

PROSIDING

Seminar Nasional Teknologi,
Kualitas dan Aplikasi 2022



SEMINAR NASIONAL
TEKNOKA8
Teknologi, Kualitas, dan Aplikasi 2023

TRANSFORMASI INDUSTRI CERDAS MENGHADAPI REVOLUSI INDUSTRI 5.0

ISSN: 2502-8782 e-ISSN: 2580-6408
Memiliki Digital Object Identifier (DOI)



SABTU, 2 DESEMBER 2023

08.00 s.d 16.00 WIB


23 Anywhere, Any City

 **SENTUH**


ESSANS
by herban


UNICOM

herbani
Medika Nusantara

 **Jl. Tanah Merdeka No.6 Kp. Rambutan, Ciracas, Jakarta Timur**

 **(021) 8400941**  **(021) 87782739**

 **teknoka@uhamka.ac.id**

 **www.teknoka.uhamka.ac.id**

PENYELENGGARA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA

KATA PENGANTAR

Berkat rahmat dan ridho dari Allah Subhanahuwata'ala, Alhamdulillah Seminar Nasional Teknoka 8 tahun 2023 dapat dilaksanakan sesuai dengan yang direncanakan. Seminar ini diselenggarakan untuk dapat meningkatkan kualitas Keilmuan dan pengetahuan bagi para Dosen, Mahasiswa dan juga masyarakat luas dalam rangka menjawab tantangan di era disruptif ini. Melalui seminar ini juga dapat dijadikan wadah bagi Dosen dan Mahasiswa untuk mempublikasikan hasil riset maupun karya inovasinya, sehingga dapat diketahui oleh masyarakat.

Buku prosiding ini disusun untuk menghimpun seluruh prosiding artikel yang ditulis oleh para dosen, mahasiswa dan para peneliti yang dipresentasikan melalui seminar ini. Semoga Bermanfaat.

Tak ada gading yang tak retak, mohon maaf jika dalam penyusunan buku ini masih terdapat kekurangan, Insya Allah akan terus diperbaiki.

Atas segala perhatian dan kerjasamanya, diucapkan terimakasih

Jakarta, 1 Desember 2023
Dekan FTII UHAMKA

Dr. Dr. Dan Mugisidi, M.Si

DAFTAR ISI

BIDANG TEKNIK INFORMATIKA

<p>Perancangan Sistem Pakar Untuk Diagnosa dan Rekam Riwayat Kerusakan Laptop Menggunakan Metode Dempster Shafer Atiqah Meutia Hilda, Mohamad Rifki Alfiansyah, Muhammad Jafar Elly Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Pranata Komputer Ahli Muda, Badan Riset dan Inovasi Nasiona (BRIN), Gedung B.J. Hbibie</p>	1 - 10
<p>Perancangan Prototipe Sistem Informasi Pariwisata Berbasis Web di Kota Malang Muhammad Efrizal Febriyan, Herdi Tri Nanda, Arafat Febriandirza Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA</p>	11-19
<p>Perancangan Sistem Pengelolaan Data Persediaan Barang Menggunakan Visual Basic Pada PT.Unibless Indo Multi Hazbi Santoso, Fachri Zaini, Firman Noor Hasan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka</p>	20-25
<p>Rancang Bangun Game Edukasi Ular Tangga Pajak (ARTAJAK) sebagai Media Interaktif untuk Menarik Kesadaran Pajak Anak Sekolah Dasar Elsa Apriani, Rahmi Imanda, Hafizh Dhery Al Assyam, Atsna Virayani Yusriy Widarey Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka</p>	26-34
<p>Desain Aplikasi Penjadwalan Menu Makan Siang Karyawan Menggunakan Pendekatan Design Thinking dan SUS Testing Fianindra Riezca Augusty, Ryan Putranda Kristianto Ilmu Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Darma Cendika</p>	35-43
<p>Penerapan Penyaringan Spam Berbasis Metode Preference Ranking pada Rancang Bangun Sistem Pengaduan Perusahaan Intan Dzikria, Muhammad Rifki Fikri Firdaus Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya</p>	44-50
<p>Perancangan Dan Implementasi Aplikasi Pembelajaran Membaca Dan Berhitung Untuk Anak Usia Dini Berbasis Android Yulius Dani Eko Saputro, Stephanus Suriadarma Tandjung Ilmu Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Darma Cendika</p>	51-60
<p>Pembangunan Infrastruktur Jaringan Internet Pada Sekolah SMKN 3 Depok Untuk Mendukung Pembelajaran Daring – Luring Guna Meningkatkan Mutu Para Siswa dan Guru Di SMKN 3 Depok Daffa Anas Darman, Sherina Nurul Kautsar, Muhammad Izzaturrahman, Mia Kamayani ST., MT. Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA</p>	61-68

Perancangan Sistem Informasi Manajemen Keuangan Berbasis Web Untuk Kafe Kopi Sakura Dengan Metode Prototipe 69-78[Muhammad Gabriel Somoal](#), [Nur Chalik Azhar](#), [S.Kom.](#), [M.Kom](#)

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Analisis Sentimen Masyarakat Terhadap Mainan Anak “Lato-Lato” Menggunakan Metode Support Vector Machine (Svm) Pada Media Sosial Youtube 79 - 88[Ahmad Roshid](#), [Erizal](#), [S.Kom.](#), [M.Kom.](#), [Rahmi Imada](#), [S.Kom.](#), [M.Kom.](#)

Sistem Teknologi Informasi, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Implementasi Scrum Pada Perancangan Sistem Informasi Penyewaan Gedung Di Graha Garda Dirgantara 89-95[Rahmi Imanda](#), [Fahmi Abdillah](#)

Sistem Dan Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri Dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

Perbandingan Deteksi Tepi pada Metode Robinson dan Kirsch 96-100[Taupik Kamil](#), [Nunik Pratiwi](#), [Estu Sinduningrum](#)

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Penerapan Sistem Informasi Penerimaan Beasiswa KIP Kuliah Dengan Implementasi Simple Additive Weighting (SAW) : Studi Kasus Pada Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA 101-109[Muhammad Fathan Fauzan](#), [Alfino Putra Laksana](#), [Nur Chalik Azhar](#)

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Open Archival Information System Reference Model pada Rancang Bangun Sistem Informasi Arsip Institusi Pendidikan 110-122[Intan Dzikria](#), [Sabrina Vidia Riswana](#)

Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Sistem Remunerasi Berbasis Kinerja Menggunakan Metode Full Time Equivalent dan Simple Additive Weighting 123-131[Intan Dzikria](#), [Mochammad Maulana Ardan](#), [Rendys Naja Ripando](#)

Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Perancangan User Interface (UI) Aplikasi Kuis Anak Usia Dini Berbasis Android dengan Metode User-Centered Design 132-141[Alvinus Yodi](#), [Yosefina Finsensia Riti](#)

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Darma Cendika Surabaya

Implementasi UI UX Website Queen Shop Jkt Dengan Metode Design Thinking 142-151[Sabrina Qodri Nova](#), [Rahmi Imanda](#), [M.Kom.](#)

Teknik Informatika, Sistem Dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknologi Industri Dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

Jurnal Analisis Dampak Cloud Computing terhadap Keamanan Sistem dan Data 152-158[Razman Rifany, Mario Dwi Prakoso, Pandu Dwi Laksono](#)

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Customer Retention Program Framework pada Rancang Bangun Sistem Manajemen Hubungan Pelanggan 159-168[Achmad Chusni Mubarak, Intan Dzikria](#)

Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Sistem dan Teknologi Informasi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Analisis Kebutuhan Sistem Informasi Untuk Menunjang Kegiatan Pencatatan Sipil 169-174[Widhi gunawan, Mahfudz ahnan alfaruq, Echa parhamda](#)

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Penerapan IoT Dalam Pembuatan Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino 175-180[Cica Umiditya, Muhammad Feardy Casnur, Devy Kusriani](#)

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Pengaruh Metaverse Di Bidang Pendidikan 181-187[Irfan Rizky Herlambang, Mohamad Ridho Ramadhan, Rizky Sya Ujjiwantanu](#)

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

BIDANG TEKNIK ELEKTRO**Pemrograman Sudut-Sudut Kinematis pada Persendian Kaki Robot untuk Menstabilkan Gerak Maju Robot Quadrupe** 1-4[Akhmad Rizal Dzikrillah, Gripsy Adeep Firmansyah, Abrar Dhiya Rabbani, Yoga Budi Santoso, Malik Emir Hafta, Rosalina, Fadhlan Nurrachman](#)

Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Rancang Bangun Robot Beroda dengan Kemampuan Berjalan Pada Sudut Tanjakan Landai dan Transmisi Sinyal Kendali Berbasis Bluetooth 5-8[Akhmad Rizal Dzikrillah, Muhammad Rafli Ardiansyah, Rizky Afif Afandi, Elvira Nur Rahma, Muhammad Fajar Nugroho, Muhammad Shafar Rahim, Ahmad Robi](#)

Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Proyeksi Permintaan Listrik di Pulau Kalimantan dengan Mempertimbangkan Rencana Pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) 9-19[Nuryanti, Elok S. Amitayani, Citra Candranurani, Nurlaila, Ewitha Nurulhuda, Yohanes Dwi Anggoro, Suparman](#)

Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir (PRTRN), Organisasi Riset Teknologi Nuklir (ORTN)–BRIN.KST. B.J. Habibie

BIDANG TEKNIK MESIN

- Pengaruh Tingkat Efisiensi Distribusi Penjualan Produk Batik Pamekasan Dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA)** 1-9
[Mita Dwi Purwanti](#), [Indra Cahyadi](#), [Ika Deefi Anna](#)
Teknik Industri, Universitas Trunojoyo Madura
- Penerapan Green Productivity Pada UMKM Aneka Batik Pamekasan** 10-15
[Muhamad Khoirul Alfa](#), [Indra Cahyadi](#), [Ika Deefi Anna](#)
Teknik Industri, Universitas Trunojoyo Madura
- Integrasi Panel Surya dengan Modul Termoelektrik sebagai Sistem Pendingin Ruangan Bertenaga Surya** 16-22
[Nazilul Muttaqin Nautica](#), [Rifky*](#)
Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka
- Kajian Potensi Bahan Bakar dengan Komposisi Sekam Padi Tempurung Kelapa untuk Bahan Baku Biomassa** 23-26
[Andi Saidah](#), [Mukhtar Sinaga](#), [Amma Muliya Romadoni](#)
Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
- Pengaruh Performa Termal pada Double Serpentine Minichannel Liquid Cold Plate dengan Fluida Kerja Air** 27-34
[Litania Kusumaningrum](#), [Indro Pranoto](#)
Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
- Pengaruh Rasio Massa Air dan Udara Terhadap Unjuk Kerja Forced Draft Wet Cooling Sudut Inclinasi Splash Fill Berlubang** 35-41
[Khairul Umurani](#), [Ahmad Syuhada](#), [M.I. Maulana](#), [Zahrul Fuadi](#)
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Syiah Kuala University
- Konversi Energi Surya Menjadi Sistem Pendingin Menggunakan Photovoltaic dan Pendingin Termoelektrik yang Dipasang Paralel** 42-48
[Muhammad Isya Ramdhany](#), [Rifky*](#)
Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka

www.greatsites.com
2023 Anywhere. In Any City.

PROSIDING

Seminar Nasional Teknologi,
Kualitas dan Aplikasi 2023



SEMINAR NASIONAL
TEKNOKA8
Teknologi, Kualitas, dan Aplikasi 2023

ARTIKEL BIDANG TEKNIK INFORMATIKA

Microsoft Integrates Research
2023 Anywhere, Anytime, Any City



SENTUH

ESSANS

UNICOM

herbani
Medika Nusantara

Perancangan Sistem Pakar Untuk Diagnosa dan Rekam Riwayat Kerusakan Laptop Menggunakan Metode *Dempster Shafer*

Atiqah Meutia Hilda¹; Mohamad Rifki Alfiansyah¹; Muhammad Jafar Elly²

¹Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, , atiqahmeutiahilda@uhamka.ac.id , rifkialfiansyah37@gmail.com

²Pranata Komputer Ahli Muda, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Gedung B.J. Hbibie, Jl. M.H. Thamrin No. 8, Jakarta Pusat 10340, mujaly13@gmail.com

Mujaly13@gmail.com (corresponding authors)

Abstrak

Laptop menjadi salah satu perangkat komputer yang paling banyak digunakan karena memiliki desain yang minimalis dan praktis sehingga dapat dibawa kemana saja. Penggunaan laptop dalam jangka waktu cukup lama terkadang tidak luput dari yang berbagai kerusakan dengan beraneka ragam gejala-gejala tertentu. Ketersediaan tempat servis laptop teknisi tidak selalu tersedia dalam waktu 24 jam. Berdasarkan data awal terdapat 58% pengguna tidak mengetahui letak kerusakan laptop yang sebenarnya sedangkan 42% pengguna sudah mengetahui letak kerusakan laptopnya, dan 48% pengguna akan mencari tahu terlebih dahulu penyebab kerusakannya di internet, 30% lainnya akan langsung membawa ke tempat servis.. Tujuan dari sistem ini adalah membuat Sistem Pakar untuk Diagnosa Kerusakan Laptop dan merekam riwayat kerusakannya berbasis website sehingga memudahkan pengguna laptop mencari tahu letak kerusakan laptopnya berdasarkan gejala yang dialami. Pengujian sistem dilakukan menggunakan alpha dan beta testing yang dapat menghasilkan uji efektivitas sebesar 85,81, hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan kemudahan kepada pengguna laptop mencari letak kerusakan laptopnya berdasarkan gejala.

Kata kunci: Sistem Pakar Laptop, Dempster Shafer, Alpha dan Beta Testing

Abstract

Laptops are one of the most widely used computer devices because they have a minimalist and practical design so they can be taken anywhere. Using a laptop for a long period of time sometimes results in various types of damage with a variety of specific symptoms. The availability of technician laptop service locations is not always available within 24 hours. Based on preliminary data, 58% of users do not know the actual location of the damage to their laptop, while 42% of users already know the location of the damage to their laptop, and 48% of users will first find out the cause of the damage on the internet, the other 30% will immediately take it to a service center.. Goal. of this system is to create an Expert System for Diagnosing Laptop Damage and recording the damage history based on a website, making it easier for laptop users to find out where the damage to their laptop is based on the symptoms they experience. System testing was carried out using alpha and beta testing which resulted in an effectiveness test of 85.81, this shows that the system can make it easy for laptop users to find the location of the damage to their laptop based on symptoms.

Keywords: laptop expert system, Dempster Shafer, Alpha dan Beta Testing

1. PENDAHULUAN

Laptop merupakan perangkat komputer *portable* yang setiap komponennya tergabung menjadi satu yaitu perangkat lunak (*software*),

perangkat keras (*hardware*), dan manusia (*brainware*) dalam bentuk yang lebih kecil dari komputer dekstop. Penggunaan laptop sebagai alat atau media belajar dapat membantu

penyelesaian tugas menjadi lebih cepat, akses informasi mata kuliah menjadi lebih mudah dan materi belajar lainnya yang bisa diakses kapan saja [1].

Seiring berjalannya waktu penggunaan laptop dalam jangka waktu cukup lama, tidak terlepas dari munculnya berbagai macam kerusakan dengan gejala-gejala tertentu yang dialami oleh pengguna. Kurangnya pengetahuan dalam mengatasi kerusakan laptop membuat pengguna kesulitan untuk mengidentifikasi letak kerusakan yang terjadi, sehingga mereka tidak tahu hal yang harus dilakukan ketika mengalami kerusakan tersebut. Dalam hal ini seseorang yang ahli dalam mengatasi kerusakan laptop adalah seorang pakar atau teknisi [2]. Namun ketersediaan teknisi tidak selalu tersedia dalam waktu 24 jam, terutama di daerah terpencil yang tidak selalu terdapat tempat service laptop.

Berdasarkan data awal yang telah disebar ke para responden, sebanyak 58% pengguna laptop tidak mengetahui letak kerusakan laptop yang sebenarnya, dan 42% sudah mengetahui letak kerusakan laptopnya didasarkan dari gejala yang pernah ataupun sedang dialami oleh para pengguna. Berdasarkan hasil survei pengguna laptop saat laptop mengalami gejala kerusakan dan tidak mengetahui letak kerusakan laptop, mereka akan mencari tahu terlebih dahulu melalui internet lalu mencoba memperbaiki sendiri sebanyak 48% dan 30% akan membawa ke service center. Pengguna laptop yang secara langsung membawa ke service center terdekat secara langsung sebanyak 16% dan 4% membiarkannya rusak karena terhalang pada biaya perbaikan yang cukup mahal.

Berdasarkan hasil survei tersebut terdapat sebanyak 98% pengguna laptop membutuhkan sistem yang mampu melakukan diagnosa kerusakan laptop untuk dapat mengetahui letak kerusakan yang terjadi dan penanganan yang tepat. Metode penelitian yang dipakai yakni metode *Dempster Shafer* yang mampu mengatasi ketidak konsistenan dan ketidakpastian dalam deteksi untuk menghasilkan diagnosis yang akurat [3]. Sesuai dengan permasalahan yang diuraikan, maka peneliti akan mengangkat judul yaitu "Perancangan Sistem Pakar Untuk Diagnosa Kerusakan Laptop Menggunakan Metode *Dempster Shafer*" yang menggunakan teknologi sistem pakar sehingga berguna sebagai pengganti ahli di bidang tersebut yang dapat

dijadikan tempat konsultasi *user* terhadap kerusakan laptop.

Sistem Diagnosa Kerusakan Laptop menggunakan Metode *Dempster Shafer* teridentifikasi berdasarkan objek nyata yang sering terjadi atau yang kemungkinan dialami oleh pengguna Laptop dalam mencari letak kerusakan dan solusi penanganan tanpa menganalisis secara manual. Terdapat penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi, adapun penelitian terdahulu yang digunakan penulis antara lain yaitu Sistem Pakar Deteksi Kerusakan Laptop Atau Komputer Menggunakan Metode *Forward Chaining*[4]. Penelitian ini menghasilkan aplikasi berbasis website yaitu untuk mendeteksi kerusakan yang terjadi pada laptop atau komputer menggunakan *forward chaining* untuk mencari solusi permasalahan kerusakan, sedangkan penelitian ini menggunakan metode *Dempster Shafer*. Penelitian terdahulu lainnya adalah Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kucing Dengan Metode *Dempster Shafer* Berbasis Web [5]. Penelitian ini menggunakan metode *Dempster Shafer* dengan objek yang berbeda. Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Laptop Berbasis *Website* Dengan Menggunakan Metode *Dempster Shafer* [2]. Penelitian ini mengimplementasikan metode *forward chaining* sebagai penelusuran gejala dan *dempster shafer* untuk penarikan kesimpulan dengan menghitung *plausability* terlebih dahulu kemudian menghitung kombinasi nilai *belief* berdasarkan gejala-gejala. Perbedaan utama pada penelitian ini adalah penelitian ini memiliki rekam riwayat diagnosa pengguna yaitu menyimpan semua hasil diagnosa yang telah dilakukan sebelumnya.

2. DASAR TEORI

2.1. Laptop

Laptop adalah perangkat komputer yang dapat digunakan dimana saja, karena ringan dan memiliki bentuk yang tidak terlalu besar sehingga praktis digunakan dimana saja. Laptop di desain terdiri atas satu perangkat yang sudah mencakupi beberapa komponen yaitu papan tombol, layar tampilan, mikroprocessor, dan baterai yang bisa untuk isi ulang atau charge kembali [6].

2.2. Sistem Pakar

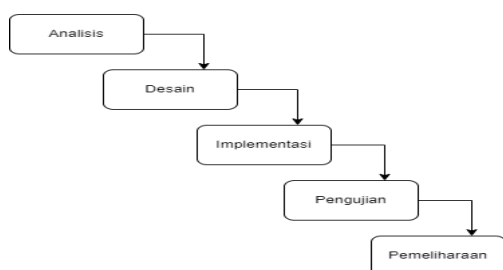
Sistem pakar merupakan sistem yang berlandaskan kepintaran buatan dimana sistem tersebut menggunakan sebuah pengetahuan dari seorang pakar manusia dalam bidang tertentu yang di implementasikan kepada sistem [6].

2.3. Dempster Shafer

Dempster Shafer adalah metode sistem pakar yang menggunakan representasi, kombinasi dan propogasi ketidakpastian untuk mendapatkan hasil diagnosis yang akurat. Dempster Shafer berpegang dengan karakteristik yang sinkron dengan cara berpikir seorang pakar dan dasar matematika yang kuat [7].

2.4. Metode Waterfall

Metode *Waterfall* ialah metode pengembangan sebuah perangkat lunak yang memiliki model sederhana dimana setiap tahapan dilakukan secara berurutan. Setiap tahapan akan diselesaikan terlebih dahulu, setelah itu menuju ke tahapan selanjutnya [8].



Gambar 1 Metode Waterfall

Pengembangan dari metode Waterfall ini mempunyai beberapa langkah atau tahapan sebagai berikut:

a. Analisis Kebutuhan

Seorang pengembang harus dapat memahami terkait dengan informasi apa yang diperlukan dan dikonsepskan pada perangkat lunak. Langkah ini merupakan mengumpulkan informasi.

b. Desain

Tahap ini merupakan perancangan desain untuk membuat gambaran mengenai apa yang dikerjakan.

c. Implementasi

Tahap ini merupakan sebuah proses penulisan bahasa pemrograman. Pembuatan software dibagi menjadi beberapa modul.

d. Pengujian

Pada tahap pengujian ini akan digarap sebuah pengujian untuk dapat memahami apakah perangkat lunak sudah sesuai dengan hasil design yang diinginkan dan melihat apakah masih terdapat sebuah kesalahan.

e. Pemeliharaan

Dalam proses pemeliharaan dapat memperkuat pengembang untuk melakukan perbaikan-perbaikan terhadap berbagai kesalahan yang mungkin ditemukan.

2.5. UML

UML merupakan model bahasa secara visual untuk mendeskripsikan sebuah essential, membentuk analisis, desain serta rancangan pemrograman yang berfokus pada objek. UML dimodelkan menggunakan diagram dengan tulisan pendukung untuk pendeksripsian sistem [9], sebagai berikut:

1. Use Case Diagram

Use Case Diagram ialah perwujudan dari salah satu dari model yang banyak digunakan untuk memvisualisasikan suatu urutan hubungan antara interaksi suatu sistem dan aktor.

2. Activity Diagram

Activity Diagram adalah jenis model UML yang merupakan rancangan dalam tindakan atau aktivitas sebuah sistem yang dijalankan.

3. Class Diagram

Class diagram merupakan diagram UML yang memvisualisasikan gambar diagram struktur sistem yang memperlihatkan class, atribut, metode, dan hubungan antar objek.

4. Component Diagram

Component Diagram adalah diagram yang menayangkan komponen dan hubungan ketergantungan antar komponen yang terdapat dalam sebuah sistem. Diagram ini berfokus pada setiap komponen di dalam sistem yang akan dibutuhkan [9].

5. Deployment Diagram

Deployment Diagram merupakan sebuah bentuk rangkaian yang memvisualisasikan komponen di distribusikan dalam infrastruktur sistem. Komponen-komponen tersebut akan berada pada mesin, server atau software yang digunakan serta bagaimana kemampuan jaringan yang terhubung pada lokasi, spesifikasi server dan hal yang bersifat fisik [10].

2.6. XAMPP

XAMPP merupakan sebuah perangkat lunak web server yang dipakai sebagai pengembangan web, aplikasi hingga database. Didalam nya terdapat server MySQL yang dapat dipergunakan untuk menciptakan website yang dinamis dengan mempergunakan bahasa pemrograman PHP [10].

2.7. MySQL

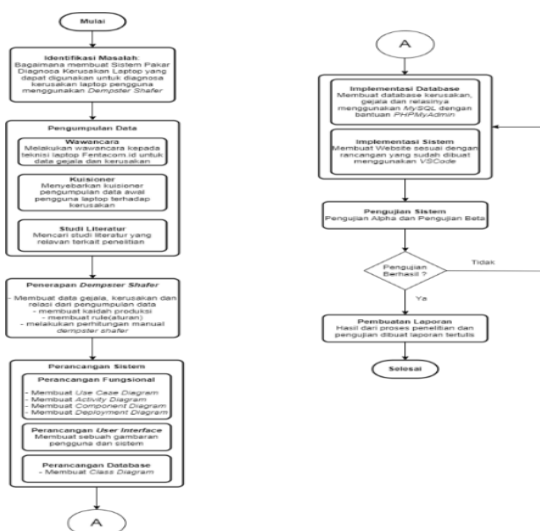
MySQL merupakan perangkat lunak basis data yang diperlukan untuk menyimpan dan mengakses database yang telah diinput sebelumnya. Database dapat diakses oleh siapa saja dengan menggunakan database yang bersifat gratis tanpa mengeluarkan biaya kepada pembuatnya [11].

2.8. Skala Likert

Skala Likert dipakai bakal menakar respons, sikap, dan pendapat dari berbagai orang atau kelompok terkait dengan fenomenal sosial [12]. Dalam penakaran skala likert memuat dua jenis pertanyaan yaitu pertanyaan positif dengan nilai 4, 3, 2, dan 1, sedangkan pertanyaan negatif diberi nilai 1, 2, 3, dan 4. Bentuk jawaban skala likert berupa sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju [13].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Alur metodologi penelitian menggunakan adalah tahap penjelasan dari rencana penelitian yang hendak dijalankan, pada Gambar 1 merupakan gambaran tahapan penelitian penulis yang direncanakan.



Gambar 1 Alur Perancangan

Permasalahan ini diidentifikasi oleh penulis yaitu dengan menentukan rumusan dan batasan masalah yang akan diteliti. Hasil dari rumusan dan batasan masalahnya yaitu bagaimana cara membangun sebuah Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Laptop menggunakan Metode Dempster Shafer.

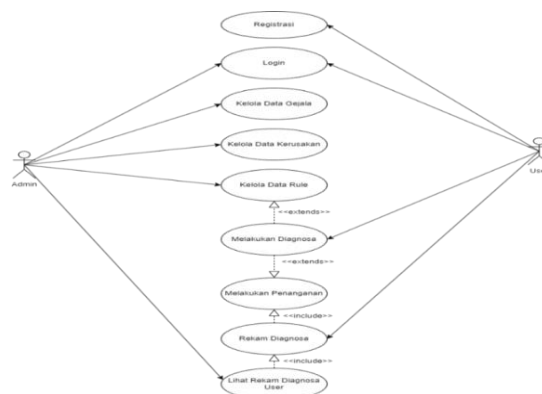
Pada fase pengumpulan data dengan beberapa cara untuk mengumpulkan beberapa data yakni sebagai berikut:

1. Wawancara
Peneliti melangsungkan wawancara tanya jawab kepada Bapak Wawan yaitu manajemen sekaligus teknisi dari tempat servis laptop Fentacom.id untuk mendapatkan data terkait gejala dan kerusakan sebuah laptop.
2. Studi Literatur
Peneliti mengumpulkan studi literatur yang relevan terkait dengan penelitian yaitu Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Laptop Menggunakan Dempster Shafer melalui situs web Google Scholar dan Garuda Jurnal.

Di tahap berikutnya peneliti melakukan perancangan sistem dengan beberapa perancangan yang dibutuhkan dengan menggunakan metodologi Unified Modelling Language (UML), yaitu,

1. Perancangan Fungsional

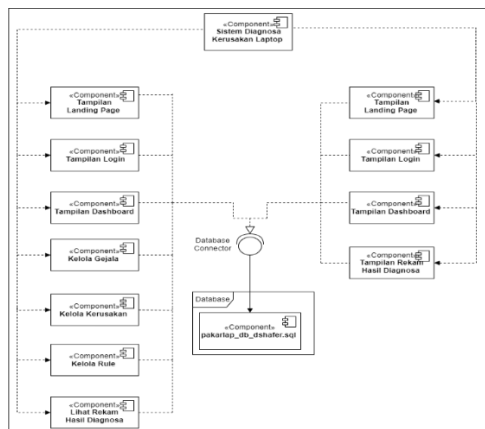
Sistem Pakar dengan metode Dempster Shafer, merupakan representasi, kombinasi dan propogasi ketidakpastian. Perancangan Fungsional digambarkan dengan menggunakan diagram Use case. Gambar 2 merupakan Use Case Diagram yang proses menjelaskan suatu sistem sesuai dengan kebutuhan dan interaksi dari kegiatan user dengan sistem yang digunakan. Dimulai dari proses login hingga selesai.



Gambar 2. Use Case Diagram

2. Perancangan *Component Diagram*

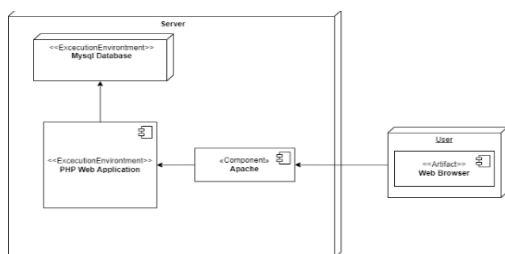
Perancangan *Component Diagram* melakukan perancangan Diagnosa kerusakan Laptop. Dapat dilihat Gambar 3 bahwa terdapat beberapa komponen yang memiliki hubungan dan ketergantungan mulai dari komponen admin dan komponen sisi user yang saling terhubung ke dalam database *pakarlap_db_dshaffer.sql*.



Gambar 3 *Component Diagram*

3. Perancangan *Deployment Diagram*

Pada Gambar 4 adalah *Component Diagram* sistem pakar diagnosa kerusakan laptop. Dapat dilihat bahwa *user* menggunakan *web browser* yang berkomunikasi dengan Apache, kemudian Apache menjalankan *PHP Web Application* di dalamnya, selanjutnya *PHP Web Application* berinteraksi dengan *MySQL Database* untuk mendapatkan atau menyimpan sebuah data.

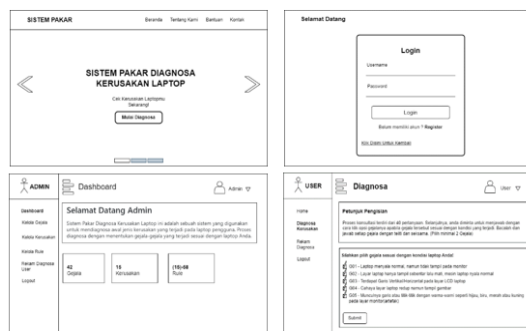


Gambar 4 *Deployment Diagram*

4. Perancangan *User Interface*

Perancangan *User Interface* yang dipakai pada Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Laptop menggunakan software VSCode dengan bahasa pemrograman yaitu PHP dan HTML serta *Framework Bootstrap*. Pada

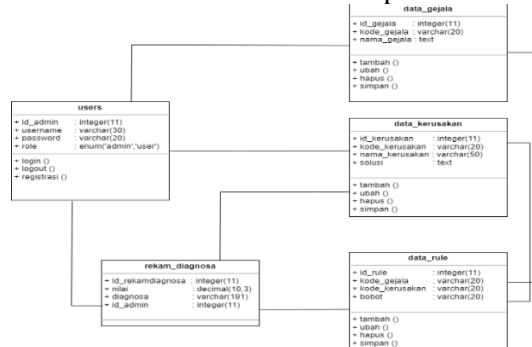
Gambar 5 merupakan perancangan user interface, yang terdiri dari halaman landing page, dashboard, login, dan diagnosa user.



Gambar 5 Perancangan *User Interface*

5. Perancangan Database

Perancangan database menggunakan *Class Diagram*. Gambar 6 menunjukkan struktur class beserta relasi dari setiap class.



Gambar 6 *Class Diagram*

Pada rangkaian ini penulis menerapkan hasil perancangan yang sudah dikerjakan dengan mulai menulis bahasa pemrograman menggunakan laptop pada software VSCode yang sudah tercantum pada kebutuhan penelitian. Berikutnya pada tahap pengujian penulis menggunakan pengujian alpha dan beta. Pengujian alpha diuji oleh pihak internal, sedangkan pengujian beta diuji oleh user aslinya. Ketika saat diuji sistem tidak berjalan sesuai dengan seharusnya, maka sistem akan diperbaiki kembali kemudian diuji ulang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gejala dan Kerusakan

Sistem Pakar ini dibuat dengan menggunakan metode *Dempster Shafer*, yang merupakan representasi, kombinasi dan propogasi ketidakpastian. Hasil dari pengumpulan data, peneliti memperoleh gejala dan kerusakan sebuah laptop.

Tabel 1 Data Kerusakan Sumber : [2]

No	Kode Kerusakan	Nama Kerusakan
1	K01	Kerusakan LCD
2	K02	Kerusakan Keyboard
3	K03	Kerusakan Touchpad
4	K04	Kerusakan Port USB
5	K05	Kerusakan Pemutar DVD Drive
6	K06	Kerusakan Charger Laptop
7	K07	Kerusakan Baterai Laptop
8	K08	Kerusakan Baterai CMOS
9	K09	Kerusakan Harddisk
10	K10	Kerusakan RAM
11	K11	Kerusakan Processor
12	K12	Kerusakan VGA
13	K13	Kerusakan IC Bios
14	K14	Kerusakan Wireless Card
15	K15	Kerusakan Soundcard Laptop

Tabel 2 Data Gejala Sumber : [2]

No	Kode Gejala	Gejala
1	G01	Laptop menyala normal, namun tidak tampil pada monitor
2	G02	Layar laptop hanya tampil sebentar lalu mati, mesin laptop nyala normal
3	G03	Terdapat Garis Vertikal/Horizontal pada layar LCD laptop
4	G04	Cahaya layar laptop redup namun tampil gambar
5	G05	Timbul garis warna tidak beraturan, abstrak seperti warna pada pelangi yang muncul pada layar monitor (artefak)
6	G06	Keyboard tidak berfungsi sama sekali
7	G07	Keyboard error mengetik huruf tidak sesuai yang diinginkan
8	G08	Touchpad laptop tidak berfungsi, kursor tidak bergerak sama sekali
9	G09	Kursor bergerak sendiri tanpa menyentuh touchpad laptop
10	G10	Muncul notifikasi "USB Not Recognized" saat menghubungkan device eksternal USB
11	G11	Tidak ada respon apapun saat perangkat eksternal dihubungkan ke port USB
12	G12	DVD Drive tidak terdeteksi pada MyComputer / Device Manager
13	G13	DVD Drive tidak terdeteksi pada bios
14	G14	Baterai tidak bisa di charger / No Charging (tidak ada notifikasi pengisian daya)
15	G15	Saat Charger dicolok ke laptop terhubung namun, pengisian daya lambat
16	G16	Laptop mati tiba-tiba saat sedang digunakan, baterai belum habis
17	G17	Baterai tidak terdeteksi di laptop, sudah terpasang
18	G18	Baterai di charger cepat penuh/terisi, padahal setelah charger dicabut cepat habis
19	G19	Muncul notifikasi error CMOS pada saat booting
20	G20	Tidak dapat menyimpan pengaturan di BIOS / perubahan tidak tersave
21	G21	Waktu dan tanggal selalu berubah semula, saat sudah dirubah sebelumnya
22	G22	Ketika laptop dinyalakan booting hanya sampai pada logo atau stuck logo windows
23	G23	Pada saat booting windows menampilkan Bluescreen pada layar dan menampilkan pesan error tertentu
24	G24	Laptop mengalami hang/freeze pada saat digunakan
25	G25	Kinerja laptop lemot atau lambat
26	G26	Harddisk tidak terdeteksi di bios
27	G27	Freeze atau Hang saat laptop baru dinyalakan/booting
28	G28	Terdengar bunyi aneh dan kasar pada bagian Harddisk
29	G29	Instalasi OS selalu gagal, muncul pesan error
30	G30	Pada saat digunakan laptop sering restart sendiri/otomatis
31	G31	Laptop mati total, lampu indikator tidak menyala sama sekali

32	G32	Tidak ada tampilan awal BIOS
33	G33	Tidak dapat membuka aplikasi/software tertentu
34	G34	Suhu laptop meningkat secara tidak wajar pada saat laptop baru saja dinyalakan
35	G35	Laptop booting berulang ulang (looping)
36	G36	Wireless card laptop tidak terbaca di laptop
37	G37	Laptop tidak dapat mendeteksi sinyal Wifi
38	G38	Jangkauan sinyal Wifi sangat kecil padahal jarak router sangat dekat
39	G39	Suara dari laptop tidak keluar atau berfungsi
40	G40	Terdapat notifikasi X pada icon speaker
41	G41	Tidak bisa menginstal driver speaker, tidak terdeteksi pada device manager
42	G42	Sebagian tombol keyboard tidak berfungsi

Tabel 3 Relasi Gejala dan Kerusakan Sumber: [2]

Kode Gejala	Kode Kerusakan															
	K0	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
G01	0,6									0,8			0,5	0,7		
G02	0,3												0,7			
G03	0,8															
G04	0,7												0,3			
G05	0,75												0,9			
G06		0,8														
G07		0,7														
G08			0,7													
G09			0,8													
G10				0,5												
G11				0,8												
G12					0,5											
G13					0,8											
G14						0,8	0,5									
G15						0,6	0,7									
G16							0,6					0,6				
G17							0,8									
G18							0,75									
G19								0,9								
G20								0,8								
G21								0,85								
G22									0,8							
G23									0,7	0,7	0,7	0,65				
G24									0,7	0,6		0,6				
G25									0,4	0,55						
G26									0,8							
G27									0,6							
G28									0,7							
G29									0,4							
G30										0,4	0,6					
G31											0,7					
G32											0,6					
G33											0,7					
G34												0,5				
G35													0,6			
G36														0,8		
G37														0,6		
G38															0,75	
G39																0,8
G40																0,7
G41																0,75
G42	0,75															

3.2. Kaidah Produksi

Kaidah produksi adalah penjabaran secara tersusun atas kaidah yang mempunyai pola kondisi-aksi (IF-THEN). IF yang berarti sebuah kondisi, sedangkan THEN adalah sebuah hasil atau kesimpulan.

Kaidah-kaidah produksi dalam diagnosa kerusakan laptop sebagai berikut:

- rule 1 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh laptop menyala normal, namun tidak tampil pada monitor, AND Layar laptop hanya tampil sebentar lalu mati, mesin laptop nyala normal, AND Terdapat Garis Vertikal/Horizontal pada layar LCD laptop, AND Cahaya layar laptop redup namun tampil gambar AND

- Timbul garis warna tidak beraturan, abstrak seperti warna pada pelangi yang muncul pada layar monitor (artefak) *THEN* kesimpulan yang diambil adalah kerusakan LCD.
- b) Rule 2 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Keyboard tidak berfungsi sama sekali, *AND* Keyboard error mengetik huruf tidak sesuai yang diinginkan, *AND* Sebagian tombol keyboard tidak berfungsi *THEN* mengambil kesimpulan adalah kerusakan *keyboard*.
- c) Rule 3 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Touchpad laptop tidak berfungsi, kursor tidak bergerak sama sekali, *AND* Kursor bergerak sendiri tanpa menyentuh touchpad laptop, *THEN* mengambil kerusakan *touchpad*.
- d) Rule 4 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Muncul notifikasi *USB Not Recognized*, saat menghubungkan *device* eksternal USB, *AND* Tidak ada respon apapun saat perangkat eksternal dihubungkan ke port USB, *THEN* mengambil kerusakan Port USB.
- e) Rule 5 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh *DVD Drive* tidak terdeteksi pada MyComputer / Device Manager, *AND* *DVD Drive* tidak terdeteksi pada bios, *THEN* mengambil kerusakan Kerusakan Pemutar *DVD Drive*.
- f) Rule 6 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Baterai tidak bisa di charger / *No Charging* (tidak ada notifikasi pengisian daya), *AND* Saat Charger dicolok ke laptop terhubung namun, pengisian daya lambat, *THEN* mengambil kerusakan charger laptop.
- g) Rule 7 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Baterai tidak bisa di charger / *No Charging* (tidak ada notifikasi pengisian daya), *AND* Saat Charger dicolok ke laptop terhubung namun, pengisian daya lambat, *AND* Laptop mati tiba-tiba saat sedang digunakan, baterai belum habis, *AND* Baterai tidak terdeteksi di laptop, sudah terpasang, *AND* Baterai di charger cepat penuh/terisi, padahal setelah charger dicabut cepat habis, *THEN* mengambil kerusakan baterai laptop.
- h) Rule 8 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Muncul notifikasi error CMOS pada saat *booting*, *AND* Tidak dapat menyimpan pengaturan di BIOS / perubahan tidak tersimpan, *AND* Waktu dan tanggal selalu berubah semula, saat sudah dirubah sebelumnya, *THEN* mengambil kerusakan baterai CMOS.
- i) Rule 9 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Ketika laptop dinyalakan *booting* hanya sampai pada logo atau stuck logo windows, *AND* Pada saat *booting* windows menampilkan Bluescreen pada layar dan menampilkan pesan error tertentu, *AND* Laptop mengalami hang/freeze pada saat digunakan, *AND* Kinerja laptop lemot atau lambat, *AND* Harddisk tidak terdeteksi di bios, *AND* Freeze atau Hang saat laptop baru dinyalakan/*booting*, *AND* Terdengar bunyi aneh dan kasar pada bagian Harddisk, *AND* Instalasi OS selalu gagal, muncul pesan error, *THEN* mengambil kerusakan Harddisk.
- j) Rule 10 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Laptop menyala normal, namun tidak tampil pada monitor, *AND* Pada saat *booting* windows menampilkan Bluescreen pada layar dan menampilkan pesan error tertentu, *AND* Laptop mengalami hang/freeze pada saat digunakan, *AND* Kinerja laptop lemot atau lambat, *AND* Pada saat digunakan laptop sering restart sendiri/otomatis, *THEN* mengambil kerusakan RAM
- k) Rule 11 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Laptop mati tiba-tiba saat sedang digunakan, baterai belum habis, *AND* Pada saat *booting* windows menampilkan Bluescreen pada layar dan menampilkan pesan error tertentu, *AND* Pada saat digunakan laptop sering restart sendiri/otomatis, *AND* Laptop mati total, lampu indikator tidak menyala sama sekali, *AND* Tidak ada tampilan awal BIOS, *AND* Tidak dapat membuka aplikasi/software tertentu, *THEN* mengambil kerusakan Processor.
- l) Rule 12 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Laptop menyala

normal, namun tidak tampil pada monitor, AND Layar laptop hanya tampil sebentar lalu mati, mesin laptop nyala normal, AND Cahaya layar laptop redup namun tampil gambar, AND Timbul garis warna tidak beraturan, abstrak seperti warna pada pelangi yang muncul pada layar monitor (artefak), AND Pada saat booting windows menampilkan *bluescreen* pada layar dan menampilkan pesan error tertentu, AND Laptop mengalami hang/freeze pada saat digunakan, AND Suhu laptop meningkat secara tidak wajar pada saat laptop baru saja dinyalakan, THEN mengambil kerusakan VGA.

- m) Rule 13 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Laptop menyala normal, namun tidak tampil pada monitor, AND Laptop booting berulang ulang (looping), THEN mengambil kerusakan IC Bios.
- n) Rule 14 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Wireless card laptop tidak terbaca di laptop, AND Laptop tidak dapat mendeteksi sinyal Wifi, AND Jangkauan sinyal Wifi sangat kecil padahal jarak router sangat dekat, THEN mengambil kerusakan Wireless Card.
- o) Rule 15 menjelaskan kondisi, jika kondisi yang diperoleh Suara dari laptop tidak keluar atau berfungsi, AND terdapat notifikasi X pada icon speaker, AND Tidak bisa menginstal driver speaker, tidak terdeteksi pada device manager, THEN mengambil kerusakan Soundcard Laptop.

Tabel 4- 3 Data Rule

Sumber: [2]

No	Aturan(Rule)	Kendala
1	Aturan 1 (R1)	If G01 and G02 and G03 and G04 and G05 then K01
2	Aturan 2 (R2)	If G06 and G07 and G42 then K02
3	Aturan 3 (R3)	If G08 and G09 then K03
4	Aturan 4 (R4)	If G10 and G11 then K04
5	Aturan 5 (R5)	If G12 and G13 then K05
6	Aturan 6 (R6)	If G14 and G15 then K06
7	Aturan 7 (R7)	If G14 and G15 and G16 and G17 and G18 then K07
8	Aturan 8 (R8)	If G19 and G20 and G21 then K08
9	Aturan 9 (R9)	If G22 and G23 and G24 and G25 and G26 and G27 and G28 and G29 then K09

10	Aturan 10 (R10)	If G01 and G23 and G24 and G25 and G30 then K10
11	Aturan 11 (R11)	If G16 and G23 and G30 and G31 and G32 and G33 then K11
12	Aturan 12 (R12)	If G01 and G02 and G04 and G05 and G23 and G24 and G34 then K12
13	Aturan 13 (R13)	If G01 and G35 then K13
14	Aturan 14 (R14)	If G36 and G37 and G38 then K14
15	Aturan 15 (R15)	If G39 and G40 and G41 then K15

3.3. Perhitungan Dempster Shafer

Peneliti mencoba untuk uji percobaan dengan melakukan perhitungan nilai terhadap teori *Dempster Shafer* secara manual. Penulis mencoba menghitung kasus yang diambil yakni seperti Keyboard tidak berfungsi sama sekali (G06), *Keyboard* error mengetik huruf tidak sesuai yang diinginkan (G07), dan Sebagian tombol keyboard tidak berfungsi (G42). Dari data gejala yang dipilih berdasarkan data yang telah diinput oleh admin sebelumnya, maka dapat dijelaskan perhitungannya sebagai berikut:

Gejala yang dipilih	Relasi gejala terhadap kerusakan	Bobot (nilai belief)	Plausability (1-bel)
G06	{K02}	0,8	0,2
G07	{K02}	0,7	0,3
G42	{K02}	0,75	0,25

Sesuai dengan hasil yang diperoleh pada tabel diatas dapat diketahui bahwasanya gejala mempunyai sebuah relasi atas kerusakan dan nilai bobot yang berbeda dari pakar. Nilai plausability diperoleh dari hasil perhitungan 1- (nilai belief).

Setelah masing masing memiliki nilai plausability, selanjut akan dihitung untuk perhitungan pertama yaitu mencocokkan antara dua gejala yang dipilih G06 (m1) dan G07 (m2) untuk mendapatkan nilai m3 sebagai berikut.

M1			
		{K02} = 0,7	0=0,3
K02	0,8	0,56	0,24
0	0,2	0,14	0,06

Hasil perbandingan antara G19 dan G20 maka dalam mencari nilai m3, dilakukanlah perhitungan sebagai berikut.

$$M3 = 0,56 + 0,14 + 0,24 = 0,94$$

$$1-0$$

$$M3 \theta = 0,06 = 0,06$$

$$1-0$$

Setelah mendapatkan hasil m3, selanjutnya kita akan membandingkan dengan gejala selanjutnya yaitu G42(m4). Perhitungan m3 dan m4 dapat dilihat sebagai berikut.

M4

		{K02} = 0,75	$\theta = 0,25$
{K02}	0,94	0,705	0,235
θ	0,06	0,045	0,015

M3

Sesuai dengan hasil perbandingan yang diperoleh diatas maka, untuk mendapatkan nilai m5 maka kita dapat hitung sebagai berikut:

$$M5 = 0,705 + 0,045 + 0,235 = 0,985 \approx 0,99$$

1-0

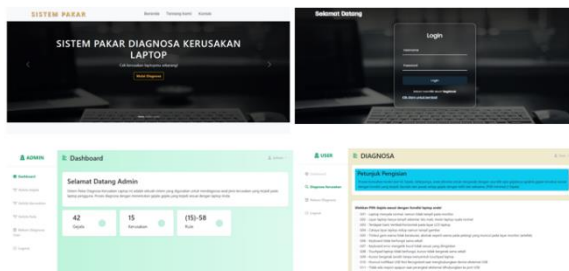
$$M5 \theta = 0,015 = 0,015$$

1-0

Dari hasil perhitungan m5, dapat kita lihat bahwa kerusakan {K02} memiliki nilai sebesar 0,99%.

3.4. Implementasi Sistem

Pada rangkaian ini penulis menerapkan hasil perancangan yang sudah dikerjakan dengan mulai menulis bahasa pemrograman menggunakan laptop pada software VSCode yang sudah tercantum pada kebutuhan penelitian. Pada gambar 4-7 merupakan implementasi sistem yang terdiri dari halaman landing page dashboard admin, login, dan diagnosa user.



Gambar 8 Implementasi Sistem

3.5. Pengujian Sistem

Pada tahap pengujian ini penulis menggunakan pengujian alpha dan beta. Pengujian alpha diuji oleh pihak internal, sedangkan pengujian beta diuji oleh user aslinya. Ketika saat diuji sistem tidak berjalan sesuai dengan seharusnya, maka sistem akan diperbaiki kembali kemudian diuji ulang.

Pada hasil kuisisioner ini memperoleh sebanyak 41 responden dengan rincian: sebanyak 84.75% responden menjawab website sistem pakar diagnosa kerusakan laptop mudah

digunakan, 84.75% tampilan dan fitur mudah dipahami oleh pengguna, 85,36% website ini dapat membantu pengguna laptop mendeteksi kerusakan dan 88,41% website ini dapat menjadi solusi bagi pengguna laptop dalam mendiagnosa kerusakan. Kuisisioner ini mendapatkan kesimpulan rata-rata pengguna sebesar 85.81% menunjukkan kepuasan dan efektivitas sistem.

4. SIMPULAN

Penulis menyelesaikan Perancangan Sistem Pakar Untuk Diagnosa dan Rekam Riwayat Kerusakan Laptop Menggunakan Metode Dempster Shafer, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Website Sistem Pakar Diagnosa kerusakan laptop ini telah bermanfaat untuk memudahkan pengguna dalam melakukan deteksi kerusakan laptopnya dan mendapatkan solusi yang direkomendasikan dari pakar.
2. Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Laptop dapat berfungsi dan dijalankan dengan baik. Dengan pengujian yang dilakukan dari sisi pengguna mendapatkan 41 responden dan hasil uji efektivitas menunjukkan nilai sebesar 85,81% sehingga sistem pakar ini layak digunakan sebagai solusi untuk deteksi kerusakan laptop berbasis web.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Wawan yaitu manajemen sekaligus teknisi dari tempat servis laptop Fentacom.id yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Alexandro and N. M. A. Situmorang, "Dampak Pemanfaatan Laptop sebagai Media Pendukung Belajar terhadap Prestasi Mahasiswa," *J. Imiah Pendidik. dan Pembelajaran*, vol. 5, no. 3, 2021, doi: 10.23887/jipp.v5i3.39216.
- [2] A. S. Saragih, S. Christina, and T. Elshawina, "SISTEM PAKAR DIAGNOSA KERUSAKAN LAPTOP BERBASIS WEBSITE DENGAN MENGGUNAKAN METODE DEMPSTER SHAFER," *Tekno. Inf.*, vol. 12, no. 2, pp. 13–23, 2018.

- [3] A. R. MZ, I. G. P. S. Wijaya, and F. Bimantoro, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit pada Manusia dengan Metode Dempster Shafer," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 129–138, 2020, doi: 10.29303/jcosine.v4i2.285.
- [4] H. Surya Pratama *et al.*, "Sistem Pakar Deteksi Kerusakan Laptop Atau Komputer Menggunakan Metode Forward Chaining," vol. 2, no. 1, 2022.
- [5] A. Novi, Fauziah, and H. Deny, "SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT KUCING DENGAN METODE DEMPSTER SHAFER BERBASIS WEB," *Transformasi*, vol. 17, no. 1, 2019, doi: 10.56357/jt.v17i1.258.
- [6] Nisrina, Y. Puspitasari, and Mawaddha, "Laptop Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Teknologi Informasi di Sekolah Dasar," *Proseding Semin. Nasional. Pendidik. Progr. Pascasarj. Univ. PGRI Palembang*, vol. 3, pp. 458–467, 2019.
- [7] D. Lowrenza, "Identifikasi Faktor Kegagalan Hasil Produksi Busa dengan Sistem Pakar Metode Dempster Shafer dan Certainty Factor," *J. Inform. Ekon. Bisnis*, vol. 4, pp. 1–6, 2022, doi: 10.37034/infab.v4i1.105.
- [8] B. Fachri and R. W. Surbakti, "Perancangan Sistem Dan Desain Undangan Digital Menggunakan Metode Waterfall Berbasis Website (Studi Kasus: Asco Jaya)," *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 4, no. 3, p. 263, 2021, doi: 10.54314/jssr.v4i3.692.
- [9] L. Andraini and C. Bella, "Pengelolaan Surat Menyurat Dengan Sistem Informasi (Studi Kasus : Kelurahan Gunung Terang)," *J. Portal Data*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2022.
- [10] W. Andriati, "Sistem Informasi Pelaporan Realisasi E-Order Berbasis," *J. PROSISKO*, vol. 10, no. 1, 2023.
- [11] N. Septiarina, "Perancangan Sistem Informasi Penerimaan Siswa Baru Berbasis Web Pada Smk Bandara," *Prosisko J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.30656/prosisko.v8i1.2816.
- [12] V. H. Pranatawijaya, W. Widiatry, R. Priskila, and P. B. A. A. Putra, "Penerapan Skala Likert dan Skala Dikotomi Pada Kuesioner Online," *J. Sains dan Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 128–137, 2019, doi: 10.34128/jsi.v5i2.185.
- [13] D. Taluke, R. S. M. Lakat, A. Sembel, E. Mangrove, and M. Bahwa, "Analisis Preferensi Masyarakat Dalam Pengelolaan Ekosistem Mangrove Di Pesisir Pantai Kecamatan Loloda Kabupaten Halmahera Barat," *Spasial*, vol. 6, no. 2, pp. 531–540, 2019.

Perancangan Prototipe Sistem Informasi Pariwisata Berbasis Web di Kota Malang

Muhammad Efrizal Febriyan¹⁾, Herdi Tri Nanda²⁾, & Arafat Febriandirza³⁾

^{1,2)}Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka,

³⁾Jalan Tanah Merdeka No.6 Kota Jakarta Timur 13830, (021) 87782739, Fax. (021)7261226

Website:www.ft.uhamka.ac.id, E-mail:ft@uhamka.ac.id

Abstrak

Salah satu destinasi pariwisata terbaik di Indonesia ialah Malang. Kota ini mempunyai beragam keunikan yang dapat menarik para wisatawan untuk mengunjunginya. Dengan berkembangnya teknologi pada zaman ini, Banyak menjadikan segala hal lebih mudah, salah satunya adalah dengan menyampaikan informasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe sistem informasi pariwisata berbasis web di Kota Malang agar wisatawan nantinya dapat lebih mudah memperoleh informasi mengenai kota Malang. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dimana akan menyajikan dan menganalisis fakta secara sistematis sehingga akan mudah disimpulkan. Pengumpulan data dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner. Dalam perancangan prototipe ini akan dirancang Data Flow Diagram, Flowchart, Perancangan Database, serta Perancangan halaman. Hasil Prototipe sistem informasi ini akan meliputi berbagai informasi mengenai kepariwisataan yang ada di Kota Malang ini.

Keyword: Prototipe, Sistem Informasi, Pariwisata

Abstract

One of the best tourism destinations in Indonesia is Malang. This city has a variety of uniqueness that can attract tourists to visit it. With the development of technology in this era, many make things easier, one of which is conveying information. This study aims to design a prototype of a web-based tourism information system in Malang City so that later tourists can more easily obtain information about this city. The method used is a descriptive method which will present and analyze facts systematically so that it will be easy to draw conclusions. Data collection was carried out by distributing questionnaires. In designing this prototype, Data Flow Diagrams, Flowcharts, Database Designs, and Output Designs will be designed. The results of this information system prototype will include various information about tourism in the city of Malang.

Kata kunci: Prototype, Information Systems, Tourism

1 PENDAHULUAN

Saat ini, terjadi peningkatan signifikan dalam industri pariwisata Indonesia. Dibuktikan oleh pertumbuhan jumlah wisatawan asing yang terus meningkat setiap tahunnya. Pemerintah memiliki fokus utama pada perkembangan sektor pariwisata, meyakini bahwa sektor ini memiliki potensi besar untuk memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi negara. Pariwisata, selain sektor migas, juga memiliki peran yang krusial dalam menghasilkan devisa negara [1].

Kota Malang, yang terletak di Indonesia, menarik perhatian pengunjung karena keindahan alamnya yang masih alami, menjadikannya tujuan wisata yang sangat menarik berkat kelestarian alam yang dijaganya. Sayangnya, sebagian besar tempat wisata di Kota Malang saat ini tidak mendapatkan perhatian yang cukup karena beberapa di antaranya terletak di daerah terpencil, sehingga informasi tentang mereka sangat terbatas. Oleh karena itu, perlu dilakukan

penataan ulang informasi untuk meningkatkan efisiensi dalam penyebaran dan pemanfaatan informasi yang akan disediakan[2]

Website sebagai contoh dari sistem informasi, berperan sebagai alat yang mempermudah lembaga atau individu dalam menyajikan informasi kepada wisatawan lokal maupun internasional. Dalam rangka menarik perhatian mereka, perlu dilakukan perencanaan sistem informasi pariwisata berbasis Web yang dapat memberikan akses mudah terhadap informasi di setiap waktu dan lokasi. Kedatangan yang lebih banyak wisatawan dapat menghasilkan peningkatan pendapatan bagi daerah dan warganya, sambil mendorong kesadaran masyarakat tentang objek-objek wisata kota melalui penggunaan sistem informasi pariwisata berbasis Web, yang pada gilirannya dapat mendorong pemerintah setempat untuk meningkatkan perhatian mereka terhadap pengelolaan tempat-tempat pariwisata tersebut [3].

Berdasarkan masalah yang ditampilkan perlu adanya solusi untuk membuat pariwisata Kota Malang

lebih efisien dalam penyampaian informasinya. Peneliti akan melakukan penelitian berjudul “Perancangan Prototipe Sistem Informasi Pariwisata Berbasis *Web* di Kota Malang” karena mereka merasa terdorong oleh dasar informasi yang disajikan dalam latar belakang penelitian ini. Penelitian yang akan dilakukan ini bertujuan merancang sebuah prototipe *Web* sistem informasi pariwisata yang bertujuan membantu penginformasian kepariwisataan di Kota Malang

2 LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Dasar Sistem Informasi

Terdapat berbagai macam pengertian sistem informasi menurut para ahli, Sistem informasi bertujuan untuk mencapai tujuan tertentu dengan cara mengumpulkan, memproses, menyimpan, menganalisis, dan mendistribusikan informasi. Suatu organisasi, sistem informasi menggabungkan pengolahan transaksi harian yang mendukung manajemen operasional dengan tujuan strategis organisasi untuk menyediakan laporan yang diperlukan kepada pihak eksternal. Dari berbagai definisi yang disediakan oleh para ahli tentang sistem informasi, dapat disimpulkan bahwa sistem ini melibatkan proses seperti pengumpulan, penginputan, pengolahan, penyimpanan, pengendalian, dan pelaporan data. Tujuannya adalah untuk menghasilkan informasi yang mendukung proses pengambilan keputusan dalam organisasi dengan tujuan mencapai sasaran dan target yang telah ditetapkan [4].

2.2 Komponen Sistem Informasi

Adapun 5 komponen yang terlibat dalam sistem informasi, yang disebut sebagai sumber daya, seperti manusia, perangkat keras, perangkat lunak, data, dan jaringan. Meskipun pentingnya peran mereka dalam suatu sistem informasi, tidak semua sistem informasi mencakup semua komponen ini. Berikut merupakan penjelasan komponen dari sistem informasi [5]:

1. Sumber Daya Dalam operasional sistem informasi, manusia memegang peran penting yang dapat dibagi menjadi dua kelompok utama: pengguna akhir, yang menggunakan informasi dari sistem tersebut, dan pakar sistem informasi, yang memiliki tanggung jawab untuk mengembangkan serta mengelola operasional sistem informasi tersebut
2. Sumber Daya *Hardware*. Sumber daya perangkat keras mencakup semua alat yang digunakan dalam pemrosesan informasi, termasuk komputer dan berbagai media data seperti kartu, disk magnetik, atau optik.
3. Sumber Daya *Software*. Sumber daya perangkat lunak melibatkan berbagai jenis perintah atau instruksi yang digunakan dalam pengolahan data,

termasuk tidak hanya program tetapi juga prosedur.

4. Sumber Daya Data. Sumber daya data bukan hanya bahan mentah untuk dimasukkan ke dalam sistem informasi, tetapi juga menjadi dasar untuk mengembangkan sumber daya organisasi.
5. Sumber Daya Jaringan. Sumber daya jaringan seperti kabel, satelit, modem, perangkat lunak pengendali, dan prosesor antar jaringan berfungsi untuk menghubungkan komputer, mengelola komunikasi, serta perangkat lainnya dalam suatu jaringan. Semua ini dikelola dengan bantuan perangkat lunak komunikasi.

2.3 Klasifikasi Sistem Informasi

Sistem Informasi disesuaikan dengan persyaratan tiap organisasi, sehingga merencanakan, menerapkan, mengelola, dan menilai sistem sesuai dengan preferensi organisasi adalah faktor kunci untuk mencapai tingkat kinerja yang optimal. Berikut adalah kategorisasi sistem informasi ini [6]:

1. Sistem informasi bisa dibagi menjadi tiga tingkat organisasi yang berbeda, yakni tingkat operasional, tingkat fungsional, dan tingkat manajemen.
2. Manajemen melibatkan pemisahan berbagai jenis sistem informasi, seperti sistem informasi perbankan, sistem informasi akademik, sistem informasi kesehatan, sistem informasi asuransi, dan sistem informasi perhotelan.
3. Fungsionalitas bisnis menjadi dasar pengelompokan dalam sistem informasi, termasuk sistem informasi akuntansi, sistem informasi keuangan, sistem informasi manufaktur, sistem informasi pemasaran, dan sistem informasi sumber daya manusia.

2.4 Tujuan Sistem Informasi

Sistem informasi bertujuan untuk mengubah data yang telah diproses menjadi informasi yang bermanfaat bagi pengguna dengan memperhatikan aspek-aspek seperti kualitas, ekonomi, keterandalan, pelayanan langganan, keandalan, dan fleksibilitas [7].

1. Manfaat sistem ini terletak pada kemampuannya untuk menghasilkan informasi yang akurat, tepat waktu, dan relevan yang diperlukan oleh manajemen dan personil operasi dalam organisasi untuk pengambilan keputusan.
2. Dalam bidang ekonomi, semua elemen dalam sistem, seperti laporan, pengendalian, dan mesin, harus menghasilkan manfaat minimal yang sebanding dengan biaya yang dikeluarkan.
3. Keandalan merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam sistem, di mana keandalan sistem harus memiliki tingkat ketelitian yang tinggi, dan sistem itu sendiri harus mampu berfungsi secara efisien bahkan ketika manusia tidak ada atau ketika komponen mesin mengalami gangguan sementara.

4. Pelayanan Langgan (*Customer Service*) harus diselenggarakan dengan tingkat kebaikan dan keramahan yang tinggi terhadap pelanggan, agar sistem itu bisa menarik minat para pelanggan.
5. Keterdahanaan (*Simplicity*). Sistem harus memiliki tingkat keterdahanaan yang memungkinkan struktur dan operasinya mudah dipahami serta prosesnya dapat dengan mudah dijalankan.
6. Fleksibilitas (*Flexibility*). Sistem harus memiliki tingkat fleksibilitas yang memadai untuk mengatasi perubahan yang mungkin terjadi, dan hal ini menjadi penting baik saat sistem beroperasi maupun ketika organisasi mengharapkannya sebagai kebutuhan wajib.

2.5 Website

Website dapat diartikan sebagai suatu kumpulan-kumpulan halaman yang menampilkan berbagai macam informasi teks, data, gambar diam maupun bergerak, data animasi, suara, video maupun gabungan dari semuanya, baik itu yang bersifat statis maupun yang dinamis, dimana membentuk satu rangkaian bangunan yang saling berkaitan dimana masing-masing dihubungkan dengan jaringan halaman atau *hyperlink*. Definisi secara umum, *website* adalah kumpulan dari berbagai macam halaman situs yang terangkum di dalam sebuah domain atau subdomain, yang berada di dalam WWW (*World Wide Web*) dan tentunya terdapat di dalam Internet. Halaman *website* biasanya berupa dokumen yang ditulis dalam format *Hyper Text Markup Language* (HTML) [8].

2.7 Promosi

Promosi berasal dari kata *promote* dalam bahasa Inggris yang diartikan sebagai mengembangkan atau meningkatkan. Promosi merupakan salah satu komponen dari bauran pemasaran (*marketing mix*). Promosi dapat juga diartikan sebagai upaya untuk memberitahukan atau menawarkan produk atau jasa pada dengan tujuan menarik calon konsumen untuk membeli atau mengkonsumsinya. Dengan adanya promosi produsen atau distributor mengharapkan kenaikannya angka penjualan. Fungsi promosi dalam bauran pemasaran adalah untuk mencapai berbagai tujuan komunikasi dengan konsumen. Promosi merupakan fungsi komunikasi dari perusahaan yang bertanggung jawab menginformasikan dan membujuk atau mengajak pembeli [9].

2.6 Sistem Informasi Pariwisata

Sistem informasi melibatkan sekelompok komponen yang saling terhubung dan bekerja sama

untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, serta menyebarkan informasi yang berkaitan guna mendukung proses pengambilan keputusan, koordinasi, dan pengendalian. Di sisi lain, pariwisata dapat didefinisikan sebagai aktivitas manusia yang melibatkan perjalanan ke daerah tertentu dan menginap di sana untuk sementara waktu, di luar lingkungan sehari-hari, baik untuk tujuan rekreasi maupun bisnis. Sistem informasi pariwisata dapat dijelaskan sebagai rangkaian komponen yang bekerja sama untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan menyebarkan informasi yang terkait dengan aspek kebudayaan, gaya hidup masyarakat, dan karakteristik alam yang unik dari suatu wilayah yang membedakannya dari lingkungan sehari-hari [10].

2.6 Pariwisata

Asal-usul kata “pariwisata” adalah gabungan dari dua kata bahasa Sanskerta, yaitu “pari” yang mengindikasikan banyak atau berulang kali, dan “wisata” yang merujuk pada perjalanan atau pergi. Dengan demikian, pariwisata dapat dijelaskan sebagai perjalanan yang sering dilakukan. Secara keseluruhan, pariwisata adalah tindakan seseorang melakukan perjalanan ke tempat lain, meninggalkan tempat asalnya, baik dengan rencana atau tanpa rencana untuk mencari nafkah, hanya dengan tujuan menikmati aktivitas rekreasi atau relasi untuk memenuhi berbagai keinginan. Pariwisata adalah rangkaian aktivitas perjalanan yang dilakukan oleh individu, keluarga, atau kelompok dari tempat tinggal asal mereka ke berbagai tujuan lain dengan tujuan wisata, bukan untuk bekerja atau mencari pendapatan di tujuan tersebut, dan kembali ke tempat asal setelah selesainya tujuan tersebut. Pariwisata adalah rangkaian aktivitas perjalanan yang dilakukan oleh individu, keluarga, atau kelompok dari tempat asal mereka ke berbagai destinasi lain dengan tujuan wisata, bukan untuk pekerjaan atau mencari penghasilan di destinasi tersebut, dan kunjungan ini bersifat sementara dengan rencana untuk kembali ke tempat asal pada waktu tertentu [11].



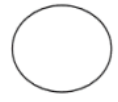





2.8 Konsep Data Flow Diagram

DFD adalah salah satu model yang digunakan untuk mengilustrasikan pembagian sistem menjadi modul-modul yang lebih kecil, dan salah satu manfaatnya adalah mempermudah individu yang tidak memiliki latar belakang komputer dalam memahami sistem yang akan dikerjakan. Saat melakukan analisis, penggunaan notasi bangun datar dan anak panah untuk menggambarkan aliran data dalam perancangan sistem bermanfaat dalam berkomunikasi dengan penggunaan notasi-notasi tertentu untuk mengilustrasikan aliran data dalam sistem [12].

DFD seringkali menjadi alat yang digunakan secara luas dalam pembuatan model, terutama ketika fungsi-fungsi sistem memiliki tingkat kompleksitas yang lebih tinggi daripada data yang dikelola oleh

sistem tersebut. Secara sederhana, DFD adalah alat yang digunakan untuk memodelkan dengan fokus pada fungsi sistem, dan dalam proses pemodelan, DFD menggunakan berbagai simbol yang digunakan untuk menggambarkan model data seperti yang terlihat dalam gambar yang disediakan [13].




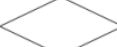




Tabel 1 Komponen-komponen DFD

NO.	Keterangan Komponen	DeMarco and Yourdan Symbols	Gane and Sarson Symbols
1.	<i>External Agents.</i> Agen eksternal mendefinisikan orang atau sebuah unit organisasi, sistem lain, atau organisasi yang berada diluar sistem proyek tapi dapat mempengaruhi kerja sistem.		
2.	<i>Process.</i> Proses adalah penyelenggaraan kerja atau jawaban, datangnya aliran data atau kondisi.		
3.	<i>Data Stores.</i> <i>Data stores</i> adalah sebuah penyimpanan data.		
4.	<i>Data Flow.</i> <i>Data flow</i> merepresentasikan sebuah input data ke dalam sebuah proses atau output dari data (atau informasi) pada sebuah proses.		

2.9 Konsep Flowchart

Flowchart merupakan serangkaian simbol yang digunakan untuk menggambarkan urutan aktivitas dalam sebuah program mulai dari awal hingga akhir. Dengan kata lain, *flowchart* dapat merepresentasikan urutan tindakan dalam suatu algoritma. Definisi untuk setiap simbol dalam *flowchart* dapat disimpulkan dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Lambang Flowchart

NO	SIMBOL	KETERANGAN
1.		Terminator yang berarti digunakan untuk menunjukkan awal dan akhir suatu algoritma
2.		Proses yang digunakan untuk mewakili suatu proses
3.		Data yang digunakan untuk mewakili data input atau output atau menyatakan operasi pemasukan data dan pencetakan hasil
4.		<i>Decision</i> untuk suatu pemilihan, penyelesaian kondisi di dalam suatu program
5.		<i>Preparation</i> untuk member nilai awal, nilai akhir, penambahan/pengurangan bagi suatu variabel <i>counter</i>
6.		Predefined Process yang digunakan untuk menunjukkan suatu operasi yang rinciannya ditunjukkan ditempat lain (prosedur, sub prosedur, fungsi)
7.		Connector untuk menunjukkan sambungan dari flowchart yang terputus di halaman yang sama atau halaman berikutnya
8.		Untuk menyimpan data

3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada metode penelitian ini penulis menggunakan metode diantara lain :

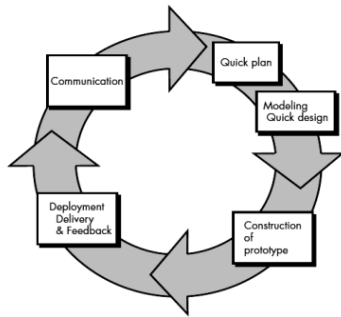
1. Studi Literatur, Tahapan yang dilakukan oleh untuk melakukan pembelajaran dari jurnal, buku, artikel, jurnal, maupun refensi lain, yang tersedia secara online yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.
2. Analisis, metode yang dilakukan dengan melihat kebutuhan sistem dan permasalahan yang akan terjadi dalam saat pembuatan *prototype*.

3.1 Metode *Prototype*

Metode pengembangan sistem yang digunakan oleh penulis adalah model *prototype*. Merupakan suatu metode dalam pengembangan sistem yang menggunakan pendekatan untuk membuat sesuatu program dengan cepat dan bertahap sehingga dapat segera di evaluasi oleh pemakai (*user*) [14].

Dari pengertian tersebut pengertian metode *prototype* tersebut, maka penulis akan memberikan beberapa alasan mengapa penulis menggunakan metode pengembangan sistem dengan *prototype*, yaitu dikarenakan penulis akan lebih mudah dalam merancang sistem yang diinginkan dan dapat diterima oleh user sebagai pemakai, penulis menginginkan perancangan sistem yang telah dihasilkan kemudian dipresentasikan kepada *user* dan *user* diberikan kesempatan untuk diberikan masukan – masukan sehingga sistem informasi yang dihasilkan betul – betul sesuai dengan yang diinginkan [15].

1. Definisi dan analisis kebutuhan (*Requirements analysis and definition*), Mengumpulkan kebutuhan secara lengkap kemudian dianalisis dan didefinisikan kebutuhan yang harus dipenuhi oleh program yang akan dibangun. Fase ini harus dikerjakan secara lengkap untuk bias menghasilkan desain yang lengkap.
2. Sistem dan desain perangkat lunak (*system and software design*), desain dikerjakan setelah kebutuhan selesai dikumpulkan secara lengkap.
3. Implementasi dan uji unit (*implementation and unit testing*) Desain program diterjemahkan ke dalam kode-kode dengan menggunakan bahasa pemrograman yang sudah ditentukan. Program yang dibangun langsung diuji baik secara unit.
4. Integrasi dan pengujian sistem (*integration and system testing*), penyatuan unit-unit program kemudian diuji secara keseluruhan (system testing).
5. Operasi dan pemeliharaan (*operation and maintenance*), mengoperasikan program dilingkungannya dan melakukan pemeliharaan, seperti penyesuaian atau perubahan karena adaptasi dengan situasi sebenarnya



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Analisis Kebutuhan

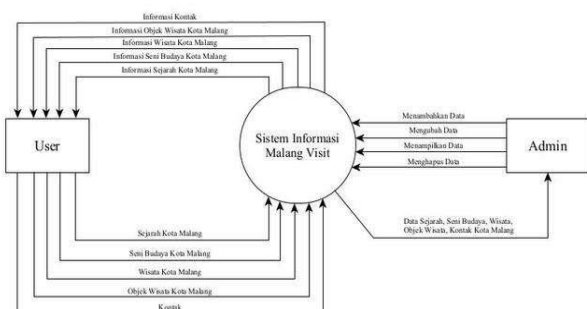
Rancangan *prototype website* yang akan dibuat ini memiliki dua kebutuhan, Kebutuhan fungsional sistem yang masuk ke sistem dalam arti sistem menerima masukan terdiri dari beberapa fungsi utama yang saling berkaitan dan dari luar, dan aliran yang keluar dari sistem, artinya system saling mendukung satu sama lain. Sedangkan kebutuhan non memberikan informasi kembali ke bagian yang telah fungsional sistem memiliki fungsi sebagai sarana pendukung mengirimkan data masukan. agar kelancaran dari fungsi utama beroperasi sesuai dengan harapan.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menciptakan sebuah situs *web*, diperlukan persiapan yang matang, perencanaan yang komprehensif, tujuan yang jelas, serta pengujian berulang, karena ini melibatkan serangkaian langkah yang mengembangkan situs tersebut. Perancangan sistem sendiri mencakup identifikasi proses dan data yang diperlukan oleh sistem yang baru dibuat. Tujuan dari merancang sistem adalah agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna untuk mendapatkan gambaran yang terperinci tentang rancangan sistem yang akan diterapkan dan dijalankan, dengan kemampuan untuk menggambarannya menggunakan *data flow diagram* dan *flowchart*.

1. Data Flow Diagram

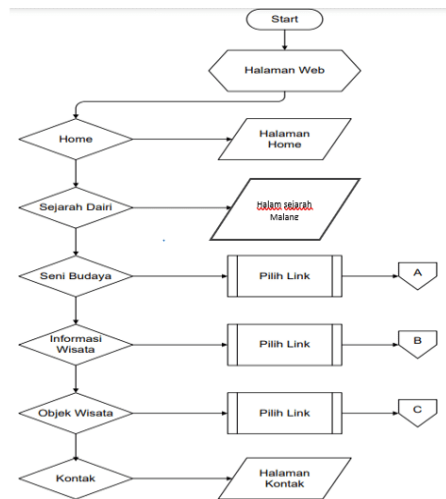
Diagram Aliran pada tahapan perancangan prototipe sistem informasi pariwisata untuk Kota Malang adalah sebagai berikut:



Gambar 2 DFD SIP Web Kota Malang

2. Flowchart Menu Utama

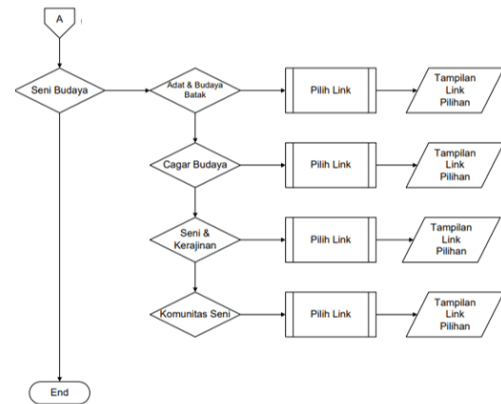
Flowchart menu utama bisa dipahami dari gambar berikut :



Gambar 3 Flowchart Menu Utama

3. Flowchart Menu Seni Budaya

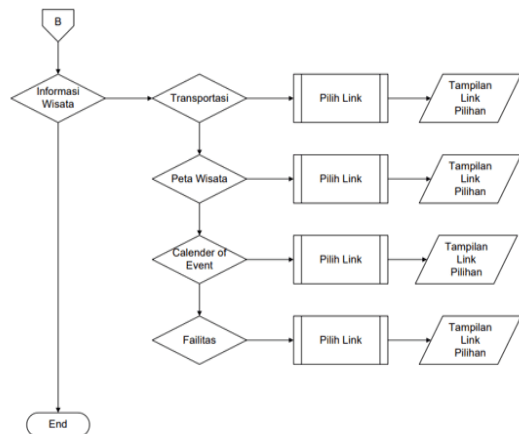
Flowchart menu seni budaya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4 Flowchart Menu Seni Budaya

4. Flowchart Menu Informasi Wisata

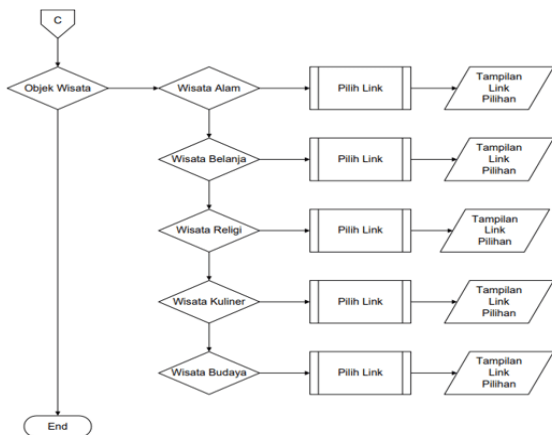
Flowchart menu informasi wisata dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5 Flowchart Menu Informasi Wisata

5. Flowchart Menu Objek Wisata

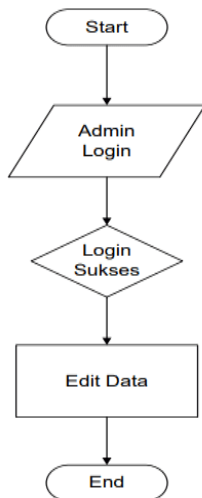
Flowchart menu objek wisata dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 6 Flowchart Menu Objek Wisata

6. Flowchart Menu Admin

Flowchart menu admin dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 7 Flowchart Menu Admin

Database merupakan kumpulan data yang saling terkait satu sama lain, disimpan dalam perangkat keras komputer, dan dimanipulasi melalui perangkat lunak. Database adalah komponen kunci dalam sistem informasi karena menggabungkan beberapa file yang diatur secara terstruktur dalam tabel sesuai dengan informasi yang tersimpan di dalamnya. Di bawah ini adalah daftar tabel yang digunakan penulis untuk mengembangkan sistem ini :

1. Tabel Admin

Tabel 3 Tabel Admin

Nama Field	Tipe Data	Ukuran	Primary Key
id_admin	Integer	5	Yes
username_admin	Varchar	50	
password_admin	Varchar	50	

2. Tabel Menu

Tabel 4 Tabel Menu

Nama Field	Tipe Data	Ukuran	Primary Key
id_menu	Integer	10	Yes
nama_menu	Varchar	100	
menu	Varchar	100	

3. Tabel Sub Menu

Tabel 5 Tabel Sub Menu

Nama Field	Tipe Data	Ukuran	Primary Key
id_submenu	Integer	10	Yes
id_menu	Varchar	100	
nama_sub	Varchar	100	

4. Tabel Konten

Tabel 6 Tabel Admin

Nama Field	Tipe Data	Ukuran	Primary Key
id	Integer	10	Yes
id_menu	Integer	10	
id_submenu	Integer	10	
nama	Varchar	100	
deskripsi	Text		
gambar	Text		

Setelah proses sistem selesai, aktivitas yang dilakukan termasuk dalam usaha untuk menarik minat pelanggan adalah dengan menciptakan desain layout yang menarik. Beberapa contoh dari desain layout yang telah dibuat adalah sebagai berikut:

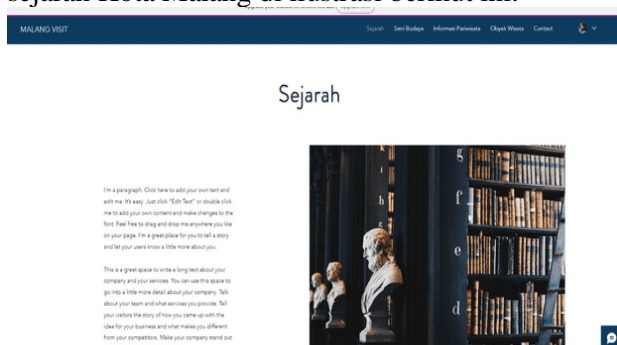
1. Dalam bagian header, terdapat nama situs dan sejumlah elemen grafis yang digunakan untuk meningkatkan estetika tampilan.
2. Bagian navigasi (Home, Sejarah, Sumber Daya, Informasi Wisata, Objek Wisata, Kontak) bertindak sebagai opsi menu yang harus dapat diidentifikasi dan digunakan dengan mudah oleh pengguna.
3. Bagian konten merangkum isi yang ingin disampaikan kepada pengguna.
4. Bagian footer mencakup informasi tentang pemilik situs, termasuk nama dan detail lainnya.
5. Selain itu, bagian-bagian lain dapat mencakup artikel, informasi terkini, kategori, banner, serta waktu dan tanggal. Tujuan dari rancangan output adalah mengubah data menjadi informasi yang berkualitas dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan yang tepat.

1. Halaman *Home*, yang juga disebut sebagai halaman pembuka *website*, berfungsi sebagai halaman utama yang menjadi pintu gerbang ke semua halaman lainnya. Ini akan dirancang dengan tingkat kompleksitas yang cukup tinggi, termasuk link ke semua halaman lainnya, seperti yang dapat dilihat dalam gambar berikut.



Gambar 8 Perancangan Halaman Home

2. Perancangan Halaman Sejarah. Halaman ini mengandung informasi tentang sejarah pembentukan Kota Malang, dan Anda dapat melihat desain halaman sejarah Kota Malang di ilustrasi berikut ini.



Gambar 9 Perancangan Halaman Sejarah

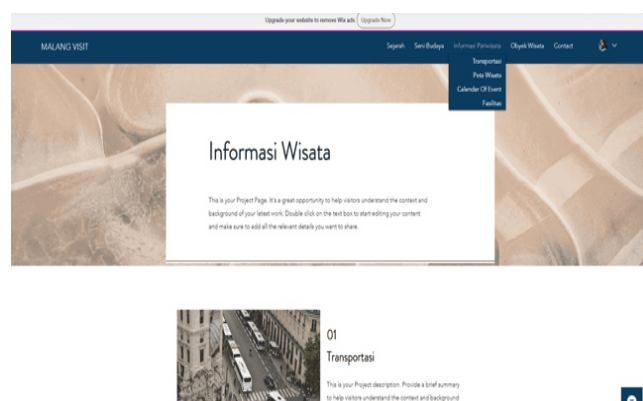
3. Halaman Seni Budaya adalah tempat di mana Anda dapat menemukan informasi tentang adat dan budaya Batak, warisan budaya, seni dan kerajinan, serta komunitas seni yang aktif di Kota Malang. Anda dapat melihat rancangan halaman Seni Budaya pada gambar yang tersedia.



Gambar 10 Perancangan Halaman Seni Budaya

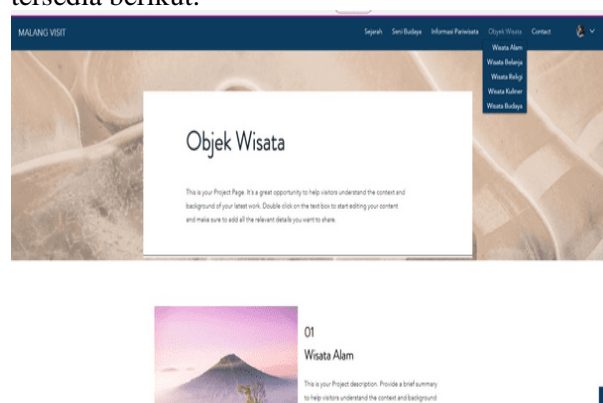
4. Halaman Informasi Wisata adalah tempat di mana Anda dapat menemukan menu transportasi ke objek-objek wisata di Malang, peta wisata, kalender

acara, dan juga informasi mengenai fasilitas wisata di Kota Malang. Anda dapat melihat desain halaman informasi wisata di gambar yang tersedia.



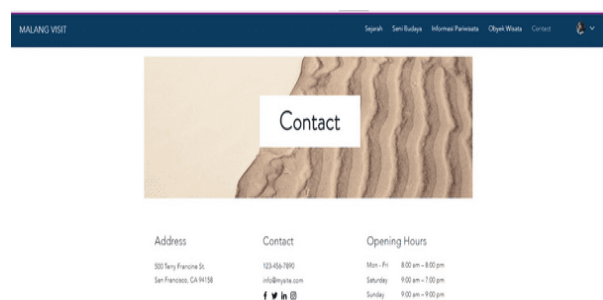
Gambar 11 Perancangan Halaman Informasi Wisata

5. Halaman Objek Wisata adalah sebuah halaman yang memuat pilihan-pilihan untuk wisata alam, wisata belanja, wisata religi, wisata kuliner, dan wisata budaya di Kota Malang. Bisa melihat rancangan tampilan halaman ini pada gambar yang tersedia berikut:



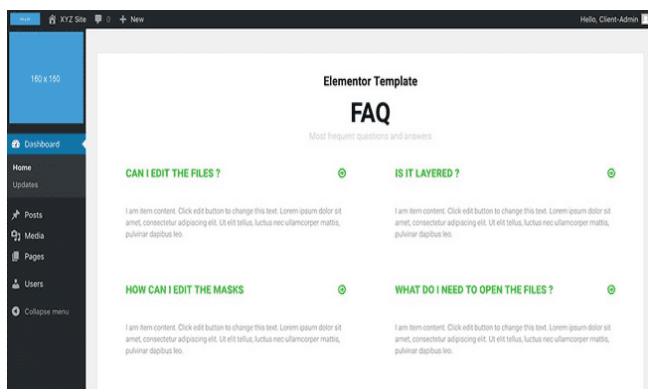
Gambar 12 Perancangan Halaman Objek Wisata

6. Halaman Kontak adalah bagian dari situs *web* yang berisikan informasi kontak dari pengelola situs. Anda dapat melihat desain halaman kontak pada gambar yang tersedia di bawah ini.



Gambar 13 Perancangan Halaman Kontak

7. Halaman Admin digunakan untuk mengawasi, memperbarui berita, data wisata, data hotel, komentar, dan berita dari semua bagian website, menjadikannya juga sebagai halaman pemegang website.



Gambar 14 Perancangan Halaman Admin

5 SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penjelasan dalam perencanaan prototipe sistem informasi pariwisata di Kota Malang adalah sebagai berikut:

1. Terancangnya prototipe Sistem Informasi Pariwisata Kota Malang memiliki potensi untuk mendukung dan mempromosikan daya tarik pariwisata Kota Malang kepada seluruh orang.
2. Rancangan *prototype* pariwisata Kota Malang menampilkan menu diantaranya menu sejarah, menu seni budaya, menu informasi pariwisata, menu objek wisata, dan menu kontak

KEPUSTAKAAN

- [1] T. S. Maulidda and S. M. Jaya, "Perancangan Sistem Informasi Berbasis Web Melalui Whatsapp Gateway Studi Kasus Sekolah Luar Biasa-Bc Nurani," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 11, no. 1, pp. 38–44, 2021, doi: 10.56244/fiki.v11i1.421.
- [2] N. Sari, D. H. Rahmi, and A. U. Hatmoko, "Daya Tarik Wisata Kota Malang Berdasarkan Persepsi Wisatawan Nusantara," 2018. [Online]. Available: <http://etd.repository.ugm.ac.id/%0ADAYA>
- [3] C. M. Lengkong, R. Sengkey, and A. Sugiarto, "Sistem Informasi Pariwisata Berbasis Web di Kabupaten Minahasa," *J. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 1, pp. 15–20, 2019.
- [4] Y. S. Novitasari, Q. J. Adrian, and W. Kurnia, "Rancang Bangun Sistem Informasi Media Pembelajaran Berbasis Website (Studi Kasus: Bimbingan Belajar De Potlood)," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 3, pp. 136–147, 2021, doi: 10.33365/jtsi.v2i3.879.
- [5] E. Effendi, S. Harahap, and H. Mutawalli Rambe, "'Komponen Sistem Informasi', *Jurnal Pendidikan dan Konseling*," 2023. doi: 10.31004/jpdk.v5i2.14317.
- [6] H. Riyadli, A. Arliyana, and F. E. Saputra, "Rancang Bangun Sistem Informasi Keuangan Berbasis WEB," *J. Sains Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 98–103, 2020, doi: 10.33084/jsakti.v3i1.1770.
- [7] A. B. Nasution and E. Astuti, "Implementasi Sistem Informasi Quality Control Pada Produksi Granit Tile Berbasis Web (Studi Kasus PT. Jui Shin Indonesia)," *J. Sist. Inf. Kaputama*, vol. 1, no. 2, 2017.
- [8] Supardianto and Arief Binsar Tampubolon, "Penerapan UCD (User Centered Design) Pada Perancangan Sistem Informasi," *Batam*, Jul. 2020. [Online]. Available: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAI>
- [9] Ismai, "Perancangan Website Sebagai Media Promosi Dan Informasi," in *Journal Of Informatic Pelita Nusantara*, vol. 3, no. 1, 2018, pp. 82–86.
- [10] M. Tinambunan and S. Sintaro, "Aplikasi Restful pada Sistem Informasi Geografis Pariwisata Kota Bandar Lampung," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 2, no. 3, pp. 312–323, Sep. 2021, doi: DOI: 10.33365/jatika.v2i3.1230.
- [11] K. Buditiawan and Harmono, "Strategi Pengembangan Destinasi Pariwisata Kabupaten Jember," *J. Kebijakan. Pembangunan1*, vol. 15, no. 1, pp. 37–50, 2020, doi: 10.47441/jkp.v15i1.50.
- [12] H. Amiinul Ummah, I. Sodikin, and J. Susetyo, "Perancangan Sistem Informasi Rental & Inventaris Alat Multimedia Berbasis Web Menggunakan Metode Customer Relationship Management," *REKAVASI*, vol. 7, no. 2, pp. 15–24, 2019.
- [13] D. dkk Pramudya, "Aplikasi Promosi Pariwisata Berbasis Web Dengan Menggunakan Framework Codeigniter," *Senamika"Universitas Budi Luhur"*, vol. 1, no. 2, pp. 360–372, 2020, [Online]. Available: <https://conference.upnvj.ac.id/index.php/senamika/article/view/568/447>
- [14] U. Dirgantara and M. Suryadarma, "Rancang Bangun Penerapan Model

Prototype Dalam Perancangan Sistem Informasi Pencatatan Persediaan Barang Berbasis Web,” *J. Sist. Inf. Univ. Suryadarma*, vol. 8, no. 2, pp. 223–230, 2014, doi: 10.35968/jsi.v8i2.737.

- [15] N. L. A. M. Rahayu Dewi, R. S. Hartati, and Y. Divayana, “Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Sistem Informasi Penerimaan Karyawan Berbasis Website pada Berlian Agency,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 20, no. 1, p. 147, 2021, doi: 10.24843/mite.2021.v20i01.p17.

Perancangan Sistem Pengelolaan Data Persediaan Barang Menggunakan Visual Basic Pada PT.Unibless Indo Multi

Hazbi Santoso¹⁾, Fachri Zaini²⁾, & Firman Noor Hasan³⁾

Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
Jl. Tanah Merdeka No.6, Kec. Pasar Rebo, Jakarta Timur Telp: 021-8778-2739 Fax: 021-840-0941
Website: <https://ft.uhamka.ac.id/>, E-mail: hazbisantoso@gmail.com, fachrizaini19@gmail.com,
firman.noorhasan@uhamka.ac.id

Abstrak

PT.Unibless Indo Multi bergerak pada IT Services, IT Trading, dan IT Outsourcing. Dalam penulisan ini terfokus pada IT Trading yang didalamnya terdapat penjualan dan penyewaan IT hardware, penyediaan peralatan perkantoran, penyediaan rak dan peralatan pendukung kearsipan dan lain-lain. Penulis menemukan permasalahan yang terjadi khususnya pada bagian persediaan barang yang dalam mengolah data persediaan barang masih menggunakan aplikasi sederhana, dimana hal ini menyebabkan kinerja perusahaan menjadi kurang maksimal. Penulis bertujuan memberikan penyelesaian masalah yang ada dengan merancang dan membangun sistem pengelolaan data persediaan barang menggunakan visual basic dengan metode waterfall, Unified Modelling Language (UML), Balsamiq Mockup dan menggunakan database microsoft access. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan blackbox testing menghasilkan sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Setelah dilakukan pengujian, 92,5 dari 7 responden setuju bahwa sistem mudah dipahami dan digunakan..

Kata Kunci: waterfall, visual basic, sistem kelola persediaan

Abstract

PT Unibless Indo Multi is engaged in IT Services, IT Trading, and IT Outsourcing. In this paper focuses on IT Trading, which includes the sale and rental of IT hardware, the provision of office equipment, the provision of shelves and archival support equipment and others. The author finds problems that occur specifically in the inventory of goods in processing inventory data still using simple applications, which causes the company's performance to be less than optimal. The author aims to solve existing problems by designing and building an inventory data management system using visual basic with the waterfall method, Unified Modeling Language (UML), Balsamiq Mockup and using a Microsoft Access database. Based on the test results using blackbox testing, the system runs as expected. After testing, 92.5 out of 7 respondents agreed that the system is easy to understand and use.

Keywords: waterfall, visual basic, inventory management system

1 PENDAHULUAN

PT.Unibless Indo Multi bergerak pada IT Services, IT Trading, dan IT Outsourcing. Dalam penulisan ini terfokus pada IT Trading yang didalamnya terdapat penjualan dan penyewaan IT hardware, penyediaan peralatan perkantoran, penyediaan rak dan peralatan pendukung kearsipan dan lain-lain. Dalam bagian pengelolaan persediaan barang ada beberapa titik yang dimana penulis menilai dapat ditingkatkan agar kinerja perusahaan lebih efektif terutama penggunaan *microsoft excel* dalam pencatatan pengelolaan persediaan barang, dan didapatkan seringkali terjadi *human error* atau kesalahan *input* yang berakibat pemrosesan pengelolaan data barang menjadi terhambat. Efek *human error* atau kesalahan input adalah perulangan input pengelolaan data barang yang menjadikan kinerja kurang efektif.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Unified Modelling Language

Unified modelling language (UML) disebut bahasa pemrograman standar berbasis visual paling banyak digunakan oleh dunia kerja untuk mendefinisikan permintaan pembuatan desain serta berorientasi pada objek.

1. Usecase Diagram

Usecase diagram merupakan suatu pemodelan yang dinamis dan fleksibel setiap kasus yang menggunakan bahasa pemodelan ini mampu menampilkan *interface* secara simpel dan rinci siapa aktor-aktor atau pengguna.

2. Activity Diagram

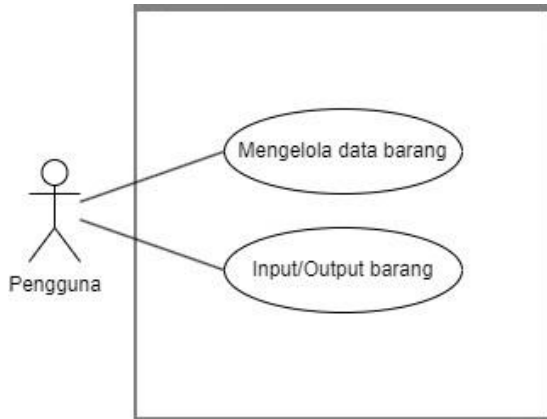
Activity diagram merupakan diagram berisikan kegiatan sistem dengan terjadinya untuk melakukan alur kerja fungsi tersebut atau juga dapat dikatakan sebagai gambaran aliran terjadinya fungsi sistem.

3 METODE PERANCANGAN

Pada bagian ini dimuat desain *unified modelling language* dan desain *user interface* sistem.

3.1 Usecase Diagram

Desain sistem pengelolaan data barang direpresentasikan pada gambar 1.



Gambar 1 Usecase Diagram

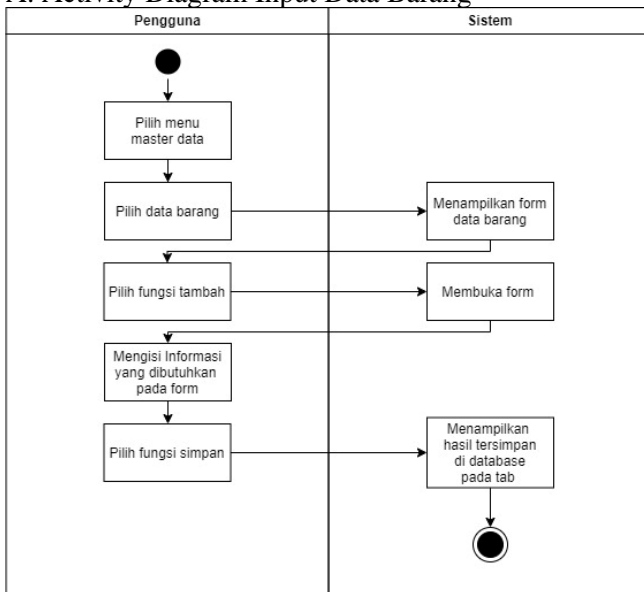
3.2 Activity Diagram

Pada activity diagram terbagi menjadi dua bagian yaitu activity diagram pengelolaan data barang dan activity diagram transaksi keluar/masuk barang.

1. Pengelolaan Data Barang

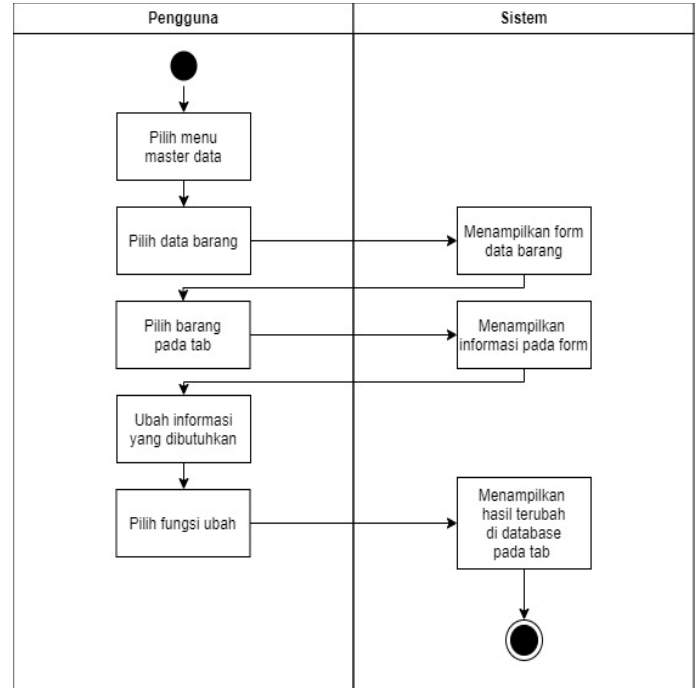
Pada sistem, pengelolaan data barang dapat melakukan kelola data seperti input, ubah, dan menghapus data barang. Kegiatan tersebut dijelaskan pada gambar diagram aktivitas 2,3 dan 4.

A. Activity Diagram Input Data Barang



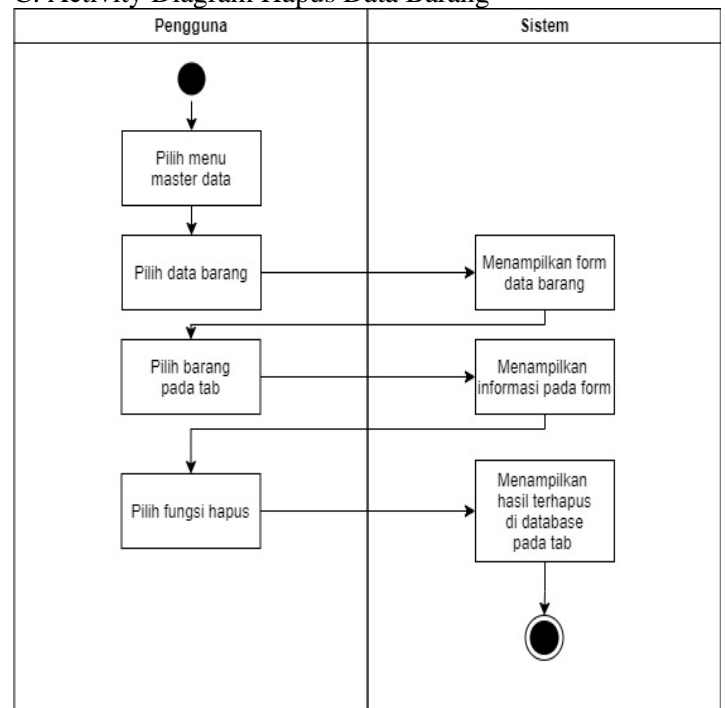
Gambar 2 Activity Diagram Input Data Barang

B. Activity Diagram Ubah Data Barang



Gambar 3 Activity Diagram Ubah Data Barang

C. Activity Diagram Hapus Data Barang

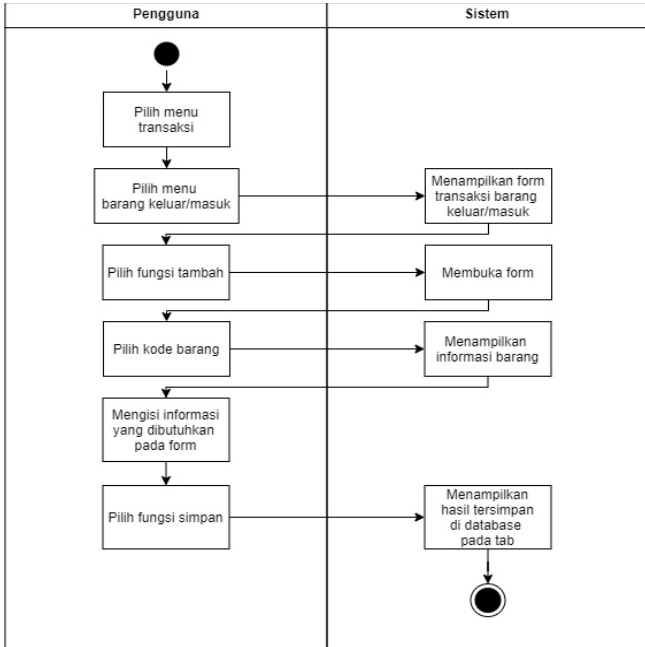


Gambar 4 Activity Diagram Hapus Data Barang

2. Transaksi Keluar/Masuk Barang

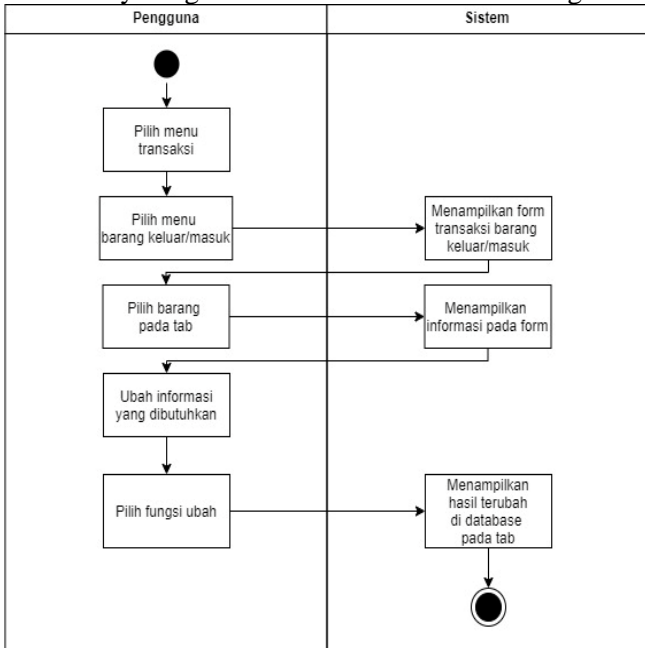
Pada sistem, transaksi keluar/masuk barang dapat melakukan kelola data seperti input, ubah, dan menghapus data barang. Kegiatan tersebut dijelaskan pada gambar diagram aktivitas 5,6 dan 7.

A. Activity Diagram Input Keluar/Masuk Barang



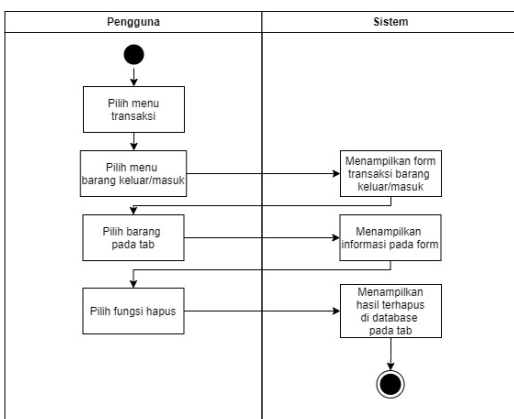
Gambar 5 Activity Diagram Input Keluar/Masuk Barang

B. Activity Diagram Ubah Keluar/Masuk Barang



Gambar 6 Activity Diagram Ubah Keluar/Masuk Barang

C. Activity Diagram Hapus Keluar/Masuk Barang

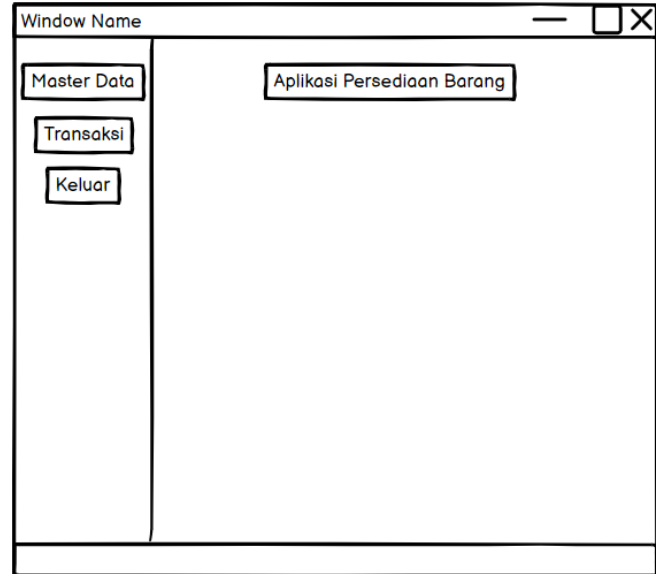


Gambar 7 Activity Diagram Hapus Keluar/Masuk Barang

3.3 Perancangan User Interface

A. Perancangan User Halaman Awal

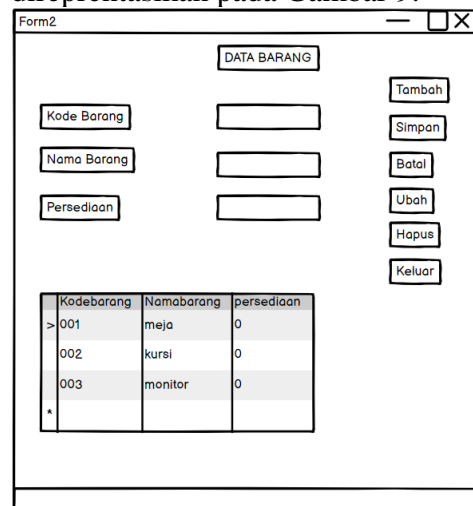
Pada rangan pada halaman awal terdapat informasi awal berupa master data, transaksi, dan keluar. Perancangan user interface halaman awal direpresentasikan pada Gambar 8.



Gambar 8 Perancangan user interface halaman awal

B. Perancangan User Halaman Master Data Barang

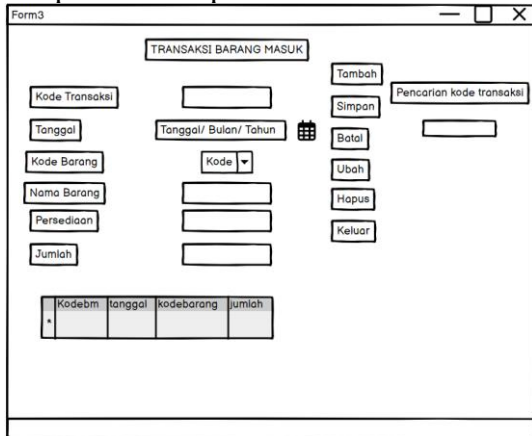
Pada rangan pada halaman awal terdapat informasi awal berupa master data yang berisi data barang diantaranya kode barang, nama barang, dan persediaan. Selain itu di halaman master data barang ada tambah, simpan, batal, ubah, hapus, dan keluar. Perancangan user interface halaman awal direpresentasikan pada Gambar 9.



Gambar 9 Perancangan user interface halaman master data barang

C. Perancangan User Halaman Transaksi Barang Masuk

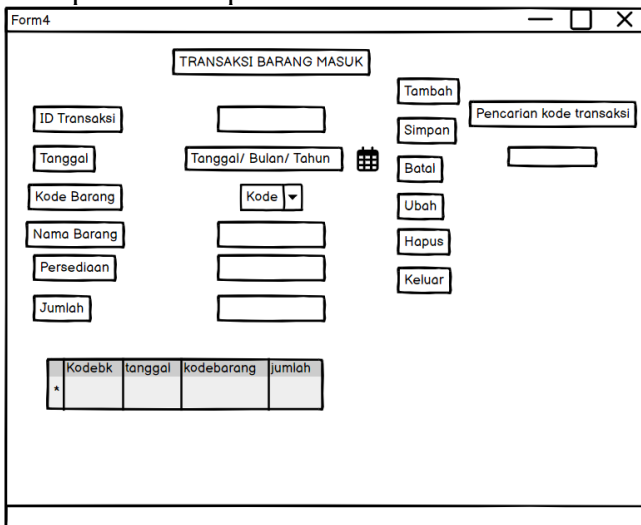
Pada rangan pada halaman awal terdapat informasi awal berupa transaksi barang masuk yang berisi data barang diantaranya kode barang, nama barang, dan persediaan. Selain itu di halaman master data barang ada tambah, simpan, batal, ubah, hapus, dan keluar. Perancangan user interface halaman awal direpresentasikan pada Gambar 10.



Gambar 10 Perancangan user interface halaman transaksi barang masuk

D. Perancangan User Halaman Transaksi Barang Keluar

Pada rangan pada halaman awal terdapat informasi awal berupa transaksi barang keluar yang berisi data barang diantaranya id, kode barang, nama barang, dan persediaan. Selain itu di halaman master data barang ada tambah, simpan, batal, ubah, hapus, dan keluar. Perancangan user interface halaman awal direpresentasikan pada Gambar 11.



Gambar 11 Perancangan user interface halaman keluar

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

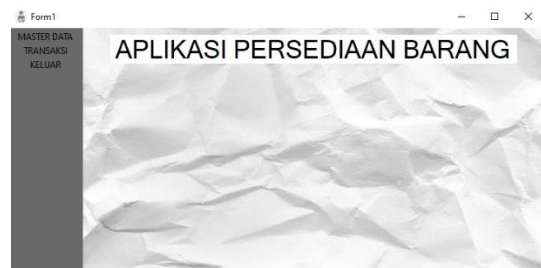
Pada bagian ini dimuat implementasi sistem dan pengujian/testing.

4.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem berisi hasil pembuatan sistem berdasarkan desain rancangan fungsional dan desain user interface.

1. Implementasi Halaman Awal

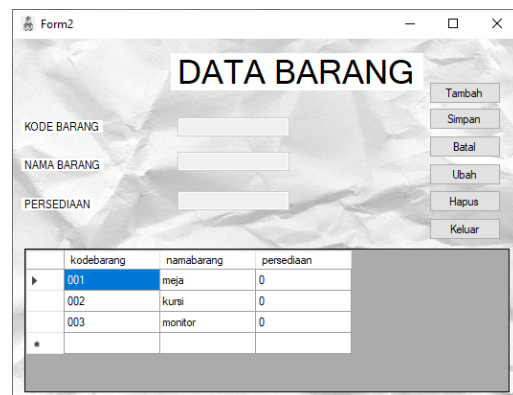
Pada halaman awal terdapat menu master data, transaksi, dan fungsi keluar dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12 Implementasi Halaman Awal

2. Implementasi Halaman Master Data Barang

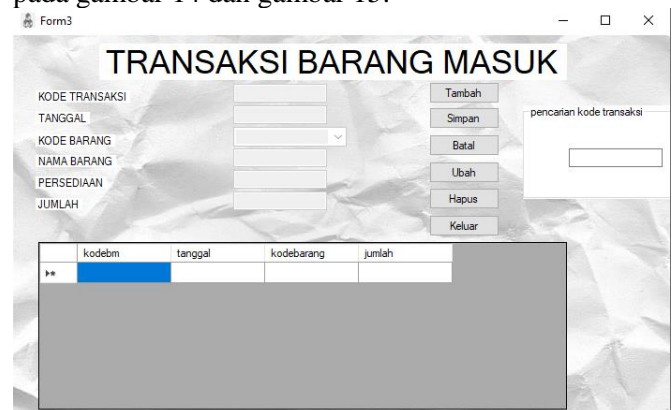
Halaman ini memungkinkan pengguna untuk menambah, mengubah, dan menghapus data item utama. Ditunjukkan pada gambar 13.



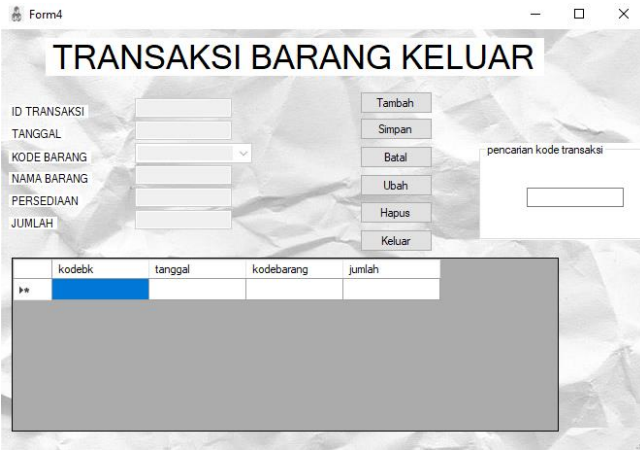
Gambar 13 Implementasi Halaman Master Data Barang

3. Implementasi Halaman Transaksi

Halaman ini memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan data tentang penerimaan/penerbitan yang tercatat dalam database. Anda dapat melihatnya pada gambar 14 dan gambar 15.



Gambar 14 Implementasi Halaman Transaksi Masuk



Gambar 15 Implementasi Halaman Transaksi Keluar

4.2 Testing

1. Blackbox Testing

Untuk menguji fungsional dari fitur-fitur yang ada pada sistem yang dibuat, maka dilakukan *blackbox testing* pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Blackbox testing

No	Item Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Master Data	Pengguna masuk ke menu data barang utama	Berhasil
2	Transaksi	Pengguna masuk ke menu barang keluar/masuk	Berhasil
3	Keluar	Pengguna menutup aplikasi	Berhasil
4	Tambah	Pengguna mengaktifkan form guna memasukkan informasi	Berhasil
5	Simpan	Pengguna menyimpan informasi ke database	Berhasil
6	Batal	Pengguna membatalkan input informasi dan menutup form	Berhasil
7	Ubah	Pengguna mengubah informasi sesuai dengan yang diinput pada form	Berhasil
8	Hapus	Pengguna menghapus informasi yang dipilih pada tab	Berhasil
9	Tabel(tab)	Pengguna dapat memilih informasi yang	Berhasil

		tercantum pada tab	
--	--	--------------------	--

2. User Acceptance Test

Untuk menguji langsung sistem pengelolaan data barang kepada partisipan PT.Unibless Indo Multi. Pada tahap ini diawali dengan melakukan percobaan terhadap sistem yang dibuat. Kemudian akan dikeluarkan survei yang berisi empat pertanyaan mengenai sistem pengelolaan data produk..

Tabel 2 Hasil Pengujian

No	Pertanyaan	Jawaban				
		SS	S	B	TS	STS
1	Apakah sistem mudah digunakan?	6	1			
2	Apakah fitur pada sistem mudah dipahami?	4	3			
3	Apakah desain tata letak mudah dipelajari?	5	1	1		
4	Apakah sistem berjalan tanpa kendala?	5	1	1		

Tabel 3 Hasil Perhitungan skala likert

Pertanyaan	Jumlah	Persentase
1	34	97%
2	32	91%
3	32	91%
4	32	91%
Rata-rata		92,5%

Dari hasil perhitungan menggunakan skala likert, persentase akhir pengguna yang setuju dengan sistem pengelolaan data produk ini adalah sebesar 92,5%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem pengelolaan data item ini memenuhi harapan yaitu mudah dipahami dan digunakan.

5 SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan yang dilakukan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut sistem yang dirancang dan dibangun agar pengelolaan data persediaan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan kemampuannya. Persentase akhir perhitungan skala likert sebesar 92,5% yang berarti responden sangat setuju dengan sistem pengelolaan data persediaan ini.

KEPUSTAKAAN

- [1] Tanuwijaya, Z.A.T, Liong, T.H. & Adhipurna, L. G., *Identifikasi Sistem dan Prediksi Deret Waktu dengan Teknik Aproksimasi*, Seminar Komputasi 2001, Bandung, 7-8 November 2001.
- [2] Balogh, L. and Kollar, I, *Generalization of a Total Least Squares Problem in Frequency Domain System Identification*, IEEE Trans. Instrum., Meas. 51, 1353. (2002)
- [3] Joe D, Hoffman, E., *Numerical Methods for Engineers and Scientists*, New York: McGraw Hill, p.88. (1993).

Rancang Bangun Game Edukasi Ular Tangga Pajak (ARTAJAK) sebagai Media Interaktif untuk Menarik Kesadaran Pajak Anak Sekolah Dasar

Elsa Apriani¹⁾, Rahmi Imanda²⁾, Hafizh Dhery Al Assyam³⁾, & Atsna Virayani Yusriy Widarey⁴⁾

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
Jl. Tanah Merdeka No.6 Kota Jakarta Timur Telp: 021- 8778.2739, Mobile:0813.1140.6664

Website:ft.uhamka.ac.id, E-mail: 1elsaapriani14@gmail.com, 2rahmi.imanda@uhamka.ac.id, 3dheryhafidz@gmail.com, 4atsnavirayani@gmail.com

Abstrak

Di era revolusi industri 4.0 ini, masih banyak masyarakat yang awam pemahaman tentang pajak. Dengan adanya hal tersebut, sangat diperlukan edukasi pajak se-dini mungkin. Dikarenakan rendahnya pemahaman anak-anak terhadap pentingnya peran pajak sangat berpengaruh terhadap pembangunan negara. Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengedukasi anak-anak sekolah dasar dengan pembuatan game ular tangga yang disertai dengan kuis tentang konsep-konsep dasar pajak. Pembuatan game ini menggunakan metode penelitian prototipe karena dapat membantu pengembang dengan pengguna untuk mendefinisikan kebutuhan sistem secara efektif, sehingga kesalahan sistem dapat diminimalisir dari awal. Adapun hasil dari pembuatan game ini menunjukkan bahwa game yang dibuat mampu menambah wawasan pengguna tentang ilmu perpajakan dan telah diuji cobakan langsung ke lapangan oleh 5 orang siswa sekolah dasar untuk mengetahui keberhasilan game ARTAJAK yang telah dibuat.

Kata Kunci: Game Edukasi, Android, Prototipe, Ular Tangga, Pajak

Abstract

In this era of the 4.0 industrial revolution, there are still many people who lack understanding about taxes. Due to this situation, early tax education is highly necessary. Because of the limited comprehension among children regarding the significance of the role of taxes, it greatly influences national development. Therefore, the objective of this research is to educate elementary school children through the creation of a snake-and-ladder game accompanied by quizzes about basic tax concepts. The development of this game employs the prototype research method as it helps developers work with users to effectively define system requirements, thereby minimizing system errors from the outset. The results of creating this game indicate that the developed game is able to enhance users' insights into tax knowledge and has been field-tested by 5 elementary school students to assess the success of the created ARTAJAK game.

Keyword: Game Education, Android, Prototype, Snakes and Ladders, Tax

1 PENDAHULUAN

Seperti yang telah diketahui, pendidikan merupakan salah satu hal yang sangat penting untuk mengembangkan potensi diri. Dengan mendapatkan pendidikan, manusia dapat memperoleh pengetahuan tentang potensi yang dimilikinya[1].

Di berbagai negara, pajak merupakan kontribusi wajib setiap individu. Dengan adanya pajak dapat meningkatkan pembangunan suatu negara baik di bidang ekonomi, *infrastruktur*, dan lainnya. Oleh karena itu, kesadaran pajak harus dikenalkan sejak dini[2]

Dengan adanya perkembangan teknologi, pembelajaran dalam pendidikan menjadi semakin menarik. Salah satu perkembangan teknologi di dalam pendidikan yaitu penerapan pembelajaran berbasis permainan (*game-based learning*)[3]. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Nursidik dengan judul "Pengaruh Permainan Terhadap Perkembangan Psikologi Anak" menunjukkan bahwa *Game* memiliki

dampak positif terhadap perkembangan kreativitas dan inovasi anak[4].

Pemahaman anak mengenai pajak adalah hal yang rumit. Kesulitan memahami konsep abstrak seperti pajak pada anak-anak adalah hal yang wajar dikarenakan membutuhkan kemampuan berpikir yang lebih baik seiring bertambahnya usia.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dirancanglah sebuah aplikasi berupa *game* pembelajaran interaktif yang mengenalkan konsep pajak. *Game* ini dirancang dengan konsep game ular tangga untuk menambah pengalaman belajar yang menarik bagi anak-anak, yang dipadukan dengan metode pembelajaran kuis[5]. Sehingga selain memperkenalkan pajak, anak-anak juga dapat bermain *game* dengan menyenangkan.

2 LANDASAN TEORI

1. Game

Game merupakan suatu aktivitas yang dimana tujuannya untuk bersenang-senang atau rekreasi. Dengan berbagai aturan tertentu, di dalam *game* tersebut dipastikan ada menang dan ada kalah. Menurut Santrock (2007:216-217) “*game* atau permainan adalah aktivitas yang menyenangkan yang dilakukan untuk bersenang-senang”[6].

2. Game Edukasi Ular Tangga

Game edukasi merupakan salah satu media pembelajaran yang tujuannya untuk memberikan edukasi melalui sebuah permainan yang interaktif. Sehingga pembelajaran yang dilakukan akan lebih menarik dan menyenangkan. Di dalam sebuah *game* edukasi, terdapat sebuah nilai-nilai pembelajaran yang bersifat mendidik[7]

Ular tangga adalah permainan papan untuk yang dimainkan minimal 2 orang anak atau lebih. Papan permainan terdiri dari beberapa kotak kecil yang memiliki gambar “tangga” atau “ular” yang menghubungkannya dengan kotak lain[8].

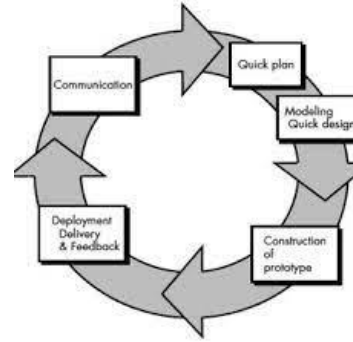
3. Pajak

Menurut Undang-Undang No. 28 Tahun 2007 pajak adalah kontribusi wajib kepada negara yang terutang oleh orang pribadi atau badan yang bersifat memaksa berdasarkan Undang-Undang, dengan tidak mendapatkan imbalan secara langsung dan digunakan untuk keperluan negara bagi sebesar-besarnya kemakmuran rakyat[9].

4. Metode Prototipe

Metode Prototipe merupakan metode pengembangan perangkat lunak yang terdapat interaksi antara pengembang dan calon pengguna sistem, sehingga dapat dengan mengirimkan umpan balik dari pengguna agar prototipe dapat diperbaiki kembali dengan cepat[10].

Metode prototipe cocok untuk menjelaskan kebutuhan pengguna secara jelas dan rinci, dikarenakan untuk mengantisipasi agar proyek dapat berjalan sesuai rencana. Metode ini sangat diperlukan kesepakatan mengenai kebutuhan sistem antara pengembang dan calon pengguna. Ada 5 Metode Prototipe yaitu *Communication*, *Quick Plan*, *Modelling Quick Design*, *Construction of Prototype*, *Delivery & Feedback*.



Gambar 1 Metode Prototipe

5. Black Box Testing

Black Box testing menjadi salah satu teknik pengujian yang banyak digunakan, dikarenakan *black box testing* tidak memperhatikan struktur *code* dan memperhatikan *output* dari masing-masing fungsi sebuah sistem. Sehingga *developer* harus menyusun berbagai kondisi input di dalam skenario untuk melatih fungsi-fungsi di dalam sistem[11].

3 METODE PERANCANGAN

Metode perancangan ini menggunakan prototipe sebagai pengembangan sistem. Langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Alur Penelitian

1. Communication

Pada tahapan ini dilakukan proses untuk menentukan tujuan umum, kebutuhan yang diinginkan dan gambaran bagian-bagian yang akan dibutuhkan. Mengidentifikasi dengan cara melakukan wawancara kepada ahli/expert terkait perpajakan untuk anak-anak yaitu seorang dosen dalam bidang ilmu perpajakan.

2. Quick Plan

Pada tahap ini perancangan dilakukan cepat mewakili semua aspek *game* yang diketahui, dan rancangan ini menjadi dasar pembuatan *prototype* dengan memahami kebutuhan *user* berdasarkan data yang telah terakumulasi pada tahap *communication*. Oleh karena itu, perancangan *flowchart* sesuai untuk mengetahui elemen-elemen yang diperlukan dalam *game* dan dan *Use Case Diagram* sebagai alur jalannya aplikasi.

3. Modelling Quick Design

Pada tahap ini berfokus pada representasi aspek *game* yang bisa dilihat *customer/user*. *Modelling Quick Design* cenderung ke pembuatan *prototype*. Tahap ini menggunakan *WireFrame Pro* sebagai *mockup* untuk membuat elemen-elemen dan tampilan desain yang diperlukan di dalam *game*.

4. Construction of Prototype

Pada tahap ini membangun kerangka atau rancangan *prototype* dari *game* yang akan dibangun berdasarkan data yang sudah terkumpul. Dengan menggunakan *Tools Adobe Animate* untuk merancang atau memproses pembuatan *game*.

5. Delivery & Feedback

Pada tahap ini prototipe yang telah dibuat, akan dilakukan kepada 5 orang anak sekolah dasar sebagai *user* untuk proses evaluasi dan pemberian *feedback* terhadap aplikasi *game* yang dibuat. Proses ini menjadi landasan untuk memperbaiki prototipe agar sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan analisis, maka sistem dirancang sesuai kebutuhan pengguna dengan menggunakan *Tools Adobe Animate*. Pada tahapan desain dilakukan sebuah pemodelan dengan menggunakan sistem *Unified Model Language (UML)*. Untuk pengembangan sistem dilakukan berdasarkan kebutuhan, maka akan dilakukan testing program yaitu *Black-Box Testing*.

1. Communication

Dari hasil Analisa terhadap kebutuhan aplikasi yang sudah dilakukan. Didapatkan beberapa kebutuhan, yaitu sebagai berikut:

Kebutuhan Pengguna

1. Tampilan *game* harus cerah dan warna-warni dengan karakter atau gambar yang menarik.
2. Permainan harus mudah dimengerti untuk menarik minat anak-anak.

3. Kombinasi antara ular tangga dan kuis perpajakan harus seimbang, sehingga pengguna dapat belajar sambil bermain.
4. Kuis perpajakan harus disesuaikan dengan tingkat pemahaman anak-anak.
5. Menambahkan sistem *point* atau *reward* untuk meningkatkan motivasi anak-anak untuk memainkan permainan.

Kebutuhan Sistem

Berikut ini merupakan spesifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Kebutuhan *Hardware*:

1. *Processor* : Intel Core i5-10210U
2. *RAM* : 12 GB
3. *SSD* : 512 GB

Kebutuhan *Software*:

1. *Adobe Animate 2023*

Spesifikasi *Android*:

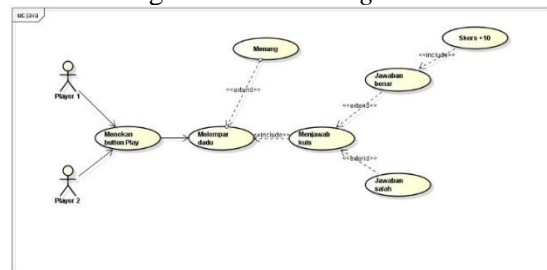
1. *RAM* : 4 GB
2. *ROM* : 64 GB

2. Quick Plan

Tahapan selanjutnya adalah membuat rancangan berdasarkan hasil analisa kebutuhan menggunakan *Use Case* dan *Activity Diagram* sebagai alur komunikasi antara *user* dengan aplikasi yang dibuat.

1) Use Case Diagram

Dalam *Use Case Diagram* ini, *player 1* dan *2* akan berinteraksi dengan sistem seperti, menekan tombol *play*, melempar dadu, lalu menjawab kuis tentang pajak. Jika jawabannya benar, *player* akan mendapatkan skor 10+. Secara keseluruhan, *Use Case Diagram* ini memberikan gambaran tentang cara *player* berinteraksi dengan sistem dalam *game ARTAJAK*.



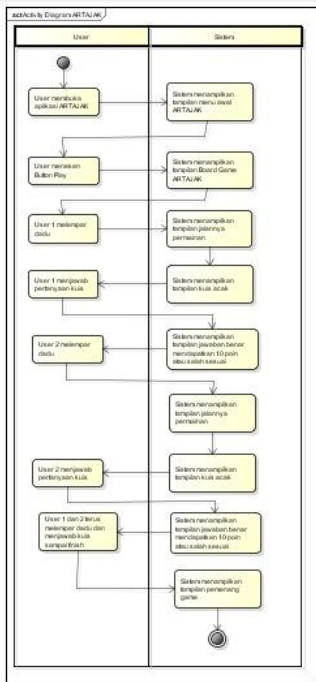
Gambar 3 Use Case Diagram

2) Activity Diagram

Activity Diagram ini menjelaskan tentang alur kerja utama dari *game ARTAJAK*. Dimulai dari *player* menekan tombol *play*, hingga menentukan hasil akhirnya.

1. *Player 1* menekan *button play*.
2. Lalu sistem akan menampilkan tampilan menu awal *game*.
3. Selanjutnya *player* diminta untuk melempar dadu dan mendapatkan angka *random*.

4. Setelah itu sistem akan menampilkan tampilan *board game*, dan muncul *pop up* kuis *random*.
5. Kemudian *player* diminta untuk menjawab pertanyaan dari kuis. Jika *player* menjawab benar, maka akan mendapatkan *poin* 10+.
6. Lalu *player* 2 akan diminta untuk melakukan hal yang sama seperti *player* 1.
7. Terakhir, sistem akan menampilkan pemenang yang berhasil mencapai *finish* paling cepat.



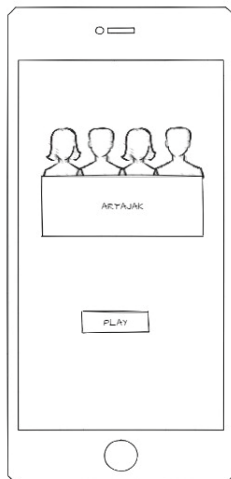
Gambar 4 Activity Diagram

3. Modelling Quick Design

Pada tahapan ini adalah membuat tampilan *mockup* menggunakan *WireFrame* dari tampilan awal hingga tampilan akhir *game*.

a. Mockup Tampilan Awal Game

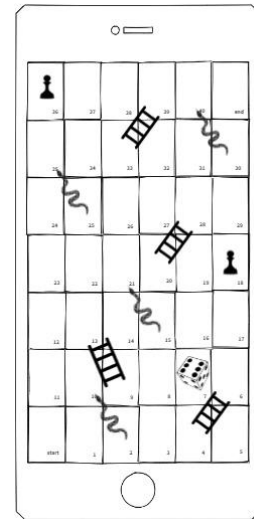
Tampilan awal *game* menampilkan sebuah logo ARTAJAK dan *Button Play* yang fungsinya untuk memulai *game*.



Gambar 5 Mockup Tampilan Awal Game

b. Mockup Tampilan Board Game

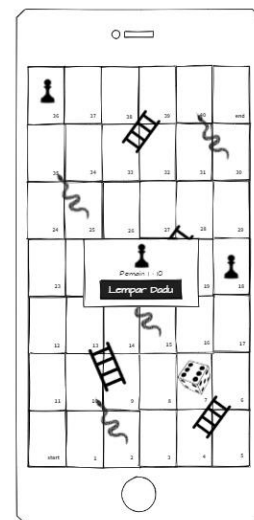
Tampilan *Board Game* menampilkan tampilan utama *game* setelah tampilan awal. Yang dimana tampilan tersebut terdapat kotak *start* sampai kotak *finish*, elemen ular, tangga, bidak 1 dan 2, serta dadu.



Gambar 6 Mockup Tampilan Board Game

c. Mockup Tampilan Jalannya Game

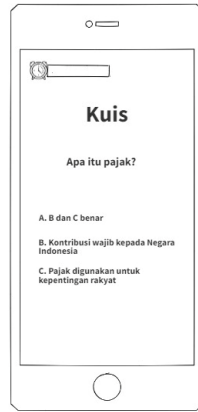
Tampilan jalannya ini menampilkan interaksi antara *player* dan sistem. Yang dimana *player* diminta untuk melempar dadu, dan kemudian bidak *player* akan berjalan sesuai nomor yang keluar dari dadu yang sudah dilempar.



Gambar 7 Mockup Tampilan Jalannya Game

d. Mockup Tampilan Kuis Random

Tampilan *Kuis Random* menampilkan *pop up* sebuah kuis tentang perpajakan dan *player* diminta untuk menjawab pertanyaan dari kuis tersebut.



Gambar 8 Mockup Tampilan Kuis Random

- e. Mockup Tampilan Jawaban Kuis Benar atau Salah

Tampilan ini menampilkan sebuah *pop up* dari pertanyaan yang telah dijawab. Jika jawaban benar, akan muncul *pop up* "Jawaban Benar", dan sebaliknya jika jawaban salah akan muncul *pop up* "Jawaban Salah".



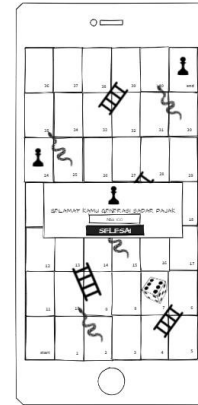
Gambar 9 Mockup Tampilan Jawaban Kuis Benar atau Salah

- f. Mockup Tampilan Waktu Habis
- Tampilan ini menampilkan sebuah *pop up* "Waktu Habis" jika *player* terlalu lama untuk menjawab pertanyaan kuis.



Gambar 10 Mockup Tampilan Waktu Habis

- g. Mockup Tampilan *Player Finish*
- Tampilan ini akan menampilkan sebuah *pop up* ketika *player 1* atau *player 2* berhasil mencapai kotak *finish*.

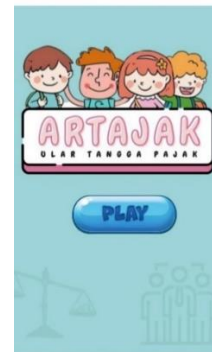


Gambar 11 Mockup Tampilan *Player Finish*

4. Construction of Prototype

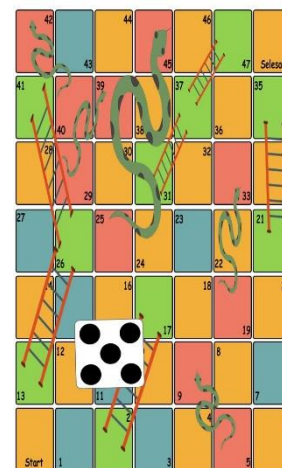
Pada tahapan ini dilakukan sebuah pengembangan dari rancangan *game* yang telah dibuat sebelumnya. Berikut merupakan implementasi hasil dari *Game ARTAJAK*.

- a. Tampilan Awal *Game*



Gambar 12 Tampilan Awal *Game*

- b. Tampilan *Board Game*



Gambar 13 Tampilan *Board Game*

c. Tampilan Jalannya Game



Gambar 14 Tampilan Jalannya Game

d. Tampilan Kuis Random



Gambar 15 Tampilan Kuis Random

e. Tampilan Jawaban Kuis Benar atau Salah



Gambar 16 Tampilan Jawaban Kuis Benar atau Salah

f. Tampilan Waktu Habis



Gambar 17 Tampilan Waktu Habis

g. Tampilan Player Finish



Gambar 18 Tampilan Player Finish

5. Delivery & Feedback

Dari hasil *construction game* diberikan kepada 5 orang anak sekolah dasar untuk memberikan masukan sebagai evaluasi. Hal ini dilakukan sekolah dasar sebanyak 3 kali sampai *game* dianggap memenuhi kebutuhan.

1) Black-Box Testing

Tabel 1 Black-Box Testing

No	Kasus Uji	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Saat mengklik <i>Button Play</i>	Klik <i>Button Play</i>	Menampilkan tampilan halaman <i>Board Game</i>	Sesuai harapan	Valid

2	Saat mengklik <i>Button</i> Lempar Dadu	Klik <i>Button</i> Lempar Dadu	Menampilkan tampilan dadu bergerak memutar dan <i>player</i> bergerak maju, setelah itu tampilan berubah menjadi tampilan kuis	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
3	Saat mengklik salah satu opsi jawaban	Klik salah satu opsi jawaban	Menampilkan <i>pop up</i> dari pertanyaan yang telah dijawab. Jika jawaban benar, akan muncul <i>pop up</i> "Jawaban Benar", dan sebaliknya jika jawaban salah akan muncul <i>pop up</i> "Jawaban Salah"	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
4	Saat salah satu <i>player</i> berhasil mencapai kotak <i>finish</i>	Mencapai kotak <i>finish</i>	Menampilkan <i>pop up</i> "Generasi Sadar Pajak"	Sesuai harapan	<i>Valid</i>

No	Pertanyaan	Ya (5)	Mungkin (3)	Tidak (1)
1	Apakah kamu menikmati bermain <i>game</i> ular tangga dengan kuis perpajakan di ARTAJAK?	10	2	
2	Apakah kamu merasa bahwa permainan ini membantu kamu memahami konsep perpajakan dengan lebih baik?	8	4	
3	Apakah kamu merasa pengetahuan mengenai perpajakan meningkat setelah bermain <i>game</i> ini?	7	5	
4	Apakah kamu suka dengan pertanyaan-pertanyaan kuis perpajakan yang disajikan dalam permainan?	8	4	
5	Apakah kamu berpikir bahwa permainan ini memberikan pemahaman yang baik tentang pentingnya membayar pajak?	8	3	1
6	Apakah kamu merasa permainan ini memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan?	8	3	1
7	Apakah kamu ingin bermain lagi atau membagikan <i>game</i> ini dengan teman-teman?	6	6	

2) Uji Coba Kuesioner

Tabel 2 Uji Coba Kuesioner

8	Apakah kamu berpikir bahwa permainan ini dapat membantu untuk mempersiapkan diri untuk memahami konsep perpajakan di kehidupan nyata?	9	3	
9	Apakah grafis dan animasi dalam permainan ini membantu kamu tetap tertarik dan terlibat dalam proses pembelajaran?	8	3	1
10	Apakah permainan ini memberikan motivasi untuk belajar lebih banyak tentang perpajakan?	10	2	

			baik berada di dalam kotak
2	Tampilan Board Game		Pertanyaan mengenai pajak dijadikan quiz.
3	Tampilan Kuis		Ditambahkan elemen-elemen yang menarik dan tulisan ARTAJAK ditambahkan keterangan Ular Tangga Pajak


3) Hasil Uji Coba

Tabel 3 Hasil Uji Coba

No	Jumlah	Presentase
1	56	93%
2	52	86%
3	50	83%
4	50	83%
5	50	83%
6	50	83%
7	48	80%
8	54	90%
9	50	83%
10	56	93%
Rata-Rata		85%

4) Iterasi

Tabel 4 Iterasi

No	Keterangan	Design	Perbaikan
1	Tampilan Awal		Tulisan ARTAJAK terlalu besar dan keterangan Ular Tangga Pajak lebih

5 SIMPULAN

Berdasarkan hasil permasalahan, implementasi dan pengujian yang dilakukan. Maka kesimpulan dari perancangan *Game* ARTAJAK ini ialah:

1. Telah dirancang dan dibuat *Game* Edukasi Ular Tangga Pajak (ARTAJAK) menggunakan *Tools Adobe Animate* dengan kuis perpajakan yang dapat menarik *user* untuk memainkan *game* ARTAJAK.
2. *Game* edukasi ARTAJAK mampu membuat siswa sekolah dasar menjawab soal-soal atau kuis dalam *game* ARTAJAK.
3. *Presentase* akhir perhitungan dengan skala likert yaitu sebesar 85% yang artinya siswa sangat setuju atau senang untuk memainkan *game* ARTAJAK ini.

KEPUSTAKAAN

- [1] Heny Friantary, "BUDAYA MEMBACA SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KUALITAS HIDUP MASYARAKAT," *DISASTRA Journal Pendidikan Bahasa dan Sastra*, vol. 1, no. 1, hlm. 66–70, Des 2018.
- [2] Nahdah Fistra Karnedi dan Amir Hidayatulloh, "PENGARUH KESADARAN PERPAJAKAN, SANKSI PAJAK DAN TAX AMNESTY TERHADAP KEPATUHAN WAJIB PAJAK ORANG PRIBADI," *Profita: Komunikasi Ilmiah Akuntansi dan Perpajakan*, vol. 12, no. 1, hlm. 1–9, Apr 2019

- [3] Aisyah Cinta Putri Wibawa, Hashina Qiamu Mumtaziah, Lutfiah Anisa Sholaihah, dan Rizki Hikmawan, "GAME-BASED LEARNING (GBL) SEBAGAI INOVASI DAN SOLUSI PERCEPATAN ADAPTASI BELAJAR PADA MASA NEW NORMAL," *JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY AND VOCATION EDUCATION*, vol. 2, no. 1, hlm. 17–22, Apr 2020.
- [4] Nursidik dan Akhmad Zaenul Ibad, "The Effect of Games on Children's Psychological Development," *JURNAL MULTIDISIPLIN MARDANI*, vol. 2, no. 3, hlm. 1331–1342, Apr 2022.
- [5] Dini Ardiningsih, "Pengembangan game kuis interaktif sebagai instrumen evaluasi formatif pada mata kuliah teori musik," *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, vol. 6, no. 1, hlm. 92–103, Apr 2019.
- [6] John W. Santrock, *Perkembangan Anak*, 11 ed. Jakarta: Erlangga, 2007.
- [7] T. Triyono dan A. Priatna, "Rancang Bangun Game Edukasi Sinau Basa Lan Aksara Jawa (Sibakja) Berbasis Android Menggunakan Adobe Flash Cs6 Untuk Siswa Sekolah Dasar Di Kebumen," *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 14, no. 4, hlm. 44–55, Jan 2020, doi: 10.35969/interkom.v14i4.61.
- [8] S. Sabila, K. Nabila, S. S. Ayunda, N. Khasanah, dan I. Pekalongan, "Prosiding SEMAI Seminar Nasional PGMI 2021 Pengaplikasian Game Edukasi (Ular Tangga) untuk Meningkatkan Konsentrasi terhadap Minat Belajar Peserta Didik." [Daring]. Tersedia pada: <http://proceeding.iainpekalongan.ac.id/index.php/semmai-499->
- [9] Pemerintah Pusat, *Undang-undang (UU) Nomor 28 Tahun 2007 tentang Perubahan Ketiga atas Undang-Undang Nomor 6 Tahun 1983 tentang Ketentuan Umum dan Tata Cara Perpajakan*. Jakarta, 2007.
- [10] Indra Kurniawan, Roma Dhoni, Deva Arya Saputra, Fakhri Rahmat Wahyudin, dan Ahmad Mubais5, "IMPLEMENTASI METODE PROTOTYPE PADA SISTEM INFORMASI DIGITAL ANGKRINGAN BERBASIS WEB DI KECAMATAN MAYONG," *Journal of Information System and Computer*, vol. 3, no. 1, hlm. 20–26, Jul 2023.
- [11] P. Astuti, "PENGUNAAN METODE BLACK BOX TESTING (BOUNDARY VALUE ANALYSIS) PADA SISTEM AKADEMIK (SMA/SMK)," *Faktor Exacta*, vol. 11, no. 2, hlm. 186, Agu 2018, doi: 10.30998/faktorexacta.v11i2.2510.

Desain Aplikasi Penjadwalan Menu Makan Siang Karyawan Menggunakan Pendekatan Design Thinking dan SUS Testing.

Fianindra Riezca Augusty¹⁾, Ryan Putranda Kristianto²⁾

Prodi Ilmu Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Darma Cendika, Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.201, Klampis Ngasem, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60117.

Telp: (031) 5946482

Website: ukdc.ac.id, E-mail: fianindra.augusty@student.ukdc.ac.id¹⁾, ryan@ukdc.ac.id²⁾

Abstrak

Penjadwalan adalah pengalokasian sebuah kegiatan dengan memperhatikan urutan waktu pelaksanaan dan ketersediaan sumber daya yang terbatas. Pada kasus menu makan siang karyawan di sebuah perusahaan, jadwal menu makan siang ini dapat berubah setiap hari dalam kurun waktu satu minggu dengan menyesuaikan ketersediaan sumber daya yang dibatasi oleh pengelola perusahaan. Melakukan penjadwalan menu makan siang berulang secara manual tentu akan membuang banyak waktu, dibutuhkan suatu aplikasi untuk melakukan penjadwalan secara otomatis. Perancangan sebuah aplikasi penjadwalan untuk menu makan siang menggunakan metode pendekatan Design Thinking menerapkan 5 tahapan, yaitu Empathize, Define, Ideate, Prototype, dan Testing. Hasil dari perancangan ini adalah sebuah desain aplikasi yang kemudian di evaluasi menggunakan System Usability Scale (SUS) untuk mengukur kepuasan pengguna. Dimana data kepuasan pengguna diperoleh dengan metode form collecting menggunakan media JotForm yang dikirimkan kepada 30 responden. Hasil skor SUS sebesar 80,2 yang artinya secara usability desain dapat diterima atau layak.

Keyword: penjadwalan menu makan siang, aplikasi penjadwalan, design thinking, system usability scale

Abstract

Scheduling is allocating an activity by taking to the sequence of implementation times and availability of limited resources. In the case of employee lunch menus in a company, lunch menu schedule can change every day within a week to adjust the availability of resources limited by company management. Scheduling repeated lunch menus manually will certainly waste a lot of time, an application is needed to do the scheduling automatically. Designing a scheduling application for lunch menus using the Design Thinking approach method applies 5 stages, namely Empathize, Define, Ideate, Prototype, and Testing. Result of this design is an application design which is then evaluated using the System Usability Scale (SUS) to measure user satisfaction. Where user satisfaction data was obtained using the form collecting method using JotForm media which was sent to 30 respondents. The SUS score result is 80.2, which means that the usability design is acceptable or feasible.

Kata kunci: lunch menu scheduling, scheduling applications, design thinking, system usability scale

1 PENDAHULUAN

Menu merupakan kata serapan dari bahasa perancis *Le Menu* yang memiliki arti daftar makanan di ruang makan [1]. Dalam lingkup rumah tangga, menu makanan dapat diartikan sebagai susunan makanan atau susunan hidangan tertentu [2]. Di lingkup yang lebih luas, menu digunakan sebagai alat komunikasi dari suatu instansi kepada konsumen atau pelanggannya tentang produk yang akan disediakan untuk mengetahui besar pengeluaran dana. Susunan makanan yang baik adalah susunan makanan dengan memperhatikan kecukupan gizi sesuai dengan pedoman gizi seimbang [3]. Penyusunan menu makan merupakan kegiatan untuk mendapatkan susunan makanan dalam variasi [4] yang serasi dengan mencakup semua kebutuhan nutrisi, serta sesuai dengan kebijakan dari suatu instansi.

Penjadwalan atau perencanaan merupakan tindakan mengalokasikan dan menyusun sebuah

kegiatan dengan memperhatikan waktu pelaksanaan, tenaga, serta menghitung ketersediaan sumber daya yang terbatas [5]. Tujuan dari penjadwalan adalah untuk mengurangi resiko kegiatan yang bertabrakan, habisnya sumber daya, dan meningkatkan efisiensi waktu. Penjadwalan menu makan adalah suatu proses untuk mengalokasikan susunan menu makan dalam variasi yang serasi dengan memperhatikan kecukupan nutrisi, serta sesuai dengan kebijakan instansi agar tidak kehabisan sumber daya. Jadwal menu makan siang karyawan yang tepat dibutuhkan oleh suatu instansi untuk mengetahui besarnya dana yang akan mereka keluarkan setiap harinya. Tentunya penjadwalan ini tidak dilakukan sekali, penjadwalan untuk menu makan siang ini dilakukan berulang kali dengan periode tertentu. Melakukan proses berulang kali dengan konsep yang sama secara manual akan memakan banyak waktu dan tidak efektif. Dibutuhkan

sebuah sistem atau aplikasi yang dapat membantu proses penjadwalan ini agar berjalan secara otomatis.

Aplikasi termasuk kedalam perangkat lunak penggunaan komputer. Dalam aplikasi terdapat suatu komponen penting yaitu *User Interface* dan *User Experience* yang sangat mempengaruhi kepuasan penggunaannya dalam pemakaian aplikasi tersebut [6]. Dalam pembuatan sebuah aplikasi, dibutuhkan desain yang kiranya tidak membingungkan penggunanya, mudah dipahami, dan dikemas dengan alur yang baik agar pengguna tidak tersesat ketika menggunakan aplikasi tersebut. Untuk membangun sebuah aplikasi yang sesuai dengan pemahaman penggunanya, dapat dilakukan dengan pendekatan *Design Thinking* [7]. Pendekatan ini dilakukan dengan proses berulang dimana kita berusaha untuk memahami pengguna, mengetahui asumsi, dan mendefinisikan kembali suatu masalah dalam upaya mencari solusi alternatif.

Terdapat beberapa perancangan aplikasi yang sudah menggunakan pendekatan *Design Thinking* untuk mempermudah mereka dalam prosesnya. Seperti pada “Perancangan Aplikasi Pemilihan Kepala Desa Dengan Metode Ux Design Thinking (Studi Kasus: Kampung Kuripan)” yang dilakukan oleh Feri Fariyanto yang dilakukan pada tahun 2021 [8]. Feri Fariyanto dan timnya menggunakan *Usability Testing* untuk menguji kegunaan *prototype*. Pada jurnal “Evaluasi Usability Aplikasi Mobile menggunakan Usability Testing dan System Usability Scale (SUS) (Studi Kasus: SOCO, Althea dan Sephora)” yang dilakukan oleh Raisadya Hemas beserta tim, dibandingkan beberapa desain aplikasi *e-commerce* untuk dibandingkan hasil evaluasi kegunaannya [9]. Evaluasi kegunaan dari beberapa aplikasi ini dilakukan dengan menggunakan *task scenario*, SUS, dan wawancara.

Berdasarkan pemaparan diatas, perancangan dan desain aplikasi penjadwalan menu makan siang karyawan dibangun dengan pendekatan *Design Thinking* yang melewati 5 tahapan, yaitu *Empathize*, *Define*, *Ideate*, *Prototype*, dan *Testing* [10]. *Testing* dari hasil perancangan desain aplikasi menggunakan *System Usability Scale (SUS)* untuk mendapatkan skor *usability*, yang nantinya skor ini digunakan sebagai tolak ukur dari tingkat kelayakan suatu aplikasi. Diharapkan hasil skor *Usability Scale* yang diperoleh dari hitung kuisioner kepada 30 responden memenuhi kriteria baik. Yang artinya desain aplikasi penjadwalan menu makan siang karyawan ini layak digunakan.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Design Thinking

Menurut Dam dalam [11], *design thinking* adalah suatu proses iterasi yang bertujuan untuk memahami permasalahan pengguna, menemukan inti dari permasalahan dan mencari strategi serta solusi dari permasalahan yang ada. *Design thinking* merupakan metode pendekatan penyelesaian masalah yang berfokus pada pemahaman pengguna atau *user* [12].

Dalam metode pendekatan ini dibutuhkan penyelesaian secara alternatif, kreatif, dan inovatif guna memenuhi permintaan *user*. Dalam penerapannya, *design thinking* digunakan untuk meningkatkan ketetapan parameter suatu permasalahan dan mekanisme desain dalam proses pemutusan solusi [13]. Proses pelaksanaannya melalui 5 tahapan, yaitu *Empathize*, *Define*, *Ideate*, *Prototype*, dan *Testing*.

1. Empathize

Tahapan *Empathize* merupakan tahapan pertama pada proses *Design Thinking*. Fungsi dari tahapan ini adalah untuk mendapatkan pemahaman empatik mengenai masalah yang sedang diselesaikan.

2. Define

Pada tahap ini, informasi yang telah didapat dan dikumpulkan selama tahapan *Empathize*, dianalisis untuk mengamati masalah inti. Tahapan ini dilakukan identifikasi terhadap masalah guna menemukan ide-ide, membangun fitur, dan fungsi lain yang dapat membantu pengguna menyelesaikan masalahnya sendiri dengan kesulitan yang minimal.

3. Ideate

Proses ini fokus untuk mencari ide atau solusi yang dinilai dapat memecahkan permasalahan tersebut, yang kemudian semua ide atau solusi ditinjau ulang untuk menjadi sebuah solusi yang tepat dengan situasi [14].

4. Prototype

Proses ini merupakan fase eksperimental atau fase percobaan sebelum menguji. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengidentifikasi solusi, mencari strategi, dan menemukan rancangan terbaik untuk setiap masalah yang diidentifikasi dari 3 tahap sebelumnya [8].

5. Testing

Menurut Reynaldi dalam [6], tahapan terakhir dalam *design thinking* adalah tahap *Testing*, artinya tahap ini memiliki tujuan untuk mengumpulkan berbagai umpan balik dari pengguna melalui pengujian hasil *prototype* yang telah dibuat sebelumnya.

2.2 System Usability Scale (SUS)

System Usability Scale (SUS) merupakan alat ukur yang digunakan untuk melakukan pengujian tingkat kegunaan terhadap suatu produk, sistem, atau aplikasi. Metode SUS merupakan salah satu metode pengujian *usability* untuk sistem sederhana yang mengacu pada skala *Likert* [15]. Proses perhitungan dari SUS dimulai dari menghitung nilai pertanyaan Q1 sampai dengan Q10 lalu jumlahnya dikalikan dengan 2,5 untuk memperoleh nilai akhir, yang kemudian nilai akhir ini dicari rata – ratanya [16].

Pertanyaan kuisioner SUS memiliki 5 jawaban yang masing – masing jawaban memiliki bobot skor. Mulai dari sangat tidak setuju, tidak setuju, ragu – ragu, setuju, dan sangat setuju. Jawaban tersebut berbobot dari 1 sampai 5 skor.

Tabel 1 - Bobot Skor Jawaban SUS

Jawaban	Skor
Sangat tidak setuju	1
Tidak setuju	2
Ragu - ragu	3
Setuju	4
Sangat setuju	5

Untuk mencari nilai pada pertanyaan kuisisioner, terdapat peraturan – peraturan yang digunakan dalam menghitung skor SUS:

1. Setiap pertanyaan dengan nomor ganjil, skor yang didapatkan dari pertanyaan kuisisioner dikurangi 1.
2. Setiap pertanyaan dengan nomor genap, nilai yang didapat adalah 5 dikurangi dari bobot skor jawaban.
3. Skor SUS didapatkan dengan menjumlahkan hasil skor yang kemudian dikali dengan 2,5.

Aturan perhitungan diatas berlaku pada 1 responden. Selanjutnya, mencari rata - rata skor SUS dari masing - masing responden dengan cara menjumlahkan semua skor dan dibagi dengan jumlah responden. Rumus rata – rata skor SUS:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \tag{1}$$

\bar{x} = rata – rata

$\sum x$ = jumlah skor SUS

n = jumlah responden

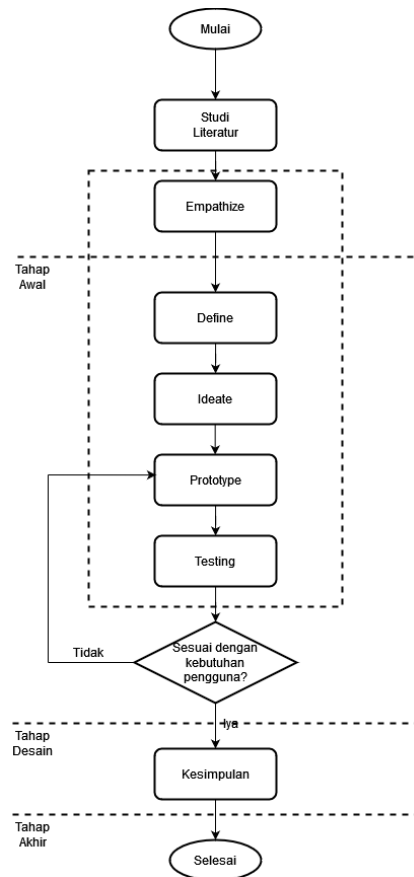
2.3 Figma

Figma adalah editor grafis dan alat untuk membuat prototype berbasis web dengan fitur offline tambahan yang diaktifkan oleh aplikasi desktop Mac, OS dan Windows. Figma merupakan aplikasi desain UI dan UX yang dapat digunakan untuk membuat situs web, aplikasi, atau komponen antarmuka pengguna yang lebih kecil dan dapat diintegrasikan ke dalam proyek lain. Aplikasi ini bertujuan untuk membantu para penggunanya memasarkan secara lebih mudah dan pembuatan produk atau desain mereka kepada klien. Secara umum, Figma digunakan oleh orang – orang yang bekerja dalam tim kolaboratif dan aktif.

3 METODE PERANCANGAN

Proses desain dari Aplikasi Penjadwalan Jadwal Makan Siang Karyawan ini menggunakan metode pendekatan *Design Thinking*. Seperti uraian diatas, metode pendekatan *Design Thinking* terdiri dari 5 tahapan. Tahapan – tahapan ini dilakukan sebagai kriteria pemecahan masalah perancangan yang nantinya digunakan sebagai perwujudan hasil akhir

[17]. Langkah pertama dari metode perancangan ini adalah studi literatur yang kemudian dilanjutkan dengan 5 tahapan metode *Design Thinking*.



Gambar 1 - Diagram Alur Perancangan

Sebelum melakukan tahapan – tahapan metode perancangan yang lain, dilakukan studi literatur mengenai pendekatan *Design Thinking*, *Usability Testing*, dan objek terkait. Studi literatur yang dilakukan adalah mencari referensi dari jurnal, buku, hasil penelitian, dan skripsi yang pernah dilakukan. Beberapa referensi ini bertujuan untuk mendukung proses pelaksanaan perancangan, mencari dasar pijakan untuk membangun landasan teori, dan dapat memunculkan ide – ide baru.

Tahapan pertama dari *Design Thinking* adalah tahapan *Empathize*. Pada tahapan ini, dilakukan wawancara kepada beberapa karyawan perusahaan terkait mengenai seberapa perlunya jadwal makan di lingkungan kerja. Wawancara juga dilakukan kepada pihak – pihak yang berwenang dalam mengatur anggaran untuk makan siang di perusahaan. Wawancara ini merupakan kegiatan untuk mengumpulkan data – data dari pengguna yang berupa pertanyaan tertulis. Hasil dari pengumpulan data ini adalah fondasi untuk melakukan tahap definisi masalah.

Setelah melakukan proses wawancara didapatkan hasil permintaan pengguna sebagai dasar pembuatan

aplikasi penjadwalan menu makan siang karyawan. Berdasarkan hasil wawancara tersebut didefinisikan bahwa pengguna meminta aplikasi dengan desain yang mudah digunakan, interaktif, terbaru setiap saat, melakukan penjadwalan dengan otomatis, menampilkan susunan menu makan, dan memiliki warna aplikasi yang tidak terlalu mencolok. Pada sisi perusahaan didapatkan hasil wawancara sebagai berikut, aplikasi dapat mencatat porsi makan sesuai dengan kebijakan anggaran dana perusahaan, memuat jadwal menu makan dalam satu bulan, dan memberi informasi yang di perbarui setiap harinya. Tahapan ini disebut dengan tahap Define.

Dari proses mendefinisikan permasalahan utama pengguna, dilakukan proses *Ideate* atau proses untuk mencari ide dan solusi dari permasalahan tersebut. Sehingga, didapatkan solusi yaitu membuat desain aplikasi dengan fitur yang dapat menampilkan susunan menu makan setiap hari dalam sebulan yang dibagi per minggu dan menampilkan susunan porsi sesuai dengan kebijakan anggaran dana perusahaan selama satu bulan, dimana fitur – fitur ini diperbarui setiap saat.

Tahapan keempat adalah *Prototype*, pada tahap ini dibuat bentuk rancangan *prototype* sederhana untuk memvisualisasikan ide – ide dan solusi yang sudah didapat. Rancangan *prototype* ini nantinya akan digunakan untuk menguji ide dan solusi yang telah dipilih, serta yang telah diubah menjadi bentuk visual desain. Proses ini merupakan bentuk pembuktian apakah desain yang dibuat telah sesuai dengan masalah yang dihadapi pengguna atau tidak.

Tahap terakhir dari metode pendekatan *Design Thinking* adalah tahap *Testing* atau tahap pengujian. Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap rancangan *prototype* yang telah dibuat. Pada perancangan aplikasi ini tahapan testing dilakukan untuk menguji *Usability* dari desain aplikasi. Menguji kelayakan dari aplikasi, apakah aplikasi tersebut layak digunakan oleh pengguna, apakah aplikasi dapat menyelesaikan persoalan yang dialami pengguna, dan apakah aplikasi tersebut memiliki desain yang interaktif. Tahapan pengujian pada perancangan aplikasi ini menggunakan pengujian *Usability Scale* dengan metode SUS (*System Usability Scale*). Setelah melakukan pengujian, hasil yang didapat menunjukkan skala kegunaan dari aplikasi tersebut. Sebelum melakukan perhitungan dengan metode SUS, dilakukan pengumpulan data dari responden dengan tujuan untuk mengambil pendapat mereka mengenai *prototype* desain yang telah dibuat. Kuisisioner yang diberikan kepada 30 responden kemudian dihitung menggunakan metode SUS dengan aturan – aturan yang sudah ditetapkan.

Setelah melakukan tahapan – tahapan perancangan secara menyeluruh, didapatkan hasil apakah aplikasi tersebut layak digunakan atau tidak. Hasil tersebut menjadi tolok ukur tindakan yang akan dilakukan selanjutnya. Jika hasilnya memuaskan dan aplikasi tersebut layak digunakan oleh pengguna, maka akan

dilakukan pengembangan *prototype* menjadi aplikasi utuh. Jika hasil dari SUS Testing masih dibawah rata – rata, maka dilakukan evaluasi dan kembali ke tahapan *prototyping* untuk memperbaiki desain yang telah dibuat.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendekatan *Design Thinking* merupakan salah satu pendekatan atau metode pemecahan masalah dengan proses berulang untuk melakukan pemahaman pengguna, mendefinisikan masalah, dan mencari solusi dari masalah tersebut. Proses dari pendekatan *Design Thinking* dilakukan secara urut dari tahapan awal hingga *testing*. Berdasarkan tahapan – tahapan pendekatan *Design Thinking*, didapatkan hasil sebagai berikut:

4.1 Tahapan *Empathize*

Tahap ini merupakan tahap dimana pengguna ditempatkan pada posisi utama. Pada tahap ini, dapat digunakan untuk mengetahui dan memahami kebutuhan pengguna [14]. Untuk melanjutkan proses pengambilan pemahaman pengguna, dilakukan metode pengambilan data berupa wawancara kepada pengguna. Wawancara dilakukan secara tidak langsung atau dengan menyebarkan kuisisioner kepada pengguna, karyawan perusahaan dan badan penanggung jawab jadwal makan siang perusahaan. Berikut pertanyaan – pertanyaan kuisisioner untuk proses wawancara kepada pengguna yang disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 2 - Pertanyaan untuk Pengguna

No.	Pertanyaan
1.	Apakah perlu dibuat aplikasi penjadwalan otomatis?
2.	Aplikasi penjadwalan makan siang seperti apa yang ingin digunakan?
3.	Bagaimana desain yang diharapkan dari aplikasi penjadwalan makan siang ini?
4.	Fitur utama apa yang ingin ditampilkan pada aplikasi?
5.	Bagaimana tampilan aplikasi yang baik menurut pengguna?

4.2 Tahapan *Define*

Setelah dilakukan wawancara kepada pengguna, didapatkan jawaban dari dua sudut pandang yang berbeda. Tahapan *Define* akan mendefinisikan masalah dari wawancara yang sudah dilakukan, masalah – masalah yang didefinisikan ini berupa permintaan dari pengguna. Permintaan dari pengguna ini disajikan dalam bentuk tabel yang dibagi menjadi dua sudut pandang, sudut pandang dari karyawan dan sudut pandang dari penanggung jawab makan siang karyawan.

Tabel 3 - Pernyataan Masalah dari Karyawan.

No.	Pernyataan Masalah
1.	Karyawan ingin layanan yang dapat memberitahu mereka jadwal menu makan siang setiap hari.
2.	Karyawan ingin layanan ini dapat diperbaharui setiap bulan.
3.	Karyawan menginginkan agar layanan atau aplikasi ini memiliki desain yang mudah digunakan tanpa bantuan ahli.
4.	Karyawan ingin memperoleh informasi susunan menu makan dan porsinya.
5.	Karyawan ingin tampilan aplikasi yang tidak terlalu banyak gambar dan kombinasi warna.

Tabel diatas merupakan pernyataan – pernyataan masalah yang dapat dikumpulkan dari jawaban wawancara kepada karyawan perusahaan. Wawancara yang berupa kuisisioner ini dikirimkan kepada 50 karyawan perusahaan dari 3 divisi yang berbeda.

Tabel 4 - Pernyataan Masalah dari Pengurus.

No.	Pernyataan Masalah
1.	Pengurus ingin layanan yang dapat layanan yang membagi porsi sesuai dengan anggaran perusahaan.
2.	Pengurus ingin layanan ini mengatur porsi dan kombinasi menu makan siang yang pas.
3.	Pengurus ingin agar aplikasi atau layanan ini melakukan penjadwalan menu makan siang otomatis dan terbaru tiap bulan.
4.	Pengurus ingin desain dari aplikasi ini mudah dipahami oleh karyawan.
5.	Pengurus ingin agar layanan ini dapat digunakan oleh karyawan dengan mudah, sehingga informasi menu makan dapat tersampaikan dengan baik.

Tabel diatas merupakan pernyataan – pernyataan masalah yang didapatkan dari hasil jawaban wawancara kepada pengurus dan penanggung jawab makan siang karyawan. Beberapa pengurus menginginkan hal yang hampir sama, yaitu susunan menu makan siang yang disusun secara otomatis harus tetap sesuai dengan standar perusahaan dan kebijakan anggaran makan siang.

4.3 Tahapan *Ideate*

Pada tahap ini dilakukan proses penentuan ide dan solusi dari permasalahan yang telah diperoleh melalui wawancara kepada pengguna. Tahapan *Ideate* memberikan hasil berupa ide atau solusi dari kedua sudut pandang pengguna pada tahapan sebelumnya. Dicari ide – ide solusi untuk menyelesaikan pernyataan masalah, paling tidak ide solusi yang ditentukan dapat memudahkan pengguna. Ide solusi yang ditentukan

dari dua sudut pandang pengguna ini disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 5 - Penentuan Ide atau Solusi

No.	Ide atau Solusi
1.	Memberikan layanan aplikasi yang dapat memberikan informasi jadwal menu makan siang.
2.	Memberikan fitur untuk menampilkan susunan menu makan siang pada hari ini.
3.	Memberikan halaman yang menampilkan porsi – porsi makan siang sesuai dengan kebijakan perusahaan.
4.	Menampilkan fitur yang menampilkan porsi menu makan dalam sebulan yang dibagi per minggu.
5.	Memberikan desain aplikasi yang mudah digunakan dan dioperasikan tanpa bantuan ahli.
6.	Memberikan desain aplikasi yang interaktif.
7.	Memberikan kombinasi warna yang tidak mencolok dan nyaman ketika dilihat.
8.	Memberikan layanan aplikasi yang dapat diperbarui dan menjalankan tugasnya secara otomatis.

4.4 Tahapan *Prototype*

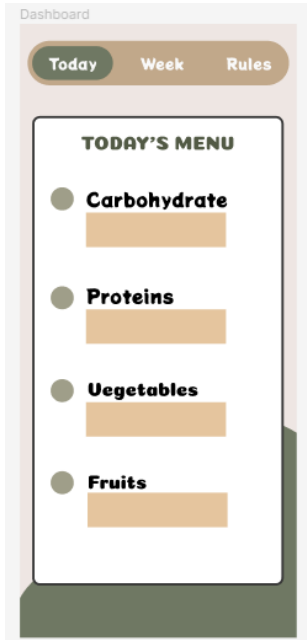
Pada tahap ini dilakukan perancangan atau pembuatan desain *High Fidelity* dengan menggunakan aplikasi editor Figma. *High Fidelity Prototype* meliputi halaman awal, halaman menu hari ini, halaman rencana menu dalam satu bulan, dan halaman informasi aturan porsi.

**Gambar 2** - Tampilan Halaman Awal

Pada halaman ini terdapat nama aplikasi penjadwalan menu, logo aplikasi yang berupa

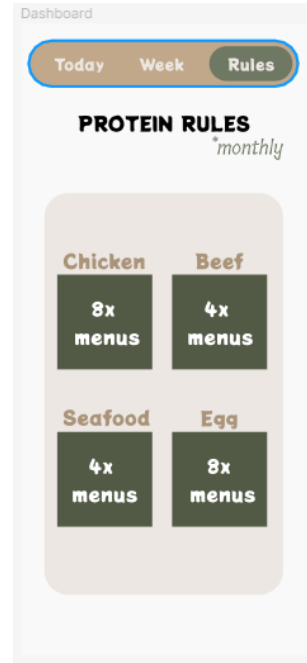
representasi dari makan siang dan tombol untuk lanjut ke halaman beranda.

dengan lauk daging, dan 1 kali menu dengan lauk seafood.



Gambar 3 - Tampilan Halaman Beranda Today

Pada halaman beranda Today, disajikan susunan menu makan pada hari ini lengkap dengan porsi. Porsi meliputi karbohidrat, protein, sayur, dan buah yang terdapat pada menu makan hari itu.



Gambar 5 - Tampilan Halaman Beranda Rules

Pada halaman ini, ditampilkan aturan porsi protein menu makan siang dalam satu bulan, beserta rencana menu yang akan dihidangkan



Gambar 4 - Tampilan Halaman Beranda Week

Pada halaman beranda Week, terdapat nama bulan dimana ada kolom 4 minggu. Halaman ini menampilkan bulan, lalu tombol Week 1 sampai Week 4 yang akan menyajikan susunan dan aturan porsi per minggu selama satu bulan. Aturan menu dalam satu minggu itu terdapat 5 hari, 2 kali menu dengan lauk ayam, 2 kali menu dengan lauk telur, 1 kali menu

4.5 Tahapan *Testing*

Tahapan pengujian dilakukan dengan menguji *prototype* yang telah dirancang. Pengujian *prototype* menggunakan metode *SUS Testing* untuk mengukur tingkat kelayakan kegunaan dari *prototype*. Pada tahap testing atau pengujian, dikumpulkan respon dari pengguna mengenai *prototype* yang telah dirancang. Mengirimkan form kuisisioner kepuasan pengguna kepada orang-orang terdekat penulis dengan memanfaatkan media JotForm. Kuisisioner berisi 10 pertanyaan mengenai desain yang telah dibuat.

Tabel 6 - Kuisisioner Kepuasan Pengguna

No.	Penyataan Kepuasan Pengguna
1.	Saya merasa tampilan dari aplikasi mudah untuk dikenali.
2.	Saya merasa tampilan dari aplikasi rumit untuk dikenali.
3.	Saya merasa tampilan menu pada aplikasi ini enak dilihat dan tidak membosankan.
4.	Saya merasa tampilan menu pada aplikasi ini kurang enak dilihat dan membosankan.
5.	Saya merasa font yang digunakan dapat terbaca dengan baik.
6.	Saya merasa font yang digunakan tidak dapat terbaca dengan baik.

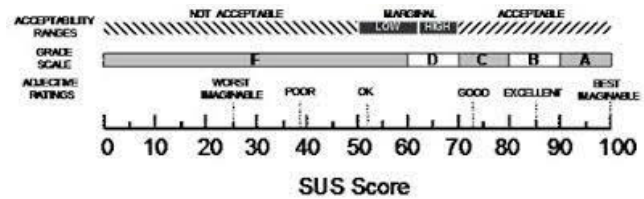
7.	Saya merasa navigasi bar pada aplikasi ini mudah dioperasikan.
8.	Saya merasa navigasi bar pada aplikasi ini susah untuk dioperasikan.
9.	Saya merasa pemilihan warna pada aplikasi ini sesuai dan tidak bertabrakan.
10.	Saya merasa pemilihan warna pada aplikasi ini tidak sesuai dan bertabrakan.

Kuisisioner tersebut dibagikan kepada target pengguna dan orang – orang sekitar. Didapatkan 30 data hasil kuisisioner yang telah diisi oleh 30 responden yang berbeda. Dari 30 data tersebut, masing – masing dihitung bobot skor SUS dengan mengikuti aturan perhitungan SUS. Kemudian, bobot nilai dari skor SUS dicari rata – ratanya dengan menggunakan rumus rata – rata.

Tabel 7 - Perhitungan skor SUS kategori

Responden	Jumlah Skor SUS	Hasil Perhitungan (Jumlah x 0,25)
1	29	72.5
2	27	67.5
3	33	82.5
4	27	67.5
5	30	75
6	40	100
7	35	87.5
8	32	80
9	30	75
10	31	77.5
11	31	77.5
12	40	100
13	38	95
14	29	72.5
15	30	75
16	39	97.5
17	31	77.5
18	30	75
19	31	77.5
20	32	80
21	25	62.5
22	29	72.5
23	36	90
24	27	67.5
25	29	72.5
26	34	85
27	34	85
28	31	77.5
29	40	100
30	32	80
Skor Rata – rata (Hasil Akhir) =		80,166

Setelah melakukan perhitungan skor SUS, didapatkan hasil rata – rata penilaian yaitu 80,166 yang dibulatkan menjadi 80,2. Hasil ini ditentukan dalam tiga kategori penilaian SUS Testing, yaitu *Acceptability Ranges*, *Grade Scale*, dan *Adjective Rating*. Kategori tersebut disajikan dalam bentuk gambar sebagai berikut [18].



Gambar 6 - Kategori SUS

(Sumber gambar didapatkan dari publikasi oleh Aaron Bangor)

Berdasarkan kategori diatas, nilai SUS dengan skor 80,2 termasuk dalam:

- Acceptability Ranges*: Acceptable, yang artinya desain aplikasi ini layak atau dapat diterima oleh pengguna.
- Grade Scale*: B
- Adjective Rating*: Excellent.

Hasil dari pengujian prototype dengan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) memperoleh skor sebesar 80,2. Aplikasi ini layak dan dapat diterima oleh pengguna, mudah dipahami dan memiliki desain tampilan yang bagus secara penilaian subjektif.

5 SIMPULAN

Permasalahan yang sedang dialami sebuah perusahaan adalah perencanaan dan penjadwalan menu makan siang karyawan secara otomatis. Dimana karyawan dan penanggung jawab meminta sebuah aplikasi penjadwalan dengan desain yang interaktif, mudah dipahami, mudah dioperasikan, dan tidak memiliki kombinasi warna yang mencolok.

Proses perancangan aplikasi penjadwalan menu makan siang karyawan ini menggunakan pendekatan *Design Thinking*. Pendekatan *Design Thinking* memiliki 5 tahapan, yaitu *Empathize*, *Define*, *Ideate*, *Prototype*, dan *Testing*. Desain aplikasi yang dirancang pada proses Prototype adalah *High Fidelity Prototype*. Perancangan desain aplikasi ini menggunakan aplikasi desktop bernama Figma. Aplikasi ini didesain memiliki fitur – fitur untuk menampilkan susunan menu makan siang pada hari ini, menampilkan porsi menu makan dalam satu bulan yang dibagi per minggu, dan menampilkan aturan – aturan porsi menu makan siang berdasarkan kebijakan dari perusahaan terkait.

Desain aplikasi penjadwalan menu makan siang karyawan dinilai layak dan dapat diterima oleh pengguna dari segi *Usability*. Dibuktikan dengan hasil

skor evaluasi menggunakan *System Usability Scale* (SUS) sebesar 80,2 yang didapatkan melalui perhitungan *SUS Testing* dari 30 data kuisioner kepuasan pengguna.

KEPUSTAKAAN

- [1] A. A. Chandra, "Penerapan Media E-book terhadap Pemilihan Makanan Jajanan," *J. Kesehatan*, vol. 6, no. 6, pp. 9–33, 2020, [Online]. Available: <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/1134/4/4>. Chapter 2.pdf.
- [2] R. Khoirotun, "Kajian Kesesuaian Standar Porsi pada Menu Makan Siang Lauk Hewani, Lauk Nabati, dan Sayur di SD Unggulan Aisyiyah Bantul," *Univ. Muhammadiyah Semarang*, pp. 5–6, 2016.
- [3] O. World Health Organization, World Bank Group *et al.*, "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title," *World Heal. Organ. World Bank Group, OECD*, no. July, pp. 1–100, 2014, [Online]. Available: <http://elibrary.almaata.ac.id/1714/%0Ahttps://ojs.fiu.ac.id/yejcm/%0Ahttps://elibrary.almaata.ac.id/%0Ahttps://bmjopen.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjopen-2019-030624%0Ahttps://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/JPKMI/article/view/2758%0Ahttp://stikara.ac.id/jupermik>.
- [4] Wiadnyani, "Teori Siklus Menu," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2018, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.12.7252%0Ahttp://dx.doi.org>.
- [5] A. Lubis and N. Pardede, "Penjadwalan Tenaga Kerja Hse Menggunakan Metode Monroe Di Sumur Eksplorasi Tambun Pt Pertamina Ep," *Gaung Inform.*, vol. 9, no. 3, pp. 187–194, 2019.
- [6] I. Adhiya Adha *et al.*, "PERANCANGAN UI/UX APLIKASI OGAN LOPIAN DISKOMINFO PURWAKARTA MENGGUNAKAN METODE DESIGN THINKING," *JOISIE J. Inf. Syst. Informatics Eng.*, vol. 7, no. 1, 2023.
- [7] Mh. Abdurrohman, D. Setiawan, L. Trisnawati, U. Suska Riau, and U. Abdurrah, "MODEL RANCANGAN APLIKASI PROMOSI USAHA REMPAH MENGGUNAKAN DESIGN THINKING," *JOISIE J. Inf. Syst. Informatics Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 29–36, 2021.
- [8] F. Fariyanto and F. Ulum, "PERANCANGAN APLIKASI PEMILIHAN KEPALA DESA DENGAN METODE UX DESIGN THINKING (STUDI KASUS: KAMPUNG KURIPAN)," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 52–60, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>.
- [9] R. H. Pawestri, H. Muslimah Az-Zahra, and A. N. Rusydi, "Evaluasi Usability Aplikasi Mobile menggunakan Usability Testing dan System Usability Scale (SUS) (Studi Kasus: SOCO, Althea dan Sephora)," 2019. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [10] F. Kesuma Bhakti, I. Ahmad, and Q. J. Adrian, "PERANCANGAN USER EXPERIENCE APLIKASI PESAN ANTAR DALAM KOTA MENGGUNAKAN METODE DESIGN THINKING (STUDI KASUS: KOTA BANDAR LAMPUNG)," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 45–54, 2022, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>.
- [11] A. Riza, A. Sidharta, R. I. Rokhmawati, and D. Priharsari, "Perancangan Learning Management System menggunakan Metode Design Thinking (Studi Kasus: SMK Prajnaparamita Malang)," vol. 6, no. 2, pp. 838–847, 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [12] P. Ladita, "Analisis Penerapan Aplikasi Android Tokocrypto Menggunakan Pendekatan Design Thinking Dibantu Dengan Platform Design Toolkit V.2," *Anal. Penerapan Apl. Android Tokocrypto Menggunakan Pendekatan Des. Think. Dibantu Dengan Platf. Des. Toolkit V.2*, pp. 1–132, 2020.
- [13] R. T. Imanda and A. Mukhayaroh, "Metode Design Thinking Perancangan User Interface dan User Experience Aplikasi 'KuyBaca,'" *J. Students' Res. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 23–36, 2023, doi: 10.31599/jsrsc.v4i1.2080.
- [14] M. Nurunnisa, N. P. Nuryadi, S. Solihat, P. Sistem, and D. T. Informasi, "Perancangan User Interface Aplikasi Aritmatika Tingkat Rendah Menggunakan Metode Design Thinking," *J. Ilmu-ilmu Inform. dan Manaj. STMIK*, vol. 16, no. 1, pp. 85–94, 2022.
- [15] R. N. Dasmien, F. Fatoni, A. Wijaya, B. Tujni, and S. Nabila, "Pelatihan uji kegunaan website menggunakan System Usability Scale (SUS)," *ABSYARA J. Pengabd. Pada Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 146–158, 2021, doi: 10.29408/ab.v2i2.4031.
- [16] W. Buana and B. N. Sari, "Analisis User Interface Meningkatkan Pengalaman Pengguna Menggunakan Usability Testing pada Aplikasi Android Course," *DoubleClick J. Comput. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 2, p. 91, 2022, doi: 10.25273/doubleclick.v5i2.11669.
- [17] K. Angelina, E. Sutomo, and V. Nurcahyawati,

“Desain UI UX Aplikasi Penjualan dengan Menyelaraskan Kebutuhan Bisnis menggunakan Pendekatan Design Thinking,” *Tematik*, vol. 9, no. 1, pp. 70–78, 2022, doi: 10.38204/tematik.v9i1.915.

- [18] D. W. Ramadhan, “PENGUJIAN USABILITY WEBSITE TIME EXCELINDO MENGGUNAKAN SYSTEM USABILITY SCALE (SUS) (STUDI KASUS: WEBSITE TIME EXCELINDO),” *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 4, no. 2, p. 139, 2019, doi: 10.29100/jipi.v4i2.977.

Penerapan Penyaringan Spam Berbasis Metode Preference Ranking pada Rancang Bangun Sistem Pengaduan Perusahaan

Intan Dzikria¹⁾, Muhammad Rifki Fikri Firdaus²⁾

¹⁾Sistem dan Teknologi Informasi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45 Surabaya

²⁾Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45 Surabaya

E-mail: ¹⁾ intandzikria@untag-sby.ac.id, ²⁾ rifki_fikri@sirel.untag-sby.ac.id

Abstrak

Sistem pengaduan perusahaan merupakan alat penting untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah di tempat kerja. Dengan menerapkan mekanisme yang transparan, suportif, dan responsif, perusahaan dapat menciptakan budaya kerja yang positif dan memberdayakan karyawan untuk melaporkan kekhawatiran dan berkontribusi terhadap perbaikan organisasi secara keseluruhan. Namun dalam sistem pengaduan pada perusahaan masih terdapat pengaduan yang bersifat spam sehingga proses penerimaan pengaduan pada suatu sistem menjadi berat. Metodologi yang digunakan untuk penelitian terkait pengaduan spam adalah Preference Ranking TF-IDF, yang melibatkan penentuan urutan kategori aduan spam dan non-spam berdasarkan nilai kemiripan untuk menentukan kategori pengaduan berdasarkan dokumen yang telah dibobotkan. Pengujian blackbox dari hasil penelitian menunjukkan bahwa Preference Ranking TF-IDF dapat melakukan filter spam secara efektif dengan membandingkan data pengaduan dengan dataset spam yang dimiliki oleh sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 90% data uji spam dapat terkatagorisasi sebagai spam dan 95% kebutuhan fungsional telah lolos uji fungsional serta sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Keyword: Preference Ranking, TF-IDF, Spam Filtering, Spam

Abstract

A company complaint system is an important tool for identifying and resolving workplace problems. By implementing transparent, supportive and responsive mechanisms, companies can create a positive work culture and empower employees to report concerns and contribute to overall organizational improvement. However, in the company's complaint system, there are still spam complaints so the process of receiving complaints in a system becomes difficult. The methodology used for research related to spam complaints is TF-IDF Preference Ranking, which involves determining the order of spam and non-spam complaint categories based on similarity values to determine complaint categories based on weighted documents. Blackbox testing of the research results shows that TF-IDF Preference Ranking can filter spam effectively by comparing complaint data with the system's spam dataset. The test results show that 90% of the spam test data can be categorized as spam and 95% of the functional requirements have passed the functional test and are in accordance with user needs.

Kata kunci: Preference Ranking, TF-IDF, Spam Filtering, Spam

1 PENDAHULUAN

Perusahaan adalah suatu organisasi yang dibentuk oleh banyak individu atau kelompok yang terlibat dalam menjalankan suatu badan usaha untuk tujuan komersial atau industri tertentu [1]. Menurut [2] sistem informasi pengaduan pada perusahaan sangat dibutuhkan dan bersifat sangat penting. Sistem pengaduan menjadi penting karena sebagai alat untuk menampung keluhan dari pengguna yang mempunyai permasalahan tertentu terkait hubungan kerja atau jual beli [2]. Sehingga dengan adanya sistem pengaduan diharapkan pelanggan lebih mudah dalam melakukan proses aduan [2].

Sebagian besar perusahaan memiliki proses penerimaan pengaduan masih dilakukan secara manual dan tradisional. Perusahaan XYZ yang merupakan

objek penelitian ini juga melakukan hal yang sama. Sehingga proses pencatatan dan proses tindak lanjut pengaduan menjadi tidak efektif. Masalah lain yaitu tindakan curang pada proses tindak lanjut pengaduan yang dilakukan oleh oknum karyawan dalam perusahaan masih banyak ditemui.

Preference Ranking atau yang biasa disebut dengan metode *promethee* merupakan metode yang menghasilkan keputusan multikriteria, dimana terdapat beberapa kriteria yang menentukan tingkat prioritas dari sebuah keputusan yang harus diambil [3]. Sistem pendukung keputusan merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menagalisa pengambilan keputusan dengan analisis data terhubung ke database [4]. *Promethee* merupakan sebuah metode untuk menentukan urutan atau prioritas dalam analisis multi-

kriteria atau dapat disebut juga dengan *Multi-Criteria Decision Making (MCDM)* [3].

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu belum ada penelitian yang menerapkan *preference ranking* ke dalam sebuah sistem informasi pengaduan perusahaan untuk mendeteksi *spam*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem informasi pengaduan yang mampu melakukan deteksi *spam* menggunakan metode *preference ranking* yaitu TF-IDF dengan menghitung nilai kemiripan kalimat pengaduan dengan *data training* yang didapatkan dari Kagle.

2 LANDASAN TEORI

Penelitian mengenai klasifikasi *spam* banyak dilakukan. [5] melakukan penelitian terkait proses klasifikasi dengan menilai objek data berdasarkan atribut atribut yang telah disiapkan dengan diberikan label menggunakan *CRISP-DM* untuk menyelesaikan masalah pada bidang data mining. Metode *promethee* dalam evaluasi kinerja dosen untuk membantu dalam menentukan pengambilan keputusan kinerja dosen secara objectif [4]. Penelitian lain yang dilakukan oleh [6], menggunakan metode *Promethee* dalam pembuatan sistem informasi penentuan guru baru disekolah. Penerapan metode ini digunakan untuk menentukan hasil proses seleksi guru baru berdasarkan kriteria yang ada [6]. Penelitian lain yang dilakukan oleh [8] terkait pembangunan sistem informasi pengaduan berbasis web yang mampu mengelola data pengguna, mengajukan *claim*, enkripsi dan mendekripsi data *claim*, mengirimkan kunci pribadi ke e-mail pengguna dan mengetahui status *claim* [8].

TF-IDF digunakan untuk mendeteksi *spam* pada sms sebagai upaya pencegahan permasalahan sms yang bersifat *spam* [7]. [7] melakukan penelitian menggunakan metode *TF-IDF Stochastic Gradient Descent Classifier*, dimana menggunakan fitur bigram untuk mendapatkan 350000 fitur dari beberapa kategori [7]. Secara otomatis pesan yang terbaca akan memunculkan nilai performa sehingga dapat dilihat dari dalam hal sebesar 97% dengan nilai recall sebesar 97,2% dan presisi sebesar 96,9% untuk mengenali *spam* [7].

Terdapat beberapa proses untuk mengelola kalimat tersebut, proses pertama adalah menghilangkan tanda baca pada e-mail dan mengubah huruf menjadi huruf kecil atau huruf besar [7]. Proses ini sangat berpengaruh karena proses klasifikasi menjadi lebih terpusat karena kata yang diambil hanya kata sifat, kata keterangan dan kata kerja serta kata benda, setelah proses ini masuklah tahap selanjutnya yaitu klasifikasi [9].

A. Preprocessing Dan Pembobotan Kata

Proses pertama yang dilakukan untuk memproses data penelitian yaitu proses *text mining*

penerapan teknik dan konsep *data mining* untuk memperoleh pola dalam dataset [7]. Pada tahapan ekstraksi teks memiliki tujuan untuk menemukan informasi yang diinginkan [7]. Definisi lain dari *Text Mining* adalah mengekstrak kata dari dataset untuk mendapatkan keunikan dataset, untuk mendapatkan hubungan timbal balik antar dataset [7].

Proses pembobotan kata setiap dataset menggunakan *TF-IDF* dan mencari nilai terbesar antara kata kunci dengan nilai maksimal bobot dataset yang mirip [7]. Sehingga dapat diberikan sebuah parameter yang dapat menunjukkan pesan tersebut merupakan *spam* atau tidak

Proses *Text Processing* merupakan tahap awal dimana untuk proses ekstraksi dataset atau kalimat menjadi kata – kata yang memiliki bagian kecil atau kata dasar sehingga pada proses akhir didapatkan potongan kata atau disebut dengan token [7]. Ada dua tahapan yang dilakukan pada *text processing* yaitu *cleaning* dan *tokenizing*.

Cleaning merupakan proses untuk membersihkan karakter-karakter dari yang tidak dibutuhkan, misalnya seperti emoticon [7]. Sedangkan *tokenizing* merupakan proses pemisahan kata dalam sebuah kalimat menjadi kata tunggal [7].

Proses berikutnya merupakan *stopword removal* yaitu dengan menghilangkan kata-kata umum atau penghubung yang tidak digunakan seperti “dan”, “ini”, serta “itu”, dan *case folding* untuk mengubah huruf kapital menjadi huruf kecil [7]. *Stopword* ini sangat berguna dalam proses pertama ini agar proses perhitungan tidak berat [7].

Pembobotan kata dilakukan untuk menghitung nilai kemunculan dari masing-masing token didalam dataset yang sama dengan kata kunci atau data uji [7]. Berikut ini merupakan perhitungan pembobotan kata.

B. Term Frequency (TF)

Term Frequency digunakan untuk menghitung nilai berdasarkan banyaknya kemunculan dari kata dasar atau token tersebut, semakin besar nilai kemunculan maka akan mempengaruhi nilai akhir atau bobot dan nilai kesesuaian [7]. Rumus (1) merupakan implementasi perhitungan dari *Term Frequency*, dimana nilai dari $TF(d, t)$ merupakan nilai dari frekuensi atau *term* dan teks.

$$W(d, t) = TF(d, t) \quad (1)$$

C. Invers Document Frequency (IDF)

Invers Document Frequency merupakan proses dimana digunakan untuk melanjutkan perhitungan *TF* yaitu menghitung persebaran term pada data penelitian [7]. Distribusi *term* yang tidak merata mempengaruhi optimalisasi perhitungan bobot pada dataset. Peran frekuensi untuk dataset adalah untuk mengurangi *prevalensi* istilah-istilah yang terlalu menyekat.

Apabila terdapat nilai *Frekuensi Dokumen (DF)* di bawah ambang batas, maka periode tersebut tidak dihitung.

Oleh karena itu, disimpulkan bahwa semakin rendah nilai *Document Frekuensi (DF)*, maka semakin tinggi pula nilai *Inverse Document Frekuensi (IDF)* [7]. Metode *TF-IDF* ini dalam penerapannya menggunakan dua parameter pembobotan yaitu parameter pembobotan dari kata kunci yang terdapat pada dataset dan parameter bobot kata dengan mempertimbangkan jumlah kemunculan kata [7]. Persamaan perhitungan *IDF* ditunjukkan pada Rumus (2)

$$\text{idf}_t = \log_{10}(N/DF) \quad (2)$$

Variabel *DF* merupakan banyaknya dataset atau data yang memuat *t* dan *N* merupakan jumlah keseluruhan dari total dataset yang digunakan. Nilai ini akan berjalan menghitung sampai dengan banyaknya data yang dimiliki.

D. TF.IDF Weighting

Pada tahapan ini merupakan tahapan terakhir dalam penentuan bobot, dimana nilai *TF* akan dikalikan dengan nilai *idf* untuk mendapatkan nilai bobot. Perhitungan 3 merupakan implementasi dari perhitungan bobot.

$$W_{t,d} = TF_{(d,t)} \times \text{idf}_t \quad (3)$$

Nilai dari $W_{t,d}$ merupakan hasil yang nantinya dibandingkan dengan nilai bobot kata kunci [7]. Jika nilai dari persamaan dataset lebih tinggi daripada nilai bobot kata kunci maka tergolong *spam*.

3 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *TF IDF* untuk melakukan *spam preference ranking* pada sistem informasi pengaduan perusahaan berbasis web. Penelitian ini melakukan studi literatur melalui berbagai *database* ilmiah untuk mendapatkan kajian pustaka dari berbagai penelitian sebetulnya dan menemukan metode yang tepat untuk digunakan pada penelitian. Kemudian, penelitian ini melakukan analisis kebutuhan sistem pengaduan, pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi, pengujian sistem, evaluasi penelitian, dan pembuatan kesimpulan.

A. Analisis Kebutuhan Sistem

Pada proses pencarian kebutuhan yang dibutuhkan peneliti telah melakukan wawancara dan observasi terlebih dahulu kepada lingkungan yang akan dilakukan penelitian [10], yaitu perusahaan XYZ, agar dapat menentukan kebutuhan yang diperlukan untuk proses pengembangan sistem.

Kebutuhan fungsional sangat dibutuhkan dalam proses perancangan sistem untuk mengetahui

secara detail proses dan informasi yang akan diterapkan pada sistem tersebut [11]. Sistem pengaduan ini memiliki aktor utama yaitu pengguna untuk melakukan pengaduan terbuka atau tertutup (*anonym*), pimpinan lembaga yang berguna untuk menerima dan memvalidasi pengaduan, dan admin untuk menjalankan perintah yang ditujukan dari pimpinan terhadap pengaduan tersebut. Hasil analisis kebutuhan fungsional menghasilkan dua puluh item kebutuhan yang dapat diimplementasikan.

Kebutuhan non fungsional juga diperlukan dalam pengembangan sebuah sistem, kebutuhan non fungsional ini berguna untuk melihat kualitas dari sistem tersebut [12]. Kebutuhan non fungsional meliputi *reliability*, *avaibility*, *security*, *maintanability*, *performance*, *quality*.

B. Pengumpulan Data

Penelitian ini membutuhkan dataset yang digunakan sebagai pembanding antara pengaduan yang masuk dengan *spam*. Data yang digunakan merupakan data didapatkan dari *Kegle* yang bersifat *open source* dan mempunyai format *.csv* sebanyak 5566 data kalimat bahasa Inggris dengan kategori *spam* dan tidak *spam*. Dari data tersebut dilakukan pengambilan 500 data untuk dilakukan proses terjemahan kedalam bahasa Indonesia.

Setiap dataset dilakukan proses *Preprocessing* hingga pada tahap *Stemming* [7]. Proses tersebut digunakan untuk menghilangkan semua kata yang terdapat imbuhan dan menghapus kata tidak penting hingga hanya ditemukan kata dasar [7]. Kata dasar tersebut dapat dijadikan kunci untuk menentukan bobot setiap kata untuk dilakukan proses perhitungan *TF-IDF* tersebut [7].

C. Perancangan Sistem

Proses perancangan sistem dilakukan dengan membuat berbagai rancangan diagram untuk mendukung pengembangan sistem informasi pengaduan berbasis web. Rancangan diagram yang dibuat adalah diagram alur, diagram kasus penggunaan, diagram aktifitas, dan diagram urutan atau *sequence*.

D. Preprocessing

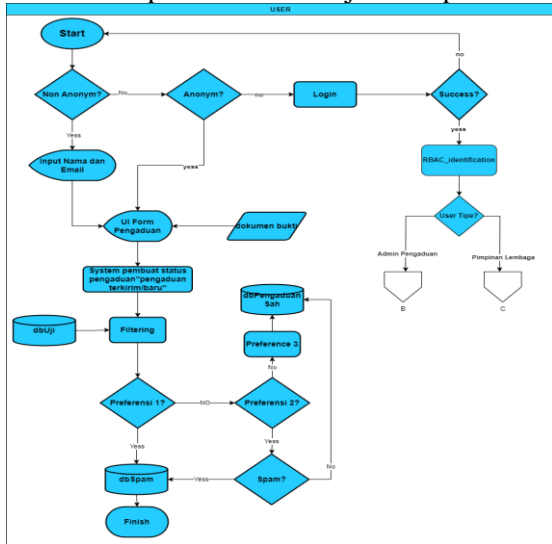
Dataset atau data penelitian dilakukan proses pembersihan dari kata kata dan karakter yang tidak digunakan dalam proses perhitungan [7]. Proses ini bersifat wajib yang bertujuan agar proses perhitungan bersih dari karakter karakter yang tidak diperlukan serta menghasilkan teks yang terstruktur [7].

E. Implementasi TF-IDF

Perhitungan *TF-IDF* ini digunakan untuk mencari tingkat kemiripan sebuah kalimat pengaduan dengan dataset *spam* yang telah disiapkan. Pada tahap ini dilakukan perhitungan dataset dengan dataset yang

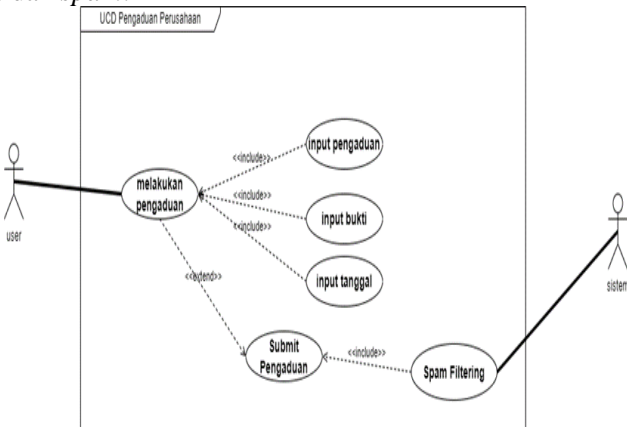
telah dibersihkan dari kata kata yang tidak digunakan [7]. Gambar 2 menunjukkan alur pengaduan dan perhitungan *TF-IDF*.

Gambar alur tersebut merupakan gambar alur dari proses pengaduan yang dikirimkan oleh *user* ketika menemui permasalahan yang ingin disampaikan kepada perusahaan. *User* dapat memilih sebagai *user* yang tidak ingin diketahui identitasnya maupun tidak, jika ingin diketahui identitasnya maka dapat menginputkan nama dan e-mail *user* agar diketahui oleh pihak perusahaan. Pengaduan yang telah dilakukan *submit* maka akan dilakukan perhitungan menggunakan *preference ranking* untuk menentukan pengaduan yang telah diinputkan tergolong *spam* atau tidak. Jika tergolong *spam* maka pengaduan tersebut tidak dilakukan proses tindak lanjut oleh perusahaan.



Gambar 2. Alur Proses Filtering Spam Preference Ranking

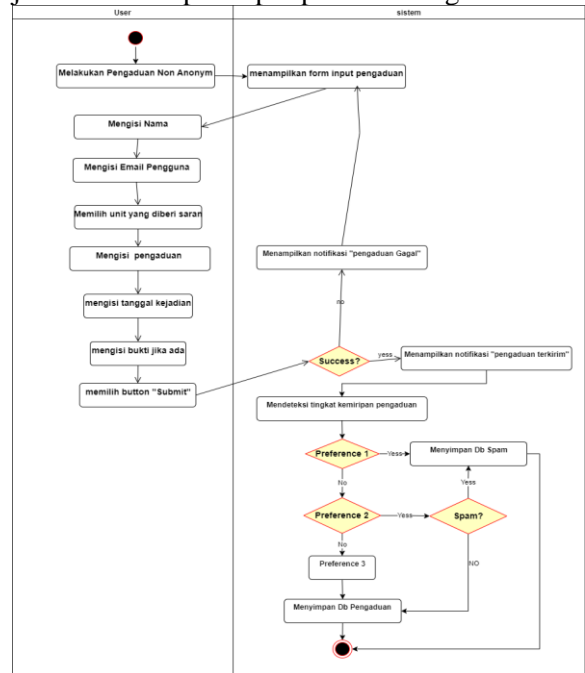
Gambar 3 merupakan *usecase* diagram dari user ketika menginputkan pengaduan. *Usecase* ini akan menjelaskan tentang hubungan antara user dengan sistem ketika user menginputkan pengaduan. Sistem akan bekerja untuk melakukan perhitungan *spam* dan melakukan kategorisasi pesan termasuk *spam* atau tidak *spam*.



Gambar 3. Usecase Diagram pengaduan

Gambar 4 merupakan *activity diagram* dari user ketika menginputkan pengaduan dan validasi

spam. validasi *spam* ini akan dilakukan oleh sistem dengan melakukan perhitungan perbandingan dengan *dataset*. pengaduan yang tergolong *spam* maka akan dimasukkan kedalam menu *spam*, pengaduan yang tidak tergolong *spam* maka akan dilakukan tindak lanjut untuk oleh pihak pimpinan lembaga.



Gambar 4. Activity Diagram Pengaduan

Dari perhitungan yang ditunjukkan pada Gambar 5, diatas dapat ditarik hasil akhir berupa urutan nilai dari pembobotan *TF-IDF* dimana nilai yang memiliki bobot terbesar merupakan data yang paling mirip dengan kata kunci, sehingga dapat digolongkan dengan kategori pengaduan *spam*.

tf	df	idf	idf*log D/df	w					
program	0	1	0	1	2	1,5	0,17609126	0	0,176
logika	0	1	0	0	1	3	0,47712125	0	0,477
semantik	1	1	0	1	2	1,5	0,17609126	0,176	0,176
ilmu	1	0	1	2	2	1,5	0,17609126	0,176	0,176
individu	0	0	1	0	1	3	0,47712125	0	0,477
transfer	0	0	0	1	1	3	0,47712125	0	4,77
df-jumlah dokumen yang mengandung kata token								0,352	0,528
D=jumlah dokumen									0,176
Hasil Ranking								0,176	0,528

Gambar 5. Perhitungan TF-IDF

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Spam

Perhitungan *spam* ini digunakan untuk membedakan pengaduan yang bersifat *spam* dan tidak, dimana hasil pengaduan yang tergolong *spam* akan masuk kedalam menu tersendiri. Kegunaan lain yaitu untuk mempermudah pengguna dalam menentukan pengaduan tersebut termasuk *spam* atau tidak.

Proses awal pengaduan adalah melakukan filterisasi pengaduan yang tergolong termasuk *spam*, maka diperlukan pembobotan nilai dari kata yang

terdapat dalam pengaduan untuk dilakukan perhitungan yang bertujuan untuk mendapatkan data yang valid.

Setelah dilakukan perhitungan pembobotan dengan metode *TF-IDF* maka didapatkan bobot terbesar diantara beberapa dataset yang memiliki kata yang sama dengan kata kunci. Maka proses selanjutnya yaitu penentuan preferensi dari hasil kemiripan dengan nilai kata kunci.

Pada tahap ini Proses *preference ranking* akan berjalan dimana jika nilai kata kunci lebih kecil daripada nilai dataset maka tergolong preferensi pertama yaitu *spam*. Jika nilai kata kunci sama dengan nilai dataset maka tergolong preferensi kedua yaitu kemungkinan *spam*. Jika nilai kata kunci lebih besar daripada nilai dataset maka pengaduan tergolong masuk ke preferensi ketiga yaitu tidak *spam*. Ketika pengaduan masuk kedalam preferensi ketiga maka akan dilanjutkan kedalam proses tindak lanjut pengaduan.

Gambar 6 merupakan form pengaduan yang dapat diisi oleh *user*. Form pengaduan ini ada dua jenis yaitu form pengaduan *anonym* dimana tidak ada identitas pengirim dan form pengaduan *non anonym* dimana pengirim harus mengisikan nama dan e-mail yang dimiliki. Setelah klik *submit* maka dilakukan proses *filtering spam* dengan metode *preference ranking* akan diproses. Proses ini dilakukan pada *controller* untuk menjalankan perhitungan *spam*.

Gambar 6. Form Pengaduan User

Gambar 7 merupakan sebagian dari dataset yang memiliki kategori *spam*. Dari dataset tersebut, terdapat kata-kata yang terkandung dalam kata kunci yang diinputkan. Sehingga dari kalimat dataset tersebut akan dilakukan proses *tokenizing* dan pembobotan setiap kata pada satu kalimat. Dari proses token dan pembersihan kata maka dilakukan tahap selanjutnya yaitu perhitungan *preference ranking*.

	id	dataUji
<input type="checkbox"/>	1	program logika dan semantik
<input type="checkbox"/>	2	ilmu antar individu
<input type="checkbox"/>	3	dalam program ilmu terdapat transfer ilmu semantik

Gambar 7. Dataset Uji

Gambar 8 merupakan hasil dari perhitungan pengaduan yang telah dikirim oleh *user* dan tergolong *spam*. Dari perhitungan tersebut maka dapat ditentukan pengaduan *spam* dan tidak *spam*. Pengaduan yang tergolong *spam* dapat dimasukkan kategori tidak *spam* oleh pimpinan perusahaan ketika ada kesalahan dalam proses filtering dari sebuah pengaduan yang seharusnya memang dilakukan tindak lanjut.

CODE	KATEGORI	UNIT	ADAL	TANGGAL	MES
KS-13	spam	Biro Rektorat	Pegawai	11 Oktober 2023 02:10:00	[Status]
KS-14	spam	Biro Rektorat	Mahasiswa	11 Oktober 2023 03:10:00	[Status]
KS-16	spam	Biro Akademik	Mahasiswa	12 Oktober 2023 08:10:00	[Status]

Gambar 8. Pengaduan Spam

Gambar 9 merupakan menu status pengaduan. Status pengaduan ini digunakan untuk user melakukan pengecekan pengaduan yang telah diterima oleh sistem. Terdapat beberapa status pengaduan yang dapat dilakukan oleh user yaitu status pengaduan spam, menunggu diproses, diterima, dan diproses.

No Pengaduan	Status Pengaduan
18	spam

Gambar 9 Status Pengaduan

B. Tindak Lanjut Pengaduan

Gambar 10 merupakan hasil dari pengaduan yang telah dilakukan tindak lanjut oleh pimpinan perusahaan. Proses dari tindak lanjut akan masuk kedalam admin pengaduan dimana bertugas untuk melaksanakan perintah dari pimpinan lembaga. Adapun jenis tindak lanjut yang diperintahkan pimpinan lembaga untuk dilaksanakan oleh admin pengaduan yaitu diskusi, verifikasi, dan investigasi.

NO	JENIS	UNIT	ADAL	TANGGAL	STATUS
KS-12	Keuangan	Biro Rektorat	Mahasiswa	9 Oktober 2023 06:10:00	Investigasi

Gambar 10. Pengaduan Tindak Lanjut Investigasi

C. Pengujian

Proses pengujian sistem yang dibangun pada penelitian ini menggunakan metode uji yaitu black-box. Blackbox testing berfokus pada kebutuhan fungsional pada software, berdasarkan pada spesifikasi kebutuhan dari software. Tabel 1 menunjukkan scenario pengujian blackbox dari 16 skenario yang mengacu pada kebutuhan fungsional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 95% data uji telah lulus pengujian dan dinyatakan berhasil.

No	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Login Sistem			
PS-01	Melakukan Login Pada Sistem	Login berhasil dan menampilkan halaman role user	Login Berhasil serta berhasil menampilkan halaman role user.
PS-02	Masuk sesuai role user	Menampilkan halaman Role user	Role user berhasil serta dashboard berhasil ditampilkan.
PS-03	Melakukan lupa password	Menampilkan halaman reset password untuk menginputkan email pengguna agar mendapat token untuk password.	Reset password berhasil ditampilkan dan token password terkirim ke email pengguna.
Melakukan pengaduan			
PS-04	Melakukan pengaduan	Menampilkan halaman pengaduan user	Pengaduan berhasil terkirim dan tersimpan dalam database.
PS-05	Melakukan Perhitungan Spam pengaduan	Dapat membedakan pengaduan tergolong spam atau tidak	Pengaduan berhasil dikelompokkan tergolong spam atau tidak.
Melakukan Validasi Pesan Pengaduan			
PS-06	Memilih jenis pengaduan	Dapat memilih jenis pengaduan	Berhasil memilih jenis pengaduan
PS-06.A	Melakukan validasi penerimaan pengaduan	Status pengaduan berubah menjadi "diterima"	Status berubah setelah dilakukan validasi
PS-07	Melihat detail pengaduan	Menampilkan halaman	Berhasil menampilkan

		detail pengaduan	detail pengaduan diterima.
PS-08	Mengubah unit pengaduan yang telah masuk.	Dapat mengubah Unit pengaduan yang tidak spam	Berhasil mengubah unit pengaduan.
Melihat History Pengaduan			
PS-09	Menampilkan history informasi diterima	Menampilkan halaman history pengaduan	Berhasil menampilkan history pengaduan.
Mengelola Hak Akses User			
PS-10	Menambahka n data akses user	Dapat menampilkan halaman tambah user	Berhasil menambahkan data user baru.
PS-10.A	Menampilkan detail user hak akses.	Dapat menampilkan detail hak akses user	Berhasil menampilkan data hak akses user.
PS-10.B	Mengubah data hak akses user	Dapat mengubah data hak akses user	Berhasil mengubah data hak akses user.
Mengelola Data Master Unit Pengaduan			
PS-11.A	Menambahka n unit pengaduan	Dapat menambahka n unit pengaduan.	Berhasil menambahkan unit pengaduan.
PS-11.B	Mengubah data master unit pengaduan	Dapat mengubah unit pengaduan	Berhasil mengubah data master unit pengaduan.
PS-11.C	Menghapus data master unit pengaduan	Dapat menghapus data master unit pengaduan	Berhasil menghapus data master unit pengaduan
Melakukan Rekomendasi Tindak Lanjut			
PS-12	Memilih Rekomendasi tindak lanjut	Dapat memilih tindak lanjut pengaduan	Berhasil memilih rekomendasi tindak lanjut
Menampilkan daftar Rekomendasi			
PS-13	Menampilkan daftar pengaduan diskusi	Dapat melihat daftar pengaduan rekomendasi diskusi	Berhasil melihat halaman daftar pengaduan diskusi.
PS-14	Menampilkan daftar pengaduan investigasi	Dapat menampilkan daftar pengaduan rekomendasi investigasi	Berhasil melihat halaman daftar pengaduan investigasi.
PS-15	Menampilkan daftar pengaduan verifikasi	Dapat menampilkan daftar pengaduan	Berhasil melihat halaman daftar pengaduan verifikasi.

		rekomendasi verifikasi	
PS-16	Menampilkan daftar pengaduan diabaikan	Dapat menampilkan daftar pengaduan rekomendasi diabaikan	Berhasil melihat halaman daftar pengaduan diabaikan.

5. SIMPULAN

Penelitian ini menggunakan metode *Preference Ranking* untuk melakukan filtering pada sistem pengaduan. Filtering ini bertujuan untuk menyaring pengaduan yang bersifat *spam*. Dengan adanya filtering *spam* pada sistem pengaduan ini dapat memudahkan pimpinan untuk membedakan pengaduan yang bersifat *spam* dan pengaduan yang bukan *spam*.

Namun proses filtering *spam* ini hanya dapat menggunakan dataset yang berbahasa indonesia, jika ditambahkan dataset berbagai bahasa maka proses perhitungan akan menjadi tidak akurat. Maka dari itu agar proses filtering *spam* ini berjalan secara maksimal maka diperlukan pengolahan dataset ke satu bahasa agar tidak terjadi dataset yang rancu ketika proses perhitungan dijalankan.

Hasil penelitian ini berkontribusi secara akademik pada penerapan metode algoritma *preference ranking* dibidang pendidikan. Selain itu penelitian ini juga sangat berkontribusi dalam bidang industri dengan adanya sistem pengaduan yang dapat mempermudah penerimaan pengaduan yang sebelumnya masih dilakukan secara manual. Sehingga proses pengaduan yang menjadi lebih terstruktur dan terarsip dengan baik. Penelitian ini yang dilakukan oleh penulis masih terdapat kekurangan. Metode *pre-processing* dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya untuk memperbaiki kekurangan penelitian dalam hal pengolahan data awal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. D. N. Times and Y. D, "Perusahaan: Pengertian, Unsur, Bentuk, Jenis, dan Tujuan," IDN Times. Accessed: Aug. 26, 2023. [Online]. Available: <https://www.idntimes.com/business/economy/yunisda-dwi-saputri/apa-itu-perusahaan>
- [2] Nofyat, A. Ibrahim, and A. Ambarita, "Sistem Informasi Pengaduan Pelanggan Air Berbasis Website Pada PDAM Kota Ternate," 2018.
- [3] L. Marlinda and S. S.W., "Sistem Recommender Program Studi Fmipa Menggunakan Metode Preference Rankin Organization for Enrichment Evaluation (Promethee)," in *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2017 UNJ*,

- Pendidikan Fisika dan Fisika FMIPA UNJ, 2018.
- [4] B. Damanik and S. Sibagariang, "Penerapan Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation (Promethee) Dalam Evaluasi Kinerja Dosen (Studi Kasus: Univ. Sari Mutiara Indonesia)," *KOMIK Konf. Nas. Teknol. Inf. Dan Komput.*, vol. 2, no. 1, Oct. 2018.
- [5] H. Herwanto, N. L. Chusna, and M. S. Arif, "Klasifikasi SMS Spam Berbahasa Indonesia Menggunakan Algoritma Multinomial Naïve Bayes," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 4, p. 1316.
- [6] B. Hartanto, S. Harjanto, and S. Tomo, "Sistem Informasi Penentuan Guru Baru Di Sekolah Dengan Menerapkan Metode Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation," vol. 2, no. 1, 2023.
- [7] R. Dwiyanaputra, G. S. Nugraha, F. Bimantoro, A. Aranta, and J. Majapahit, "deteksi sms spam berbahasa indonesia menggunakan tf-idf dan stochastic gradient descent classifier," vol. 3, no. 2, 2021.
- [8] Herfandi, Yuliadi, S. N. Abdillah, and E. S. Susanto, "rancang bangun sistem informasi pengaduan layanan sarpras di universitas teknologi sumbawa berbasis web," *J. Inform. Teknol. Dan Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 308–315, Feb. 2021.
- [9] W. N. Chandra, G. Indrawan, and I. N. Sukajaya, "Spam Filtering Dengan Metode Pos Tagger Dan Klasifikasi Naïve Bayes".
- [10] A. Hermanto, I. Dzikria, and F. Narulita Friska, "Peningkatan Kompetensi Petugas Klinik Dalam Menggunakan Aplikasi Perkantoran Untuk Meningkatkan Pelayanan Pasien," 2021.
- [11] Y. Rahmanto, S. Hotijah, and . Damayanti, "Perancangan Sistem Informasi Geografis Kebudayaan Lampung Berbasis Mobile," *J. Data Min. Dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, p. 19, Aug. 2020, doi: 10.33365/jdmsi.v1i1.805.
- [12] H. Hu *et al.*, "Semantic modelling and automated reasoning of non-functional requirement conflicts in the context of softgoal interdependencies," 2015.

Perancangan Dan Implementasi Aplikasi Pembelajaran Membaca Dan Berhitung Untuk Anak Usia Dini Berbasis Android

Yulius Dani Eko Saputro¹⁾, Stephanus Surijadarma Tandjung²⁾

Prodi Ilmu Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Darma Cendika,
Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.201, Klampis Ngasem, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

60117Telp : (031) 5914157, 5946482, Fax : (031) 5939625

Website: <https://ukdc.ac.id/>, E-mail: yulius.saputro@student.ukdc.ac.id¹⁾, stephanusst@ukdc.ac.id²⁾

Abstrak

Tren dunia pendidikan saat ini dari pendidikan tradisional menjadi pendidikan modern dengan menggunakan teknologi informasi yang baru. Penulis merancang sebuah aplikasi media pembelajaran untuk anak-anak agar mereka dapat meningkatkan dan mengembangkan kemampuan belajar. Dengan dibuatnya aplikasi ini, maka para orang tua dapat membimbing dalam pembelajaran. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang aplikasi untuk meningkatkan kemampuan pembelajaran dengan menggunakan Metode Waterfall. Metode Waterfall adalah pendekatan pengembangan perangkat lunak yang berurutan, dengan proses yang berjalan secara berurutan dari tahap ke tahap, melalui fase-fase Requirements, Design, Implementation, Verification, dan Maintenance. Hasil yang didapatkan adalah terciptanya sebuah aplikasi media pembelajaran membaca dan berhitung berbasis android, dimana aplikasi ini terdiri dari beberapa fitur menarik yang dapat membantu anak-anak rentang usia 4-9 tahun. Fitur dalam aplikasi ini dikemas dengan perhitungan sederhana, membaca huruf, dan pengenalan angka. Untuk mengukur aplikasi yang dibangun layak digunakan adalah dengan melakukan uji coba aplikasi kepada 20 responden dan setiap responden mengisi kuesioner yang terdiri dari 10 pertanyaan. Berdasarkan hasil analisis datanya diperoleh skor 78,625 yang artinya aplikasi ini layak untuk digunakan oleh anak-anak baik dari segi tampilan, maupun kontennya.

Kata kunci : Aplikasi Pembelajaran, Android, Metode Waterfall

Abstract

The current trend in the world of education is from traditional education to modern education using new information technology. The author designed a learning media application for children so that they can improve and develop their learning abilities. By making this application, parents can guide them in learning. The aim of this research is to design an application to improve learning abilities using the Waterfall Method. The Waterfall method is a sequential software development approach, with a process that runs sequentially from stage to stage, through the Requirements, Design, Implementation, Verification and Maintenance phases. The results obtained are the creation of an Android-based reading and arithmetic learning media application, where this application consists of several interesting features that can help children aged 4-9 years. The features in this application are packed with simple calculations, reading letters, and number recognition. To measure the application that is built as suitable for use, it is done by testing the application on 20 respondents and each respondent fills out a questionnaire consisting of 10 questions. Based on the results of the data analysis, a score of 78.625 was obtained, which means this application is suitable for use by children both in terms of appearance and content.

Keyword : Learning Application, Android, Waterfall Method

1 PENDAHULUAN

Perkembangan globalisasi dapat mengarahkan perubahan dalam dunia pendidikan, mulai dari pendidikan tradisional hingga pendidikan yang lebih modern dengan pemanfaatan teknologi informasi terkini. Dalam metode pembelajaran tradisional memiliki beberapa kekurangan, seperti pembelajaran yang bersifat satu arah, cenderung monoton, dan membuat peserta didik menjadi pasif. Di sisi lain, pendekatan modern saat ini lebih mengandalkan teknologi agar anak-anak usia dini mudah beradaptasi.

Perkembangan teknologi dalam konteks pendidikan adalah suatu hal yang alami dan penting untuk mencapai sebuah tujuan sistem pendidikan yang baik maupun berkualitas.

Dunia pendidikan saat ini, anak-anak lebih suka membawa smartphone daripada buku atau sejenis lainnya untuk media pembelajaran mereka. Dalam dunia pendidikan khususnya anak usia dini dan masih banyak anak-anak yang kurang tertarik dalam belajar dari buku-buku meskipun desain dari buku tersebut sudah menarik dan bagus, menurut penelitian yang

lainnya oleh [1], dengan judul Perancangan Game Edukasi Pembelajaran Membaca Berbasis Android. Dalam penelitian ini, peneliti membuat aplikasi sebagai sarana media pembelajaran anak-anak yang dapat memberikan dampak positif dalam pendidikan dan dapat memberikan kemudahan dalam belajar. Penelitian yang dilakukan oleh [2], dengan judul Perancangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Arab Berbasis Android. peneliti mengembangkan sebuah aplikasi sebagai alat untuk mendukung masyarakat dalam belajar bahasa Arab secara aktif, yang bisa diakses dan digunakan melalui ponsel pintar.

Penelitian yang lainnya oleh [3], dengan judul Analisa Dan Perancangan Aplikasi Pembelajaran Matematika Berbasis Android. peneliti menciptakan sebuah aplikasi berbasis Android yang bertindak sebagai alat bantu pembelajaran matematika dasar, dengan harapan dapat memberikan bantuan kepada siswa sekolah dasar dalam memahami matematika. Penelitian yang lainnya oleh [4], dengan judul Aplikasi Media Pembelajaran Pengenalan Angka Dan Huruf Untuk Anak Usia Dini Menggunakan *Augmented Reality* Berbasis Android. Dalam penelitian ini, sistem *Augmented Reality* (AR) berbasis Android digunakan oleh peneliti untuk mendeteksi dan menampilkan angka serta huruf 3D di atas marker yang teridentifikasi. Pendekatan yang diterapkan dalam studi ini memiliki signifikansi pendidikan yang tinggi sebagai sumber pengajaran bagi anak-anak prasekolah, dapat dimanfaatkan oleh para pendidik maupun keluarga.

Penelitian yang lainnya oleh [5], dengan judul Perancangan Aplikasi Multimedia Dongeng Nusantara Berbasis Android. Dalam penelitian ini, peneliti mengembangkan aplikasi dongeng nusantara yang dapat digunakan anak-anak maupun guru. Aplikasi ini diharapkan dapat memberikan manfaat positif dengan mempermudah para guru dalam menceritakan dongeng-dongeng nusantara atau menampilkan video dongeng tersebut. Penelitian yang lainnya oleh [6], dengan judul Rancang Bangun Aplikasi Iqro Berbasis Android. Dalam penelitian ini, peneliti menciptakan aplikasi berbasis Android yang bertindak sebagai alternatif media pembelajaran untuk memahami iqro' dengan cara yang lebih interaktif, sehingga memudahkan proses pembelajarannya. Penelitian yang lainnya oleh [7], dengan judul Aplikasi Game Pendidikan Berbasis Android Untuk Memperkenalkan Pakaian Adat Indonesia. Dengan penelitian ini, peneliti mengembangkan sebuah aplikasi Android yang menarik dan berkualitas untuk memperkenalkan kekayaan budaya Indonesia, dengan menyertakan informasi mengenai 34 jenis pakaian adat.

Penelitian yang lainnya oleh [8], dengan judul Media Pembelajaran Menulis Puisi Berbasis Aplikasi

Android Untuk Siswa SMA. Dalam penelitian ini, peneliti mengembangkan aplikasi pembelajaran menulis puisi berbasis Android dilakukan dengan tujuan menciptakan aplikasi yang berkualitas dan dapat digunakan dalam proses belajar. Dalam upayanya memastikan aplikasi ini bermanfaat, maka peneliti merancang aplikasi yang dapat mendukung kegiatan belajar dengan fitur-fitur inovatif dan menarik. Penelitian yang lainnya oleh [9], dengan judul Aplikasi Mobile Game Edukasi Matematika Berbasis Android. Dalam penelitian ini, peneliti menciptakan sebuah aplikasi permainan matematika dengan tujuan untuk membangkitkan minat anak-anak sebaya siswa Sekolah Dasar dalam mempelajari matematika.

Penelitian yang lainnya oleh [10], dengan judul Pengembangan Game Edukasi Mobile *Augmented Reality* untuk Membantu Pembelajaran Anak dalam Membaca, Menulis, dan Berhitung. peneliti mengembangkan permainan pendidikan guna meningkatkan minat belajar anak-anak terhadap aktivitas pendidikan dengan harapan bahwa peserta penelitian akan merasa tertarik untuk berpartisipasi dalam permainan tersebut. Penelitian yang lainnya oleh [11], dengan judul Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Android Di Kelas 4 Sekolah Dasar. Pada saat penelitian ini, peneliti mengembangkan media pembelajaran matematika SD ini dengan tujuan menciptakan alternatif media pembelajaran efektif yang dapat digunakan untuk belajar mandiri oleh peserta didik, dengan harapan meningkatkan hasil belajar mereka.

Penelitian yang lainnya oleh [12], dengan judul Perancangan Media Siap Un Matematika Smp Berbasis Android. Dalam penelitian ini, peneliti mengembangkan aplikasi edukatif untuk latihan soal-soal ujian nasional berbasis Android, terutama untuk siswa SMP. Penelitian yang lainnya oleh [13], dengan judul Perancangan Game Edukasi Matematika Bangun Ruang Untuk Siswa SMP Berbasis Android. Pada saat penelitian ini, menciptakan game edukatif matematika tentang bangun ruang yang bertujuan untuk meningkatkan semangat dan motivasi belajar siswa, sekaligus meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi bangun ruang dalam matematika. Untuk memperluas pengembangan aplikasi yang telah ada dalam penelitian sebelumnya, maka penulis menciptakan sebuah aplikasi pembelajaran membaca dan berhitung berbasis android yang bertujuan untuk anak dalam rentang usia 4-9 tahun. Dengan pembuatan aplikasi pembelajaran ini, diharapkan anak rentang usia lebih mudah memahami keterampilan membaca dan berhitung karena mereka dapat belajar sambil bermain. Hasil penelitian ini, diharapkan orang tua akan dapat lebih efektif dalam mengajar anak-

anak prasekolah membaca dan berhitung dengan memanfaatkan aplikasi berbasis Android. Hal ini akan memberikan kontribusi positif dalam upaya pengembangan keterampilan literasi dan numerasi pada usia dini.

2 LANDASAN TEORI

A. Android Studio

Menurut [14], Android Studio merupakan *Integrated Development Environment (IDE)* yang dirancang khusus untuk pengembangan aplikasi Android, dan *IDE* ini didasarkan pada platform *IntelliJ IDEA*. Android studio mendukung bahasa Java untuk pemrograman utama dan menggunakan XML untuk merancang tampilan. *IDE* ini terintegrasi dengan Android SDK untuk mengirim aplikasi ke perangkat Android.

B. JDK (*Java Development Kit*)

Java Development Kit adalah sistem yang diperlukan dalam mengembangkan aplikasi Android yang menggunakan bahasa Java. *JDK* merupakan sebuah lingkungan yang dimana program dijalankan yang berfungsi di dalamnya terdapat bagian sistem operasi. [15]. Programmer biasanya menggunakan *JDK* untuk melakukan sebuah kompilasi, memperbaiki kesalahan, dan mengeksekusi tambahan program yang ditulis dalam bahasa Java.

C. Bahasa Java

Java merupakan bahasa pemrograman yang diciptakan oleh James Gosling, pertama kali dirilis pada 1995, meskipun mengadopsi sintaksis dari C dan C++. Java menawarkan model objek sederhana dengan dukungan minimal untuk rutinitas atas bawah. Keunggulan utamanya adalah kemampuannya berjalan diberbagai platform dan perangkat [16].

D. XML

XML (*eXtensible Markup Language*) adalah format data berbasis teks yang digunakan oleh pengembang untuk menggambarkan, mengirim, dan menukar data terstruktur antara berbagai aplikasi. Ini memungkinkan manipulasi dan presentasi data. XML juga mampu mengidentifikasi, menukar, dan memproses data dari berbagai platform database dan sistem operasi dengan cara yang umum.

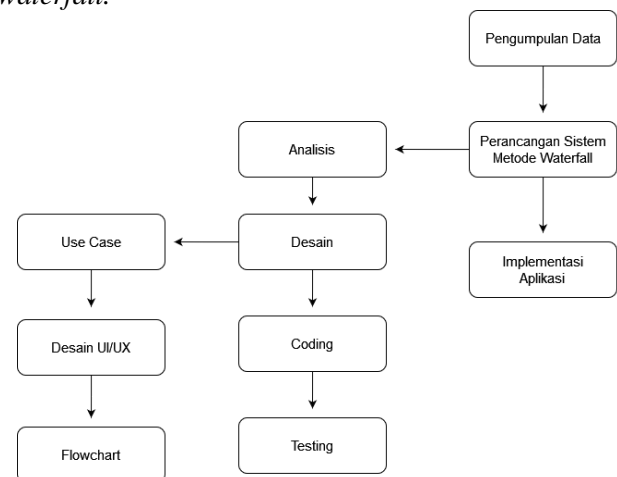
3 METODE PERANCANGAN

Dalam metode penelitian ini, terdapat serangkaian langkah yang harus dijalankan untuk mengumpulkan informasi dan data yang dapat membantu memecahkan masalah serta menemukan solusi terhadap masalah yang ada. Data yang

dikumpulkan mencakup studi pustaka, jurnal dan artikel yang disusun oleh pakar-pakar yang telah melakukan penelitian sebelumnya. Data yang dikumpulkan ini sangat berharga dalam perancangan aplikasi media pembelajaran untuk anak-anak usia dini, sebagaimana dilakukan oleh peneliti sebelumnya, contoh penelitian yang dilakukan oleh [17] dengan judul Aplikasi Edukasi Kuis Matematika Untuk Tingkat Sekolah Menengah Pertama Berbasis Android.

Dalam pengembangan aplikasi media pembelajaran pendidikan untuk anak usia dini, terdapat sejumlah tahapan dan proses yang harus diikuti. Tujuannya adalah untuk memastikan penelitian ini dilaksanakan dengan baik sesuai dengan tujuannya. Peneliti menggunakan metode *waterfall* untuk melaksanakan penelitian ini. Pendekatan *waterfall* merupakan metode dalam mengembangkan sistem aplikasi yang berurutan atau mengalir secara berjenjang.

Adapun tahapan metode *waterfall* yaitu *requirements, desain, implementation, verification* dan *maintenance*. Berikut ini adalah tahapan-tahapan perancangan aplikasi pembelajaran membaca dan berhitung berbasis android menggunakan metode *waterfall*.



Gambar 1 Tahapan Perancangan Menggunakan Metode *Waterfall*

- Analisis sistem sebelumnya digunakan sebagai dasar dalam pembuatan aplikasi ini. Penulis menciptakan aplikasi ini dengan tujuan menjadikannya sebagai alat yang sangat penting dan efektif, terutama bagi orang tua dan anak-anak usia dini sebagai contohnya.
- Tahapan perancangan sistem atau desain adalah Proses desain akan mengubah kebutuhan menjadi rancangan aplikasi yang dapat diprediksi hasilnya sebelum dijalankan. Fokusnya adalah di dalam aspek-aspek prosedural, seperti *flowchart* aplikasi, diagram aplikasi, dan desain UI/UX.

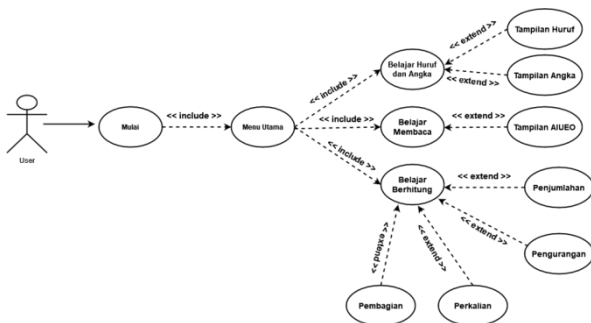
- c) Tahapan implementasi aplikasi merupakan Implementasi aplikasi adalah tahap praktis dalam pengembangan aplikasi dimana desain akan direalisasikan dalam bentuk kode pemrograman. Kode pemrograman terdiri dari modul-modul yang akan diintegrasikan menjadi aplikasi untuk memastikan bahwa semua persyaratan perangkat lunak telah terpenuhi dengan baik.
- d) Tahapan *testing* dan *maintenance* adalah tahapan tahap akhir dalam pembuatan aplikasi, di mana sistem diuji kepada pengguna.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Sistem

Perancangan aplikasi ini menggunakan *Unified Modeling Language (UML)*. UML merupakan bahasa pemodelan yang digunakan untuk menggambarkan sistem atau aplikasi yang berorientasi objek. UML dapat mendukung dalam menggambarkan jalur sistem yang direncanakan melalui simbol-simbol dalam diagram. Selain UML ini, adapun tahap perancangan sistem ini juga terdapat penggunaan *flowchart* dan desain UI/UX.

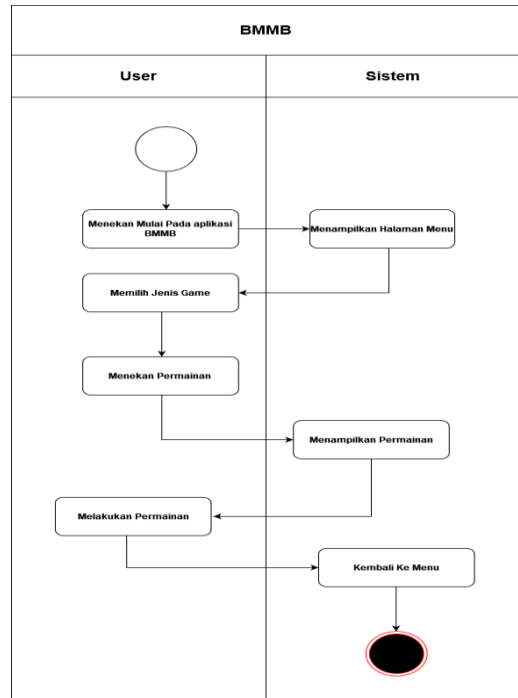
- **Diagram Use Case**
 Diagram *Use Case* adalah model representasi yang mengilustrasikan tindakan apa yang akan dijalankan oleh sistem, siapa yang akan terlibat sebagai aktor, dan juga menggambarkan relasi antara aktor dengan elemen-elemen dalam diagram *use case* tersebut. *Gambar 2* berikut ini menunjukkan perancangan *use case* diagram untuk aplikasi belajar membaca dan berhitung anak-anak usia dini.



Gambar 2 Diagram Use Case

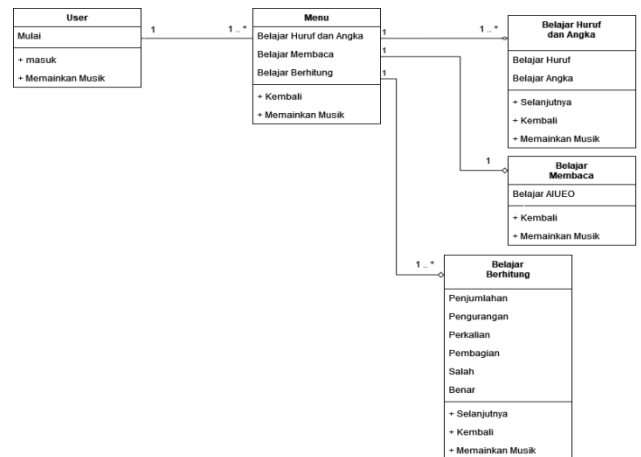
- **Diagram Activity**
 Diagram *Activity* adalah representasi model yang mengilustrasikan rangkaian tindakan dan urutan kegiatan dalam sistem, serta bagaimana setiap rangkaian dimulai dan berakhir. *Gambar 3* di bawah ini menunjukkan perancangan *activity* diagram untuk aplikasi media pembelajaran membaca

dan berhitung dari pengguna sampai ke sistem.



Gambar 3 Diagram Activity

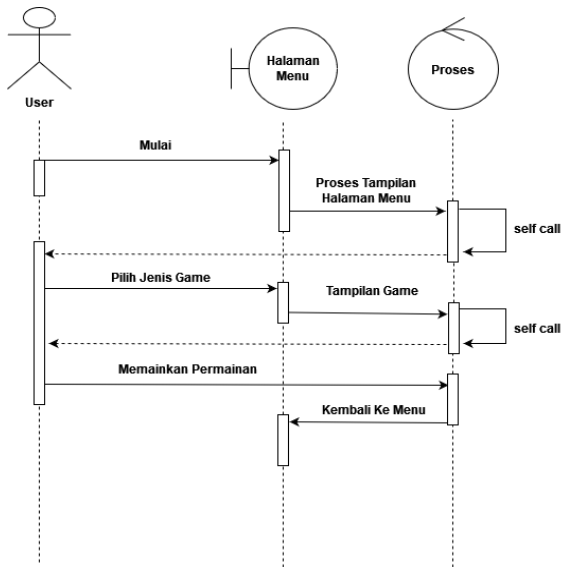
- **Diagram Class**
 Diagram *Class* adalah representasi grafis yang dapat mengilustrasikan struktur dan deskripsi dengan detail mengenai kelas, atribut, metode, serta hubungan antar objek dalam sistem. *Gambar 4* di bawah ini menunjukkan perancangan *class* diagram untuk aplikasi media pembelajaran membaca dan berhitung.



Gambar 4 Diagram Class

- **Diagram Sequence**
 Diagram *Sequence* yaitu representasi grafis yang digunakan untuk menjelaskan dan merencanakan interaksi antara objek-objek dalam sistem. *Gambar 5* di bawah ini menunjukkan perancangan *sequence* diagram

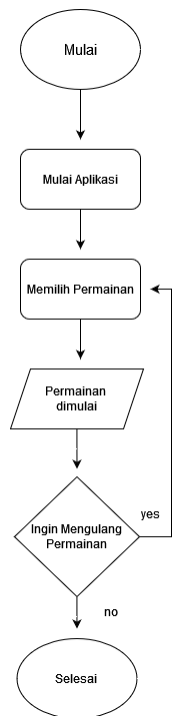
untuk aplikasi media pembelajaran membaca dan berhitung.



Gambar 5 Diagram Sequence

• Flowchart

Flowchart adalah representasi grafis dari aliran logika atau alur kerja yang digunakan untuk menggambarkan proses atau urutan tindakan dalam sistem atau program. Gambar 6 di bawah ini flowchart aplikasi belajar membaca dan berhitung.



Gambar 6 Flowchart Aplikasi

• Desain UI/UX

Desain UI/UX adalah proses perancangan desain tampilan UI atau (User

Interface) dan interaksi pengguna UX atau (User Experience) dalam sebuah aplikasi atau sistem. Tujuannya adalah untuk menciptakan tampilan dan pengalaman yang baik bagi pengguna, sehingga mereka dapat dengan mudah berinteraksi dengan aplikasi atau sistem tersebut. Dengan adanya desain UI/UX maka implementasi ke tahap menggunakan android studio akan mudah dalam penerapannya. Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12 dan Gambar 13 di bawah ini merupakan hasil dari desain UI/UX menggunakan figma.



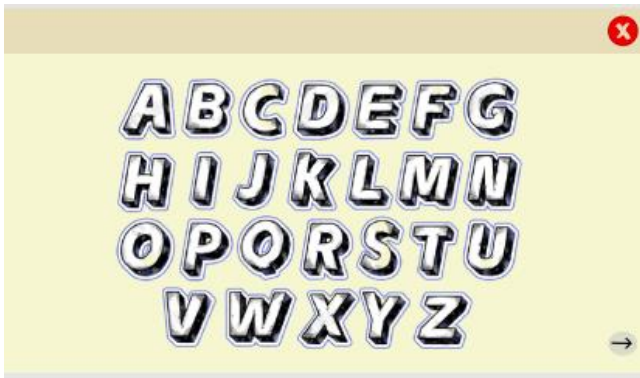
Gambar 7 Desain UI/UX Halaman Home

Gambar 7 merupakan tampilan awal atau tampilan home dari aplikasi, yang dimana aplikasi ini terdapat button untuk mulai serta logo aplikasi.



Gambar 8 Desain UI/UX Halaman Beranda

Gambar 8 merupakan tampilan kedua setelah halaman home dari aplikasi, yang dimana terdapat 3 pilihan yaitu belajar huruf dan angka, belajar membaca huruf vokal dan belajar berhitung. Halaman ini terdapat button home untuk mengembalikan ke halaman home atau awal.

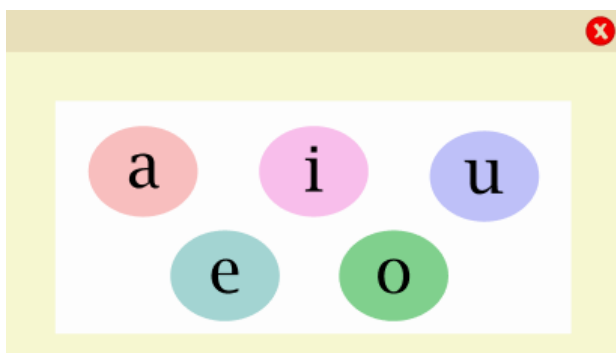


Gambar 9 Desain UI/UX Halaman Belajar Huruf



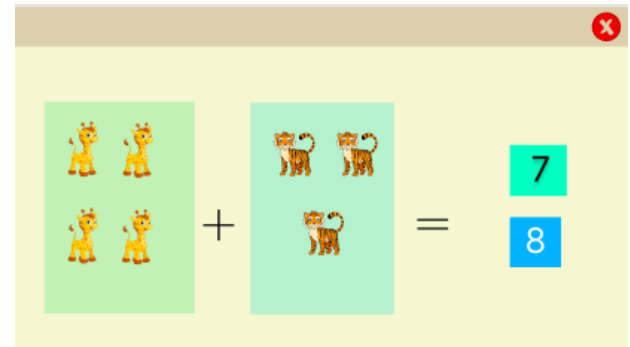
Gambar 10 Desain UI/UX Halaman Belajar Angka

Gambar 9 dan Gambar 10 merupakan tampilan dari halaman belajar huruf dan halaman belajar angka dari aplikasi. Halaman ini terdapat *button* silang untuk mengembalikan ke halaman beranda dan *button* selanjutnya untuk melanjutkan ke halaman angka.

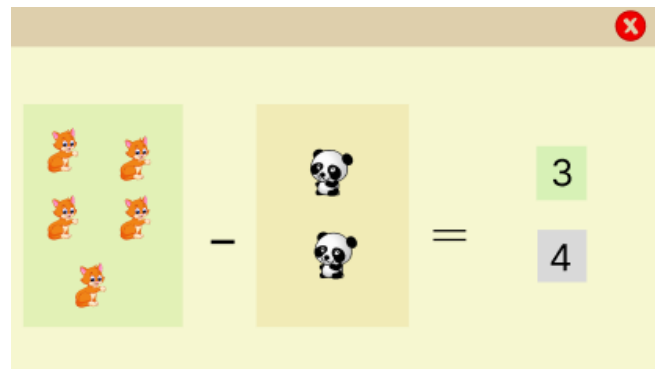


Gambar 11 Desain UI/UX Halaman Belajar Vokal

Gambar 11 merupakan tampilan dari halaman belajar vocal dari aplikasi, yang mana terdapat huruf-huruf vocal. Halaman ini terdapat *button* silang untuk mengembalikan ke halaman beranda.



Gambar 12 Desain UI/UX Halaman Belajar Penjumlahan



Gambar 13 Desain UI/UX Halaman Belajar Pengurangan

Gambar 12 dan Gambar 13 merupakan tampilan dari halaman belajar penjumlahan dan halaman belajar pengurangan. Halaman ini terdapat *button* silang untuk mengembalikan ke halaman beranda.

B. Hasil Implementasi dari Desain UI/UX

• Halaman Home

Halaman ini akan menampilkan halaman aplikasi *home* ketika dibuka pertama kali. Dalam Gambar 14 di bawah ini merupakan halaman menu awal atau *home* yang terdapat ikon, *button* mulai dan *button* untuk menyalakan musik atau suara nyanyian.



Gambar 14 Halaman Home

• Halaman Beranda

Halaman ini akan menampilkan halaman aplikasi beranda yang setelah di klik *button* mulai. Pada halaman ini berisi menu

belajar huruf dan angka, belajar membaca vokal, berhitung dan juga *button home* untuk mengembalikan dari halaman ke menu sebelumnya. *Gambar 15* di bawah ini menampilkan halaman beranda.



Gambar 15 Halaman Beranda

- Halaman Belajar Huruf dan Angka

Halaman ini akan menampilkan halaman belajar huruf dan angka yang mana halaman ini terdapat huruf, angka dan *button* suara. Adapun *button* untuk selanjutnya dan ada *button* untuk mengembalikan ke halaman beranda. *Gambar 16* dan *Gambar 17* di bawah ini menampilkan halaman belajar huruf dan angka.



Gambar 16 Halaman Belajar Huruf

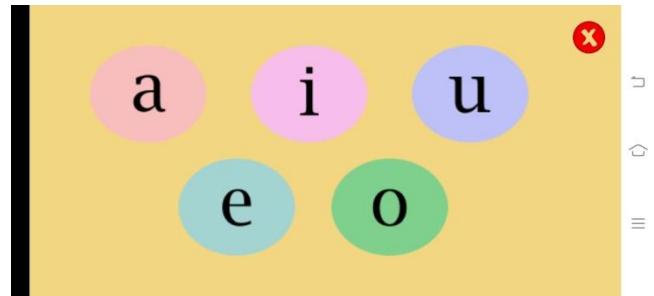


Gambar 17 Halaman Belajar angka

- Halaman Belajar Membaca Huruf Vokal

Halaman ini akan menampilkan halaman belajar membaca huruf vokal yang mana pada *button* huruf vokalnya bisa diklik dan mengeluarkan suara sesuai huruf yang diklik. Adapun *button* silang untuk mengembalikan ke halaman beranda. *Gambar*

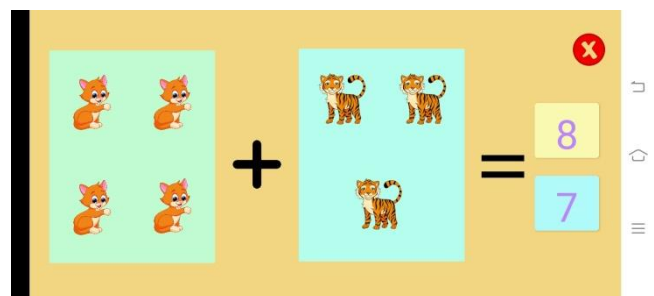
18 di bawah ini menampilkan halaman belajar membaca huruf vokal.



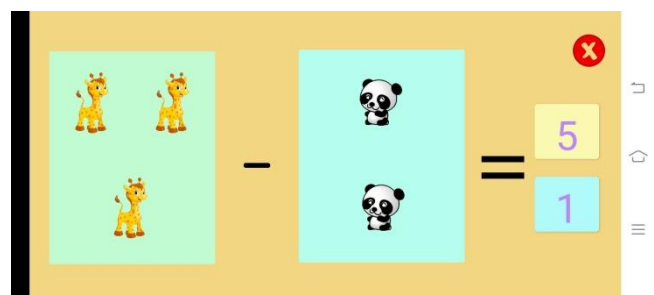
Gambar 18 Halaman Belajar Membaca Huruf Vokal

- Halaman Belajar Berhitung

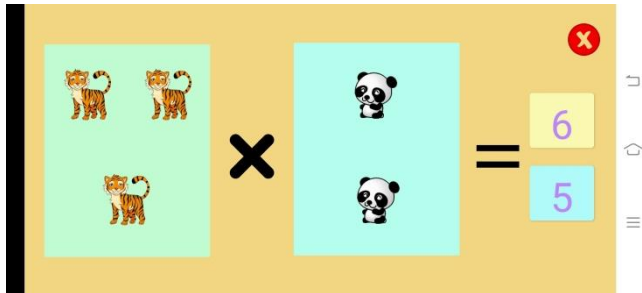
Halaman Belajar berhitung ini terdapat halaman penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian yang mana anak-anak harus melewati satu persatu halaman tersebut agar kembali ke tampilan halaman beranda. Adapun *button* silang untuk kembali pada tampilan halaman beranda. Halaman ini dilengkapi dengan fitur suara, jika pengguna salah dalam memilih jawaban maka akan mengeluarkan suara salah maka akan tetap dihalaman tersebut dan jika pengguna benar dalam memilih jawaban maka akan mengeluarkan suara benar maka pengguna dapat berpindah otomatis ke halaman selanjutnya. *Gambar 19*, *Gambar 20*, *Gambar 21* dan *Gambar 22* di bawah ini menampilkan halaman penjumlahan, halaman pengurangan, halaman perkalian dan halaman pembagian.



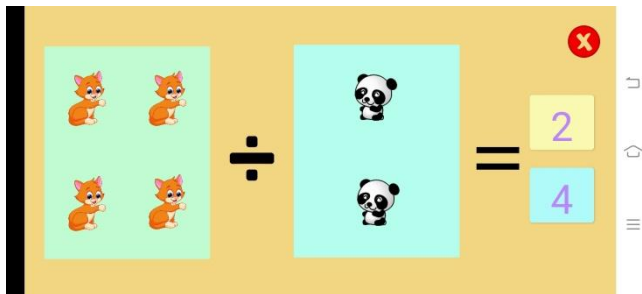
Gambar 19 Halaman Belajar penjumlahan



Gambar 20 Halaman Belajar pengurangan



Gambar 21 Halaman Belajar perkalian



Gambar 22 Halaman Belajar pembagian

C. Pengujian dengan *System Usability Scale* (SUS)

Evaluasi *Usability* dengan menggunakan *System Usability Scale* (SUS) adalah salah satu alat pengujian kegunaan yang paling terkenal pada tahun 1986. Ini adalah metode penilaian kegunaan yang efektif. Dalam pengujian menggunakan SUS, responden diminta untuk menjawab sepuluh pertanyaan dengan lima opsi jawaban. Skor SUS berkisar antara 0 hingga 100. Berikut adalah *Tabel 1* yang berisi 10 pertanyaan dari SUS untuk aplikasi belajar membaca dan berhitung anak-anak usia dini :

Tabel 1 Pertanyaan Menggunakan SUS

No.	Pertanyaan
1	Apakah aplikasi belajar membaca dan berhitung mudah dipahami untuk anak-anak usia dini?
2	Apakah aplikasi belajar membaca dan berhitung tidak mudah dioperasikan untuk anak-anak usia dini?
3	Apakah aplikasi belajar membaca dan berhitung efektif untuk anak-anak usia dini?
4	Apakah aplikasi belajar membaca dan berhitung kurang jelas untuk anak-anak usia dini?
5	Apakah tampilan aplikasi belajar membaca dan berhitung menarik untuk anak-anak usia dini?
6	Apakah tampilan warna aplikasi belajar membaca dan berhitung kurang menarik untuk anak-anak usia dini?
7	Apakah font dalam aplikasi belajar membaca dan berhitung menarik untuk anak-anak usia dini?
8	Apakah materi dalam aplikasi belajar membaca dan berhitung ini kurang bermanfaat untuk anak-anak usia dini?
9	Apakah materi dalam aplikasi belajar membaca dan berhitung sesuai dengan kebutuhan anak-anak usia dini?
10	Apakah fitur button dalam aplikasi belajar membaca dan berhitung dapat tidak mudah digunakan untuk anak-anak usia dini?

Seperti yang terlihat pada *Tabel 1* di atas, SUS menggunakan 5 opsi tanggapan yang melibatkan tingkat setuju, mulai dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju. Setiap pilihan dikaitkan dengan nilai skor dari 1 hingga 5. Berikut ini adalah *Tabel 2* yang menyajikan opsi jawaban dan skornya :

Tabel 2 Pilihan Jawaban beserta Skor

Jawaban	Skor
Sangat Tidak Setuju (STS)	1
Tidak Setuju (TS)	2
Cukup Setuju (CS)	3
Setuju (S)	4
Sangat Setuju (SS)	5

Setelah menghimpun informasi dari responden, langkah berikutnya adalah menjalankan perhitungan data tersebut. Ketika mengaplikasikan *System Usability Scale* (SUS), ada beberapa pedoman yang harus diikuti dalam menghitung skor SUS. Berikut adalah panduan-panduan perhitungan yang harus diikuti dalam kuesioner :

1. Nilai yang diberikan oleh responden akan dikurangkan 1 poin untuk setiap pertanyaan dengan nomor bilangan ganjil.
2. Hasil akhir akan dihitung dengan mengurangkan nilai yang diberikan oleh peserta dari 5 poin untuk setiap pertanyaan dengan nomor bilangan genap.
3. Skor akhir SUS dihitung dengan menjumlahkan semua penilaian pertanyaan, dan hasilnya akan dikalikan dengan faktor 2,5.

Peraturan ini berlaku untuk perhitungan skor pada tingkat individu untuk satu responden. Untuk menghitung skor SUS secara keseluruhan, skor rata-rata dihitung dengan menjumlahkan skor dari semua responden dan dibagi jumlah total responden yang berpartisipasi. Berikut ini perhitungan rumus untuk menghitung skor SUS :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \text{Skor Rata-Rata} \\ \sum x &= \text{Jumlah Skor SUS} \\ n &= \text{Jumlah Responden} \end{aligned}$$

Berikut ini *Tabel 3* adalah hasil yang diperoleh melalui kuesioner dari responden dengan menggunakan SUS dan mendapatkan skor akhir 78,625, maka aplikasi ini layak digunakan oleh anak-anak rentang usia dini, baik dari segi tampilan maupun kontennya.

Tabel 3 Hasil Skor SUS

Responden	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	Jumlah	Nilai
Jonathan	3	2	4	1	3	4	4	4	3	2	30	75
Andreas	4	1	3	3	3	3	3	1	3	4	28	70
Fianindra	3	2	4	4	3	4	3	3	4	3	33	82.5
Lourdesia	0	2	4	3	3	3	4	3	4	4	30	75
Melisa	4	2	3	4	4	4	4	2	3	1	31	77.5
Paskasius	3	4	3	4	3	2	4	4	3	4	34	85
Clara	3	2	4	3	3	3	4	3	4	3	32	80
Angelicha	3	4	3	4	4	4	3	4	3	2	34	85
Elisabeth	4	2	4	2	2	4	4	4	3	2	31	77.5
Yodi	3	3	4	1	4	2	3	4	4	4	32	80
Elisa	2	4	4	2	4	3	3	3	4	2	31	77.5
Miranda	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	32	80
Anna	2	3	4	3	4	2	3	4	3	2	30	75
Kusuma	4	3	3	3	4	2	3	3	4	4	33	82.5
Supriyono	4	2	3	4	3	4	4	3	3	2	32	80
Clarissa	3	2	3	4	3	1	4	3	4	3	30	75
Avilia	4	1	3	3	4	4	3	2	4	4	32	80
Danar	3	4	3	4	3	2	3	4	4	4	34	85
Wina	3	2	3	2	3	4	4	3	4	4	32	80
Renata	2	4	3	1	3	3	3	2	3	4	28	70
											Skor	78.625

5 SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi pembelajaran membaca dan berhitung berbasis Android untuk anak-anak usia dini membuka peluang untuk metode pembelajaran inovatif yang mendukung anak-anak dan orang tua dalam memahami membaca dan berhitung dengan lebih simpel.
2. Meskipun aplikasi ini memiliki potensi, penulis memberikan saran untuk melakukan perbaikan lebih lanjut, seperti menambahkan tingkat kesulitan atau fitur menulis di layar ponsel serta memperluas materi pembelajaran dengan konten yang lebih mendalam dan animasi yang lebih menarik.
3. Untuk mengukur kelayakan aplikasi ini, penulis melakukan uji coba dengan 20 responden yang mengisi kuesioner berisi 10 pertanyaan. Hasil analisis menunjukkan skor 78,625, yang mengindikasikan bahwa aplikasi ini layak digunakan oleh anak-anak, baik dari segi tampilan maupun kontennya.

KEPUSTAKAAN

- [1] J. Tiku Ali and A. Patombongi, "Perancangan Game Edukasi Pembelajaran Membaca Berbasis Android," *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2016, doi: 10.51876/simtek.v1i1.1.
- A. Ernawati and A. Saifudin, "Perancangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa arab Berbasis Android," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 3, no. 4, p. 249, 2018, doi: 10.32493/informatika.v3i4.2281.
- A. Ni Made, "Analisa dan Perancangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Inggris Dasar Berbasis Android," *J. IKRAITH-INFORMATIKA*, vol. 1, no. 3, pp. 107–115, 2020.
- N. Aprilia and R. Rosnelly, "Aplikasi Media Pembelajaran Pengenalan Angka Dan Huruf Untuk Anak Usia Dini Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android," *J. FTIK*, vol. 1, no. 1, pp. 967–980, 2020.
- A. Ismail, "Perancangan Aplikasi Multimedia Dongeng Nusantara Berbasis Android," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 10, no. 1, pp. 65–72, 2018, doi: 10.33096/ilkom.v10i1.244.65-72.
- C. Ariesta Letsoin, "Rancang Bangun Aplikasi

- Iqro' Berbasis Android," vol. 3, no. 1, pp. 1–55, 2019.
- [7] T. W. Candra Agustina, "Aplikasi Game Pendidikan Berbasis Android Untuk Memperkenalkan Pakaian Adat Indonesia," *J. Chinese Inst. Food Sci. Technol.*, vol. 15, no. 5, pp. 33–39, 2015, doi: 10.16429/j.1009-7848.2015.05.005.
- [8] A. H. Faisal, Nf. Zuriyati, and E. Leiliyanti, "MEDIA PEMBELAJARAN MENULIS PUISI BERBASIS APLIKASI ANDROID UNTUK SISWA SMA," *Kwangsan J. Teknol. Pendidik.*, vol. 8, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.31800/jtp.kw.v8n1.p1--17.
- [9] Y. Yulia, N. M. B. Purba, and J. Nasir, "Aplikasi Game Edukasi Matematika Berbasis Android," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 8, no. 2, pp. 101–112, 2019, doi: 10.33022/ijcs.v8i2.196.
- [10] B. N. Pelealu, T. Afirianto, and W. S. Wardhono, "Pengembangan Game Edukasi Mobile Augmented Reality untuk Membantu Pembelajaran Anak dalam Membaca, Menulis, dan Berhitung," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 1492–1499, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [11] D. Savitri and A. Karim, "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS ANDROID DI KELAS 4 SEKOLAH DASAR," *Agustus*, vol. 1, no. 2, p. 2020, 2020, [Online]. Available: <http://lebesgue.lppmbinabangsa.id/index.php/home>.
- [12] M. Jayanti and Y. Wiratomo, "Perancangan Media Siap UN Matematika SMP Berbasis Android," *SAP (Susunan Artik. Pendidikan)*, vol. 2, no. 1, pp. 22–32, 2017, doi: 10.30998/sap.v2i1.1722.
- [13] R. Sa'adah, Winanda, M. Rezki, M. Faisal, and B. Lailiah, "Perancangan Game Edukasi Matematika Bangun Ruang Untuk Siswa SMP Berbasis Android," *IJCIT (Indonesian J. Comput. Inf. Technol.)*, vol. 7, no. 1, 2022.
- [14] Y. B. W. Sondang Sibuea, Mohammad Ikhsan Saputro, Agie Annan, "Aplikasi Mobile Collection Berbasis Android Pada Pt . Suzuki Finance Indonesia," *J. JITEK Vol 2 No. 1*, vol. 2, no. 1, pp. 31–42, 2022.
- [15] M. R Yasmin, "APLIKASI INFORMASI TRANSPORTASI ANGKUTAN UMUM ANTAR KOTA PADA TERMINAL AMPLAS SUMATRA UTARA," *J. SITECH*, vol. 1, pp. 1–6, 2018.
- [16] D. Polandia, R. Watrionthos, and I. Purnama, "Perancangan Kuis Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Di Smk Swasta Al-Azis," *J. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 21–26, 2019, doi: 10.36987/informatika.v5i2.726.
- [17] Y. Yulia and V. Karnadi, "Aplikasi Edukasi Kuis Matematika Untuk Tingkat Sekolah Menengah Pertama Berbasis Android," *J. Appl. Informatics Comput.*, vol. 4, no. 1, pp. 33–37, 2020, doi: 10.30871/jaic.v4i1.1647.

Pembangunan Infrastruktur Jaringan Internet Pada Sekolah SMKN 3 Depok Untuk Mendukung Pembelajaran Daring – Luring Guna Meningkatkan Mutu Para Siswa dan Guru Di SMKN 3 Depok

Daffa Anas Darman¹⁾ Sherina Nurul Kautsar²⁾ Muhammad Izzaturrahman³⁾ Mia Kamayani ST., MT..³⁾

^{1,2)}SMKN 3 Depok Alamat : Jl. Merdeka No.128, Abadijaya, Kec. Sukmajaya, Kota Depok, Jawa Barat 16417, Telp : - Fax : -, Website : <https://smkn3depok.sch.id/index.php/profil> Mobile : -

³⁾Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Uhamka, Alamat : Jl. Tanah Merdeka No.6, RT.10/RW.5, Rambutan, Kec. Ciracas, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13830, Telp : 081312460798, Fax : -, Mobile : 081312460798 Website : <https://ft.uhamka.ac.id/> , E-mail: -

Abstrak

Kemajuan di bidang inovasi dan data sangatlah luas dan tinggi, apalagi di dunia yang serba maju seperti ini, tentunya jaringan internet sangatlah penting dan dibutuhkan oleh seluruh lapisan masyarakat, tentunya hal ini sangat bermanfaat bagi organisasi pendidikan khususnya SMKN Sekolah 3 Depok yang terletak di jalan abadi jaya, kawasan sukmajaya, kota Depok. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan pembelajaran dan pertunjukan latihan, dilakukan peningkatan pada landasan jaringan web di sekolah maupun di area pelatihan untuk menambah jaringan web serta persiapan pengajaran sehingga para pendidik dapat mengatasi permasalahan yang terjadi di sekolah. organisasi PC. Melaksanakan kerangka jaringan web yang memadai untuk membantu latihan pendidikan dan pembelajaran online dan offline sekaligus mempercepat periode lanjutan 4.0, serta membantu para pendidik dalam mengembangkan kapasitas mereka di bidang inovasi dan data.

Kata Kunci : *Smartphone, otomatisasi, Digital 4.0, Jaringan Internet*

Abstract

Progress in the field of innovation and data is very broad and high, especially in an advanced world like this, of course internet networks are very important and needed by all levels of society, of course this is very beneficial for educational organizations, especially SMKN Sekolah 3 Depok which is located on Jalan Abadi. Jaya, Sukmajaya area, Depok city. Along with the increasing need for learning and practice performances, improvements have been made to the web network foundation in schools and in training areas to add web networks and preparation of instructions so that educators can overcome problems that occur in schools. PC organization. Implementing an adequate web network framework to assist online and offline education and learning practices while accelerating the continuation period 4.0, as well as assisting educators in developing their capacity in the fields of innovation and data.

Keyword: *Smartphone, automation, Digital 4.0, Internet connectivity*

1. PENDAHULUAN

Kemajuan inovasi data telah menjadi persyaratan untuk membantu latihan manusia saat ini Hal ini terutama terlihat jelas di bidang persekolahan. Pelatihan di Indonesia akhir-akhir ini berkembang pesat, mulai dari tingkat sekolah dasar, sekolah menengah hingga perguruan tinggi. Sekolah Profesi Negeri 3 Depok merupakan sekolah kejuruan utama yang mempunyai banyak jurusan dan peminatnya di kota Depok, khususnya bagi warga sekitar.

Pembina Ahli pada Dinas Pelatihan, Kebudayaan, Eksplorasi dan Inovasi NOMOR 20/D/O/2023 sebagai sumber perspektif sekolah profesi Masyarakat positif

melakukan inovasi data untuk membantu latihan pembelajaran pengajaran, penilaian, peningkatan kemampuan dan penandaan sekolah. Semua jenis materi ulasan disampaikan secara online dan terputus, korespondensi juga dilakukan secara online dan terputus, dan pengujian juga.

Dilakukan secara online dan terputus. Framework pembelajaran internet ini dibantu oleh beberapa aplikasi seperti Google Study hall, Google Meet, dan Zoom. SMKN 3 Depok saat ini sudah mempunyai jaringan internet namun masih banyak hal yang belum ditingkatkan, misalnya desain lorong atau saklar dan belum adanya informasi antar guru tentang cara

berinteraksi dan menyelidiki jika ada adalah kesalahan atau kekecewaan asosiasi. Sementara itu, jaringan PC sangat penting bagi para pendidik dalam mengarahkan sekolah berbasis web dan juga memperdagangkan data dalam pengalaman.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori

2.2.1 Pembangunan.

Menurut UNDP, perbaikan harus diarahkan pada penciptaan SDM. Dalam hal ini, perbaikan dapat diartikan sebagai sebuah siklus yang diharapkan dapat mendorong keputusan yang dapat diambil oleh masyarakat.

2.2.2 Infrastruktur

Pengertian yayasan menurut N. Gregory Mankiw dalam urusan keuangan adalah suatu jenis modal publik yang terdiri dari perancah, jalan umum, kerangka saluran pembuangan, dan lain-lain sebagai salah satu usaha yang dilakukan oleh otoritas publik.

2.2.3 Jaringan Internet

Pengertian Web menurut Purbo. Purbo (dalam Prihatna, 2005) mengartikan bahwa Web pada dasarnya adalah sebuah media yang digunakan untuk memperlancar siklus korespondensi yang berhubungan dengan berbagai aplikasi, misalnya Internet, VoIP, Email.

2.2.4 Daring dan Luring

Sesuai Intan dan Suhandi (2021: 2) terputus adalah belajar tanpa web, atau bisa juga dikatakan maju dengan datang langsung ke sekolah. Sedangkan berbasis web menurut Harjanto T. Terlebih lagi, Sumunar (2018) (dalam Jamaludin et al., 2020:3) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis web merupakan suatu mata kuliah yang mengubah pelatihan yang biasa menjadi struktur yang terkomputerisasi.

2.2.5 Pengajaran dan pendidikan

Sistem pendidikan yang ada saat ini sangat bergantung pada jaringan internet karena dengan adanya internet proses belajar dan mengajar menjadi lebih baik dan menarik. Melalui Web, membantu siswa dalam mencari data menjadi lebih cerdas dan memudahkan siswa dalam memahami materi yang diberikan oleh sekolah. Teknik media pembelajaran banyak yang memanfaatkan web, misalnya buku digital dan e-learning. Sehingga mempunyai kesulitan dan kesulitan tersendiri.

2.2.6 Meningkatkan Mutu

Peningkatan kualitas adalah melakukan perubahan ke arah yang lebih unggul dan signifikan. Umumnya, perkembangan ini menimbulkan rasa takut, sementara

tanggung jawab dapat menghilangkan rasa takut. Peningkatan kualitas bergantung pada upaya nyata, penerapan serangkaian strategi, mengingat ketersediaan informasi kuantitatif dan subjektif, dan memungkinkan semua bagian organisasi pendidikan, untuk membangun batasan dan kualitas tanpa henti.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Perancangan Dalam Menjalankan Penelitian di SMK

Negeri 3 Depok dengan judul “Pembangunan Infrastruktur Jaringan Internet Pada Sekolah SMKN 3 Depok Untuk Mendukung Pembelajaran Daring – Luring Guna Meningkatkan Mutu Para Siswa dan Guru Di SMKN 3 Depok”. Adapun tahapan-tahapan proses dalam pembangunan infrastruktur jaringan internet yang akan dilakukan sebagai berikut:

Gambar 3.1 Tahapan-Tahapan Metode Penelitian

3.1.1 Pengumpulan Data

1. Persepsi merupakan tahapan dalam memimpin eksplorasi wilayah untuk mengumpulkan data di SMK Negeri 3 Depok. Pemeriksaan ini diselesaikan dengan tujuan penuh untuk mendapatkan informasi jaringan.

2. Pertemuan merupakan tahapan komunikasi dengan kepala sekolah dan kepala TI SMK Negeri 3 Depok, yang bertujuan untuk mendapatkan data mengenai kemajuan dan fungsi penting jaringan PC di sekolah.

3. Dokumentasi merupakan tahap dimana spesialis mengambil gambar atau foto dari beberapa area utama untuk menentukan area penempatan gadget yang akan melayani seluruh wilayah sekolah.

4. Tahap perpustakaan adalah tahap analisis dalam memahami ide, strategi, dan data dari berbagai sumber, misalnya web, buku, buku harian, dan artikel logis lainnya yang berlaku untuk organisasi PC.

3.1.2 Perluasan Jaringan

Dalam pengujian ini metodologi yang digunakan adalah Association Improvement Life Cycle, ada enam tahapan disini yaitu pemeriksaan, penyusunan, pembuatan model pembangkitan, pelaksanaan, pengecekan dan pelaksanaan.

3.1.3 Gambaran Dari Penelitian

SMK Negeri 3 Depok adalah sekolah elektronik yang mendapat pengukuhan A. Sekolah ini berlokasi di Kota Depok dan mulai beroperasi sekitar tahun 2012. Luas lahan sekolah ini adalah 5.110 meter persegi, dan memiliki nomor sekolah 32102761016. Kantor sebenarnya sekolah ini memiliki struktur super kokoh yang terdiri dari tujuh desain sekolah. dan 12 instruktur wali kelas. Selain itu, terdapat 94 tenaga kerja sekolah

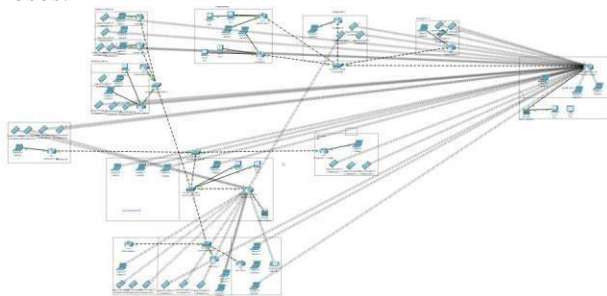
dan tenaga kerja yang melayani 1532 siswa pada tahun ajaran 2022/2023 - 2023/2024.

3.2 Analisis masalah dan Rancang Bangun

Analisis dan pemetaan akan dibagi menjadi empat site yakni:

3.2.1 Menganalisis Arsitektur dari Sistem jaringan yang Dirancang

SMK Negeri 3 Depok mempunyai organisasi yang terkenal dengan klasifikasi Lingkungan berdasarkan wilayahnya. Organisasi ini memanfaatkan media transmisi jarak jauh dan saat ini menganut geografi bintang. Namun dalam organisasi ini belum terdapat sirkulasi data atau sumber informasi yang baik, dan hubungan antar PC di dalam belum terjalin. proses pengolahan data. Jaringan komputer saat ini hanya dimanfaatkan untuk mengakses internet. Berikut ini berupa ilustrasi dari skema yang akan digunakan saat proses.



3.2 Bentuk rancangan di SMKN 3 Depok yang Dirancang

3.2.2 Rangkaian Dari Diagram Jaringan Dalam pembuatan jaringan Internet di

SMK Negeri 3 Depok, analisis akan mengambil mata pelajaran topologi tree. Pilihan ini diambil mengingat fakta bahwa geografi pohon dapat dibuat dari geografi dasar yang mudah beradaptasi dan umumnya sederhana. Lebih jauh lagi, keputusan geografi pohon tergantung pada manfaatnya dalam mengorganisasikan informasi secara progresif, yang selanjutnya dapat mengembangkan dewan informasi secara nyata dan produktif. Geografi pohon juga memberikan kemampuan beradaptasi kepada para ilmuwan jika suatu saat organisasi tersebut diperluas ke wilayah yang lebih luas. Hal ini menunjukkan kemungkinan bahwa kemajuan mekanis di masa depan mungkin memerlukan pengembangan organisasi PC untuk membantu pelaksanaannya.

3.2.3 Pemecahan Masalah

Untuk mengatasi masalah ini, spesialis akan menerapkan pengaturan pada perangkat switch dan server yang dipercayakan untuk mengawasi administrasi dan mengarahkan jalur untuk setiap klien terkait. Pemanfaatan geografi pohon membuat organisasi lebih mudah beradaptasi dalam membuat

dan menambahkan gadget, serta membantu dukungan jaringan.

3.2.4 Rancangan singkat dari Jaringan Secara Simple Dalam Pembuatan

Jaringan PC di SMK Negeri 3 Depok terdapat tiga sudut pandang prinsip yaitu peralatan khusus, pemrograman dan klien. Peralatan yang akan digunakan antara lain Router, Switch, PC Server, PC Client, dan link organisasi. Sementara produk yang digunakan meliputi kerangka kerja, program, aplikasi regulator, dan aplikasi cloud. Komponen-komponen ini akan berkomunikasi bersama untuk menjalankan dan menangani jaringan PC di lingkungan sekolah.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerimaan dampak *Organizational Progress Life Cycle* yang telah di aplikasikan hingga tahap administrasi yang ada di dalam konfigurasi pondasi adalah sebagai ini.

4.1 Analisa

Dalam pemantauan siklus pemeriksaan yang di pantai dalam beberapa tempat, pemeriksaan dengan tinjauan kebutuhan alat, kebutuhan klien dan kebutuhan peraturan digunakan sebagai berikut dan diketahui bahwa pemeriksaan ini telah dipenuhi dalam hal perangkat.

4.1.1 Hardware.

Tabel 4.1 Spesification

NO	Hardware	Spesifikasi
1.	Administrator Server	Intel Core I5 Gen 4 Ram 32GB HDD 2TB
2.	PC Client	Intel I7 Gen 8 Ram 32Gb HDD 1TB
3.	Router	Mikrotik RB951ui-2hnd Gigabit 5 Port
4.	Switch	Tplink SG1024D, LS1005G
5.	Kabel Jaringan	Ethernet Belden Cat 6E
6.	Connector	Belden RJ45 Cat 5E
7.	Media Converter	HTB-3100

4.2.2 Software

Adapun hal yang diperlukan seperti perangkat lunak yang akan dibutuhkan ada dalam table dibawah ini.

Tabel 4.2 Spesifikasi Software

No	Software yang digunakan	Spesifikasi
1	OS Server	Server 2016
2	OS Client	Win 10, Win 11
3	Sotfware Surfing	M Edge, Chrome
4	Simualtion	CPT 7.2.7
5	Controlling and config	Winbox 2.2
6	Monitoring viewers	Speedtest, Mikrotik Apss
7	Virtual Interface	Virtualbox-5-2-22

4.2.3 Kebutuhan Pengguna (Client).

Kebutuhan user pada jaringan computer di SMKN 3 Depok adalah sebagai berikut :

4.2.4 Pemantauan Data dan Layanan

Dalam pemantauan ini membutuhkan data mengenai jumlah siswa, jumlah staf, manfaat yang biasanya diperoleh melalui web atau pelatihan digitalisasi yang dilaksanakan seperti yang digambarkan pada tabel berikut.

Tabel 4,3 Kebutuhan Data

No	Data	Jumlah
1	Siwa SMKN 3 Depok	1.500 Orang (Kelas10 – 12)
2	Siswa yang menggunakan	500 Orang (kelas 10) 500 Orang (Kelas 11) 500 Orang (Kelas 12)
3	Tendik (Tenaga Pendidik)	94 Orang
4	Situs yang bisa digunakan	Youtube, Google,Aplikasi Exam
5	Situs dan aplikasiyang bisa diakses guru dan Tendik	Youtube, Whatsapp, Facebook, Instagram, DapodikGoogle

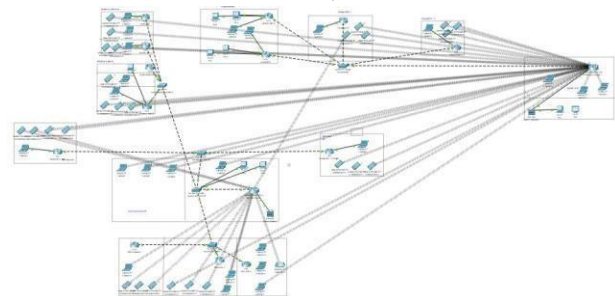
6	Situs Digital yang dapat dijalankan	Kelas Digital, PPDB Online, Tryout Online, Workshop Online
---	-------------------------------------	--

4.3 Rancangan Yang Digunakan

Saat melakukan pengujian, para analis memerlukan data mengenai jumlah siswa, jumlah staf, manfaat yang biasanya diperoleh melalui web dan latihan digitalisasi yang telah dilakukan seperti yang digambarkan pada tabel berikut.

4.3.1 Merancang Infrastruktur Jaringan SMKN 3 Depok

Perakitan sisi Server dan Klien sistem uji pelacak paket memanfaatkan semuanya Bagian- bagian yang dibutuhkan sesuai dengan rencana yang telah dibuat dan selanjutnya dilaksanakan di lapangan. Dengan rekreasi ini kita dapat mengetahui seberapa produktif usaha yang dilaksanakan dan akibat dari reproduksinya:

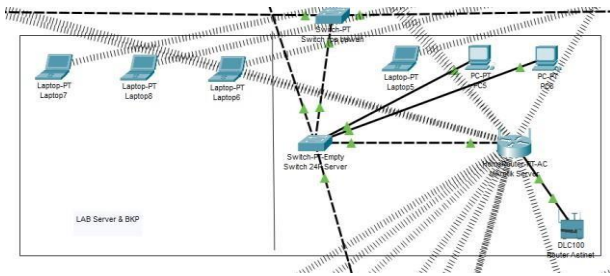


Gambar 4.3 Rancangan Infrastruktur

Dalam kegiatan perancangan jaringan ini keseluruhan di SMKN 3 Depok, geologi jaringan PC dimanfaatkan sebagai naung alami oleh pengurus Asosiasi TI. Dengan organisasi yang baik, semua klien dapat merasakan keuntungan menggunakan jaringan PC dengan cara yang sama.

4.3.2 Perancangan sketsa jaringan ruang lab computer

Pengendalian jaringan dilihat dari kebutuhan klien diisolasi menjadi 20 tempat yaitu : Kantor, Ruang LAB Otkp, Ruang Server, Ruang Pegawai BKP, Perpustakaan, Ruang LSP dan kelebihanannya masing-masing 13 kelas, lalu tempat perangkat asosiasi di ruang ini diatur. Dibawah ini ada gambar sketsa jaringan pada lab Server dan jaringan.



Gambar 4.2 Topologi Ruang Server

4.3.3 Pemakaian Alamat/IP Address

Penyebaran IP cenderung menggunakan alamat IP kelas C yaitu IP (192.168.1.0) atau yang sering kita kenal dengan CIDR 24 Subnet Veil 255.255.255.0 ini adalah IP rahasia yang diberikan oleh Penyedia akses Web Telkom. Untuk layanan jaringan lokal sebenarnya kami menggunakan IP yang serupa, yaitu IP kelas C, hal ini bertujuan untuk mempermudah pengendalian apabila jaringan sedang down atau direset.

Jaringan PC di SMKN 3 Depok akan digunakan untuk menghubungkan beberapa organisasi PC, misalnya organisasi PC Lab dan TKJ Lab. Terdapat 20 AIO, jaringan jalur dengan framework WLAN yang diperkenalkan dalam 11 unit. Organisasi tempat kerja dan jaringan server dengan jumlah 180 klien seperti yang ditunjukkan oleh penyelidikan informasi klien dengan IP 192.168.20.1/24.

Lab Kom	20 Host	1 Router	1 WLAN
Kantor	30 Host	3 Router + 2 Switch	3 WLAN
Server	10 Host	1 Router + 1 Switch	2 WLAN
Kelas	100 Host	12 Router + 4 Switch	12 WLAN
Perpus	20 Host	2 Router + 1 Switch	2 WLAN

Penggunaan alamat atau ip address type C 192.168.1.0 setelah dilakukan VLSM mendapatkan 3 buah class jaringan dengan /25

/26 dan /30 digunakan sesuai dengan kebutuhan user dan agar puji syukur bisa digunakan secara optimal dan efisien.

Tabel 4.5 Penggunaan IP Address Secara Keseluruhan

Jenis IP	WLAN	Server	Kantor	Kelas
----------	------	--------	--------	-------

IP Address	192.168.1.2/25	192.168.1.1/24	192.168.21.1/28	192.168.31.3/28
------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

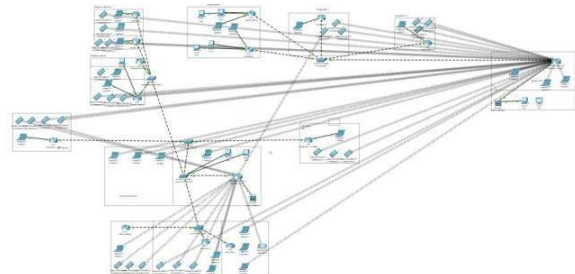
Tabel di atas menunjukkan pengelompokan penggunaan alamat IP untuk setiap organisasi web.

4.3 Simulasi

Dalam pengujian ini digunakan Cisco Bundle Tracer, dimana dalam siklus rekreasi terdapat banyak model pemeragaan organisasi dan hampir semuanya asli. Sistem pengujian ini juga dapat mengkonsolidasikan beberapa SKS dan menjadikan suatu organisasi sesuai dengan rencana yang ideal serta dapat melakukan pengujian sebelum dilaksanakan untuk perbaikan pondasi organisasi.

4.3.1 Jaringan Keseluruhan

Membangun sisi Server dan Client pada simulator paket tracer menggunakan semua komponen yang dibutuhkan ssesuai perancangan yang telah dibuat lalu kemudian di implementasikan ke dalam lapangan, dengan simulasi maka dapat diketahui seberapa efesiennya proyek yang sedang dibangun berikut hasil dari simulasi :



Gambar 4.3 Simulasi Jaringan dengan packet tracer

Gambar diatas memperlihatkan semua device terconected dan terhubung dan sudah dalam keadaan hidup dengan lampu indicator yang

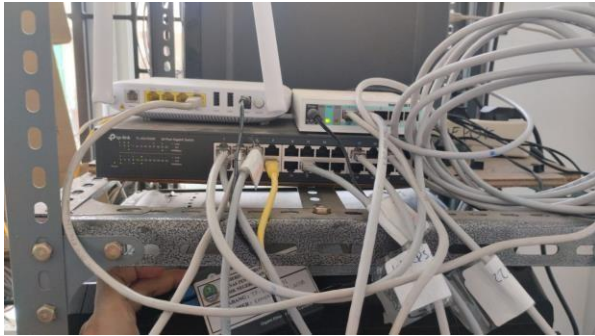
semuanya berwarna hijau pada setiap perangkat yang sedang terkoneksi. Dan ini terdiri beberapa segmen berdasarkan pemetaan IP Address.

4.4 Implementasi

4.4.1 Pembangunan Fisik.

Sentralisasi jaringan di SMKN 3 Depok ada di server LAB dan di Kantor TU sehingga dalam pembangunan dan penataan sebenarnya dikumpulkan didua tempat tersebut, kemudian setelah itu dipartisi menjadi beberapa area tersendiri.

Pemasangan jaringan awal dengan penarikan kabel yang bersumber dari modem yang bertujuan ke mikrotik



Gambar 4.4 Modem, Mikrotik dan HTB

1. Pembangunan jaringan di LAB dan Ruang Kelas bawah

Organisasi di lab PC terdiri dari server, 20 komputer dan 21 workstation dan terhubung melalui jaringan WLAN dimana server juga terdiri dari satu switch pusat dengan 24 port dan 1 port cabang.

2. Pembangunan pada Ruangan Kantor dan Ruang TU

Sedangkan untuk di Kantor dan Ruangan TU terdiri dari 1 modem inti dan 2 switch cabang serta ditambah dengan 1 HTb.

3. Pembangunan WLAN sebagai Access Point

Pembuatan wireless di SMKN 3 Depok ini dipartisi menjadi beberapa sub-segmen, khususnya pembuatan indoor dengan remote scope 360 derajat dengan cakupan sampai dengan 5 meter yang diperkenalkan pada ruangan di atas RPS dengan nama SSID RPS Atas 2 untuk Ruang Tempat Kerja dan TU SSID diberi nama Secret Speed dan untuk wali kelas di ruas istimewa yang

dekat dengan tempat kerja disebut SSID Tuk BDP dan untuk perpustakaan kami sebut dengan SSID Perpus WIFI.

4.4.2 Konfigurasi

Perancangan organisasi di SMKN 3 Depok telah selesai pada Switch dan WLAN Passageway untuk server sebenarnya yang telah diatur oleh instruktur dan administrator sekolah dan dapat langsung di robotisasi tanpa harus di setting ulang, berikut penjelasannya.

a. Pengaturan Router

Dalam melakukan setting router kita menggunakan aplikasi yang bernama winbox sebagai alat bantu dalam mengkonfigurasi mikrotik router board.

1.) Penamaan routerboard

Kami melakukan penamaan masing masing routerboard sesuai dengan desain yang telah ditentukan sebelumnya.

2.) Pemberian IP Address Dilakukan pemberian ip address

pada setiap jaringan yang ada dan dibagi menjadi beberapa bagian sesuai Access point yang ada.

3.) Tes Koneksi dan Bug antar Jaringan

Setelah mengatur IP Address switch dicoba terhadap IP Address yang sudah ditempatkan dengan perintah ping.

4.) Penambahan IP Gateway

Pintu Masuk IP disertakan dalam pengaturan ini untuk memberikan izin masuk ke setiap organisasi saat ini sehingga mereka dapat berhubungan dengan organisasi luar.

5.) Konfigurasi DNS

dilakukan setup pada DNS tapi dengan cara yang simple, dan langsung bisa di input IP Address Gateway.

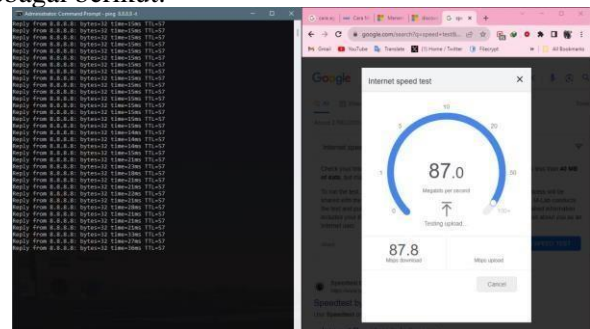
6.) Konfigurasi Wireless

Konfigurasi Wireless setting agar setiap client bisa joint kedalam jaringan wireless dengan menginputkan password yang disetting pada kolom wireless.

4.5 Monitoring

4.5.1 Monitoring Koneksi Pengamatan dilakukan melalui tes ping antara server, switch dan client.

Konsekuensi dari pengujian hubungan antara organisasi dan web yang di-ping melalui switch adalah sebagai berikut:

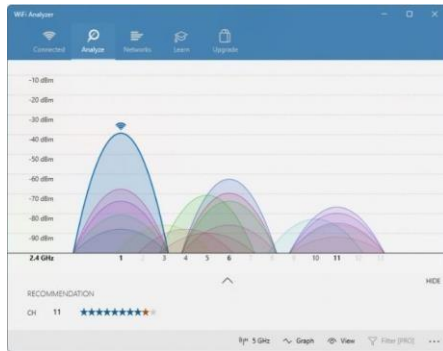


Gambar 4.5 Hasil Test Dari Router Ke Internet

Ketika saat melakukan ping ke pintu masuk modem dengan IP 192.168.1.1, hasilnya adalah musim pengiriman data 15 ms.

4.5.2 Monitoring Traffic

Jaringan Pemonitoran jaringan dilakukan dengan melihat dari traffic pada jaringan dan menghasilkan laporan berdasarkan jaringan traffic seperti di bawah ini :

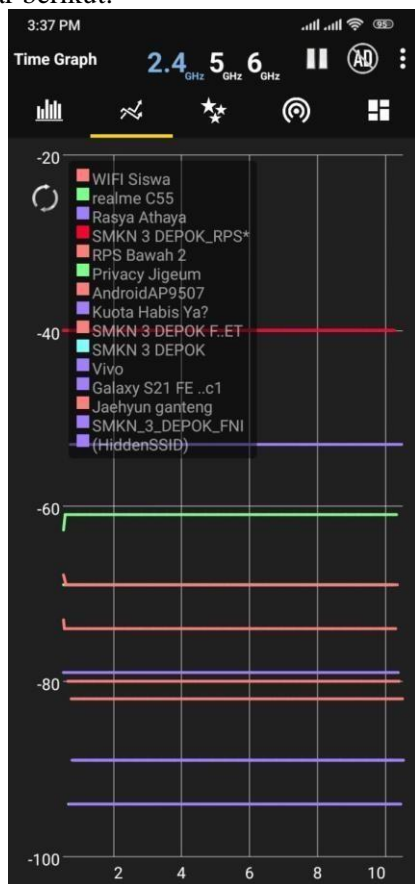


Gambar 4.6 Monitoring Pada Jaringan

Dari gambaran di atas terlihat bahwa pengurangan dan pelemahan yang dihasilkan sangat besar dan kecil yaitu sebesar -39 dbm dan ini merupakan hasil yang sangat baik dan pelemahan tersebut sangat besar untuk menyampaikan tanda dan administrasi kepada klien.

4.5.3 Monitoring WLAN

Seperti pada proses eksekusi WLAN ini ada 14 gadget yang diperkenalkan dengan berbagai SSID dari posisi saya yang berada di Sentral 2 dan akan terlihat dari gambar berikut:



Gambar 4.7 Hasil Monitoring WLAN

Digambar tersebut menunjukkan SSID yang gambarkan dengan warna yang variative sesuai dengan list grafik yang berada di atas.

4.6 Manajemen Jaringan

4.6.1 Manajemen Trouble

Di segmen eksekutif kesalahan ini, administrator benar-benar melihat gadget dan pergerakan organisasi untuk menemukan trouble pada jaringan yang diawasi dan dapat langsung mengambil tindakan.

4.6.2 Manajemen Setting Memonitoring Konfigurasi

Jaringan yang dilakukan admin dari perangkat keras dan perangkat lunaknya. Dapat terkelola dengan baik dan perangkat yang digunakan dapat dicontrol secara berkala. Perawatan berkala dilakukan pada router, server, client dan wlan.

4.6.3 Management Pelaporan Reporting Management

dilakukan oleh admin untuk mengukur kemampuan pemanfaatan klien yang menggunakannya. Pengaturan pengguna disesuaikan dengan levelnya agar performa yang dihasilkan dapat tetap terjaga dengan baik dan berjalan lancar. Pembagian dilakukan menurut tingkat kebutuhan jaringan seperti: admin 3 user dengan batas rate up/down = unlimited, untuk staff up/down sekitar 10m/10m, untuk guru up/down sekitar 10m/10m, untuk siswa up /bawah 5m/5m dan untuk tamu naik/turun sekitar 2m/2m.

4.6.4 Manajemen Performa

Dalam proses memanege jaringan, admin dapat memperkirakan bermacam site site kinerja jaringan dan juga bandwidth yang didapatkan dari provider untuk kita kelola dan maksimalkan.

4.6.5 Manejemen Security

Dalam proses ini jaringan diberikan perlindungan terhadap akses resource agar pengguna yang tidak berkepentingan tidak dapat masuk dan saya sebagai admin juga melakukan reset jaringan setiap hari sabtu minggu pada pukul 08.00 pagi agar tidak mengganggu trafik dan menghapus cache client. memasuki jaringan.

5 SIMPULAN

Dari tujuan dan hasil penelitian dalam merencanakan organisasi ini dengan menggunakan strategi Organization Improvement maka dapat kita beralasan bahwa pengembangan sistem jaringan web di SMKN 3 Depok adalah untuk membantu pembelajaran online - offline. tentang sifat siswa dan pendidik di SMKN 3 Depok, telah selesai memanfaatkan beberapa gadget seperti Saklar, Saklar, Remote dan Server serta

aplikasi pendukung lainnya, sehingga penyebaran data dan pengorganisasian peredaran dapat selesai,

dan organisasi ini dibantu oleh para pengurusnya. VMware pada PC Server dan menggunakan kapasitas fokus pada PC Server sehingga penajakan ini dapat memberikan efek positif dan komitmen untuk membantu terlaksananya salah satu misi SMKN 3 Depok yaitu mengarahkan dan menciptakan kemampuan ilmu mekanika pada seluruh individu sekolah.

KEPUSTAKAAN

- [1] Ferry, M., Tistogondo, S. J., Ayu, D., & Wulandari, R. (2023). Relevansi Kurikulum Kampus Merdeka Belajar Terhadap Kerja Praktik Lapang Studi Kasus: Pelaksanaan Pembangunan Infrastruktur Jaringan Internet Dan Cctv Area Stadion Geloro Bung Tomo Kota Surabaya Di Dinas Komunikasi Dan Informasi Kota Surabaya. *JIWAKERTA: Jurnal Ilmiah Wawasan Kuliah Kerja Nyata*, 4, 115–123. <https://doi.org/10.32528/jiwakerta.v4i1.20069>
- [2] Modul Pengenalan Internet. (n.d.). <http://dhani.singcat.com>
- [3] Nissa, I. C., Masjudin, M., & Sukanta, A. (2021). Pelatihan Perancangan Perangkat Pembelajaran Daring dan Luring sebagai Pendukung Belajar Dari Rumah. *Lambung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 46–56. <https://doi.org/10.36312/linov.v6i2.562>
- [4] Ujang Capi Barlian. (2022). IMPLEMENTASI KURIKULUM MERDEKA DALAM MENINGKATKAN MUTU PENDIDIKAN. *Journal of Educational and Language Research*, 1(IMPLEMENTASI KURIKULUM MERDEKA DALAM MENINGKATKAN MUTU PENDIDIKAN), 1–14.
- [5] van Laak, D. (2018). Infrastruktur. In *Handbuch Staat* (pp. 1019–1027). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-20744-1_91

Perancangan Sistem Informasi Manajemen Keuangan Berbasis Web Untuk Kafe Kopi Sakura Dengan Metode Prototipe

Muhammad Gabriel Somoal¹⁾, Nur Chalik Azhar, S.Kom., M.Kom²⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri Dan Informatika
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

Jl. Tanah Merdeka No.6 Kampung Rambutan, Jakarta Timur 13830

Telp: (021) 87782739, Mobile: +62 821-2240-5360, +62 812-8009-4191,

E-mail: gabrielsomoal@gmail.com, nurchalik@uhamka.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang penerapan metode prototipe dalam perancangan sistem informasi manajemen keuangan berbasis website dengan fokus pada Kafe Kopi Sakura. Permasalahan yang terjadi pada Kafe Kopi Sakura adalah kesulitan dalam mengelola keuangan yang masih manual dan mengakibatkan menurunnya tingkat efektivitas dan efisiensi kerja serta berdampak buruk pada kinerja karyawan nya seperti mudah stress dan turunnya semangat kerja. Tujuan penelitian adalah untuk merancang sistem informasi manajemen keuangan berbasis web untuk Kafe Kopi Sakura yang dapat diakses melalui website sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan keuangan. Metode prototipe digunakan dalam merancang sistem informasi manajemen keuangan dengan membuat rancangan atau proses kerja dari produk. Penelitian ini menghasilkan sistem yang terbukti dapat membantu pengelolaan keuangan Kafe Kopi Sakura. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan User Acceptance Test dengan teknik black box testing didapatkan nilai menggunakan confusion matrix sebesar 87,8% sehingga dapat dinyatakan bahwa sistem dapat menjadi solusi yang tepat bagi pengguna.

Kata kunci: Sistem Informasi Keuangan, Manajemen Keuangan, Metode Prototipe, Black Box Testing, Perancangan Sistem

Abstract

The primary goal of this study is to develop a web-based financial management information system specifically for Sakura Coffee Cafe by using prototype methodologies. Due to manual financial management, the cafe is currently having issues. This results in stress and lower employee motivation in addition to decreasing work efficiency and effectiveness. The creation of an online, user-friendly financial management information system is the aim of this research, which will raise financial management's overall efficacy. This research produces an effective financial management system for Sakura Coffee Cafe by using the prototype method in system design. Proven through User Acceptance Test with black box testing, and a confusion matrix value of 87,8%, which confirmed the suitability of the system as the right solution for users.

Keyword: Financial Information System, Financial Management, Prototype Method, Black Box Testing, System Design

1 PENDAHULUAN

Era saat ini adalah era perkembangan teknologi yang semakin maju dan menjadi peluang bagi perusahaan dalam memanfaatkan dan menggunakan teknologi [2] seperti komputer yang digunakan untuk pemrosesan data, pengaksesan internet [1], dan pembuatan dokumen sehingga dapat lebih efektif dan efisien dalam pengerjaan tugas.

Pada setiap perusahaan, data merupakan aset yang berharga [3] diantara aset berharga lainnya bagi perusahaan. Data sangat penting karena dapat membuat dan menentukan keputusan-keputusan yang strategis [4] dengan teknologi dalam mengolahnya. Perusahaan juga harus memiliki sumber informasi yang akurat dan dapat dipercaya oleh pihak pengambil keputusan sehingga dapat mencapai tujuan perusahaan [4].

Setiap perusahaan pun tidak terlepas dari data keuangan yang menjadi salah satu komponen penting

bagi perusahaan [1]. Arus kas merupakan salah satu komponen penting dalam data keuangan, dengan menyajikan arus kas, perusahaan dapat mengetahui informasi kas masuk dan kas keluar dan memprediksi keuntungan dan kerugian yang dialami perusahaan selama periode tertentu [9] sehingga dapat berguna dalam pengambilan keputusan yang akurat oleh pemangku kepentingan.

Kafe Kopi Sakura adalah salah satu usaha di bidang kuliner dengan menjual berbagai varian kopi. Dalam mencatat laporan keuangannya masih menggunakan teknik konvensional dengan media buku sehingga dapat menyebabkan hilangnya data laporan keuangan tersebut.

Dalam pengelolaan data keuangan apabila masih menggunakan media kertas dan belum terorganisir maka akan berdampak pada pemeriksaan

laporan yang kurang efisien, kinerja karyawan yang menurun, tingkat stress yang tinggi dan berisiko terjadinya *human error* [1, 6]. Namun, akan berbanding terbalik apabila menerapkan sistem yang terkomputerisasi dan terorganisir dengan teknologi [7] sehingga dapat diakses lebih mudah, dapat di kelola secara terstruktur, menurunkan tingkat stress karyawan dan perusahaan dapat berkembang maju.

2 LANDASAN TEORI

2.1 MANAJEMEN KEUANGAN

Gambaran terstruktur tentang kondisi keuangan dan kinerja suatu entitas pada akhir periode merupakan manajemen keuangan. Ini terdiri dari dua daftar: neraca (posisi keuangan) dan pendapatan (rugilaba). Laporan tersebut mencakup neraca akhir periode, laba rugi, perubahan ekuitas, arus kas, serta catatan penting mengenai kebijakan akuntansi dan informasi tambahan. Laporan keuangan adalah hasil akhir dari proses akuntansi yang dimulai dari bukti transaksi, pencatatan dalam jurnal, dan pengelompokan transaksi ke dalam buku besar secara periodik [7].

2.2 METODE PROTOTIPE

Metode prototipe dilakukan pada sub metode dengan cermat dan terorganisir berdasarkan kegiatan yang telah diidentifikasi, dirancang, diimplementasikan berdasarkan kebutuhan-kebutuhan informasi secara cepat dan setiap metode harus diperhatikan secara teliti [8].

2.3 USER ACCEPTANCE TESTING

Proses memverifikasi bahwa solusi yang dibuat dalam sistem sesuai untuk pengguna. Proses ini berbeda dengan pengujian sistem tetapi lebih kepada memastikan bahwa solusi dalam sistem akan bekerja untuk pengguna (yaitu menguji bahwa pengguna menerima solusi dalam sistem) [14]. UAT umumnya dilakukan oleh klien atau pengguna akhir, biasanya tidak berfokus pada identifikasi masalah sederhana seperti kesalahan pengejaan, atau pada cacat yang mencolok, seperti kerusakan perangkat lunak. Penguji dan pengembang mengidentifikasi dan memperbaiki masalah ini selama tahap awal pengujian fungsionalitas, pengujian selama integrasi, dan pada tahap pengujian sistem [14].

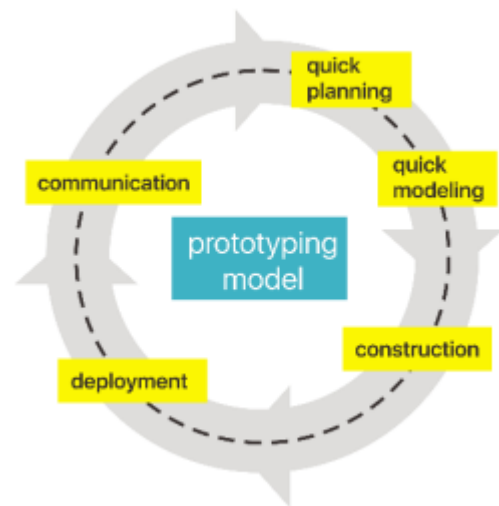
2.4 BLACK BOX TESTING

Teknik pengujian perangkat lunak yang berfokus pada spesifikasi fungsi-fungsi yang ada pada perangkat lunak yang sedang dikembangkan. *Black Box Testing* cenderung menemukan hal-hal seperti fungsionalitas yang salah atau hilang, kesalahan struktur data, kesalahan akses basis data, kesalahan

antarmuka, kesalahan kinerja, serta kesalahan inisialisasi dan penghentian [15].

3 METODE PERANCANGAN

Dengan menggunakan metode prototipe dalam membangun perangkat lunak [11] setiap sub metode diimplementasikan secara cermat dan terorganisir [8] dan proses pembuatannya melibatkan beberapa langkah yang harus dilalui, namun pada langkah terakhir dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun belum optimal, maka sistem akan diuji ulang [10]. Prosedur pelaksanaan metode prototipe akan dijelaskan dalam model yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Model Prototipe

Alur pengembangan sistem ditunjukkan pada Gambar 1, dan langkah-langkah dalam metode prototipe dijelaskan sebagai berikut:

1. Communication

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan wawancara [12] dengan mengidentifikasi kebutuhan sistem [10] dan analisis sistem [8] berdasarkan permasalahan pada Kafe Kopi Sakura.

2. Quick Planning

Pada tahap ini adalah pembuatan desain yang berfungsi sebagai fondasi selama tahap kedua untuk pembuatan prototipe secara cepat yang didasari oleh kebutuhan perangkat lunak [12]. Desain ini sebagai panduan untuk membuat model prototipe [10].

3. Quick Modelling

Pada tahap ini menyajikan alur sistem dari perangkat lunak [11]

berdasarkan pembuatan desain yang telah dilakukan sebelumnya [10].

4. Construction

Pada tahap ini, semua desain model yang telah dibuat pada tahap sebelumnya [13] dan informasi-informasi yang berkaitan dengan sistem yang akan dikembangkan dan diintegrasikan ke dalam struktur kode program komputer (*coding*) [8].

5. Deployment

Pada tahap ini akan dilakukan uji coba perangkat lunak dan evaluasi oleh *user*. *User* akan memberikan *feedback* yang dapat digunakan untuk memperbaiki perangkat lunak dan pemeliharaan sistem [11, 12, 13].

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan seluruh tahapan metode penelitian, berikut pembahasan hasil dari sistem informasi manajemen keuangan pada Kafe Kopi Sakura.

4.1 Communication Result

Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi permasalahan pada Kafe Kopi Sakura melalui wawancara terhadap *owner* Kafe Kopi Sakura sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Identifikasi melalui Wawancara

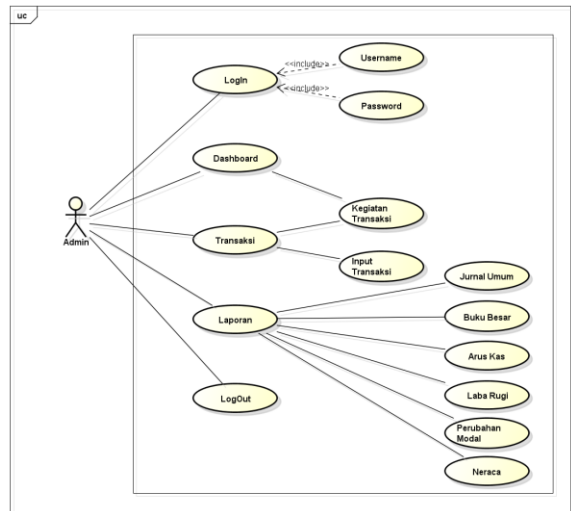
No	Hasil Identifikasi Masalah dan Analisis Sistem
1.	Kafe Kopi Sakura masih menggunakan pencatatan secara manual.
2.	<i>Owner</i> Kafe Kopi Sakura kesulitan menangani keterlambatan ataupun ketidakakuratan dalam mencatat keuangan.
3.	Kesulitan melacak rincian dan riwayat transaksi pemasukan dan pengeluaran.
4.	Data keuangan sangat rentan mengalami kerusakan atau hilang.
No	Harapan <i>owner</i> pada penelitian
1.	Ingin sistem yang otomatis untuk menghindari kesalahan pencatatan.
2.	Ingin pencatatan keuangan yang <i>real time</i> dan akurat.
3.	<i>Owner</i> kafe ingin sistem yang memudahkan pelacakan detail dan riwayat transaksi sehingga memungkinkan audit transaksi dengan mudah.

- Ingin melindungi data keuangan kafe dari kerusakan atau kehilangan.

4.2 Quick Planning Result

a. Use Case Diagram

Use Case Diagram dijelaskan sebagai representasi grafis yang menggambarkan interaksi antara aktor dan sistem pada tahap proses desain ini.

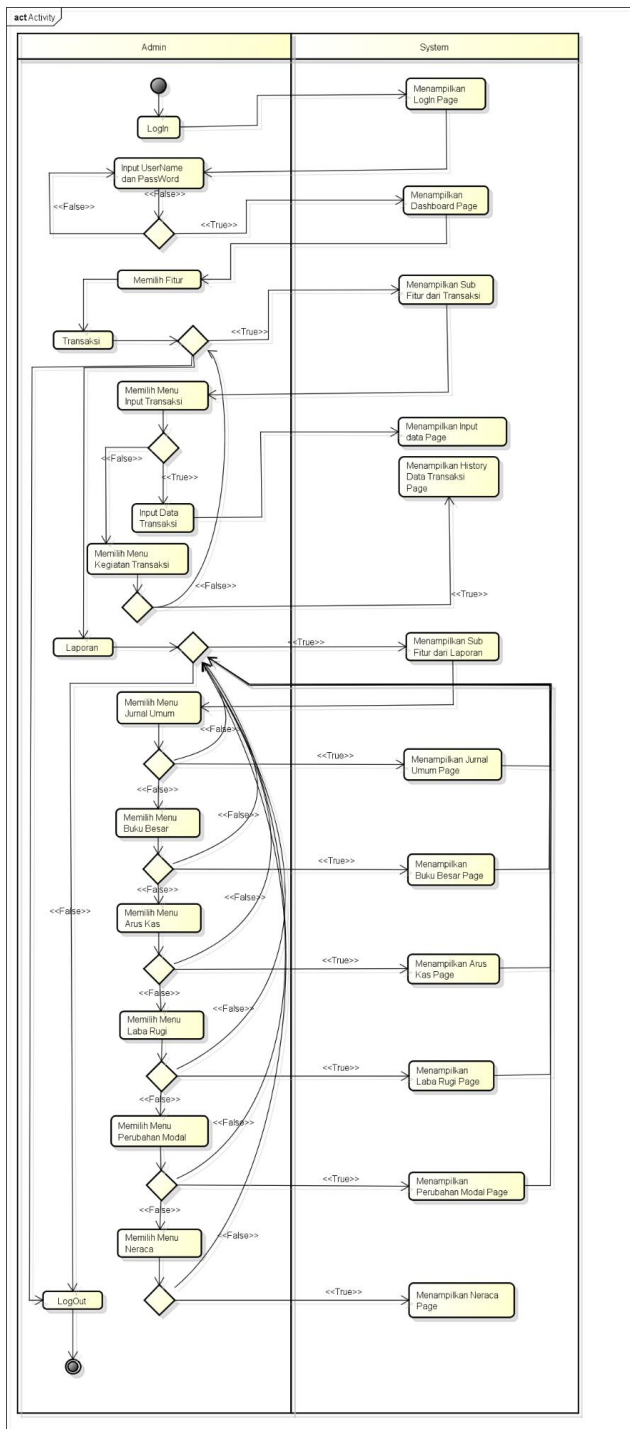


Gambar 2 Use Case Diagram

Pada Gambar 2 menjelaskan mengenai *use case* diagram untuk admin. Pada *use case* tersebut, admin dapat melakukan *login* dengan memasukkan *username* dan *password*. Kemudian, admin dapat mengakses fitur *dashboard* dengan opsi melihat menu kegiatan transaksi. Lalu, admin dapat mengakses fitur transaksi dengan opsi melihat menu kegiatan transaksi dan input transaksi. Kemudian, admin dapat mengakses fitur laporan dengan opsi melihat menu jurnal umum, buku besar, arus kas, laba rugi, perubahan modal, dan neraca. Lalu, admin dapat menggunakan fitur *logout* untuk menghentikan aktivitas dalam website.

b. Activity Diagram

Tujuan dari pembuatan *activity* diagram adalah untuk menggambarkan aktivitas-aktivitas yang terjadi pada sebuah sistem. Berikut ini gambar 3 adalah representasi diagram aktivitas pada pengembangan sistem informasi di Kafe Kopi Sakura.



Gambar 3 Activity Diagram

Pada Gambar 3 menjelaskan mengenai *activity diagram* untuk admin. Pada *activity* tersebut, admin melakukan *login* dan *system* akan menampilkan *login page*. Lalu, admin dapat memasukkan *username* dan *password* dengan catatan jika *false* maka admin akan memasukkan *username* dan *password* kembali dan jika *true* maka *system* akan menampilkan *dashboard page*. Pada *dashboard page* tersebut, admin dapat memilih fitur transaksi, laporan dan *logout*.

Jika admin memilih fitur transaksi, admin dapat memilih menu input transaksi atau kegiatan transaksi yang ditampilkan oleh system. Apabila admin memilih menu input transaksi, *system* akan menampilkan input data *page* dan jika memilih menu kegiatan transaksi, *system* akan menampilkan *history data transaksi page*.

Jika admin memilih fitur laporan, admin dapat memilih menu jurnal umum, buku besar, arus kas, laba rugi, perubahan modal, atau neraca. Apabila admin memilih salah satu menu dari fitur laporan maka *system* akan menampilkan *page* dari menu tersebut.

Jika admin memilih fitur *logout*, *system* akan menghentikan aktivitas dalam website.

4.3 Quick Modelling Result

Setelah dilakukan *quick planning*, peneliti membuat model desain berdasarkan kebutuhan terhadap permasalahan. Berikut adalah model desain yang telah dibuat:

4.3.1 Halaman Login

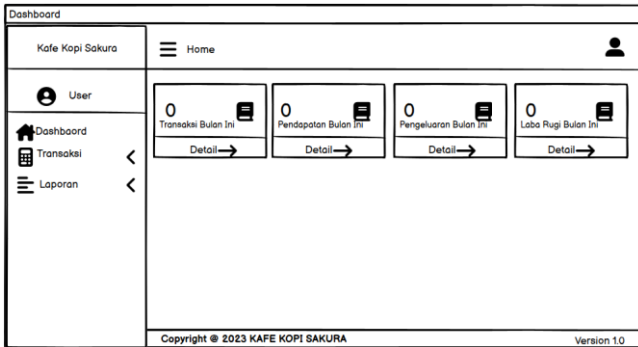
Halaman *login* berfungsi untuk akses *website* dengan memasukkan alamat *e-mail*, kata sandi dan kode *captcha*. Gambar 4 menampilkan halaman *login*.

The screenshot shows a web browser window titled 'Login'. Inside, there is a form for 'Kafe Kopi Sakura' with the heading 'Silahkan Login'. The form contains three input fields: 'Username', 'Password', and '12 + 5 = ?' (Captcha). There is a 'Login' button and a small calculator icon next to the captcha field.

Gambar 4 Halaman Login

4.3.2 Halaman Dashboard

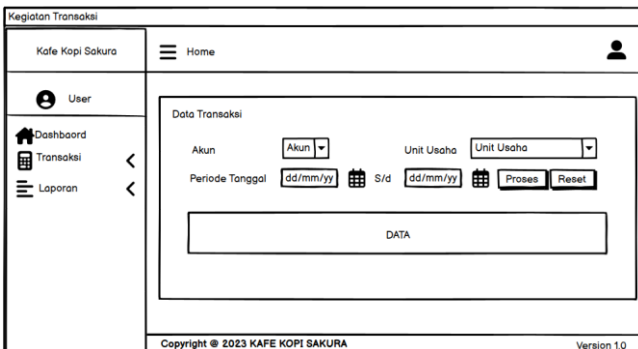
Dalam dashboard, terdapat opsi menu yang memberikan informasi terkait transaksi, pendapatan, pengeluaran, dan laporan laba rugi pada bulan ini yang dapat diakses melalui halaman kegiatan transaksi. Akses ke halaman dashboard hanya akan diperoleh oleh pengguna setelah berhasil *login*. Gambar 5 menampilkan halaman dashboard.



Gambar 5 Halaman Dashboard

4.3.3 Halaman Kegiatan Transaksi

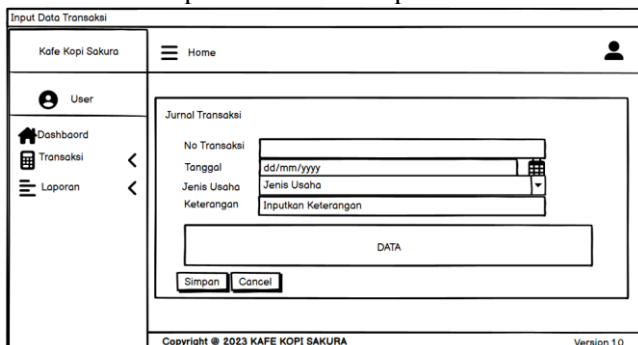
Halaman kegiatan transaksi dapat diakses dari menu-menu di dalam halaman dashboard maupun fitur transaksi. Pada halaman ini akan menyajikan kegiatan transaksi yang terjadi di Kafe Kopi Sakura. Gambar 6 menampilkan halaman kegiatan transaksi.



Gambar 6 Halaman Kegiatan Transaksi

4.3.4 Halaman Input Data Transaksi

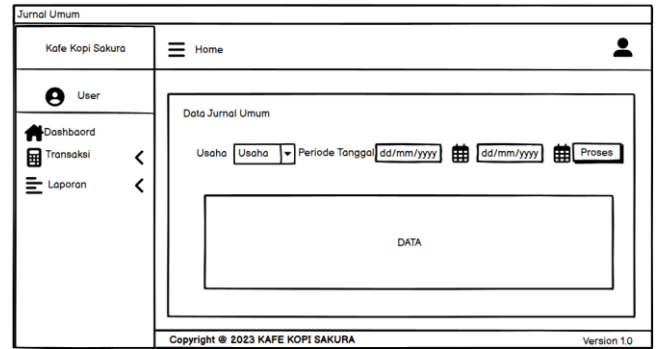
Pada halaman input data transaksi, *user* dapat melakukan penginputan data transaksi secara terorganisir dan data terintegrasi dengan setiap laporan. Gambar 7 menampilkan halaman input data transaksi.



Gambar 7 Halaman Input Data Transaksi

4.3.5 Halaman Jurnal Umum

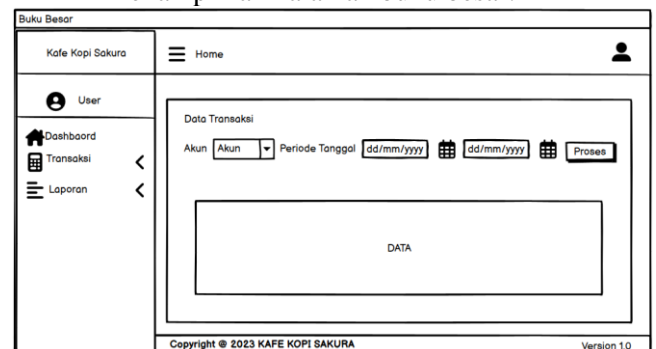
Pada halaman jurnal umum, *user* dapat melihat laporan jurnal umum. Gambar 8 menampilkan halaman jurnal umum.



Gambar 8 Halaman Jurnal Umum

4.3.6 Halaman Buku Besar

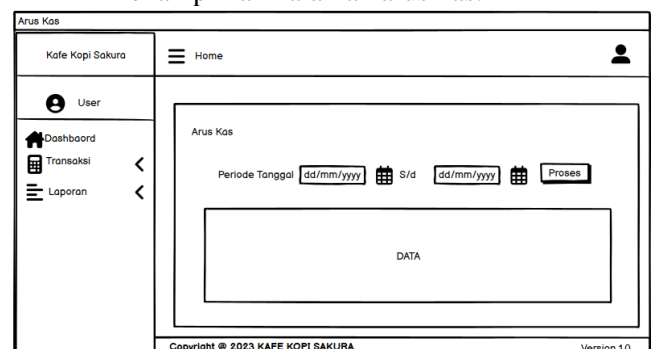
Pada halaman buku besar, *user* dapat melihat laporan buku besar. Gambar 9 menampilkan halaman buku besar.



Gambar 9 Halaman Buku Besar

4.3.7 Halaman Arus Kas

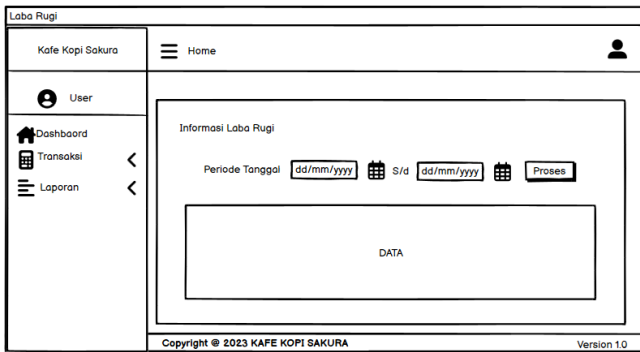
Pada halaman arus kas, *user* dapat melihat laporan arus kas. Gambar 10 menampilkan halaman arus kas.



Gambar 10 Halaman Arus Kas

4.3.8 Halaman Laba Rugi

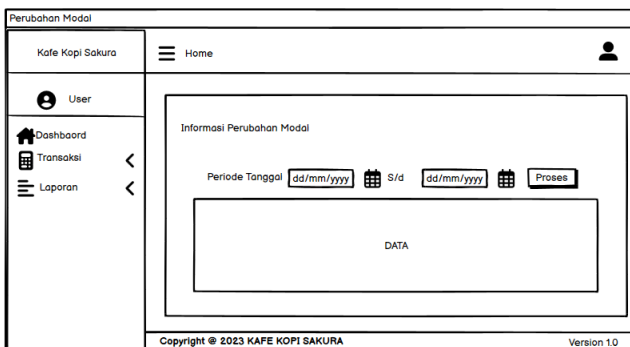
Pada halaman laba rugi, *user* dapat melihat laporan laba rugi. Gambar 11 menampilkan halaman laba rugi.



Gambar 11 Halaman Laba Rugi

4.3.9 Halaman Perubahan Modal

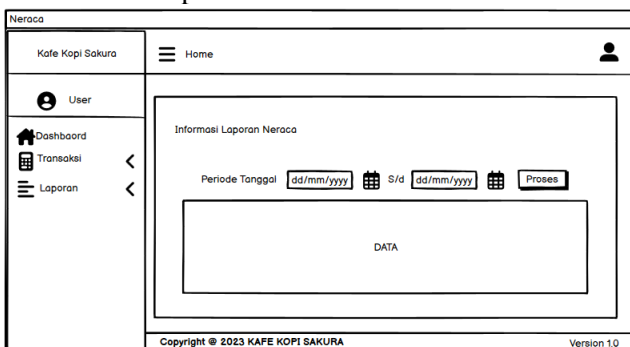
Pada halaman perubahan modal, *user* dapat melihat laporan perubahan modal. Gambar 12 menampilkan halaman perubahan modal.



Gambar 12 Halaman Perubahan Modal

4.3.10 Halaman Neraca

Pada halaman neraca, *user* dapat melihat laporan neraca. Gambar 13 menampilkan halaman neraca.



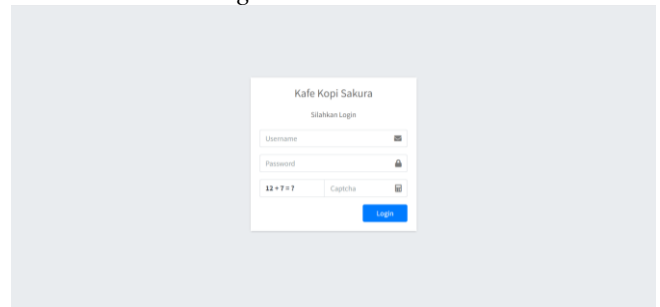
Gambar 13 Halaman Neraca

4.4 Construction Result

Setelah memperhatikan kebutuhan pengguna dan data prototipe sistem, maka di rancanglah sebuah sistem informasi manajemen keuangan Kafe Kopi Sakura. Berikut ini adalah implementasi dari sistem informasi manajemen keuangan Kafe Kopi Sakura yang terstruktur:

4.3.1 Halaman Login

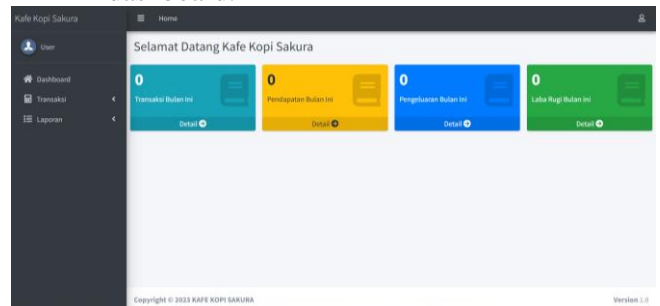
Halaman yang pertama kali ditampilkan adalah halaman *login* yang berfungsi untuk akses *website* dengan memasukkan alamat *e-mail*, kata sandi dan kode *captcha*. Gambar 14 menunjukkan halaman *login*.



Gambar 14 Halaman Login

4.3.2 Halaman Dashboard

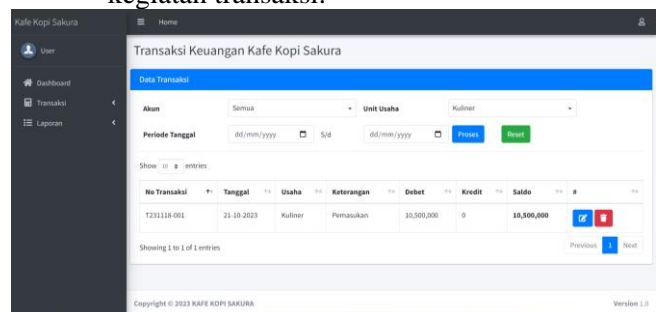
Halaman dashboard akan terakses apabila berhasil *login*. Pada dashboard akan menyajikan menu untuk mengetahui transaksi, pendapatan, pengeluaran dan laba rugi pada bulan ini yang menuju ke halaman kegiatan transaksi. Gambar 15 menunjukkan halaman dashboard.



Gambar 15 Halaman Dashboard

4.3.3 Halaman Kegiatan Transaksi

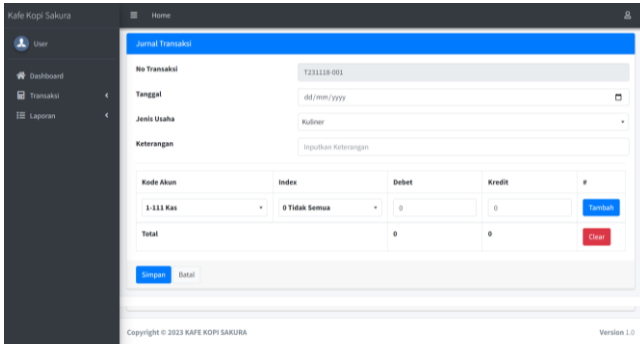
Halaman kegiatan transaksi merupakan sub fitur yang dapat diakses pada fitur transaksi atau menu-menu pada halaman dashboard. Pada halaman ini akan menyajikan aktivitas kegiatan transaksi pada Kafe Kopi Sakura. Gambar 16 menunjukkan halaman kegiatan transaksi.



Gambar 16 Halaman Kegiatan Transaksi

4.3.4 Halaman Input Data Transaksi

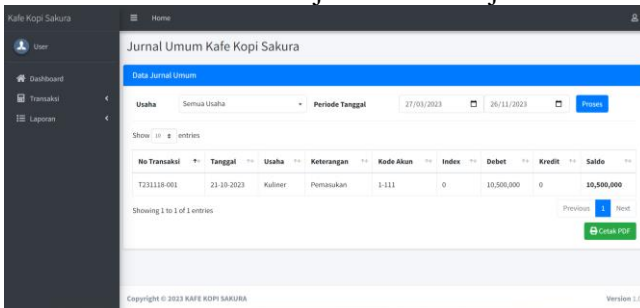
Halaman input data transaksi merupakan sub fitur pada fitur transaksi. Pada halaman ini, *user* dapat melakukan penginputan data transaksi secara terstruktur dan data terintegrasi dengan setiap laporan. Gambar 17 menunjukkan halaman input data transaksi.



Gambar 17 Halaman Input Data Transaksi

4.3.5 Halaman Jurnal Umum

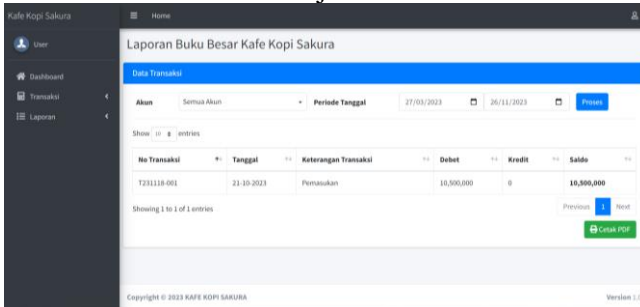
Halaman jurnal umum merupakan halaman untuk melihat laporan jurnal umum. Gambar 18 menunjukkan halaman jurnal umum.



Gambar 18 Halaman Jurnal Umum

4.3.6 Halaman Buku Besar

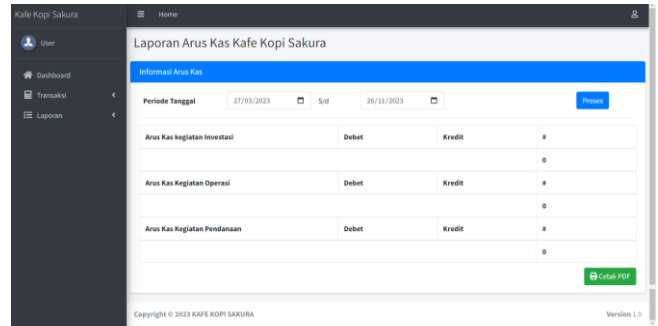
Halaman buku besar merupakan halaman untuk melihat laporan buku besar. Gambar 19 menunjukkan halaman buku besar.



Gambar 19 Halaman Buku Besar

4.3.7 Halaman Arus Kas

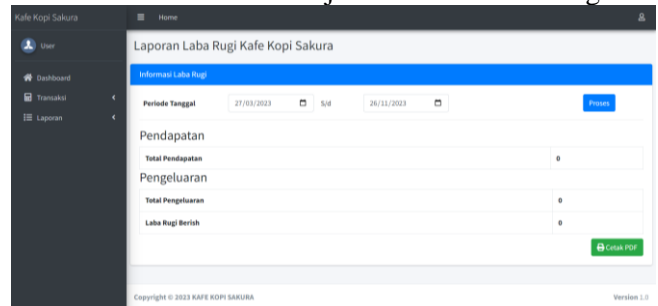
Halaman arus kas merupakan halaman untuk melihat laporan arus kas. Gambar 20 menunjukkan halaman arus kas.



Gambar 20 Halaman Arus Kas

4.3.8 Halaman Laba Rugi

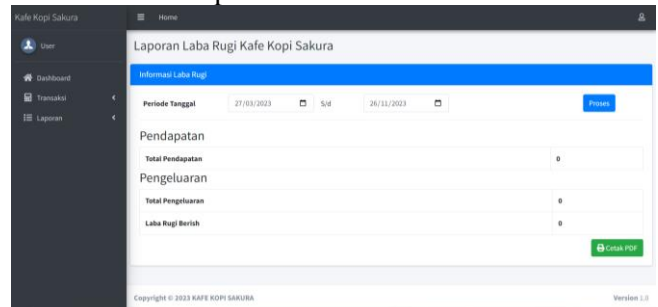
Halaman laba rugi merupakan halaman untuk melihat laporan laba rugi. Gambar 21 menunjukkan halaman laba rugi.



Gambar 21 Halaman Laba Rugi

4.3.9 Halaman Perubahan Modal

Halaman perubahan modal merupakan halaman untuk melihat laporan perubahan modal. Gambar 22 menunjukkan halaman perubahan modal.



Gambar 22 Halaman Perubahan Modal

4.3.10 Halaman Neraca

Halaman neraca merupakan halaman untuk melihat laporan neraca. Gambar 23 menunjukkan halaman neraca.

Gambar 23 Halaman Neraca

4.5 Deployment Result

Pengujian sistem menggunakan *user acceptance test* dengan teknik *black box testing* untuk mengetahui persentase keberhasilan dalam mengatasi masalah pada Kafe Kopi Sakura. Berikut adalah hasil dari *black box testing* yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian Black Box Testing

Fitur yang di uji	Cara Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
Login	Memasukkan username, password dan <i>captcha</i>	Dapat login	Berhasil
Fitur sidebar	Klik fitur sidebar	Menampilkan fitur sidebar	Berhasil
Fitur dashboard	Klik fitur dashboard	Menampilkan dashboard page	Berhasil
Fitur detail transaksi bulan ini pada dashboard	Klik fitur detail transaksi bulan ini pada dashboard	Menampilkan kegiatan transaksi page	Berhasil
Fitur detail pendapatan bulan ini pada dashboard	Klik fitur detail pendapatan bulan ini pada dashboard	Menampilkan kegiatan transaksi page	Berhasil
Fitur detail pengeluaran bulan ini pada dashboard	Klik fitur detail pengeluaran bulan ini pada dashboard	Menampilkan kegiatan transaksi page	Berhasil
Fitur detail laba rugi bulan ini pada dashboard	Klik fitur detail laba rugi bulan ini pada dashboard	Menampilkan kegiatan transaksi page	Berhasil
Fitur transaksi	Klik fitur transaksi	Menampilkan sub fitur transaksi	Berhasil
Fitur input transaksi	Klik fitur input transaksi	Menampilkan input transaksi page	Berhasil
Button tambah pada input transaksi page	Klik button tambah pada input transaksi page	Menampilkan pop up data berhasil di input	Berhasil
Button clear pada input transaksi page	Klik button clear pada input transaksi page	Menampilkan pop up data berhasil dihapus	Berhasil
Button simpan pada input	Klik button simpan pada input transaksi	Menampilkan pop up transaksi berhasil	Berhasil

transaksi page	page	disimpan	
Button batal pada input transaksi page	Klik button batal pada input transaksi page	Menampilkan kegiatan transaksi page	Berhasil
Dropdown jenis usaha pada input transaksi page	Klik dropdown jenis usaha pada input transaksi page	Menampilkan pilihan jenis usaha	Berhasil
Button calendar pada input transaksi page	Klik button calendar pada input transaksi page	Menampilkan kalender	Berhasil
Dropdown kode akun pada input transaksi page	Klik dropdown kode akun pada input transaksi page	Menampilkan pilihan kode akun	Berhasil
Dropdown index pada input transaksi page	Klik dropdown index pada input transaksi page	Menampilkan pilihan index	Berhasil
Fitur kegiatan transaksi	Klik fitur kegiatan transaksi	Menampilkan kegiatan transaksi page	Berhasil
Button proses pada kegiatan transaksi page	Klik button proses pada kegiatan transaksi page	Menampilkan kegiatan transaksi page	Berhasil
Button reset pada kegiatan transaksi page	Klik button reset pada kegiatan transaksi page	Menampilkan kegiatan transaksi page	Berhasil
Button hapus pada kegiatan transaksi page	Klik button hapus pada kegiatan transaksi page	Menampilkan pop up	Berhasil
Button cancel pada pop up hapus pada kegiatan transaksi page	Klik button cancel pada pop up hapus pada kegiatan transaksi page	Menampilkan kegiatan transaksi page	Berhasil
Button ok pada pop up hapus pada kegiatan transaksi page	Klik button oke pada pop up hapus pada kegiatan transaksi page	Menampilkan pop up data berhasil dihapus	Berhasil
Button previous pada kegiatan transaksi page	Klik button previous pada kegiatan transaksi page	Menampilkan data pada kegiatan transaksi page	Berhasil
Button next pada kegiatan transaksi page	Klik button next pada kegiatan transaksi page	Menampilkan data pada kegiatan transaksi page	Berhasil
Button calendar pada kegiatan transaksi page	Klik button calendar pada kegiatan transaksi page	Menampilkan kalender	Berhasil
Dropdown akun pada kegiatan transaksi page	Klik dropdown akun pada kegiatan transaksi page	Menampilkan pilihan akun	Berhasil
Dropdown unit usaha pada kegiatan transaksi page	Klik dropdown unit usaha pada kegiatan transaksi page	Menampilkan pilihan unit usaha	Berhasil
Fitur laporan	Klik fitur laporan	Menampilkan sub fitur laporan	Berhasil
Fitur jurnal umum	Klik fitur jurnal umum	Menampilkan jurnal umum page	Berhasil

Fitur proses pada jurnal umum page	Klik fitur proses pada jurnal umum page	Menampilkan data jurnal umum	Berhasil
Fitur cetak pdf pada jurnal umum page	Klik fitur cetak pdf pada jurnal umum page	Menampilkan jurnal umum yang akan dicetak	Gagal
Fitur buku besar	Klik fitur buku besar	Menampilkan buku besar page	Berhasil
Fitur proses pada buku besar page	Klik fitur proses pada buku besar page	Menampilkan data buku besar	Berhasil
Fitur cetak pdf pada buku besar	Klik fitur cetak pdf pada buku besar	Menampilkan buku besar yang akan dicetak	Gagal
Fitur arus kas	Klik fitur arus kas	Menampilkan arus kas page	Berhasil
Fitur proses pada arus kas page	Klik fitur proses pada arus kas page	Menampilkan data arus kas	Berhasil
Fitur cetak pdf pada arus kas	Klik fitur cetak pdf pada arus kas	Menampilkan arus kas yang akan dicetak	Gagal
Fitur laba rugi	Klik fitur laba rugi	Menampilkan laba rugi page	Berhasil
Fitur proses pada laba rugi page	Klik fitur proses pada laba rugi page	Menampilkan data laba rugi	Berhasil
Fitur cetak pdf pada laba rugi	Klik fitur cetak pdf pada laba rugi	Menampilkan laba rugi yang akan dicetak	Gagal
Fitur perubahan modal	Klik fitur perubahan modal	Menampilkan perubahan modal page	Berhasil
Fitur proses pada perubahan modal page	Klik fitur proses pada perubahan modal page	Menampilkan data perubahan modal	Berhasil
Fitur cetak pdf pada perubahan modal	Klik fitur cetak pdf pada perubahan modal	Menampilkan perubahan modal yang akan dicetak	Gagal
Fitur neraca	Klik fitur neraca	Menampilkan neraca page	Berhasil
Fitur proses pada neraca page	Klik fitur proses pada neraca page	Menampilkan data neraca	Berhasil
Fitur cetak pdf pada neraca	Klik fitur cetak pdf pada neraca	Menampilkan neraca yang akan dicetak	Gagal
Icon orang	Klik icon orang	Menampilkan dropdown logout	Berhasil
Dropdown logout	Klik dropdown logout	Menampilkan login page	Berhasil

Hasil pengujian yang sudah dilakukan pada Kafe Kopi Sakura dengan jumlah responden 3 admin keuangan. Hasil penelitian ini menggunakan rumus *confusion matrix* dalam mengukur performa sistem. Hasil dari *black box testing* yang sudah dilakukan didapat nilai *True Positif*, *True*

Negatif, *False Positif* dan *False Negatif*. Keterangan pada kasus ini:

(TP) *True Positif* : Data benar diprediksi benar.

(TN) *True Negatif* : Data salah diprediksi salah.

(FP) *False Positif* : Data benar diprediksi salah.

(FN) *False Negatif* : Data salah diprediksi benar.

Tabel 3 Hasil Kalkulasi dengan Confusion Matrix

User	Total User	Total Fitur yang di uji	B	T	TP	TN	FP	FN	Akurasi
Admin	3	49	43	6	43	0	6	0	87,8

*B : Berhasil dalam Pengujian

T : Tidak Berhasil dalam Pengujian

Formula *Confusion Matrix* :

$$\text{Akurasi} = 100 \% * (\text{TP} + \text{TN}) / (\text{FP} + \text{FN} + \text{TP} + \text{TN})$$

Kalkulasi hasil pengujian menggunakan user acceptance test dengan teknik black box testing didapatkan nilai menggunakan *confusion matrix* adalah sebesar 87,8%.

5 SIMPULAN

Pada penelitian ini dilakukan pengembangan sistem informasi manajemen keuangan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil persentase menggunakan *confusion matrix* sebesar 87,8% dan dengan demikian dapat dinyatakan bahwa pengembangan sistem yang dirancang terbukti dapat membantu pengelolaan dan laporan keuangan Kafe Kopi Sakura dalam mengelola keuangan secara terorganisir sehingga dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi kerja dari sisi manajemen keuangan pada Kafe Kopi Sakura.

KEPUSTAKAAN

[1] E. W. Fridayanthie, H. Haryanto, and T. Tsabitah, "Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web," *Paradigma - Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 23, no. 2, Sep. 2021, doi: 10.31294/p.v23i2.10998.

[2] A. A. Kusuma, "Perancangan Sistem Informasi Manajemen Keuangan Menggunakan Metode Scrum (Studi Kasus: CV Kurnia Jaya)," 2021.

[3] D. Afni, & Firman, and N. Hasan, "Rancang Bangun Sistem Informasi untuk Toko Online Berbasis Aplikasi Android," vol. 6, p. 2021, 2021.

- [4] P. E. Sudjiman and L. S. Sudjiman, "ANALISIS SISTEM INFORMASI MANAJEMEN BERBASIS KOMPUTER DALAM PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN."
- [5] Rini Purnamasari, "Determinan Goal-Setting terhadap Kinerja Pegawai Pengelola Keuangan," *Journal of Management and Bussines*, vol. Vol.2, no. No.1, pp. 165–176, Jun. 2019.
- [6] G. Makatengkeng *et al.*, "PENGARUH SARANA PENDUKUNG SISTEM INFORMASI AKUNTANSI, SISTEM PENGENDALIAN INTERN PEMERINTAH DAN BUDAYA ORGANISASI TERHADAP KINERJA PEGAWAI PENGELOLA KEUANGAN PADA SEKRETARIAT DAERAH KABUPATEN KEPULAUAN SANGIHE."
- [7] R. Arista and N. Nurlaila, "PENGARUH SISTEM PENCATATAN LAPORAN KEUANGAN TERHADAP OPTIMALISASI KINERJA KARYAWAN PADA PERUSAHAAN UMUM DAERAH (PUD) PASAR KOTA MEDAN," *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, dan Pendidikan*, vol. 1, no. 5, pp. 585–594, Mar. 2022, doi: 10.54443/sibatik.v1i5.66.
- [8] G. Enstayn, A. Kustanto, H. Prillysca Chernovita, and P. Korespondensi, "PERANCANGAN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN BERBASIS WEB STUDI KASUS: PT UNICORN INTERTRANZ WEB-BASED MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM DESIGN CASE STUDY: PT UNICORN INTERTRANZ", doi: 10.25126/jtiik.202184849.
- [9] S. D. Nabella, "ANALISA LAPORAN ARUS KAS SEBAGAI ALAT UNTUK MENILAI KINERJA KEUANGAN PERUSAHAAN PT KIMIA FARMA TBK", doi: 10.33373/bening.v8i2.3654.
- [10] N. Renaningtias and D. Apriliani, "PENERAPAN METODE PROTOTYPE PADA PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI TUGAS AKHIR MAHASISWA," 2021. [Online]. Available: <http://ejournal.unib.ac.id/index.php/rekursif/92>
- [11] F. Fenando, P. Studi, S. Informasi, F. Sains, and D. Teknologi, "Implementasi E-Commerce Berbasis Web pada Toko Denia Donuts Menggunakan Metode Prototype Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang-Indonesia," vol. 6, no. 2, pp. 66–77.
- [12] C. A. Pamungkas and P. A. Raharja, "RANCANG BANGUN LEARNING MANAGEMENT SYSTEM BERBASIS CODE IGNITER MENGGUNAKAN METODE PROTOTYPE," *JSii (Jurnal Sistem Informasi)*, vol. 9, no. 2, pp. 215–220, Sep. 2022, doi: 10.30656/jsii.v9i2.5276.
- [13] A. Rohmadi and V. Yasin, "PADA CV APICDESIGN KREASINDO JAKARTA DENGAN METODE PROTOTYPING." [Online]. Available: <http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/jisicomTelp.+62-21-3905050>,
- [14] E. Suprpto, "User Acceptance Testing (UAT) Refreshment PBX Outlet Site BNI Kanwil Padang," *Jurnal Civronlit Unbari*, vol. 6, no. 2, p. 54, Oct. 2021, doi: 10.33087/civronlit.v6i2.85.
- [15] N. W. Rahadi and C. Vikasari, "Pengujian Software Aplikasi Perawatan Barang Milik Negara Menggunakan Metode Black Box Testing Equivalence Partitions," *Infotekmesin*, vol. 11, no. 1, pp. 57–61, Jan. 2020, doi: 10.35970/infotekmesin.v11i1.124.

Analisis Sentimen Masyarakat Terhadap Mainan Anak “Lato-Lato” Menggunakan Metode Support Vector Machine (Svm) Pada Media Sosial Youtube

Ahmad Roshid¹⁾, Erizal, S.Kom., M.Kom.²⁾, & Rahmi Imada, S.Kom., M.Kom.³⁾

^{1,2,3)}Sistem Teknologi Informasi, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
Jl. Tanah Merdeka No.6, Kec. Pasar Rebo, DKI Jakarta 13830 Indonesia Telp : (021)87782739
Website uhamka.ac.id, E-mail: ^{1,2,3)} ahmadzeed.mulmed@gmail.com, erizal@uhamka.ac.id, rahmi.imanda@uhamka.ac.id

Abstrak

Lato-lato adalah mainan anak yang sempat viral di Indonesia. Mainan anak ini cukup menuai kontroversi di masyarakat Indonesia karena mainan ini menciptakan suara yang cukup bising ketika dimainkan tetapi juga memiliki beberapa dampak yang positif bagi anak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa sentiment masyarakat Indonesia terhadap mainan lato-lato dari komentar video di sosial media YouTube. Proses yang dilakukan adalah crawling data, preprocessing, normalisasi, pelabelan, dan klasifikasi SVM. Setelah dilakukan proses klasifikasi SVM dengan kernel linear, didapat akurasi sebesar 81%. Untuk sentiment positif didapat precision sebesar 80%, recall 85% dan f1-score 82%, untuk sentiment negatif didapat precision sebesar 83%, recall 77% dan f1-score sebesar 80%. Dari hasil analisis sentiment tersebut, lebih banyak masyarakat Indonesia yang menanggapi mainan lato-lato secara positif yang menandakan bahwa masyarakat Indonesia melihat mainan lato-lato ini bukanlah sebuah masalah dan banyak manfaat positif yang didapat dari mainan lato-lato.

Keyword: analisis sentimen, support vector machine, youtube, lato-lato

Abstract

Lato-lato is a children's toy that has gone viral in Indonesia. This children's toy is quite controversial in Indonesian society because this toy creates quite a noise when played but also has several positive impacts for children. The purpose of this research is to analyze the sentiment of Indonesian people towards lato-lato toys from video comments on YouTube social media. The processes carried out are data crawling, preprocessing, normalization, labeling, and SVM classification. After the SVM classification process with a linear kernel, an accuracy of 81% was obtained. For positive sentiment, the precision is 80%, recall 85% and f1-score 82%, for negative sentiment, the precision is 83%, recall 77% and f1-score 80%. From the results of the sentiment analysis, more Indonesians respond positively to lato-lato, which indicates that Indonesians see lato-lato as not a problem and there are many positive benefits from lato-lato.

Kata kunci: sentiment analisist, support vector machine, YouTube, clackers

1 PENDAHULUAN

Pada era digital seperti sekarang ini, penggunaan sosial media semakin meningkat. Menurut Data Indonesia, pada tahun 2022 jumlah pengguna sosial media youtube di Indonesia sebanyak 127 juta jiwa pengguna atau sebesar 46,2% dari total penduduk Indonesia [1].

Jenis video yang dapat di sajikan oleh youtube antara lain pengetahuan, *tutorial*, hiburan, dan lainnya. Masyarakat atau pengguna youtube dapat menyukai, membagikan serta dapat berkomentar pendapat pribadinya [2].

Lato-lato adalah salah satu bentuk permainan tradisional yang dapat ditemukan di Indonesia yang menjadi ikonik sejak era 1990-an, terutama di kalangan penduduk (Aditya, 2022). Lato-lato merupakan permainan yang berasal dari Amerika Serikat. Di negara asalnya, lato-lato dikenal dengan berbagai nama

seperti "clackers", "click-clacks", "knockers", "ker-bangers", atau "clankers"[3].

Masalah dari penelitian ini adalah bagaimana masyarakat menilai mainan anak lato-lato, apakah hasilnya lebih banyak sentimen positif atau sentimen negatif, serta bagaimana proses klasifikasi SVM dengan kernel linear untuk mendapatkan hasil akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-Score* untuk sentimen positif dan negatif.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil olah data sentimen positif dan negatif dalam proses pelabelan, serta mendapatkan nilai akurasi dan evaluasi dari SVM.

SVM adalah metode *supervised learning* dalam klasifikasi yang memproyeksikan kelas berdasarkan model atau pola yang ditemukan selama proses pelatihan. Klasifikasi ini dilakukan dengan mencari

hyperplane atau garis batas yang memisahkan satu kelas dari kelas lainnya [4].

Beberapa penelitian tentang analisis sentiment pada media sosial yang sudah dilakukan sebelumnya. Dilakukan analisis sentiment terhadap transportasi online di Indonesia menggunakan metode SVM dengan basis *Particle Swarm Optimization*. Menganalisis emosi atau sentimen dan meningkatkan ketepatan metode dapat dicapai dengan menerapkan metode klasifikasi SVM dan SVM-PSO. Dari hasil 10 *k-fold cross validation*, metode klasifikasi SVM menunjukkan akurasi sebesar 95,46% dengan nilai AUC 0,979 (klasifikasi sangat baik), sementara metode SVM-PSO mencapai akurasi 96,04% dengan AUC 0,993 (klasifikasi sangat baik). Pada penelitian ini Algoritma SVM dengan basis PSO mempunyai nilai akurasi lebih baik dibandingkan algoritma SVM biasa [5].

2 LANDASAN TEORI

A. Analisis Sentimen

Analisis sentimen merupakan pendekatan gabungan antara bahasa, komputasi, dan text mining yang digunakan untuk menganalisa suatu topik atau kegiatan khusus terhadap emosional atau opini [6].

Opinion mining atau analisis sentimen merupakan salah satu cabang dalam bidang *data mining* yang dapat melakukan analisis terhadap pendapat, penilaian, sikap, emosi, dan evaluasi terkait dengan entitas seperti produk, topik, layanan, masalah, organisasi, peristiwa, serta atributnya [7].

Melalui analisis sentimen, opini yang mengandung polaritas dapat dianalisis, sehingga informasi yang dihasilkan dapat memiliki nilai positif, negatif, atau netral [8].

B. Lato-lato

Lato-lato adalah salah satu bentuk permainan tradisional yang dapat ditemukan di Indonesia. Permainan ini telah menjadi ikonik sejak tahun 1990-an, terutama di kalangan penduduk pedesaan [9].

Di Amerika Serikat, lato-lato atau *clackers* mengalami penarikan dari pasar bersamaan dengan laporan insiden cedera pada anak-anak saat bermain. Hal ini disebabkan oleh bobot yang cukup berat dan gerakan cepat dari lato-lato yang terbuat dari plastik akrilik keras. Di Amerika Serikat, lato-lato dikategorikan sebagai "*mechanical hazard*" atau peringatan terhadap mainan yang dapat menimbulkan bahaya [10].

C. Youtube

YouTube memiliki berbagai tujuan, seperti hiburan, pembelajaran, berbagi aktivitas sehari-hari, dan lain-lain. Pengguna YouTube dapat membuat, menonton, dan berbagi video secara gratis. Selain itu, YouTube menyediakan fitur komentar yang memungkinkan penonton memberikan respon terhadap konten yang mereka tonton, baik dalam bentuk positif maupun negatif. YouTube juga memungkinkan pengguna memberikan *feedback* berupa *like*, *dislike*, dan komentar terhadap video yang diunggah [11].

Maksud dari *text mining* adalah untuk memperoleh informasi berharga dari sekelompok dokumen. Dengan kata lain, data yang dimanfaatkan dalam *text mining* adalah sejumlah teks yang bersifat tidak terstruktur atau setidaknya semi terstruktur [12].

D. Text Mining

Merupakan pengambilan informasi ketika pengguna berinteraksi dengan sekelompok dokumen menggunakan alat analisis yang terdiri dari komponen-komponen yang ditemukan dalam *data mining* [13].

E. Data Mining

Data mining adalah hasil gabungan beberapa disiplin ilmu komputer. Definisi dari *data mining* adalah proses dari penemuan pola-pola baru dari kumpulan data yang sangat besar. Metode-metode yang digunakan dalam *data mining* mencakup aspek-aspek dari kecerdasan buatan, *machine leaning*, statistika, dan sistem basis data [13].

F. Support Vector Machine (SVM)

Merupakan suatu metode pembelajaran terbimbing yang menganalisis data dan mengidentifikasi pola yang digunakan untuk keperluan klasifikasi [14].

Metode SVM memiliki keunggulan dalam kemampuannya mengenali *hyperplane* yang dapat memisahkan *margin* dengan maksimal, sehingga dapat memaksimalkan *margin* antara kelas yang berbeda. Namun, metode SVM juga memiliki kelemahan, masalah utamanya adalah di mana fitur-fitur yang sama dapat signifikan memengaruhi tingkat akurasi [8].

Untuk menemukan batas keputusan atau *hyperplane* optimal, langkahnya adalah mencari garis yang melalui titik-titik paling ekstrem dari kelas -1 dan +1 [12]. Berikut adalah rumusnya:

$$(W * X_i) + b \geq 1 \quad (1)$$

Sementara untuk menghitung *hyperplane* adalah dengan rumus berikut :

$$(W * X_i) + b = 0 \tag{2}$$

Keterangan:

W = Bobot dari atribut

X_i = Atribut ke- i

b = Bias

Kernel trick adalah sebuah formula dari transformasi ϕ yang sangat sulit untuk diketahui serta dipahami. Maka, dengan fungsi kernel $Kx_i x_j$, fungsi transformasi ϕ dapat didefinisi [15].

$$K(x_i, x_j) = \phi_j(x_i) * \phi_j(x_j) \tag{3}$$

G. Pengujian Model Evaluasi

Salah satu cara untuk mengetahui apakah hasil dari implementasi algoritma SVM sudah benar dan sesuai dengan algoritmanya, yaitu dengan *Confusion Matrix*. Dengan metode ini, kita dapat mengevaluasi tingkat ketepatan dan hasil penerapan yang dapat dianalisis untuk menentukan sejauh mana klasifikasi berhasil mengidentifikasi *tuple* dari kelas yang berbeda [16]. Berikut ini adalah rumus untuk menghitung *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*-nya:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \tag{4}$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \tag{5}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \tag{6}$$

$$F1 - Score = \frac{2 + Precision + Recall}{Precision + Recall} \tag{7}$$

Keterangan :

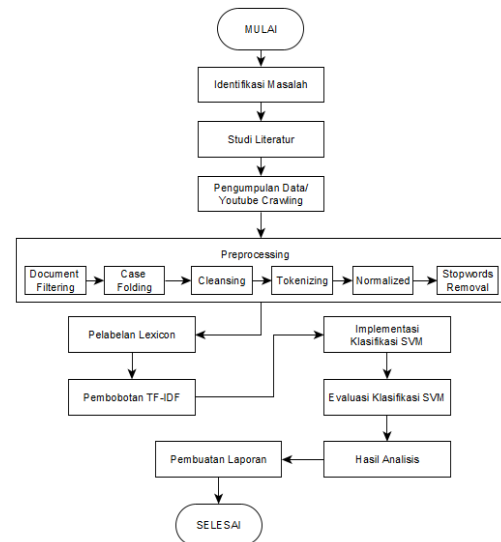
TP = True Positive

TN = True Negative

FP = False Positive

FN = False Negative

3 METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1 Alur Penelitian

Gambar 1 merupakan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini. Penelitian dimulai dari tahapan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan studi literature, pengumpulan data, *preprocessing*, pelabelan, pembobotan, klasifikasi SVM, evaluasi.

A. Identifikasi Masalah

Tahapan awal dalam metodologi penelitian adalah mengenali masalah, dengan tujuan untuk memahami, mengidentifikasi, dan menemukan solusi untuk suatu permasalahan serta mencapai tujuan penelitian [11].

B. Studi Literatur

Langkah literatur adalah bagian dari proses setelah mengidentifikasi masalah. Pada tahap ini, dijelaskan bagaimana data dan informasi dikumpulkan dari berbagai sumber, termasuk jurnal, buku, *e-book*, media massa, dan referensi lain yang berhubungan dengan penelitian, baik dalam bentuk teori maupun penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya [11].

C. Pengumpulan Data/ Youtube Crawling

Pengambilan data ini menggunakan *library* Youtube Data API v3 dengan meminta API key dari *google developers*. Untuk mendapatkan API key-nya harus melakukan *create credentials* di dalam menu *Enable APIs & Services*. Untuk melakukan crawling data, digunakan *Google Colabs* serta *python* untuk bahasa pemrogramannya [17].

D. Preprocessing

Pra-pemrosesan (*preprocessing*) merupakan langkah untuk mempersiapkan dataset sehingga memudahkan analisis menggunakan algoritma klasifikasi. *Preprocessing* bertujuan untuk menghilangkan data teks yang tidak relevan selama analisis. Terdapat berbagai metode pra-pemrosesan, dan setiap tahap memiliki tujuan yang spesifik [17].

1. *Document Filtering* merupakan langkah untuk menghapus bagian-bagian dari dokumen mentah yang tidak relevan atau tidak memiliki makna sama sekali dalam konteks proses klasifikasi [18].
2. *Case Folding* merupakan langkah untuk menyamakan gaya penulisan dalam dokumen. Tujuan dari proses ini adalah mempermudah pencarian, karena tidak semua teks konsisten dalam penggunaan huruf besar (kapital) [18].
3. *Cleansing* adalah proses pembersihan hal-hal yang tidak diperlukan, seperti URL, *username*, *emoticon*, *symbol*, dan *hashtag*.
4. *Tokenizing* merupakan langkah pembagian teks yang berasal dari kalimat atau paragraf menjadi bagian-bagian khusus. Langkah ini akan memisahkan setiap kata berdasarkan pemisah token yang ditetapkan, seperti spasi dan tanda baca. Contohnya adalah pada kalimat "aku mau makan nasi goreng" menghasilkan lima token yaitu "aku", "mau", "makan", "nasi", "goreng" [18].
5. Normalisasi bertujuan untuk meningkatkan mutu representasi kata dalam dokumen teks, sehingga analisis dapat dilakukan dengan lebih akurat dan efisien. Langkah-langkah normalisasi dilakukan pada dataset dengan menggunakan file normalisasi yang kemudian diterapkan pada dataset [11].
6. *Stopwords Removal* adalah proses penghapusan kata penghubung yang kurang atau tidak sama sekali memiliki arti. *Stopword*, atau kata penghubung, dapat diartikan sebagai kata yang muncul sangat sering dalam sebuah dokumen teks dan memiliki kontribusi makna yang kurang signifikan terhadap isi dokumen [18].

E. Pelabelan *Lexicon Based*

Setiap kata positif yang muncul dalam sebuah komentar akan mendapatkan penambahan skor +1. Di sisi lain, setiap kata negatif yang terdapat dalam komentar akan mengurangi skor sebesar -1. Skor keseluruhan kemudian dihitung dengan menjumlahkan semua skor tersebut. Jika total skor > 0 (lebih dari nol), maka komentar

diklasifikasikan sebagai positif. Sebaliknya, jika total skor < 0 (kurang dari atau sama dengan nol), komentar diklasifikasikan sebagai negatif [19].

F. Pembobotan TF-IDF

Pembobotan atau transformasi dengan *Term Frequency* (TF) dan *Inverse Document Filtering* (IDF) atau TF-IDF. TF berfungsi menghitung frekuensi banyaknya kata yang muncul pada data, sementara IDF akan menghitung setiap token pada setiap dokumen dalam korpus. Saat ini TF adalah skema pembobotan yang cukup populer, akurat dan efisien [20]. Berikut adalah rumus menghitung bobot token (kata) t di dokumen d :

$$W_{dt} = t_{fdt} * IDF_t \quad (8)$$

Keterangan :

d : dokumen ke- d

t : kata ke- t dari kata kunci

W : bobot dokumen ke- d terhadap kata ke- t

t_f : banyaknya kata yang dicari

IDF: *Inverse Document Frequency*

Berikut adalah rumus untuk mencari nilai IDF:

$$IDF = \log_2 \left(\frac{D}{df} \right) \quad (9)$$

Keterangan :

D : total dokumen

df : banyaknya dokumen yang mengandung token yang dicari

G. Implementasi Klasifikasi SVM

SVM adalah teori pembelajaran statistika yang diharapkan dapat menghasilkan kinerja yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode alternatif. [21].

Untuk Klasifikasi SVM ini menggunakan *kernel linear* karena berdasarkan riset yang peneliti lakukan terhadap referensi dari penelitian serupa lainnya, *kernel linear* memiliki hasil yang lebih baik daripada kernel RBF, Sigmoid ataupun Polynomial. Berikut adalah rumus SVM dengan *kernel linear* :

$$K(x, x_k) = x_k^T x \quad (10)$$

H. Evaluasi Klasifikasi

Penelitian ini memeriksa kinerja model dengan tujuan mengevaluasi seberapa baik model tersebut dalam memprediksi data uji yang tidak dimasukkan dalam proses pembangunan model. Evaluasi ini melibatkan perhitungan nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* berdasarkan *confusion matrix* [19].

I. Hasil Analisis Data

Adalah hasil dari seluruh penelitian yang sudah dilakukan dari proses awal sampai akhir, dengan hasil analisa berdasarkan pengujian yang telah dilakukan. Serta mendapatkan kesimpulan dari hasil olah data yang telah dilakukan.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Youtube Crawling

Pada proses ini dilakukan pengumpulan atau pengambilan data komentar masyarakat dari empat belas video *YouTube* dengan menggunakan API dari *Google* yaitu *Youtube Data API v3*. Untuk mengambil data tersebut, digunakan *Google Colabs* dan bahasa pemrograman *python*. Dibawah ini adalah gambar dari program *crawling data* dengan API key di samarkan karena APIs *Youtube* ini merupakan *credentials* masing-masing pengguna *Google*.

```
df = pd.DataFrame(comments, columns=['publishedAt', 'authorDisplayName', 'Comment_YT', 'likeCount'])
df
```

	publishedAt	authorDisplayName	Comment_YT	likeCount
0	2023-01-18T15:19:52Z	TRIVA SIMANJUNTAK	Aq juga benci lato2, bersik bgt mungkin or...	1
1	2023-01-17T10:28:58Z	Antin Dami	Online seperti solot lebih parah.	0
2	2023-01-15T13:09:57Z	mohamad pamuji	Narkoba sehat bagi Amerika	0
3	2023-01-13T11:02:23Z	Amron Amar	Semakin dilarang semakin nafsu main nya... 🤔🤔🤔	0
4	2023-01-13T06:29:56Z	msh phone	ya di larang nyar HP nya ngak lakuuuu cian deh as	0
...
110	2023-01-11T03:21:00Z	Anglosaxon Abyss	Katanya Amerika negara Freedom? Takut amat sm...	8
111	2023-01-11T03:54:22Z	Ahsin Mudawwam	What about gun?	0
112	2023-01-11T03:56:24Z	Some Some	Gangguan suara. Warga bisa protes dan pang...	4
113	2023-01-11T04:24:46Z	Anglosaxon Abyss	@Some Some jg gw bebas wild parties sini gk ad...	0
114	2023-01-11T04:43:03Z	Some Some	@Anglosaxon Abyss bisa. Di ruang kedap sua...	0

Gambar 2 Hasil Youtube Crawling

Dari dua belas video *YouTube* yang telah dicari, peneliti mendapatkan sebanyak 2.987 data. Berikut adalah contoh data yang telah di ambil menggunakan *Youtube Crawler*.

B. Preprocessing

Pada proses ini akan dilakukan pembersihan data dari karakter, symbol, angka, serta kata sambung yang tidak digunakan dalam proses pelabelan dan

Tabel 2 Contoh Sebelum dan Sesudah Case Folding

Sebelum dilakukan case folding	setelah dilakukan case folding
iQbal nggak suka sama dengan main lato-latto tambah berisik	iqbal nggak suka sama dengan main lato-latto tambah berisik
Saya tersanjung Dgn dosen saya yg sudah disebutkan sepulang sekolah	saya tersanjung dgn dosen saya yg sudah disebutkan sepulang sekolah
Korbannya bukan hanya manusia, TV pun jadi korban	korbannya bukan hanya manusia, tv pun jadi korban

proses klasifikasi. Serta dilakukan proses mengubah kata singkatan atau kata yang tidak baku menjadi kata baku.

1. Document Filtering

Penghapusan data ini dilakukan secara manual, yang sebelumnya ada sebanyak 2.897 data dihapus sebanyak 75 data sehingga menjadi 2.912 data. Berikut adalah contoh data yang dihapus.

Tabel 1 Contoh Data Komentar yang Dihapus

authorDisplayName	Komentar
Eka Aji Saputro	bang bahas enrique maluku bang, sejarah maritim indonesia
Fajar Utomo	Bang bahas diogo alves

2. Case Folding

Merupakan langkah mengubah huruf kapital menjadi huruf kecil pada data, karena ketidak konsistenan penggunaan huruf kapital dan huruf kecil dalam data tersebut, sehingga perlu dilakukan penyamarataan. Berikut contoh data sebelum dan sesudah dilakukan *case folding*.

3. Cleansing

a. Hapus Emotikon untuk menghapus emotikon di dalam sebuah komentar. Proses ini hanya menghapus emotikonya saja.

Tabel 3 Contoh Sebelum dan Sesudah Hapus Emotikon

Sebelum Dihapus	Setelah Dihapus
semakin dilarang semakin nafsu main nya... 🤔🤔🤔	semakin dilarang semakin nafsu main nya...
mending main lato lato drpada maen game online yg terdampak buruk 😊😊😊	mending main lato lato drpada maen game online yg terdampak buruk
mndgan main lato2 drpd anak2 main hp terus 🖐🖐	mndgan main lato2 drpd anak2 main hp terus
aturan yg menghalangi kreatifitas anak 🧑	aturan yg menghalangi kreatifitas anak

b. Hapus *Hashtag* untuk menghapus *hashtag* atau kampanya di dalam komentar. Proses ini hanya menghapus *hashtag*-nya saja.

Tabel 4 Contoh Hashtag yang Dihapus

Hashtag yang dihapus
#lato2aman
#lato2amankok
#bannedlattelatto
#usuttuntas

c. Hapus URL untuk menghapus tautan yang terdapat di dalam komentar.

Tabel 5 Contoh Sebelum dan Sesudah Hapus URL

- d. *Stopwords Removal* untuk menghapus kata hubung yang terdapat di dalam komentar.

Tabel 6 Contoh Sebelum dan Sesudah Stopwords Removal

Sebelum	Setelah
Lim itu kan dulu.saya bahas sekarang yg pakai pelastik...mnding dah anak main lato walaupun berisik ga jadi masalah dari pada mulai PDA main HP jadi pada males belajar,udah gtu takut buka situs yg ngga	lim dulu saya bahas yg pakai pelastik mnding dah anak main lato berisik ga pda main hp males belajar,udah gtu takut buka situs yg ngga
Apaan.. lato lato sumber polusi suara. Soal anak kecanduan gadget itu tanggungjawab ortu untuk ngontrol dan mendisiplinkan anak dalam main gadget. tp caranya bukan dengan main lato-lato, berisik	lato lato sumber polusi suara anak candu gadget tanggungjawab ortu ngontrol disiplin anak main gadget tp main lato-lato berisik

C. *Tokenizing*

Setelah proses itu dilakukan, kalimat tersebut akan dipisah menjadi per kata dengan pembatas , (koma) setiap katanya. Berikut adalah contoh tokenizing yang dilakukan.

Tabel 7 Contoh Sebelum dan Sesudah Tokenizing

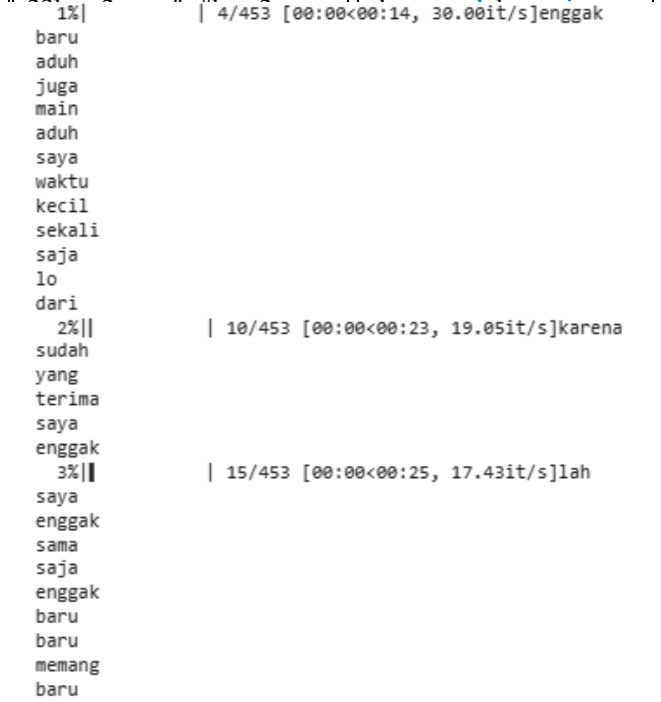
Sebelum tokenizing	Setelah tokenizing
bahaya main hp anak main hp jam ngerusak mata udah hapal main lato klo lg ngetrend doang mh bosen jg	['bahaya', 'main', 'hp', 'anak', 'main', 'hp', 'jam', 'ngerusak', 'mata', 'udah', 'hapal', 'main', 'lato', 'klo', 'lg', 'ngetrend', 'doang', 'mh', 'bosen', 'jg']
berisik gak manfaat yg ambil gak nambah skill ganggu orang tidur	['berisik', 'gak', 'manfaat', 'yg', 'ambil', 'gak', 'nambah', 'skill', 'ganggu', 'orang', 'tidur']

D. *Normalisasi*

Ini merupakan proses yang cukup penting, karena pada proses ini data yang sudah dilakukan tokenizing akan diubah menggunakan kata baku. Untuk kamus yang digunakan adalah *colloquial-indonesian-lexicon*, kamus alay, kbba, serta library python kbba.

Gambar di atas merupakan proses mengubah kata-kata non-baku menjadi kata-kata baku sehingga nanti akan mempermudah dalam proses pembobotan yang dilakukan. Berikut adalah contoh proses normalisasi yang dilakukan, kata yang di warnai merah adalah kata yang tidak baku,

Sebelum dihapus	Setelah dihapus
iyu sebelum dihapus iyak	iyu setelah dihapus iyak
lato klo lg ngetrend	lato klo lagi ngetrend



Gambar 3 Proses Normalisasi

untuk kata yang berwarna biru adalah kata yang telah diubah menjadi kata baku.

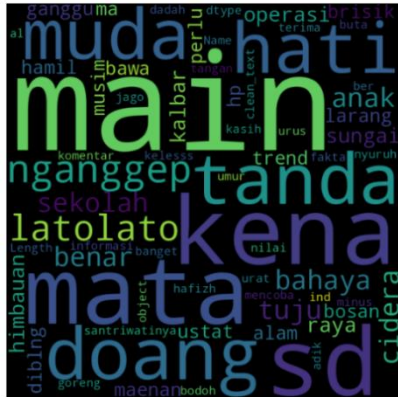
Tabel 8 Sebelum dan Sesudah Normalisasi

E. *Pelabelan Lexicon*

Proses pemberian label dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan kamus *lexicon-based* yang menggunakan bahasa Indonesia. Lexicon merupakan sebuah kamus yang mengevaluasi komentar atau sentimen dengan menghitung kata-kata yang diberi skor polaritas, sehingga dapat menentukan apakah tanggapan atau komentar dari masyarakat bersifat positif atau negatif. Berikut adalah beberapa contoh kata yang ada dalam kamus *lexicon-based*.

Tabel 9 Contoh Bobot Kamus Lexicon

word	weight	number_of_words
menakjubkan	3	1
menolong	4	1
alhamdulillah	5	1
harum	5	1
membocorkan	-4	1
meleleh	-5	1



Gambar 4 Visualisasi Word Cloud

Langkah yang dilakukan adalah menghitung kata yang paling sering keluar berdasarkan dataset untuk melihat kata-kata yang paling sering muncul di dalam data. Langkah tersebut di visualisasikan dengan *word cloud* seperti gambar di bawah ini.

Lalu langkah selanjutnya adalah dengan menghitung nilai sentiment dengan matriks berdasarkan kamus *lexicon* dengan cara

```
df['label'].value_counts()

positif    1213
negatif    1066
Name: label, dtype: int64
```

menjumlahkan skor dari sentiment tersebut.

Setelah dilakukan proses perhitungan, maka didapat hasil dari perhitungan sentimentnya adalah sebagai berikut.

Tabel 10 Contoh Hasil Pelabelan

Teks Sentimen	sentiment
bahaya bola lato lato nya leparakan kepala	-5
bagus dibolehin main lato lato pulang sekolah dirumah	7
larang sih berisik banget	-2

Gambar 5 Proses Pelabelan

Dari hasil pelabelan, didapat data sebanyak 2.297 data yang terdiri dari 1.213 sentimen positif dan 1.066 sentimen negatif.

Dari hasil tersebut didapat bahwa sentimen positif sebesar 53,2% dan sentimen negatif

```
sencol = []
senrow = np.array([])
nsen = 0
factory = StemmerFactory()
stemmer = factory.create_stemmer()
sentiment_list = []
# function to write the word's sentiment if it is founded
def found_word(ind,words,word,sen,sencol,sentiment,add):
    # if it is already included in the bag of words matrix, then just increase the value
    if word in sencol:
        sen[sencol.index(word)] += 1
    else:
        #if not, than add new word
        sencol.append(word)
        sen.append(1)
        add += 1
    #if there is a negation word before it, the sentiment would be the negation of it's sentiment
    if (words[ind-1] in negasi):
        sentiment += -lexicon['weight'][lexicon_word.index(word)]
    else:
        sentiment += lexicon['weight'][lexicon_word.index(word)]
return sen,sencol,sentiment,add
```

sebanyak 46.8%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sentimen masyarakat Indonesia terhadap mainan lato-lato kebih banyak yang berkomenar positif.

```
#hitung persentase sentiment
total = 2279
positif = 1213
negatif = 1066

print('persentase positif = ', positif/total * 100, '%')
print('persentase negatif = ', negatif/total * 100, '%')
```

```
persentase positif = 53.22509872751206 %
persentase negatif = 46.77490127248794 %
```

Gambar 7 Persentase Positif dan Negatif

F. Pembobotan TF-IDF

Dilakukan perhitungan bobot dengan melakukan pembobotan *term-frequency inverse document frequency* (TF-IDF). Ada tiga proses untuk melakukan pembobotan, yaitu menghitung banyaknya kata yang keluar (*term frequency*), proses *inverse document frequency* dan yang terakhir menghitung bobot dengan mengkali TF dengan IDF.

Proses TF akan menghitung *term* dari banyaknya kata yang keluar. Hasil perhitungannya akan di tokenisasi agar dapat dilakukan proses selanjutnya yaitu perhitungan IDF.

```
#Menghitung bobot
def calc_TF(document):
    # Counts the number of times the word appears in review
    TF_dict = {}
    for term in document:
        if term in TF_dict:
            TF_dict[term] += 1
        else:
            TF_dict[term] = 1
    # Computes tf for each word
    for term in TF_dict:
        TF_dict[term] = TF_dict[term] / len(document)
    return TF_dict

df["TF_dict"] = df['tokenized'].apply(calc_TF)
```

Gambar 8 Proses Perhitungan TF

Proses Selanjutnya adalah menghitung IDF

```
# Menghitung jumlah data yang akan digunakan sebagai data testing sebanyak 20%
test_ratio = 0.2
num_testing_samples = int(test_ratio * len(X))

# code untuk menghitung IDF
def calc_IDF(n_document, DF):
    IDF_Dict = {}
    for term in DF:
        IDF_Dict[term] = np.log(n_document / (DF[term] + 1))
    return IDF_Dict

# Hitung IDF
IDF = calc_IDF(len(df), DF)

# code untuk menghitung TF-IDF
def calc_TF_IDF(TF):
    len(X_test) #jumlah data test yg diuji/test
    455

    len(X_train) #jumlah data train
    1824

    row = {"term": key, "TF-IDF": value}
    results.append(row)

# buat hasil dalam dataframe
result_df = pd.DataFrame(results)
```

Gambar 9 Proses Perhitungan IDF

berdasarkan data yang akan digunakan. Setelah itu baru dilakukan perhitungan TF-IDF dengan mengkali hasil TF dan hasil IDF.

```
#TF-IDF vectorizer
vectorizer = TfidfVectorizer()
X_train_tfidf = vectorizer.fit_transform(X_train)
X_test_tfidf = vectorizer.transform(X_test)
```

Berikut ini adalah hasil TF-IDF yang telah dilakukan perhitungan:

term	TF	TF-IDF
0	["uju": 1.0]	["uju": 4.384196199259211]
1	["benar": 0.05555555555555555, "bahaya": 0.0]	["benar": 0.2529687888276521, "bahaya": 0.0]
2	["maenan": 0.1, "musim": 0.1, "dibling": 0.0]	["maenan": 0.4686969591522261, "musim": 0.4686969591522261, "dibling": 0.0]
3	["tidak": 0.2, "perlu": 0.2, "trend": 0.0]	["tidak": 0.3123782593508457, "perlu": 1.1633333333333333, "trend": 0.0]
4	["tanda": 0.6666666666666666, "alam": 0.3333333333333333]	["tanda": 3.3949564664202834, "alam": 1.6333333333333333]
...
2274	["ustat": 0.16666666666666666, "hamil": 0.0]	["ustat": 1.1730574747809563, "hamil": 0.0]
2275	["keless": 0.14285714285714285, "kena": 0.0]	["keless": 1.0054778355265341, "kena": 0.0]
2276	["terima": 0.3333333333333333, "kasih": 0.0]	["terima": 1.6327595617298227, "kasih": 0.0]
2277	["al": 0.027777777777777776, "hafizh": 0.0]	["al": 0.1649925711118008, "hafizh": 0.0]
2278	["sd": 0.09090909090909091, "jago": 0.09090909090909091]	["sd": 0.3630747646329378, "jago": 0.5259666666666666]

Gambar 10 Hasil Perhitungan TF-IDF

G. Implementasi Klasifikasi SVM

Langkah awal adalah melakukan pemisahan data menjadi dua bagian, yakni data latih dan data uji.. Untuk *split* data uji sebanyak 20% dari total data, dan otomatis sisanya sebanyak 80% merupakan *split* untuk data latih.

Gambar 11 Split Data 20% untuk Data Uji

Berikut merupakan hasil dari *split* data yang dilakukan, didapatkan data uji sebanuak 455 data, dan untuk data training sebanyak 1824 data.

Gambar 12 Hasil Split Data

Proses selanjutnya adalah implementasi algoritma yang menggunakan *TF-IDF Vectorizer* dengan data latih dan data uji yang digunakan pada

```
accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
print("Akurasi:", accuracy)
```

Aki Gambar 17 Hasil Evaluasi SVM Kernel Linear

saat proses klasifikasi.

Sebelum proses data uji, dilakukan proses klasifikasi algoritma SVM dengan kernel linear.

Langkah berikutnya adalah melakukan pemrosesan data uji yang telah dibagi dengan

Gambar 13 Proses Vektorisasi TF-IDF

Gambar 14 Proses SVM dengan Kernel Linear

accuracy				0.81	455
macro avg	0.82	0.81	0.81	0.81	455
weighted avg	0.81	0.81	0.81	0.81	455

menggunakan *confusion matrix* untuk mengetahui label data sebenarnya

Proses terakhir dalam implemtasi algoritma adalah melakukan pengujian algoritmanya. Dari data yang diolah, didapatkan hasil pengujian pada Algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dengan kernel *linear* mendapatkan nilai akurasi sebesar 81,3%

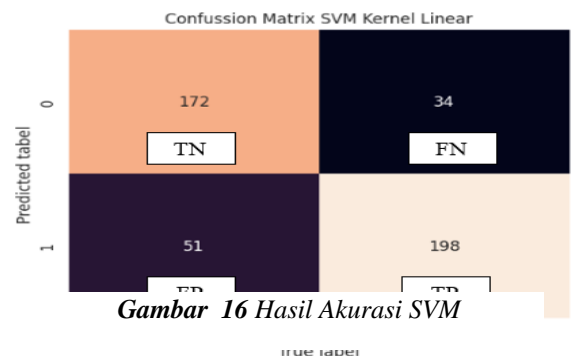
H. Pengujian Evaluasi

Tahap penutup dari penelitian ini melibatkan

```
# Klasifikasi SVM dengan kernel linear
```

Gambar 15 Hasil Confusion Matrix

pengujian dan evaluasi terhadap data uji. Pengujian ini penting agar mendapatkan hasil dari *precision*, *recall*, dan *f1-score* dari sentimen positif dan negatif.



Gambar 16 Hasil Akurasi SVM

Keterangan:

-1 = Negatif

1 = Positif

Pada proses evaluasi, didapatkan untuk sentiment negatif *precision* sebanyak 83%, *recall* 77%, dan *f1-score* sebanyak 80%. Sedangkan untuk sentiment positif didapatkan nilai *precision* sebanyak 80%, *recall* 85%, dan *f1-score* sebanyak 82%.

5 SIMPULAN

Hasil yang didapatkan bahwa, dari total data yang didapatkan dari hasil *crawling youtube* sebanyak 2.279 data terdapat 1.213 data yang bersentimen positif, dan 1.066 data yang bersentimen negatif.

Dari hasil proses yang dihasilkan, nilai akurasi pada pengujian Algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dengan menggunakan kernel *linear* mendapat nilai 81,3% dan pada proses pengujian evaluasi menghasilkan sentiment negatif *precision* sebanyak 83%, *recall* 77%, dan *f1-score* sebanyak 80%. Sedangkan untuk sentiment positif didapat nilai *precision* sebanyak 80%, *recall* 85% dan *f1-score* sebanyak 82%.

KEPUSTAKAAN

- [1] A. Mahmudan, "Pengguna Youtube Indonesia Terbesar Ketiga di Dunia pada 2022," 2022. <https://dataindonesia.id/internet/detail/pengguna-youtube-indonesia-terbesar-ketiga-di-dunia-pada-2022> (accessed Jan. 13, 2023).
- [2] Chely Aulia Misrun, E. Haerani, M. Fikry, and E. Budianita, "Analisis sentimen komentar youtube terhadap Anies Baswedan sebagai bakal calon presiden 2024 menggunakan metode naive bayes classifier," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 207–215, 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i1.4790.
- [3] L. Zain, "Sejarah Lato-Lato yang Sedang Tren, Bukan dari Indonesia," 2023. <https://www.idntimes.com/science/discovery/1-aili-zain-damaika-1/sejarah-lato-lato?page=all> (accessed May 06, 2023).
- [4] H. Syah and A. Witanti, "Analisis Sentimen Masyarakat Terhadap Vaksinasi Covid-19 Pada Media Sosial Twitter Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (Svm)," *J. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 59–67, 2022, doi: 10.47080/simika.v5i1.1411.
- [5] V. Kevin, S. Que, A. Iriani, and H. D. Purnomo, "Analisis Sentimen Transportasi Online Menggunakan Support Vector Machine Berbasis Particle Swarm Optimization (Online Transportation Sentiment Analysis Using Support Vector Machine Based on Particle Swarm Optimization)," vol. 9, no. 2, pp. 162–170, 2020.
- [6] I. Verawati and B. S. Audit, "Algoritma Naïve Bayes Classifier Untuk Analisis Sentiment Pengguna Twitter Terhadap Provider By.u," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 3, p. 1411, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i3.4132.
- [7] H. Tuhuteru and A. Iriani, "Analisis Sentimen Perusahaan Listrik Negara Cabang Ambon Menggunakan Metode Support Vector Machine dan Naive Bayes Classifier," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 3, no. 3, pp. 394–401, 2018, doi: 10.30591/jpit.v3i3.977.
- [8] B. Laurensz and Eko Sedyono, "Analisis Sentimen Masyarakat terhadap Tindakan Vaksinasi dalam Upaya Mengatasi Pandemi Covid-19," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 2, pp. 118–123, 2021, doi: 10.22146/jnteti.v10i2.1421.
- [9] R. Aditya, "Fakta Lato-lato, Begini Asal-usul hingga Manfaat Mainan Anak Viral di Media Sosial," 2022. <https://www.suara.com/news/2022/12/24/114007/fakta-lato-lato-begini-asal-usul-hingga-manfaat-mainan-anak-viral-di-media-sosial> (accessed Jan. 14, 2022).
- [10] D. V. Putsanra, "Apa Itu Lato Lato, Berasal dari Mana, dan Siapa Penciptanya?," 2022. <https://tirto.id/apa-itu-lato-lato-berasal-dari-mana-dan-siapa-penciptanya-gAq7> (accessed Feb. 13, 2023).
- [11] D. Mualfah, Ramadhoni, R. Gunawan, and D. Mulyadipa Suratno, "Analisis Sentimen Komentar YouTube TvOne Tentang Ustadz Abdul Somad Dideportasi Dari Singapura Menggunakan Algoritma SVM," *J. Fasilkom*, vol. 13, no. 01, pp. 72–80, 2023, doi: 10.37859/jf.v13i01.4920.
- [12] Iin Ernawati, "Naïve Bayes Classifier Dan Support Vector Machine Sebagai Alternatif Solusi Untuk Text Mining," *JTIP*, vol. 12, no. 2, pp. 1–7, 2019.
- [13] Z. Alhaq, A. Mustopa, S. Mulyatun, and J. D. Santoso, "Penerapan Metode Support Vector Machine Untuk Analisis Sentimen Pengguna Twitter," *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 3, no. 2, pp. 44–49, 2021, doi: 10.24076/joism.2021v3i2.558.
- [14] E. R. Indriyani, P. Paradise, and M. Wibowo, "Perbandingan Metode Naïve Bayes dan Support Vector Machine Untuk Analisis Sentimen Terhadap Vaksin Astrazeneca di Twitter," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6,

- no. 3, p. 1545, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i3.4220.
- [15] F. Romadoni, Y. Umaidah, and B. N. Sari, "Text Mining Untuk Analisis Sentimen Pelanggan Terhadap Layanan Uang Elektronik Menggunakan Algoritma Support Vector Machine," *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 9, no. 2, pp. 247–253, 2020, doi: 10.32736/sisfokom.v9i2.903.
- [16] M. R. A. Yudianto, A. Rahim, P. Sukmasetya, and R. A. Hasani, "Perbandingan Metode Support Vector Machine Dengan Metode Lexicon Dalam Analisis Sentimen Bahasa Indonesia," *J. Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 7–13, 2022, [Online]. Available: <https://github.com/fajri91/InSet>.
- [17] D. D. Kurnianto and S. Waluyo, "Pajak Diperiksa Kpk Pada Youtube Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Analysis Of Public Sentiment Towards Former Tax Officials Examined By The Kpk On Youtube Using The K- Nearest Neighbor Method," *Senafiti*, vol. 2, no. September, pp. 632–641, 2023.
- [18] A. N. Ulfah and M. K. Anam, "Analisis Sentimen Hate Speech Pada Portal Berita Online Menggunakan Support Vector Machine (SVM)," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10, 2020, doi: 10.35957/jatisi.v7i1.196.
- [19] F. J. Wahidna and P. Nerisafitra, "Analisis Sentimen Pengguna Sistem Pay Later Menggunakan Support Vector Machine Metode Pembobotan Lexicon," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 04, pp. 334–343, 2023, doi: 10.26740/jinacs.v4n03.p334-343.
- [20] W. Bourequat and H. Mourad, "Sentiment Analysis Approach for Analyzing iPhone Release using Support Vector Machine," *Int. J. Adv. Data Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 36–44, 2021, doi: 10.25008/ijadis.v2i1.1216.
- [21] D. Darwis, E. S. Pratiwi, and A. F. O. Pasaribu, "Penerapan Algoritma Svm Untuk Analisis Sentimen Pada Data Twitter Komisi Pemberantasan Korupsi Republik Indonesia," *Edutic - Sci. J. Informatics Educ.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–11, 2020, doi: 10.21107/edutic.v7i1.8779.

Implementasi Scrum Pada Perancangan Sistem Informasi Penyewaan Gedung Di Graha Garda Dirgantara

Rahmi Imanda¹⁾, Fahmi Abdillah²⁾

^{1,2)}Program Studi Sistem Dan Teknologi Informasi, ²⁾ Teknik Informatika,

^{1,2)}Fakultas Teknologi Industri Dan Informatika

Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

Jl. Tanah Merdeka No.6 Kampung Rambutan, Jakarta Timur 13830

Telp: (021) 87782739, Mobile: +62 812-1920-3221, +62 821-1044-1553,

E-mail: rahmi.imanda@uhamka.ac.id¹⁾, fahmiabdillah21@gmail.com²⁾

Abstrak

Sesuai dengan kapasitasnya, sebuah gedung dapat digunakan oleh masyarakat umum untuk berbagai tujuan. Pada penelitian ini proses penyewaan gedung yaitu Graha Garda Dirgantara masih dilakukan secara manual, dengan cara langsung mendatangi gedung ke lokasi. Hal ini menyebabkan masalah bagi orang-orang dengan jadwal yang padat dan kesibukan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem penyewaan gedung yang dapat membantu dalam proses transaksi, pengolahan data pelaporan, dan juga pemasaran. Metode yang digunakan dalam perancangan sistem pada penelitian ini adalah agile metodologi dimulai dari proses product backlog, sprint, daily scrum, dan sprint review. Penelitian ini menggunakan framework Laravel untuk membuat pendekatan scrum berbasis web. Hasil survei yang dilakukan menggunakan Google Form menunjukkan bahwa 53,8 persen responden menyatakan sangat setuju dan 30,8 persen menyatakan setuju. Hasil ini juga menunjukkan bahwa pendekatan ini membuat pendataan penyewaan lebih efisien karena proses pendataan telah disimpan ke database.

Kata kunci: *Agile Methodology, Scrum, Framework Laravel dan Website*

Abstract

According to its capacity, a building can be used by the general public for various purposes. In this research, the process of renting the building, namely Graha Garda Dirgantara, was still done manually, by going directly to the location. This causes problems for people with busy and hectic schedules. The aim of this research is to create a building rental system that can assist in the transaction process, reporting data processing, and also marketing. The method used in system design in this research is agile methodology starting from the product backlog, sprint, daily scrum and sprint review processes. This research uses the Laravel framework to create a web-based Scrum approach. The results of a survey conducted using Google Form showed that 53.8 percent of respondents said they strongly agreed and 30.8 percent said they agreed. These results also show that this approach makes rental data collection more efficient because the data collection process has been saved to the database.

Keyword: *Agile Methodology, Scrum, Framework Laravel and Website*

1 PENDAHULUAN

Gedung, tergantung pada ukurannya, dapat digunakan untuk berbagai acara [1]. Dalam proses sewa gedung yang digunakan dalam suatu acara, ada beberapa hal yang mesti diperhatikan, seperti waktu dan lokasi. Perubahan ini dilakukan karena kebutuhan dan keinginan untuk dapat menjalankan proses sewa gedung dengan teknologi modern. Pada perkembangan teknologi saat ini mendukung dalam proses sewa gedung (Valentino, 2020). Dalam proses penelitian ini, peneliti melakukan observasi di salah satu gedung serba guna yang masih digunakan yaitu gedung Graha Garda Dirgantara berlokasi di Jakarta Timur. Gedung

ini masih digunakan secara konvensional, di mana penyewa harus datang ke gedung secara langsung untuk mendapatkan keterangan dan memastikan kesiapan gedung sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Selain itu untuk menyelesaikan proses penyewaan dan mencari informasi tentang fasilitas yang tersedia di dalamnya juga harus dilakukan dengan cara datang ke lokasi. Masyarakat saat ini memiliki banyak aktivitas dan kesibukan setiap hari, sehingga pihak penyewa memerlukan waktu yang lama untuk memastikan bahwa gedung Graha Garda Dirgantara masih dapat digunakan atau telah disewa oleh pihak lain.

Sementara, pihak pemilik gedung masih mencatat data penyewa secara manual, menggunakan buku untuk mencatat data penyewaan dan mengecek ketersediaan jadwal gedung pada mading yang tersedia. Pengelolaan data dalam proses sewa dan proses menemukan jadwal ketersediaan Gedung Graha Garda Dirgantara menyebabkan sejumlah masalah dalam pendataan penyewaan gedung, salah satunya adalah pendataan laporan yang tidak efisien. Saat ini, Gedung Graha Garda Dirgantara masih belum memiliki sistem informasi penyewaan online, yang membuatnya sulit bagi penyewa untuk memesan atau mencari informasi tentang gedung.

Tujuan dari tahapan penelitian ini adalah untuk membuat sistem penyewaan gedung Graha Garda Dirgantara berbasis web yang mampu melakukan proses sewa gedung secara otomatis dan menawarkan layanan yang mempermudah pendataan laporan penyewaan. Penelitian ini dibuat dengan menggunakan metode agile yaitu Scrum.

2 LANDASAN TEORI

Sistem Informasi Penyewaan

Sebagai kombinasi dari kedua istilah "sistem" dan "informasi", sistem informasi diartikan sebagai gabungan subsistem yang saling terintegrasi dan berkolaborasi untuk menyelesaikan masalah tertentu, menggunakan komputer, alat untuk mengolah data, dan untuk menghasilkan nilai tambahan yang bermanfaat bagi pengguna [1]. Pemanfaatan sistem informasi banyak digunakan untuk berbagai bidang seperti, sistem informasi untuk penyelenggaraan ibadah haji [2], arsip surat [3][4], pengolahan data nilai siswa [5], pemetaan penyakit demam berdarah [6], serta untuk penyewaan kendaraan [7], penyewaan alat berat [1], penyewaan buku [8], termasuk untuk penyewaan gedung [9].

Kapasitas ruang, fasilitas umum dan khusus, lokasi, dan luas halaman adalah beberapa faktor yang menentukan pilihan gedung tertentu. Bangunan ini digunakan untuk acara tertentu [10]. Penyewaan yang mempunyai kata dasar "sewa" merupakan suatu bentuk perjanjian antara pihak penyewa dan orang yang menyewa, untuk menggunakan suatu aset selama jangka waktu tertentu, dimana pihak yang menyewa melakukan pembayaran kepada penyewa sebagai imbalannya [1].

Sistem Informasi penyewaan Gedung disini berarti integrasi dari proses-proses yang harus dilakukan dalam proses penyewaan

menggunakan computer dan alat bantu lainnya agar proses penyewaan dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Khususnya dalam penelitian ini adalah untuk penyewaan gedung dimana beberapa data yang perlu diperhatikan dalam pengelolaannya adalah terkait dengan kapasitas Gedung, jadwal ketersediaan Gedung, biaya sewa, dll.

Metode Agile

Dalam membuat sebuah sistem, diperlukan suatu metode untuk memudahkan dalam proses pembuatannya. Agile merupakan salah satu metode yang sangat umum dan banyak digunakan dalam merancang bangun sebuah sistem. Agile sendiri pada dasarnya adalah pengembangan *iterative* dan *incremental*, yang merupakan metode dan metodologi sederhana, relatif mudah digunakan, dan optimal untuk membantu masalah tertentu yang dihadapi tim perangkat lunak [11]. Agile termasuk ke dalam proses pengembangan sistem dinamis, yang memungkinkan peningkatan sistem dengan cepat dan membutuhkan banyak kolaborasi dan perubahan dalam berbagai bentuk [12].

Metode agile terbagi menjadi beberapa yang diantaranya adalah metode Scrum. Metode Scrum adalah suatu metodologi yang dapat disesuaikan, cepat, berulang, fleksibel, dan efektif yang dirancang untuk menghasilkan nilai yang signifikan dalam waktu singkat untuk proyek secara keseluruhan [13]. Scrum dapat digunakan untuk mengelola dan melaksanakan berbagai jenis proyek, dan diharapkan dapat mencapai tingkat produktivitas dan kreativitas yang lebih tinggi [14]. Selain itu, diharapkan penggunaan Scrum dapat mempercepat waktu pengembangan produk dan menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik [14].

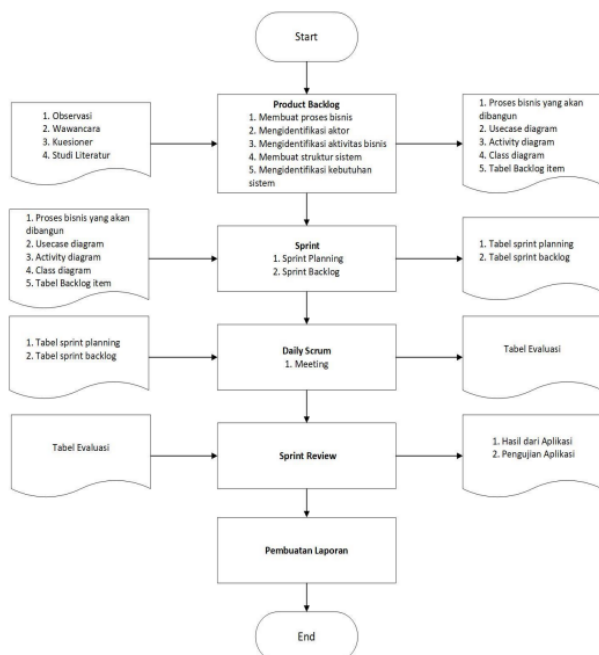
Adapun tahapan dalam metode Scrum adalah [15]:

1. *Product Backlog*
Merupakan tahapan sumber untuk semua kebutuhan.
2. *Sprint Backlog*
Merupakan tahapan memecah pekerjaan ke dalam beberapa tugas dan dikerjakan secara dalam iterasi yang disebut dengan sprint.
3. *Sprint*

- Merupakan Batasan waktu untuk setiap pengerjaan tugas dalam *sprint backlog*.
- 4. *Daily Scrum Meeting*
Rapat singkat oleh setiap tim untuk evaluasi
- 5. *Product Increment*
Jumlah total item backlog produk yang diselesaikan selama sprint disebut sebagai produk increment. Di akhir sprint, fitur baru akan ditunjukkan kepada klien, dan kemudian, jika diinginkan, fitur akan dirilis.

3 METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat melalui Gambar 1.

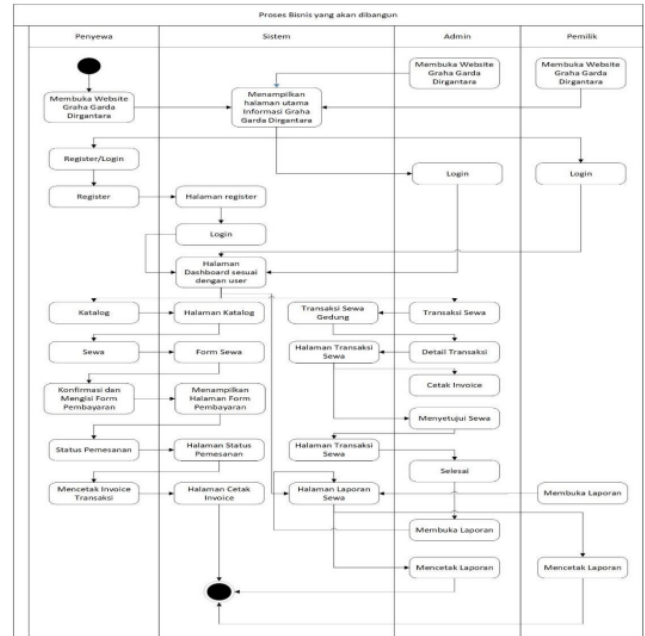


Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah tahapan *product backlog* yaitu: membuat tahapan proses dalam bisnis, mengidentifikasi kebutuhan aktor, mengidentifikasi suatu aktivitas pada bisnis, membuat struktur perancangan pada sistem, mengidentifikasi suatu kebutuhan pada sistem yang akan dibangun. Selanjutnya adalah tahapan *sprint*, dimana pada tahapan ini dilakukan proses *sprint planning* dan *sprint backlog*. *Sprint planning* adalah untuk mendeskripsikan *product backlog* dalam menentukan kebutuhan dari sebuah sistem yang akan Dibangun. Sedangkan *sprint backlog* tahap identifikasi sesuai dengan kebutuhan actor. Langkah selanjutnya adalah tahapan pengecekan dan review dari setiap sprint yang dikerjakan menggunakan *blackbox*.

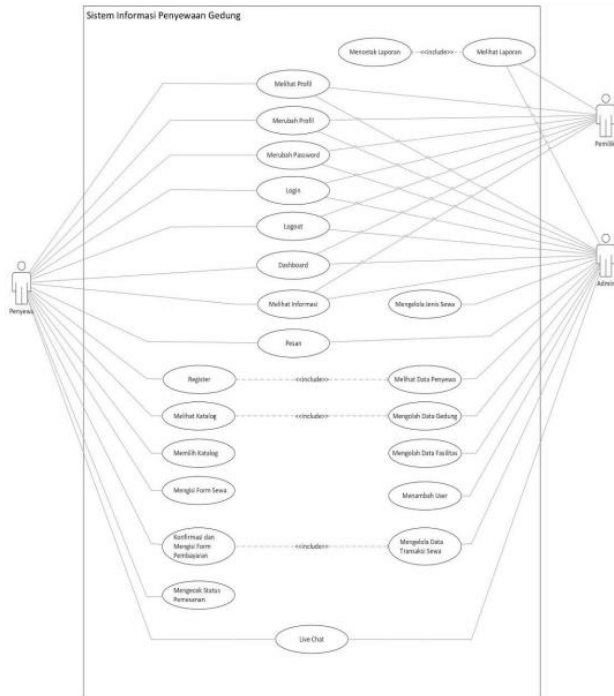
4 HASIL DAN PEMBAHASAN
Product Backlog

Pada tahap pertama *product backlog* yaitu perancangan proses bisnis, peneliti melakukan proses perancangan yang akan dibuat menjelaskan gambaran dari perancangan yang akan dilakukan oleh pengguna, admin dan pemilik.



Gambar 2 Perancangan Proses Bisnis

Tahap selanjutnya yaitu mengidentifikasi aktor. Peneliti melakukan perancangan yaitu dengan membuat sebuah *use case diagram* bertujuan untuk agar menjelaskan mengenai proses tentang interaksi antar penyewa, admin, dan pemilik.



Gambar 3 Use Case Diagram (Identifikasi Aktor)

Selanjutnya adalah mengidentifikasi kebutuhan pada sistem, tahapan ini proses untuk melakukan menganalisa kebutuhan pada sistem, dari sisi kebutuhan program aplikasi yang akan tampilan dalam tabel berikut:

Tabel 1 Backlog Item

No	Backlog Item
1	Sistem bisa menolak pengguna melakukan reservasi penyewaan gedung apabila pengguna tidak melakukan pendaftaran dalam sistem
2	Pengguna bisa mengakses halaman pengguna
3	Pengguna bisa melakukan register
4	Pengguna bisa melakukan login
5	Pengguna bisa mengganti password
6	Pengguna bisa mengganti profil
5	Pengguna bisa langsung berkomunikasi oleh pihak reservasi
6	Pengguna bisa melihat informasi terkait paket gedung
7	Pengguna bisa melakukan reservasi penyewaan gedung
8	Pengguna bisa melihat status pesanan
9	Pengguna bisa melihat riwayat pesanan
10	Admin bisa mengakses halaman admin

Sprint

Pada tahapan kedua adalah sprint, tahapan sprint ini dibagi dalam 2 sesi yaitu *sprint planning* dan *sprint backlog*. Sprint planning merupakan proses rapat oleh team dalam evaluasi pada product backlog membahas tujuan maupun keperluan pada fitur, tim menentukan durasi yang dibutuhkan setiap anggota dalam melakukan fitur yang akan dirancang.

Tabel 2 Sprint Planning

No	Sprint Planning	Perkiraan (Hari)
1	Halaman utama	3

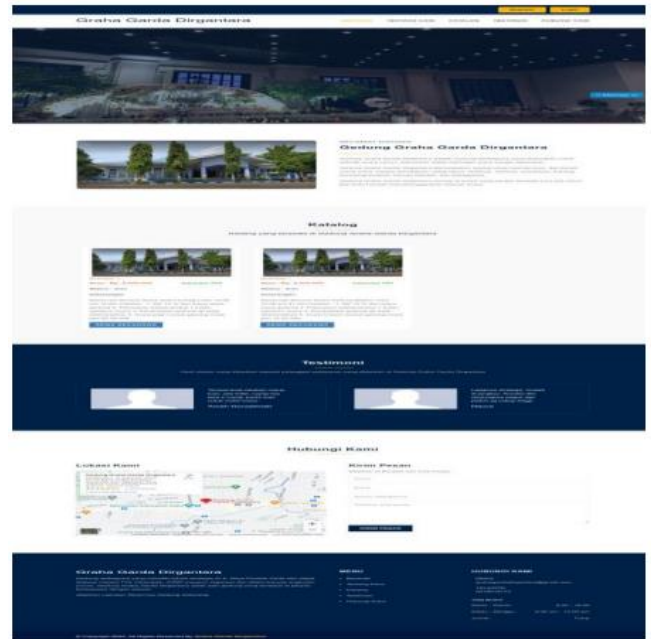
2	Pesan	5
3	Register	7
4	Login	7
5	Katalog	8
6	Pemesanan	9
7	Transaksi	9

Pada tahap selanjutnya *sprint backlog* tahapan ini mencantumkan kebutuhan pengguna dalam daftar yang telah ditentukan oleh tim. Pada proses ini menyelesaikan fitur yang telah didefinisikan pada *product backlog* dan *sprint planning*.

Tabel 3 Sprint Backlog

Sprint	Pelaksanaan	Perkiraan Jam							
Sprint 1	Pelaksanaan	Perkiraan Jam							
		1	2	3	4	5	6	7	
		Halaman Utama	Desain Interface	2					
		Pengkodean		2					
	Testing		1						
	Total	3 jam							
Sprint 2	Pelaksanaan	Perkiraan Jam							
		1	2	3	4	5	6	7	
		Pesan	Membuat Database	2	3				
		Desain Interface	2						
	Pengkodean	3	7						
	Testing		2						
	Total	17 jam							
Sprint 3	Pelaksanaan	Perkiraan Jam							
		1	2	3	4	5	6	7	
		Register	Membuat Database	3	6				
		Desain Interface	2						
	Pengkodean	3	7						
	Testing		3						
	Total	20 jam							
Sprint 4	Pelaksanaan	Perkiraan Jam							
		1	2	3	4	5	6	7	
		Login	Membuat Database	3	6				
		Desain Interface	2	2					
	Pengkodean	3	7						
	Testing		3						
	Total	20 jam							
Sprint 5	Pelaksanaan	Perkiraan Jam							
		1	2	3	4	5	6	7	
		Katalog	Membuat Database	3	6				
		Desain Interface	2						
	Pengkodean	3	8						

	Testing		3						
	Total	21 jam							
Sprint 6	Pelaksanaan	Perkiraan Jam							
		1	2	3	4	5	6	7	
Halaman Utama	Membuat Database	3	6						
	Desain Interface	2							
	Pengkodean	3	10						
	Testing		3						
	Total	23 jam							
Sprint 7	Pelaksanaan	Perkiraan Jam							
		1	2	3	4	5	6	7	
Transaksi	Membuat Database	3	6						
	Desain Interface	2							
	Pengkodean	3	12						
	Testing		3						
	Total	25 jam							



Gambar 4 Antar Muka Halaman Utama

Pada Gambar 4 merupakan halaman utama *website* yang berisikan informasi terkait gedung di antara lain lokasi, kontak maupun jenis sewa.

Daily Scrum

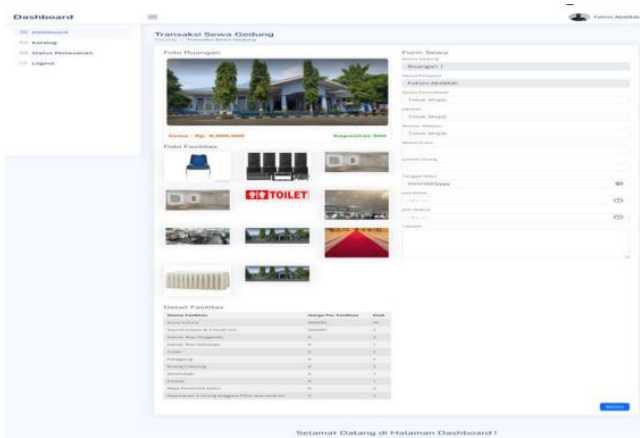
Pada tahap ketiga ini merupakan proses daily scrum tahapan yang menghasilkan suatu aktivitas rapat terkait proses bisnis yang akan dibangun. Pada tahapan praktik untuk melakukan proses kinerja, rapat yang dilaksanakan untuk memantau hasil pelaporan fitur yang dibangun, dan pada selesai akhir rapat, dilakukan perubahan pada setiap waktu penyelesaian agar dapat mengetahui hasil pekerjaan yang dilakukan saat proses sprint berjalan.

Sprint Review

Pada tahapan ini yaitu sprint review menghasilkan bentuk visualisasi pada sprint yang telah diselesaikan yang menyajikan dalam bentuk gambar.

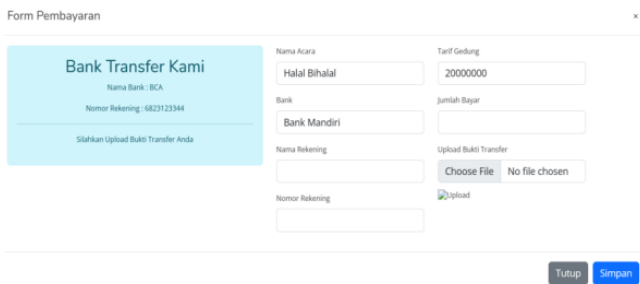
Gambar 5 Antar Muka Halaman Register

Gambar 5 merupakan halaman register pada *website*, pada halaman ini penyewa dapat mendaftar untuk mealakukan penyewaan gedung. Data penyewa kemudian akan langsung masuk ke dalam database sistem.



Gambar 6 Antar Muka Form Sewa Katalog

Pada halaman form sewa, yaitu penyewa dapat mengisi formulir sewa sesuai dengan kebutuhan agar proses penyewaan bisa berjalan dengan lancar dan sesuai kebutuhan.



Gambar 7 Antar Muka Form Pembayaran

Gambar 7 merupakan halaman untuk proses penyewa mengisi form pembayaran dan melakukan proses pembayaran agar penyewaan gedung dapat berjalan kemudian bisa digunakan.



Gambar 8 Antar Muka Halaman Status Pemesanan

Pada Gambar 8 yaitu halaman status pemesanan, merupakan halaman untuk melihat status penyewaan gedung

Pengujian Sistem

Dalam tahapan ini dilakukan pengujian sistem dengan metode *blackbox*. Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem akan berjalan sesuai dengan kebutuhan.

Tabel 4 Pengujian Sistem dengan Blackbox

No	Nama Pengujian	Hasil	Keterangan
1.	Halaman Utama	Penyewa, Admin, dan Pemilik membuka Halaman website.Berhasil	Berhasil
2.	Pesan Penyewa	Penyewa mengisi data dan mengirim sebuah pesan ke admin	Berhasil
3.	Live Chat	Penyewa Penyewa mengirim pesan secara langsung kepada admin.	Berhasil
4.	Register Penyewa	Sistem menyajikan halaman register untuk penyewa.	Berhasil
5.	Login Penyewa, Admin, dan Pemilik	Sistem menyajikan halaman login untuk penyewa, admin, dan pemilik.	Berhasil
6.	Logout Penyewa, Admin, dan Pemilik	Penyewa, admin, pemilik dapat keluar halaman dashboard sesuai dengan perintah.	Berhasil
7.	Dashboard Penyewa, Admin, dan Pemilik	Sistem menyajikan halaman dashboard penyewa, admin, dan pemilik sesuai dengan user.	Berhasil
8.	Profil Penyewa, Admin, dan Pemilik	Sistem menampilkan halaman profil user sesuai dengan login user.	Berhasil
9.	Mengubah Profil Penyewa, Admin, dan Pemilik	Halaman profil dapat diubah sesuai dengan perintah dari user.	Berhasil
10.	Mengubah Password Penyewa, Admin, dan Pemilik	Sistem akan mengubah password sesuai dengan perintah dari user.	Berhasil
11.	Katalog Penyewa	Sistem menyajikan halaman katalog yang tersedia oleh pihak Gedung Berhasil	
12.	Katalog Sewa	Sistem menampilkan perintah "sewa" kepada penyewa	Berhasil
13.	Mengisi Form Sewa Penyewa	Sistem menyajikan halaman Form sewa.	Berhasil
14.	Konfirmasi dan mengisi form pembayaran Penyewa	Sistem menyajikan halaman pemesanan dan penyewa mengkonfirmasi pemesanan yang telah di pilih lalu mengisi Form Pembayaran.	Berhasil
15.	Status Pemesanan Penyewa	Sistem menyajikan halaman status pemesanan penyewa yang berisi pesanan yang telah dipesan.	Berhasil
16.	Mengolah Jenis Sewa Admin	Sistem menyajikan halaman jenis sewa untuk mengolah data sewa yang berisikan perintah "tambah data", "ubah data", dan "hapus data".	Berhasil
17.	Melihat Data Penyewa Admin	Sistem menyajikan halaman data penyewa yang berisikan biodata penyewa dengan perintah "detail".	Berhasil
18.	Mengolah Data Gedung Admin	Sistem menyajikan halaman data gedung yang berisikan informasi	Berhasil

Penelitian ini dilakukan dengan membagikan kuisioner kepada 26 responden, termasuk 1 penyewa, 2 karyawan, dan pemilik Gedung Graha Garda

Dirgantara, untuk menguji sistem. Ini dilakukan untuk melakukan pengujian fungsional untuk mengetahui apakah sistem bekerja dengan benar. Kuesioner dibuat dengan menggunakan skala linkert "Tidak Setuju", "Kurang Setuju", "Setuju", "Sangat Setuju". Perancangan peneliti dapat meminimalisir waktu dan efisien dalam penyewaan. Adapun hasil dari kuesioner didapatkan data 53,8% sangat setuju dan setuju 30,8%.

5 SIMPULAN

Setelah dibangun, sistem penyewaan gedung berbasis web yang tersimpan di database membuat proses pendataan penyewaan lebih efisien. Sistem penyewaan pada Gedung Graha Garda Dirgantara berbasis web berfungsi dengan baik dan mudah digunakan, dan layanan sistem informasi penyewaan gedung dapat membantu penyewa dan pengguna mempersingkat waktu penyewaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 53,8% responden sangat setuju dengan sistem, dan 30,8% setuju.

KEPUSTAKAAN

- [1] M. S. N. Afni, M. Septiani, N. Afni, and R. L. Andharsaputri, "JUSIM (Jurnal Sistem Informasi Musirawas) Perancangan Sistem Informasi Penyewaan Alat Berat."
- [2] M. Maulana and D. I. Sensuse, "Perancangan Strategis Sistem Informasi: Studi Kasus Direktorat Jendral Penyelenggaraan Haji dan Umrah Departemen Agama RI," *Journal of Information Systems*, vol. 7, no. 1, pp. 1–12, 2011.
- [3] M. R. Asyari, S. Ramadhani, and S. Baru, "Sistem Informasi Arsip Surat Menyurat," *Jurnal Teknologi dan Informasi Bisnis*, vol. 3, no. 1, pp. 175–184, 2021.
- [4] J. Sasongko and D. A. Diartono, "Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Surat," *Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Surat Jati*, vol. XIV, no. 2, pp. 137–145, 2009, [Online]. Available: jati@unisbank.ac.id, dwiagus@unisbank.ac.id
- [5] A. R. Dewi, "Analisis Sistem Informasi Pengolahan Data Nilai Mahasiswa Menggunakan PIECES pada Prodi Sistem Informasi," *Query*, vol. 5341, no. October, pp. 37–46, 2018.
- [6] I. Veritawati, S. Nova, and R. Mastra, "Sistem Informasi Pemetaan Penyakit Demam Berdarah berbasis Informasi Geografis," *Jurnal*, vol. 1, no. 1, p. 2, 2020, [Online]. Available: <http://journal.univpancasila.ac.id/index.php/jiac/article/view/1401>
- [7] D. Pratama and N. Sariana, "Rancang Bangun Sistem Informasi Penyewaan Kendaraan Berbasis Web," 2019. [Online]. Available: <http://industri.bisnis.com/>
- [8] D. Iqbal Pradana and I. Waspada, "Aplikasi Hybrid Pada Sistem Informasi Penyewaan Buku," *Jurnal SIMETRIS*, vol. 10, no. 1, 2019, [Online]. Available: <http://m.facebo>
- [9] A. Siswandi and A. Muhidin, "SIGMA-Jurnal Teknologi Pelita Bangsa Sistem Informasi Aplikasi Sewa Gedung Wilayah Karawang Berbasis Android," *Jurnal Teknologi Pelita Bangsa*, vol. 13, no. 4, 2022.
- [10] A. Setiawan, A. Alim Muin, and B. Ramadhani, "Perancangan Sistem Reservasi Gedung Dan Aula Berbasis Web Di Wilayah Banjarmasin," 2019.
- [11] H. Madiistriyatno and dan Siti Mutmainnah, "Peningkatan Kualitas Manajemen Publikasi Ilmiah Menggunakan Metode Agile."
- [12] H. Handayani, K. U. Faizah, A. Mutiara Ayulya, M. F. Rozan, D. Wulan, and M. L. Hamzah, "Perancangan Sistem Informasi Inventory Barang Berbasis Web Menggunakan Metode Agile Software Development Designing A Web-Based Inventory Information System Using The Agile Software Development Method."
- [13] N. Hadinata dan Muhammad Nasir, N. Hadinata, M. Nasir, U. Bina Darma, and J. Jenderal Ahmad Yani No, "Implementasi Metode Scrum Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan (Study Kasus : Penjualan Sperpart Kendaraan)," 2017.
- [14] M. L. Candra and R. M. N. Halim, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Penerapan Metode Scrum Pada Aplikasi Pelayanan Umum Inspektorat Daerah," *Media Online*, vol. 3, no. 6, pp. 602–611, 2023, doi: 10.30865/klik.v3i6.794.
- [15] D. A. Wasesha, "Implementasi Metode Scrum Untuk Perancangan Sistem Administrasi Pada Star Laundry." [Online]. Available: <http://nusamandiri.ac.id>

Perbandingan Deteksi Tepi pada Metode *Robinson* dan *Kirsch*

Taupik Kamil, Nunik Pratiwi, Estu Sinduningrum

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
Jl. Tanah Merdeka No.6 Kota Jakarta Timur Telp: 021- 8778.2739, Mobile:0813.1140.6664
Website:ft.uhamka.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode deteksi tepi *Robinson* dan metode *Kirsch* pada citra dengan fokus pada pengungkapan fitur khusus seperti tekstur, watermark, dan elemen desain. Metode deteksi tepi *Robinson* menggunakan serangkaian filter dengan delapan arah operasi piksel tetangga, sedangkan metode *Kirsch* menggunakan serangkaian filter dengan orientasi filter yang lebih spesifik untuk menghasilkan respons tepi yang lebih tajam. Citra uang kertas dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki fitur khas yang relevan dengan deteksi tepi, seperti perbedaan intensitas pada garis tepi, tekstur kertas yang halus, dan pola khusus pada watermark. Penelitian ini menggunakan dataset citra uang kertas dan citra X-rays paru-paru. Dari hasil perbandingan deteksi tepi dengan metode *Robinson* dan metode *Kirsch* dapat disimpulkan bahwa pada metode *Robinson* citra tepi uang kertas menampilkan elemen desain yang lebih rinci dari gambar uang kertas seperti foto pahlawan, watermark, logo, dan nominal. Pada metode *Kirsch* citra tepi uang kertas memiliki respon tepi yang tajam sehingga banyak elemen desain pada uang kertas tidak terlihat jelas dan kontras. Dalam perbandingan deteksi tepi antara metode *Robinson* dan *Kirsch* pada citra X-rays paru-paru yang terjangkit pneumonia, dapat disimpulkan bahwa *Robinson* menghasilkan garis tepi halus namun sulit untuk menemukan infeksi, sementara *Kirsch* menghasilkan garis tepi kasar yang memperjelas infeksi pada paru-paru terinfeksi pneumonia.

Keyword: metode *Robinson*, metode *Kirsch*, deteksi tepi

Abstract

This study aims to compare *Robinson's* edge detection method and *Kirsch's* method on image with a focus on the disclosure of special features such as texture, watermark, and design elements. *Robinson's* edge detection method uses a series of filters with eight neighboring pixel operations, while *Kirsch's* method uses a series of filters with more specific filter orientation to produce sharper edge responses. Paper money images were selected as research objects because they had distinctive features relevant to edge detection, such as differences in intensity on edge lines, smooth paper textures, and special patterns on watermarks. This research using banknote image and lung X-rays image dataset. From the results of comparison of edge detection with *Robinson's* method and *Kirsch* method it can be concluded that on *Robinson's* method the edge image of banknotes displays more detailed design elements of banknotes such as hero photographs, watermark, logo, and nominal. In the *Kirsch* method the bank image has a sharp edge response so that many of the design elements on the banknote are not clearly visible and contrasted with other banknotes. In a comparison of edge detection between *Robinson* and *Kirsch's* methods on pneumonia-infected lung X-rays, it can be inferred that *Robinson* produced a fine edge line but was difficult to find infection, while *Kirsch* produced a rough edge line that clarified infection in pneumonia-infected lungs.

Kata kunci: *Robinson* method, *Kirsch* method, edge detection

1 PENDAHULUAN

Deteksi tepi merupakan salah satu tahap penting dalam pengolahan citra yang bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan tajam dalam intensitas piksel, yang sering kali mengindikasikan keberadaan tepi objek pada citra [1]. Metode deteksi tepi yang efektif dapat memberikan informasi yang berharga dalam berbagai aplikasi pengolahan citra, termasuk identifikasi objek, segmentasi, pengenalan pola, dan pengolahan citra medis. Dalam konteks ini, penelitian ini fokus pada perbandingan antara metode deteksi

tepi *Robinson* dan metode *Kirsch* pada citra uang kertas.

Citra uang kertas memiliki fitur khusus yang berbeda dengan citra pada umumnya, termasuk perbedaan intensitas pada garis tepi, tekstur kertas, dan adanya pola khusus seperti tanda air (*watermark*) dan elemen desain. Deteksi tepi yang akurat dan efektif pada citra uang kertas sangat penting dalam mengungkapkan fitur-fitur ini, yang berperan dalam autentikasi dan pengenalan uang kertas.

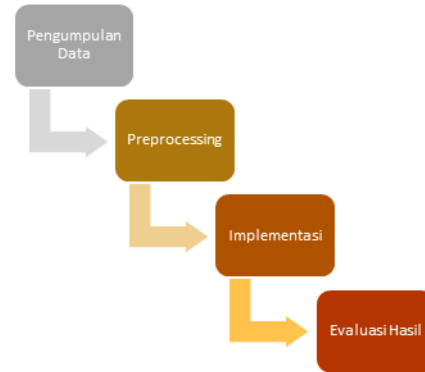
Dalam penelitian sebelumnya, telah dilakukan banyak penelitian terkait metode deteksi tepi pada citra. Salah satu penelitian yang relevan adalah penelitian yang dilakukan oleh [2] yang membandingkan beberapa metode deteksi tepi yang umum digunakan, termasuk metode *Robinson* dan metode *Kirsch*. Penelitian tersebut menggunakan citra alam untuk melakukan perbandingan kualitatif dan kuantitatif terhadap performa metode deteksi tepi yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Kirsch* mampu menghasilkan deteksi tepi yang lebih akurat dan responsif daripada metode *Robinson* dalam konteks citra alam.

Selain itu, penelitian lain yang relevan dilakukan oleh [3] yang memfokuskan pada deteksi tepi pada citra uang kertas. Penelitian tersebut menggunakan metode deteksi tepi *Canny* dan metode deteksi tepi *Laplacian of Gaussian (LoG)* untuk mengungkapkan fitur tepi pada citra uang kertas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *LoG* memberikan deteksi tepi yang lebih baik untuk mengidentifikasi fitur-fitur khusus pada uang kertas, seperti tanda air dan elemen keamanan, dibandingkan dengan metode *Canny*.

Meskipun telah ada penelitian sebelumnya yang membandingkan metode deteksi tepi pada citra, belum ada penelitian yang secara khusus membandingkan metode *Robinson* dan metode *Kirsch* pada citra uang kertas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki nilai tambah dalam memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang keunggulan dan kelemahan masing-masing metode dalam konteks deteksi tepi pada citra uang kertas. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknik deteksi tepi yang lebih baik dan lebih spesifik untuk pengolahan citra uang kertas dan citra *X-rays* paru-paru.

2 METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian terdiri dari beberapa tahapan langkah kerja yang terstruktur dengan baik untuk sebuah penelitian. Adapun tahapan yang dilakukan agar penelitian ini mencapai tujuannya yaitu pengumpulan *dataset*, *preprocessing* citra, implementasi metode *Robinson* dan metode *Kirsch*, dan evaluasi hasil. Diagram alir tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan penelitian

Tahapan pengumpulan dataset dilakukan terhadap objek penelitian yaitu berupa uang kertas rupiah tahun emisi 2022 yang didapat melalui website Bank Indonesia dengan Teknik pengambilan melalui *screenshot* dan *cropping* [4]. Dataset yang dikumpulkan yaitu pecahan uang kertas Rp.1000, Rp.2.000, Rp.5000, Rp.10.000, Rp.20.000, Rp.50.000, dan Rp.100.000.



Gambar 2 Citra Uang yang digunakan

Preprocessing merupakan suatu proses untuk menghilangkan bagian bagian yang tidak dibutuhkan di gambar input untuk proses selanjutnya [5]. Dalam penelitian ini, Teknik yang digunakan adalah pengurangan noise pada citra, konversi ke skala *grayscale*, dan normalisasi citra

Deteksi tepi *Robinson* dikenalkan oleh *Robinson* di tahun 1977 [6]. Deteksi tepi *Robinson* artinya metode dalam pengolahan citra yang dipergunakan untuk menemukan tepi atau perubahan tajam dalam intensitas piksel pada suatu gambaran. Metode ini menggunakan delapan *kernel Robinson* yg tidak sama, masing-masing buat mendeteksi tepi di delapan arah yang tidak sama. *Kernel (mask) operator Robinson* ditunjukkan pada gambar 6, dimulai dari K0 untuk matriks *kernel* Timur, K1 untuk matriks *kernel* Timur Laut, K2 untuk matriks *kernel* Utara, K3 untuk matriks *kernel* Barat Laut, K4 untuk matriks *kernel*

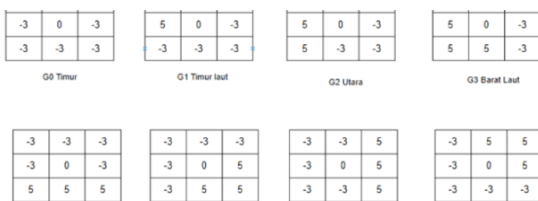
Barat, K5 untuk matriks *kernel* Barat Daya, K6 untuk matriks *kernel* Selatan, dan terakhir K7 untuk matriks *kernel* Tenggara[7].



Gambar 3 Matriks operator metode Robinson

Setiap *kernel* Robinson merupakan matriks 3x3 yang dipergunakan buat konvolusi menggunakan citra. Konvolusi dilakukan menggunakan menggeser *kernel* pada setiap piksel citra dan mengalikan nilai piksel menggunakan elemen-elemen kernel. akibat konvolusi lalu digunakan buat menghitung *gradient magnitude*, yg mewakili tingkat perubahan intensitas pada sekitar piksel tersebut.

Deteksi tepi operator *Kirsch* diperkenalkan oleh *Kirsch* pada tahun 1971 [8]. Deteksi tepi *Kirsch* adalah teknik pengolahan citra yang menemukan tepi pada gambar dengan menggunakan operasi konvolusi dengan matriks *filter Kirsch* yang terdiri dari delapan arah. *Kernel (mask)* operator *Robinson* ditunjukkan pada gambar 6, dimulai dari G0 untuk matriks *kernel* Timur, G1 untuk matriks *kernel* Timur Laut, G2 untuk matriks *kernel* Utara, G3 untuk matriks *kernel* Barat Laut, G4 untuk matriks *kernel* Barat, G5 untuk matriks *kernel* Barat Daya, G6 untuk matriks *kernel* Selatan, dan terakhir G7 untuk matriks *kernel* Tenggara [9]. Matriks *filter Kirsch* digunakan untuk melakukan operasi konvolusi dengan gambar yang ingin dideteksi tepinya. Matriks ini berukuran 3x3 dan memiliki angka yang menunjukkan bobot untuk setiap piksel dalam tetangga 3x3.



Gambar 4 Matriks operator metode Kirsch

Metode *Robinson* dan metode *Kirsch* adalah dua metode yang umum digunakan dalam pengolahan citra untuk deteksi tepi. Berikut adalah evaluasi dan perbandingan antara kedua metode ini:

a. Metode *Robinson*: Metode *Robinson* menggunakan operator tepi yang terdiri dari delapan arah. Setiap arah menggunakan kernel 3x3 untuk menghitung gradien dalam arah yang spesifik. Metode ini

menggabungkan hasil dari delapan arah ini untuk mendapatkan gambar tepi yang lebih lengkap.

b. Metode *Kirsch*: Metode *Kirsch* juga menggunakan operator tepi dengan delapan arah, namun menggunakan kernel 3x3 yang berbeda yang dirancang secara khusus untuk memaksimalkan deteksi tepi dalam arah tertentu. Hasil dari delapan arah ini juga digabungkan untuk menghasilkan gambar tepi yang lengkap.

Perbandingan:

1. Metode *Robinson* lebih umum digunakan dan lebih sederhana dibandingkan dengan metode *Kirsch*.
2. Metode *Kirsch* lebih efektif dalam mendeteksi tepi dalam arah diagonal, sementara metode *Robinson* lebih baik dalam mendeteksi tepi dalam arah horizontal dan vertikal.
3. Keduanya cenderung memiliki masalah dalam mengatasi *noise* dan dapat menghasilkan *false positive* dalam beberapa situasi.
4. Metode *Robinson* atau *Kirsch* dapat dipilih bergantung pada tujuan atau kebutuhan dalam mendeteksi bagian tepi pada suatu citra.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pada metode penelitian yang telah dibahas, maka dihasilkan konversi citra tepi terdapat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Citra uang kertas Rp. 100.000

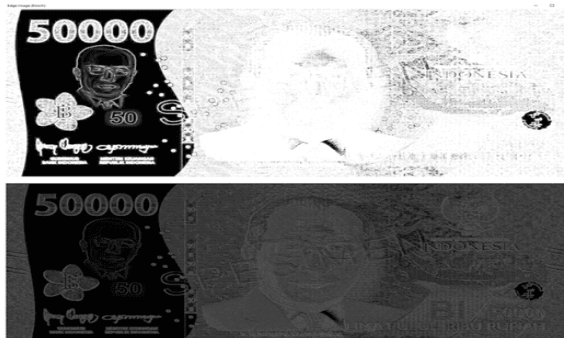


Gambar 6 Citra hasil deteksi tepi Robinson (atas) dan gradient magnitude (bawah) pada uang kertas Rp. 100.000

Pada Gambar 5 menunjukkan hasil output dari citra asli *dataset* uang kertas Rp. 100.000 tahun emisi 2022. Pada Gambar 6 (atas) merupakan hasil output dari deteksi tepi metode *Robinson* yang sudah di konversi ke citra *grayscale* dan pengurangan *noise* pada citra. Hasilnya garis pada elemen desain pada uang kertas terlihat jelas seperti foto pahlawan, *watermark*, logo Bank Indonesia, nominal, dan lain lain menampilkan informasi yang jelas dan rinci. Pada gambar 6 (bawah) merupakan normalisasi *gradient magnitude* untuk memastikan rentang intensitas piksel yang konsisten di seluruh gambar. Ini membantu memperbaiki perbandingan dan konsistensi gambar.



Gambar 7 Citra uang kertas Rp. 50.000



Gambar 8 Citra hasil deteksi tepi *Kirsch* (atas) dan *gradient magnitude* (bawah) pada uang kertas Rp. 50.000

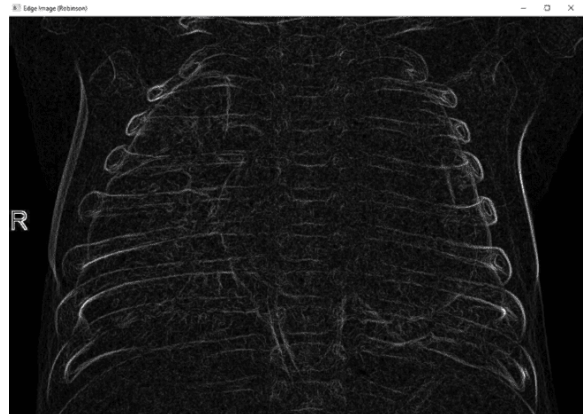
Pada Gambar 7 menunjukkan hasil output dari citra asli *dataset* uang kertas Rp. 50.000 tahun emisi 2022. Pada Gambar 8 (atas) merupakan hasil output dari deteksi tepi metode *Kirsch* yang sudah di konversi ke citra *grayscale* dan pengurangan *noise* pada citra. Hasilnya garis pada elemen desain pada uang kertas terlihat kurang jelas dan putus putus seperti foto pahlawan, logo Bank Indonesia, nominal, dan lain lain tidak terlihat jelas dan kontras dikarenakan metode *Kirsch* memiliki respon tepi yang sangat tajam. Pada Gambar 8 (bawah) merupakan normalisasi *gradient magnitude* untuk memastikan rentang intensitas piksel yang konsisten di seluruh gambar. Ini membantu memperbaiki perbandingan dan konsistensi gambar.

Pada hasil *dataset* lainnya yaitu perbandingan deteksi tepi metode *Robinson* dan metode *Kirsch* pada citra *X-rays* paru paru [10] yang sudah terjangkit *pneumonia* yang *dataset*-nya diambil dari *Kaggle* dapat dijelaskan sebagai berikut:

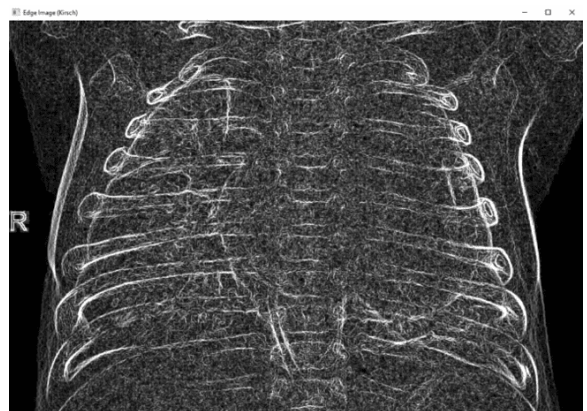


Gambar 9 Citra paru-paru pneumonia

Pada Gambar 9 merupakan citra asli paru paru yang terjangkit *pneumonia* sebelum di konversi ke metode *Robinson* dan *Kirsch*.



Gambar 10 Citra hasil deteksi tepi *Robinson*



Gambar 11 Citra hasil deteksi tepi *Kirsch*

Pada Gambar 10 hasil deteksi tepi dengan metode *Robinson* dapat dilihat bahwa garis tepi lebih halus namun terhubung namun agak kesulitan untuk menemukan infeksi pada paru paru. Pada Gambar 11 hasil deteksi tepi dengan metode *Kirsch* dapat dilihat bahwa garis tepi lebih kasar dan saling terhubung

sehingga memperjelas atau mempertegas infeksi yang ditemukan pada paru paru yang terinfeksi pneumonia.

4 SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat dari perbandingan deteksi tepi pada metode *Robinson* dan metode *Kirsch* pada citra uang kertas dapat disimpulkan bahwa pada metode *Robinson* citra tepi uang kertas menampilkan elemen desain yang lebih rinci dari gambar uang kertas seperti foto pahlawan, *watermark*, logo, dan nominal. Pada metode *Kirsch* citra tepi uang kertas memiliki respon tepi yang tajam sehingga banyak elemen desain pada uang kertas tidak terlihat jelas dan kontras.

Pada hasil dataset lainnya yaitu perbandingan deteksi tepi metode *Robinson* dan metode *Kirsch* pada citra *X-rays* paru paru yang sudah terjangkit pneumonia dapat disimpulkan bahwa pada metode *Robinson* dapat dilihat bahwa garis tepi lebih halus namun terhubung namun agak kesulitan untuk menemukan infeksi pada paru paru. Pada metode *Kirsch* dapat dilihat bahwa garis tepi lebih kasar dan saling terhubung sehingga memperjelas atau mempertegas infeksi yang ditemukan pada paru paru yang terinfeksi pneumonia.

KEPUSTAKAAN

- [1] L. Widiawati, "Akurasi Deteksi Tepi Wajah dengan Metode Robert , Metode Prewitt Dan Metode Sobel," *J. Ilm. MIKA AMIK Al Muslim*, pp. 79–87, 2019.
- [2] Xie, Y., & Zhang, L. (2016). A Comparative Study of Edge Detection Techniques in Natural Images. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 16(5), 36-42.
- [3] Li, J., & Zhou, F. (2018). Edge Detection Method of Banknote Image Based on Canny Operator and Laplacian of Gaussian Operator. *International Journal of Signal Processing*, Image Processing and Pattern Recognition, 11(1), 49-54.
- [4] Bank Indonesia. (2016). Tanya Jawab Mengenali Ciri Keaslian Uang Rupiah Tahun Emisi 2016. Diambil kembali dari <https://www.bi.go.id/id>
- [5] N. P. Sutramiani, Ik. G. Darmaputra, and M. Sudarma, "Local Adaptive Thresholding Pada Preprocessing Citra Lontar Aksara Bali," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 14, no. 1, pp. 27–30, 2015, doi: 10.24843/mite.2015.v14i01p06.
- [6] Ridwan, S. Hotlan sitorus, and D. Marisa Midyanti, "Penerapan Metode Edge Detection *Kirsch* dan *Robinson* Untuk Mendeteksi Keaslian Uang Kertas Rupiah," *Komput. dan Apl.*, vol. 08, no. 4654, pp. 23–33, 2020.
- [7] E. V. Haryanto, "Penerapan Metode *Kirsch* Dalam Mendeteksi Tepi Objek Citra Digital," *Proc. Konf. Nas. Sist. dan Inform.*, 2015.
- [8] E. L. Utari, R. D. Ngaisyah, and H. Surbakti, "Sistem Identifikasi Citra Janin Terhadap Asupan Gizi Ibu Hamil Dengan Menggunakan Metode Sobel Dan *Kirsch*," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 448–461, 2021, doi: 10.24176/simet.v11i2.5709.
- [9] V. Lusiana, "Deteksi Tepi pada Citra Digital Menggunakan Metode *Kirsch* dan *Robinson*," *J. Teknol. Inf. Din.*, vol. 18, no. 2, pp. 182–189, 2019.
- [10] R. Rahmadewi, "Analisa Perbandingan Beberapa Metode Deteksi Tepi Pada Citra Rontgen Penyakit Paru Paru," *J. Media Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 9–12, 2017, doi: 10.35508/jme.v0i0.6194.

PENERAPAN SISTEM INFORMASI PENERIMAAN BEASISWA KIP KULIAH DENGAN IMPLEMENTASI SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW) : STUDI KASUS PADA UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA

Muhammad Fathan Fauzan¹⁾, Alfino Putra Laksana²⁾, & Nur Chalik Azhar³⁾

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri Dan Informatika
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

Jl. Tanah Merdeka No.6 Kampung Rambutan, Jakarta Timur 13830

Telp: (021) 87782739, Mobile: +62 812-1920-3221, +62 821-1044-1553,

E-mail: muhammadfatanfauzan@gmail.com, alfinoputralaksana294@gmail.com, azharchalik@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengeksplorasi penerapan metode Simple Additive Weighting (SAW) dalam seleksi penerimaan beasiswa KIP Kuliah di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA). Proses permasalahan saat ini mengalami keterlambatan dan ketidakakuratan, mendorong perlunya Sistem Pendukung Keputusan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi. Dengan kriteria yang disesuaikan dengan kebijakan UHAMKA. Tujuan penelitian ini meningkatkan ketepatan dan mengurangi waktu seleksi. Metode SAW digunakan untuk memberikan bobot pada setiap alternatif dan metode ini dapat membantu proses penyeleksian lebih akurat. Dengan metode ini menghasilkan perankingan penerima beasiswa KIP Kuliah secara efisien. Hasil pengujian yang dilakukan dengan black box testing menunjukkan bahwa implementasi SAW dapat efisien dan efektif. pengujian berdasarkan pada 2 contoh kasus uji tersebut diperoleh bahwa metode SAW Hasil akurasi metode SAW pada kasus 1 adalah 100%, pada kasus 2 adalah 78% sehingga dapat digunakan dalam menentukan calon penerima beasiswa di UHAMKA dan memberikan kontribusi positif terhadap kesejahteraan mahasiswa serta citra institusi

Keyword: Simple Additive Weighting (SAW), Seleksi beasiswa KIP-Kuliah, Efisiensi, Akurasi

Abstract

This research explores the application of the Simple Additive Weighting (SAW) method in selecting KIP Lecture scholarship recipients at Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA University (UHAMKA). The problem process is currently experiencing slowness and inaccuracy, prompting the need for a Decision Support System to increase accuracy and efficiency. With criteria adapted to UHAMKA policy, the aim of this research is to increase accuracy and reduce selection time. The SAW method is used to give weight to each alternative and this method can help the selection process be more accurate. This method produces efficient ranking of KIP Kuliah scholarship recipients. The results of tests carried out using black box testing show that the implementation of SAW can be efficient and effective. testing based on 2 examples of test cases showed that the SAW method. The accuracy results of the SAW method in case 1 were 100%, in case 2 it was 78% so that it could be used in determining prospective scholarship recipients at UHAMKA and make a positive contribution to student welfare and the image of the institution.

Keyword: Simple Additive Weighting (SAW), KIP-Kuliah scholarship selection, Efficiency, Accuracy

1 PENDAHULUAN

Pentingnya pendidikan di Indonesia dapat ditegaskan dengan merujuk pada Hak untuk menerima pendidikan dijamin secara tegas dalam Pasal 31 (1) dan Amandemen Bagian XIII dari Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945. Semua warga negara berhak atas pendidikan dasar, dan pemerintah bertanggung jawab untuk membiayainya, menurut artikel tersebut.

Merujuk pada Abd Rahman BP [1] Pendidikan adalah solusi yang jelas dalam mempertahankan warisan budaya dari generasi ke generasi. Dengan adanya pendidikan mampu membuat generasi ini sebagai sosok cerminan dari implementasi pengajaran sebelumnya. Karena sifatnya yang kompleks dan tujuannya terhadap manusia, pendidikan belum memiliki batasan untuk menjelaskan artinya secara menyeluruh

Merujuk pada Clemencia Cosentino [2] Beasiswa

memiliki variasi dalam berbagai aspek, seperti sumber penciptaan (pemerintah, filantropi swasta, atau organisasi multilateral), tujuan (pemahaman budaya, hubungan internasional, dan pengembangan modal manusia), tingkat pendidikan (sarjana, pascasarjana, atau studi pascasarjana), jenis dukungan (studi, penelitian, atau pengalaman profesional), target populasi (warga negara tertentu, kaum muda rentan, atau mahasiswa di bidang tertentu), durasi (satu tahun, beberapa tahun, dsb.), sifat pendanaan (penuh atau sebagian), persyaratan pulang ke negara asal, dan faktor-faktor lainnya.

Dengan dasar tersebut, Pemerintah memiliki kewajiban untuk menyediakan layanan dan fasilitas pendidikan yang memadai, serta menjamin terwujudnya pendidikan berkualitas bagi seluruh warga negara tanpa membedakan perlakuan. Sebaliknya, masyarakat diharapkan turut serta dalam mendukung penyelenggaraan pendidikan dengan menyumbangkan sumber daya yang diperlukan, sebagai bentuk tanggung jawab kolektif untuk memastikan keberhasilan pendidikan.

Alasan pendidikan di Indonesia masih mengalami kekurangan dapat ditinjau dari Angka Partisipasi Kasar (APK) Perguruan Tinggi di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 26,01%, lebih rendah dari APK di Bali 38,46% dan Sumatera Barat 38,46%, yang merupakan beberapa alasan pendidikan pada negara kita masih kekurangan pemerataan.

Provinsi	Angka Partisipasi Kasar (APK) Perguruan Tinggi (PT) Menurut Provinsi		
	2020	2021	2022
ACEH	44.58	44.65	44.45
SUMATERA UTARA	31.14	31.10	30.94
SUMATERA BARAT	43.09	44.25	43.79
RIAU	35.07	35.97	35.29
JAMBI	31.42	30.74	30.08
SUMATERA SELATAN	26.41	26.32	26.31
BENGKULU	38.39	38.66	38.15
LAMPUNG	23.08	22.64	21.48
KEP. BANGKA BELITUNG	14.73	15.23	14.85
KEP. RIAU	26.68	27.59	27.47
DKI JAKARTA	40.34	40.05	39.56
JAWA BARAT	25.75	25.83	26.01
JAWA TENGAH	22.62	23.86	23.95
DI YOGYAKARTA	74.69	74.90	75.59
JAWA TIMUR	29.52	29.96	30.07
BANTEN	33.07	32.51	32.67
BALI	36.46	36.51	36.46
NUSA TENGGARA BARAT	31.28	32.26	32.05
NUSA TENGGARA TIMUR	31.28	33.27	32.48
KALIMANTAN BARAT	25.36	26.22	26.59
KALIMANTAN TENGAH	25.70	26.46	25.84
KALIMANTAN SELATAN	27.35	27.97	27.50
KALIMANTAN TIMUR	39.16	40.21	40.62
KALIMANTAN UTARA	22.71	25.23	25.66
SULAWESI UTARA	34.61	34.43	34.36
SULAWESI TENGAH	39.32	40.11	39.48
SULAWESI SELATAN	42.69	42.35	42.63
SULAWESI TENGGARA	47.40	44.77	45.24
GORONTALO	37.74	37.32	36.94
SULAWESI BARAT	29.44	30.15	29.43
MALUKU	48.62	48.36	51.36
MALUKU UTARA	43.97	43.63	44.27
PAPUA BARAT	35.30	35.80	36.11
PAPUA	21.87	20.04	20.08
INDONESIA	30.85	31.19	31.16

Gambar 1 Angka Partisipasi Kasar (APK) BPS 2022

Pendidikan tinggi memainkan peran krusial dalam

membentuk masa depan masyarakat. Untuk mendukung akses yang merata, dalam konteks ini, beasiswa menjadi instrumen vital untuk mendukung akses merata ke pendidikan tinggi, khususnya bagi mereka yang kurang mampu. Beasiswa memiliki variasi dalam berbagai aspek, termasuk sumber penciptaan, tujuan, tingkat pendidikan, jenis dukungan, target populasi, dan faktor lainnya, sebagaimana dikemukakan oleh Clemencia Cosentino.

UHAMKA merespons tantangan ini dengan meluncurkan Program Beasiswa KIP Kuliah, sejalan dengan Program Kartu Indonesia Pintar Kuliah (KIP) yang dicanangkan oleh pemerintah. Namun, implementasi beasiswa ini tidak terlepas dari kendala dan permasalahan dalam seleksi tradisional, yang memerlukan solusi efektif.

Pemerintah Indonesia meluncurkan Program Kartu Indonesia Pintar Kuliah (KIP), menurut Peraturan Pemerintah Mendikbud Nomor 10 pada tahun 2020 tentang Program beasiswa. Untuk membantu membiayai pendidikan mereka, siswa dan mahasiswa dari keluarga miskin atau rentan miskin menerima bantuan berupa program kesempatan belajar dari pemerintah yang dikenal sebagai KIP Kuliah.

Diharapkan bahwa beasiswa ini akan membantu mahasiswa khususnya UHAMKA yang kurang mampu dalam kebutuhan Pendidikan mereka serta mendorong mereka untuk terus berprestasi.

Oleh karena itu kepentingan beasiswa terhadap pendidikan saling erat dan dalam proses penyeleksian harus mengatasi kesalahan input dan output yang dapat terjadi, merujuk pada Wahyuni Eka Sari [3] Menurut peraturan Pemerintah, beasiswa seharusnya diberikan kepada siswa yang layak dan pantas untuk menerimanya. Selain itu, pengambil keputusan harus mengurangi kesalahan input data sehingga hasilnya adil.

Menurut Lubis, D. I., dan Hidayat, R.Hidayat, [4] Risdianto,[11] menyimpulkan bahwa kerangkapan data dan ketidakvalidan sering terjadi selama proses masih berjalan karena penerimaan beasiswa masih dilakukan secara tradisional. Dalam proses seleksi beasiswa menghadapi kendala berupa kelambatan dan ketidakakuratan, memerlukan pemikiran kritis untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi. Sebagai solusi, diperlukan implementasi Sistem Keputusan (SPK) yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) membantu orang membuat keputusan yang lebih baik. Dalam hal ini,

kriteria diukur dalam bentuk kisaran nilai. Oleh karena itu, sebelum melanjutkan dengan proses perankingan, SPK menggunakan metode Weighting Additive Simple (SAW) untuk menentukan bobot atribut. Dengan demikian, dapat dihasilkan alternatif terbaik dari berbagai pilihan melalui perhitungan yang akurat, khususnya dalam konteks seleksi siswa calon penerima beasiswa berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.

Menurut Novriansyah [5] menyimpulkan bahwa, Konsep dasar metode pengurangan tambahan sederhana adalah menemukan perhitungan terbobot dari penilaian kinerja untuk setiap pilihan pada semua fitur. Metode pengurangan tambahan sederhana sering juga disebut sebagai metode penjumlahan berbobot.

Pada Simple Additive Weighting (SAW) direkomendasikan sebagai pendekatan untuk menangani permasalahan seleksi dalam SPK multi proses. SAW adalah metode umum digunakan dalam pada saat pengambilan keputusan suatu sistem dengan beberapa atribut. Proses SAW memerlukan normalisasi matriks keputusan (X) ke dalam suatu skala, sehingga dapat dibandingkan dengan semua rating alternatif yang tersedia.

Penelitian ini diprakarsai oleh kebutuhan perguruan tinggi, khususnya UHAMKA, untuk memiliki alat evaluasi kinerja mahasiswa penerima KIP Kuliah yang cepat dan efisien. Aplikasi penilaian kinerja ini dirancang dan dibuat untuk membantu proses evaluasi, membuatnya jelas, dan memudahkan mahasiswa penerima KIP Kuliah melaporkan tanggung jawab mereka sebagai penerima beasiswa. Penggunaan metode SAW dalam SPK penilaian kinerja di UHAMKA diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam seleksi penerimaan beasiswa KIP Kuliah. Fokus pada dampak sosial dan lingkungan serta kesesuaian dengan kebijakan UHAMKA menjadi landasan utama penelitian ini, dengan harapan memberikan solusi efektif.

Dengan hasil pengujian yang menunjukkan efisiensi dan efektivitas, diantisipasi bahwa aplikasi ini dapat membentuk sistem yang tidak hanya mempermudah seleksi beasiswa, tetapi juga memberikan kontribusi positif bagi mahasiswa dan meningkatkan citra institusi secara keseluruhan.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Simple Additive Weighting (SAW)

SAW atau dikenal Simple Additive Weighting muncul sebagai solusi dalam menangani permasalahan Multiple Attribute Decision Making (MADM) yang

sering dihadapi dalam konteks pengambilan keputusan. MADM sebagai suatu pendekatan dalam pengambilan keputusan mempertimbangkan sejumlah kriteria sebagai landasan utama. Menurut Fishburn [6] Dalam kerangka ini, SAW menonjol sebagai metode yang menerapkan penjumlahan terbobot, di mana konsep intinya adalah menghitung nilai penambahan terhitung pada urutan kinerja untuk setiap alternatif pada seluruh karakter.

Menurut Kusumadewi [7], proses pengimplementasian SAW melibatkan tahap normalisasi pada matriks keputusan (X) ke tingkat yang memungkinkan untuk membandingkannya dengan urutan alternatif yang tersedia. Dengan demikian, SAW tidak hanya memberikan pendekatan matematis yang kokoh tetapi juga memerlukan ketelitian dalam mengolah data untuk menghasilkan keputusan yang informasional dan kontekstual. Berikut ini adalah formula untuk melakukan normalisasi [1]:

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\text{Max } x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah attribute keuntungan (benefit)} \\ \frac{\text{Min } x_{ij}}{x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah attribute biaya (cost)} \end{cases} \quad [1]$$

r_{ij} adalah pengukuran kinerja alternatif A_i pada atribut C_j ; $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$.

Dengan demikian, ($\text{max } X_{\{ij\}}$) dan ($\text{min } X_{\{ij\}}$) mencerminkan batasan nilai yang dapat dicapai pada setiap penilaian, sedangkan ($X_{\{ij\}}$) adalah nilai yang diperoleh dari suatu alternatif pada penilaian tersebut. Konsep benefit dan cost menentukan apakah suatu penilaian yang lebih besar atau lebih kecil dianggap lebih baik, sesuai dengan sifat kriteria tertentu.

Rumus (2.2) memberikan nilai preferensi untuk setiap alternatif (V_i) [2].

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad [2]$$

Penjelasan:

- (V) : Mewakili koefisien nilai alternatif.
- (w_j) : Merupakan bobot untuk kriteria (j).
- ($r_{\{ij\}}$) : Adalah nilai rating atau kinerja alternatif (i) pada kriteria (j).
- (n) : Menunjukkan jumlah total kriteria yang dipertimbangkan.

Dengan menggunakan rumus diatas, kita dapat menghitung nilai total terbobot (V_i) untuk suatu alternatif. Jika (V_i) memiliki nilai yang lebih, hal tersebut menunjukkan bahwa pilihan (A_i) dianggap lebih terseleksi dalam konteks kriteria yang telah dipertimbangkan. Rumus ini mencerminkan proses penilaian relatif terhadap bobot dan nilai rating kriteria untuk setiap alternatif, sesuai dengan pendekatan Simple Additive Weighting (SAW).

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian kualitatif, dokumentasi dapat berupa dokumen kebijakan, biografi, buku harian, surat kabar, majalah, atau makalah.[8] Langkah dan metode yang dilakukan dalam mengumpulkan data untuk studi ini melalui cara dan tahapan dengan Metode Dokumentasi. Menurut Ardiansyah [9] Data dikumpulkan dari dokumen, arsip, atau bahan tertulis lainnya melalui metode dokumentasi. yang berkaitan dengan fenomena penelitian. Dokumen yang digunakan dapat berupa catatan, laporan, surat, buku, atau dokumen resmi lainnya. Studi dokumentasi memberikan wawasan tentang konteks historis, kebijakan, peristiwa, dan perkembangan yang relevan dengan fenomena yang diteliti.

Menurut Gounder [10], 2012 Penelitian dilakukan melalui prosedur dan skema yang dikenal sebagai "metode penelitian", yang memungkinkan penelitian dilakukan secara terencana, ilmiah, netral, dan bernilai. Metode ini digunakan sebagai strategi untuk mengumpulkan data dan menentukan solusi untuk masalah.

Dasar pengumpulan data untuk penelitian ini mengacu pada kebijakan dari pemerintah dan khususnya kampus UHAMKA dalam menimbang kebutuhan dan kriteria calon penerima beasiswa kip-kulah.

2.2 Sistem Pendukung Keputusan

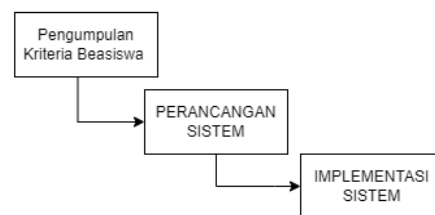
Menurut florensa [15] SPK memanfaatkan data dan informasi untuk menyediakan dukungan yang objektif dan sistematis, memungkinkan pengambil keputusan untuk membuat keputusan yang lebih informasional dan tepat. Sistem pendukung keputusan adalah salah satu sistem informasi manajemen berbasis komputer atau sistem informasi berbasis komputer yang membantu pembuat keputusan (decision maker) di tingkat tengah dan atas untuk menyelesaikan masalah semi-terstruktur dan tak terstruktur.

3 METODE PERANCANGAN

Menurut Rahman Maulana [12] dan Hayuningtyas [13] metode *Waterfall* memungkinkan

tahap analisis kebutuhan yang jelas, perancangan yang terencana, implementasi yang sistematis, pengujian menyeluruh, dan pemeliharaan yang terorganisir. menurut R. M., Zen [14] metode *Waterfall* telah berhasil membantu perancangan sistem informasi. Metode ini memberikan kerangka kerja terstruktur dan berurutan yang memungkinkan analisis kebutuhan yang jelas dan mengurangi risiko selama proses pengembangan.

Proses perancangan mengikuti model pengembangan perangkat lunak yang mengadopsi pendekatan *Waterfall*. Model *Waterfall* ini mencakup langkah-langkah analisis, perancangan, implementasi sistem. Gambar 2 menggambarkan model *Waterfall* dalam pengembangan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) menggunakan metode SAW. Model *Waterfall* digunakan untuk pendekatan sistematis dan berurutan dalam mengembangkan sistem informasi.



Gambar 2 Model Waterfall

3.1 Pengumpulan Data Kriteria Beasiswa

Meninjau pada UU No 12/2012 tentang PT (perguruan tinggi), bahwa pemerintah bertanggung jawab untuk menyiapkan warga negara yang cerdas dan kompetitif dan meningkatkan kesempatan pendidikan di perguruan tinggi. Oleh itu, pemerintah akan terus berusaha melalui Program Indonesia Pintar (PIP) untuk memastikan bahwa siswa yang kurang mampu, terutama mereka yang berprestasi, dapat melanjutkan pendidikan hingga jenjang kuliah.

Berdasarkan aturan yang ditetapkan oleh Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) bahwa ada beberapa point untuk menjadi acuan ditetapkannya beasiswa KIP-K pada Calon Mahasiswa Baru (CaMaBa) UHAMKA, yakni sebagai berikut:

- Calon Penerima beasiswa adalah siswa SMA/ sederajat yang telah lulus
 - a. Pendapatan kotor suami-istri (orang tua/wali) sebesar Rp. 3.000.000 per-bulan, yang mencakup total keseluruhan. Untuk pekerjaan formal atau non-formal, penghasilan bulanan yang dimana adalah total dalam satu tahun terakhir.

- b. Bagi total anggota keluarga sebesar Rp. 750.000 per-bulan dari pendapatan kotor gabungan orang tua/wali.
- Sekolah yang direkomendasikan (Surat Rekomendasi Sekolah) memiliki prospek akademik yang baik.
 - Administrasi Persyaratan Umum Seperti :
 - a. Fotocopy Ijazah / SKL (Stempel Asli) (1 Lembar)
 - b. Pas foto berwarna (latar belakang merah)
 - c. Fotocopy Raport kelas XII semester 1 s.d 6 (Stempel Asli Legalisir) (1 Lembar)
 - d. Fotocopy Akta Kelahiran dan KK (1 Lembar)
 - Kartu KIP
 - Bukti Pendaftaran melalui Website KIP.
 - Nilai Rata-Rata Raport Semester Terakhir

3.2 Perancangan Sistem

Fase perancangan sistem menunjukkan rancangan sistem yang akan dibangun. Output dari tahap perancangan sistem termasuk diagram tugas, diagram aliran peristiwa, diagram kegiatan, diagram kelas, diagram urutan, dan desain antarmuka pengguna untuk tampilan masukan dan keluaran sistem. Semua hasil ini berkontribusi pada pembuatan sistem untuk menilai kinerja mahasiswa KIP Kuliah.

3.3 Implementasi Sistem

Langkah pertama dalam pembuatan dan pengembangan (pemrograman) sistem evaluasi kinerja mahasiswa KIP Kuliah di Universitas HAMKA adalah implementasi sistem. Langkah ini sesuai dengan temuan dari analisis dan perancangan sistem sebelumnya, dan melibatkan metode SAW pada Sistem nantinya.

Untuk tahap pengujian sistem, kami menggunakan metode Black Box Testing. Metode ini mengevaluasi analisis sistem tanpa memperhatikan struktur internalnya. Uji ini akan melibatkan lima orang, masing-masing lima pengguna dan satu administrator. uji ini untuk memastikan bahwa aplikasi yang dibuat memenuhi persyaratan dan harapan pengguna dan administrator, uji ini bertujuan untuk memberikan keyakinan bahwa sistem dapat memenuhi persyaratan dan standar yang diinginkan oleh pengguna dan administrator.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Alternatif

Langkah pertama adalah menetapkan alternatif; data alternatif ini digunakan untuk perhitungan, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3.

No	NAMA	Kriteria						
		LU	POT	SRS	APU	KIP	BWEB	RST
1	Putri Aulia	ada	$1.000.000 < X \leq 2.000.000$	Tidak	ada	ada	ada	78,09
2	Nabil Dhiya Ulhaq	ada	$1.000.000 < X \leq 2.000.000$	ada	ada	ada	ada	82,14
3	Julaeha	ada	$2.000.000 < X \leq 4.000.000$	Tidak	ada	ada	ada	81,78
4	Safirah Hasdi Wijayanti	ada	$X \leq 1.000.000$	ada	ada	ada	ada	80,83
5	Suci Nurimah	ada	$1.000.000 < X \leq 2.000.000$	ada	ada	ada	ada	79,18

Gambar 3 Nilai Alternatif Data dan Kriteria

4.2 Kriteria Beasiswa KIP-Kuliah

Untuk menentukan penerimaan beasiswa ini, sistem pendukung keputusan menggunakan berbagai kriteria, yang dapat ditemukan dalam Daftar Kriteria pada Gambar 4.

Kriteria Data (C)	Keterangan
C1	Pendapatan kotor gabungan orang tua/wali (POT)
C2	Berpotensi akademik baik, yaitu direkomendasikan sekolah (SRS)
C3	Administrasi Persyaratan Umum (APU)
C4	Bukti Pendaftaran melalui Website KIP(<u>BWEB</u>)
C5	Nilai Rata-Rata Raport Semester Terakhir (RST)

Gambar 4 Tabel Daftar Kriteria

4.3 Rating Untuk Alternatif

Pada Tabel 1 menunjukkan peringkat kecocokan setiap opsi dan kriteria dengan skor 1–5.

Tabel 1 Peringkat Kecocokan Opsi dan Kriteria

No	Rating	Nilai
1	Sangat Buruk (SB)	1
2	Buruk (B)	2
3	Cukup (C)	3
4	Baik (T)	4
5	Sangat Baik (ST)	5

Untuk menilai kecocokan antara setiap alternatif dan kriteria, data calon penerima beasiswa dari Gambar 3 digunakan. Gambar 5 menampilkan Tabel Nilai Alternatif Data dan Kriteria.

No	Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5
1	A1	5	5	3	5	3
2	A2	5	1	3	5	4
3	A3	1	1	5	5	4
4	A4	5	5	2	5	4
5	A5	5	5	3	1	3

Gambar 5 Hasil Nilai Alternatif Data dan Kriteria

4.4 Normalisasi Matriks Keputusan (X)

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\text{Max } x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{\text{Min } x_{ij}}{x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut biaya(cost)} \end{cases}$$

Gambar 6 Rumus Normalisasi Matriks Keputusan

Tahap berikutnya melibatkan normalisasi matriks keputusan (X), di mana terdapat dua rumus berbeda yang sesuai oleh karakteristiknya, yaitu biaya dan keuntungan.

Perhitungan Nilai Alternatif

Nilai Alternatif 1

RI.1 : 5 / 5 : 1
 RI.2 : 5 / 5 : 1
 RI.3 : 3 / 5 : 0,75
 RI.4 : 5 / 5 : 1
 RI.5 : 3 / 4 : 0,75

Nilai Alternatif 3

RIII.1 : 1 / 5 : 0,2
 RIII.2 : 1 / 5 : 0,2
 RIII.3 : 5 / 5 : 1
 RIII.4 : 5 / 5 : 1
 RIII.5 : 5 / 5 : 1

Nilai Alternatif 5

RV.1 : 5 / 5 : 1
 RV.1 : 5 / 5 : 1
 RV.1 : 3 / 5 : 0,6
 RV.1 : 1 / 5 : 0,2
 RV.1 : 3 / 5 : 0,6

Nilai Alternatif 2

RII.1 : 5 / 5 : 1
 RII.2 : 1 / 5 : 0,2
 RII.3 : 3 / 5 : 0,6
 RII.4 : 5 / 5 : 1
 RII.5 : 4 / 4 : 1

Nilai Alternatif 4

RIV.1 : 5 / 5 : 1
 RIV.2 : 2 / 5 : 1
 RIV.3 : 5 / 5 : 0,4
 RIV.4 : 5 / 5 : 1
 RIV.5 : 5 / 5 : 1

4.5 Normalisasi Matriks (R)

Matriks ternormalisasi (R) berikut dihasilkan setelah proses normalisasi nilai dari masing-masing alternatif pada setiap kriteria:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0.75 & 1 & 0.75 \\ 1 & 0.2 & 0.6 & 1 & 1 \\ 0.2 & 0.2 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0.4 & 1 \\ 1 & 1 & 0.6 & 0.2 & 0.75 \end{pmatrix}$$

Gambar 7 Rumus Normalisasi Matrix

4.6 Nilai Preferensi (Vi)

Tabel 2 menunjukkan nilai Preferensi (Vi) setiap opsi dan kriteria dengan skor 1–5 untuk menunjang nilai Preferensi :

Table 2 Nilai Preferensi

No	Rating	Nilai
1	Sangat Buruk (SB)	1
2	Buruk (B)	2
3	Cukup (C)	3
4	Baik (T)	4
5	Sangat Baik (ST)	5

Bobot Preferensi: 4,4,3,4,4

V1 = (4 x 1) + (4 x 1) + (3 x 0,75) + (4 x 1) + (4 x 0,75) = 17,25
 V2 = (4 x 1) + (4 x 0,2) + (3 x 0,6) + (4 x 1) + (4 x 1) = 14,6
 V3 = (4 x 0,2) + (4 x 0,2) + (3 x 1) + (4 x 1) + (4 x 1) = 12,6
 V4 = (4 x 1) + (4 x 1) + (3 x 0,4) + (4 x 1) + (4 x 1) = 17,2
 V5 = (4 x 1) + (4 x 1) + (3 x 0,6) + (4 x 0,2) + (4 x 0,75) = 13,6

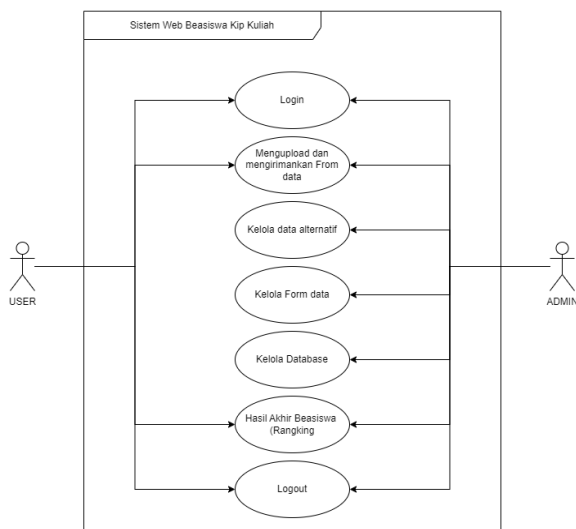
Setelah melakukan proses perhitungan, langkah selanjutnya adalah membuat peringkat, dan ditemukan bahwa nilai terbesar diperoleh oleh A1. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa alternatif A1 yang merupakan Putri Aulia diakui sebagai alternatif terbaik yang terpilih.

No	NAMA	Kriteria					Hasil	Rangking
		POT	SRS	APU	BWEB	RST		
1	Putri Aulia	4	4	2,25	4	3	17,25	1
2	Nabil Dhiya Ulhaq	4	0,8	1,8	4	4	14,6	3
3	Julaeha	0,8	0,8	3	4	4	12,6	5
4	Safirah Hasdi Wijayanti	4	4	1,2	4	4	17,2	2
5	Suci Nurimah	4	4	1,8	0,8	3	13,6	4

Gambar 8 Tabel Pengujian Data Kriteria

4.7 Implementasi Sistem

Sistem evaluasi kinerja Mahasiswa penerima KIP-Kuliah di UHAMKA melibatkan dua aktor utama, yaitu Administrator dan Mahasiswa penerima beasiswa. Dalam struktur ini, Administrator, sebagaimana terlihat pada Mahasiswa penerima beasiswa, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 9, memiliki peran dalam mengirimkan berkas laporan kinerja setelah melakukan login ke sistem. Di sisi lain pada bagian admin, bertanggung jawab untuk mengidentifikasi kriteria, sub-kriteria, dan nilai penilaian yang akan digunakan dalam analisis penilaian kinerja. Tugas Administrator juga mencakup melihat hasil analisis perhitungan tersebut. Use case diagram sistem ini diilustrasikan secara detail pada gambar yang terlampir :

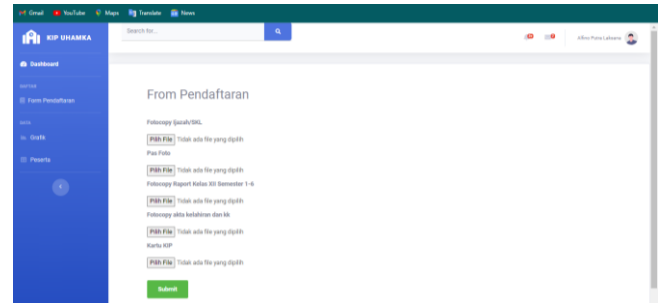


Gambar 9 Use Case Diagram Mahasiswa dan admin Penerima KIP Kuliah

4.8 Implementasi Pemrograman Sistem

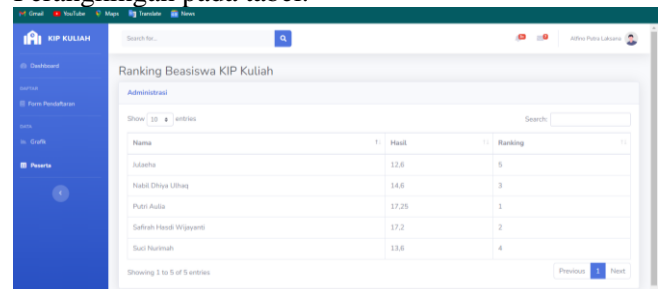
Dari perancangan Gambar 10 dan 11 menunjukkan hasil implementasi perancangan antarmuka pengguna. Gambar 10 menunjukkan halaman yang digunakan untuk mengirimkan berkas laporan kinerja. Pengguna, yang merupakan mahasiswa KIP Kuliah, dapat

mengakses halaman ini setelah masuk ke akun mereka dan mengisi formulir kinerja. Formulir harus diisi sekali setiap semester. Pengguna dapat mengunggah berkas kinerja sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan pada halaman ini. Mereka juga dapat mengirimkan berkas dalam batas waktu yang ditetapkan oleh administrator.



Gambar 10 Halaman Form Administrasi

Halaman yang hanya dapat diakses oleh administrator adalah halaman analisis perhitungan penilaian kinerja menggunakan metode SAW, di mana tabel-tabel menunjukkan hasil dari setiap langkah perhitungan, baik menggunakan metode Manual maupun metode Sistem, yang menghasilkan nilai Perangkingan pada tabel.



Gambar 11 Halaman Analisis Perhitungan Rangking

4.9 Pengujian Black Box Testing

Penelitian ini menggunakan uji Blackbox yang dilakukan oleh tim pemasaran dan mahasiswa dengan tujuan untuk mengumpulkan data tentang jumlah fungsi sistem yang dapat beroperasi dengan baik atau fungsi yang mengalami masalah atau kesalahan.

NO	Masukan Data	Data yang di harapkan	Observasi	Kesimpulan
1	Aplikasi mudah di gunakan	Aplikasi mudah dalam penggunaannya (UX)	Aplikasi berjalan sesuai dengan tugasnya	[√] Accepted [] Rejected
2	Aplikasi fungsi dan menu sudah sesuai	Aplikasi yang di dalam memasukkan data	Aplikasi berjalan sesuai dengan tugasnya	[√] Accepted [] Rejected
3	fungsionalitas aplikasi sudah menggambarkan kegiatan yang dilakukan oleh Mahasiswa	Aplikasi mampu menjalankan keputusan berdasarkan sistem	Aplikasi berjalan sesuai dengan tugasnya	[√] Accepted [] Rejected

*Gambar 12 Black Box Testing**Tabel 3 Hasil Pengujian*

Kesimpulan	Total
Accepted	100 %
Rejected	0%

Berdasarkan luaran perhitungan pengujian yang dilakukan diperoleh luaran bahwa sistem dalam keadaan Baik atau Layak Digunakan.

5 SIMPULAN

5.1

Kesimpulan

Studi ini menunjukkan bahwa SPK yang menggunakan metode SAW sebagai penunjang keputusan dapat memberikan rekomendasi yang tepat dan akurat tentang siapa yang berhak mendapatkan beasiswa di UHAMKA. Temuan ini mengatasi masalah dalam proses seleksi penerimaan beasiswa dengan menegaskan bahwa penghasilan orang tua menjadi faktor utama, diikuti oleh nilai keseluruhan rapor, dan banyaknya prestasi yang didapat.

Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa metode SAW ini membuat proses calon penerima beasiswa lebih efektif dan akurat. Penggunaan metode ini membantu dalam menentukan mahasiswa yang berhak menerima bantuan pendidikan dengan optimal. Hasil perbandingan dari metode SAW memudahkan identifikasi calon penerima beasiswa yang paling layak.

Penelitian ini juga merekomendasikan adanya penelitian lanjutan dengan membandingkan metode dan penambahan variabel tambahan yang dapat membantu meningkatkan proses pengagihan beasiswa, khususnya untuk mahasiswa UHAMKA. Implementasi metode ini dalam proses seleksi penerimaan beasiswa UHAMKA membuktikan efisiensi dan akurasi dalam pengambilan keputusan. Maka dari itu, sistem pendukung keputusan ini mampu menjadi alat yang berharga bagi kampus untuk melakukan keputusan yang lebih tepat dan akurat dalam memilih siswa penerima beasiswa, memberikan kontribusi positif terhadap akses pendidikan tinggi yang merata dan kesejahteraan mahasiswa.

KEPUSTAKAAN

- [1] Abd Rahman BP Dkk. Pengertian Pendidikan, Ilmu Pendidikan dan Unsur Unsur Pendidikan. Jurnal Al Urwatul Wutsqa, Vol. 2 No 1. (2022)
- [2] Clemencia Cosentino, Fortson Jane, Liuzzi Sarah, *Can scholarships provide equitable access to high-quality university education? Evidence from the Mastercard Foundation Scholars Program*, ELSEVIER., Volume 71, 102089 (2019).
- [3] Wahyuni Eka Sari, 2021. Perbandingan Metode SAW dan Topsis pada Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerima Beasiswa, Jurnal SISFOKOM (Sistem Informasi dan Komputer), Volume 10, Nomor 01, PP 52 - 58.
- [4] Lubis, D. I., & Hidayat, R. (2017). Pengaruh Citra Merek dan Harga Terhadap Keputusan Pembelian pada Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma Medan. Jurnal Ilman, Vol 5, No 1, pp 15-24.
- [5] Novriansyah, D., 2014, Konsep Data Mining Vs Sistem Pendukung Keputusan, Ed 1, Deepublish, Yogyakarta.
- [6] Fishburn, P. C., A Problem-based selection of multi-attribute decision making methods, Blackwell Publishing, 1967.
- [7] Kusumadewi, S. et al. 2006. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FUZZY MADM)*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [8] Marinu Waruwu, 2023. Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi (*Mixed Method*). Volume 7 Nomor 1 Tahun 2023.
- [9] Risnita, 2023. Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen Penelitian Ilmiah Pendidikan Pada Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif. Vol. 1 No. 2 (2023): Tahun 2023 .
- [10] Gounder, S. (2012). jilid 3 -*Research methodology and research questions. Research Methodology and Research Method*, maret 2012, 84–193.
- [11] Risdianto, tahun 2020. Arsitektur Sistem Kecerdasan Pengambilan Keputusan Di Sekolah. Ilkomnika: Journal Of Computer Science And Applied Informatics, 2(3), 288–298.
- [12] Rahman Maulana, 2023. Implementasi Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Sekolah Berbasis Web dengan Pendekatan Metode *Waterfall*. Vol. 1 No. 1 (2023): JRIIN : Jurnal Riset Informatika
- [13] Hayuningtyas, Tahun 2023. Implementasi Metode Waterfall Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web (Studi Kasus SDN Tegalangus). Informatics and Computer Engineering Journal, 3(1), 1-7.
- [14] R. M., Zen, Tahun (2023). Implementasi Sistem Informasi E-Library Berbasis Web Pada Perpustakaan SMAN 1 Binjai. INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science, 6(1), 275-282.
- [15] Florensia, Tahun 2023. Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jurusan Menggunakan Metode Weighted Product. Jurnal TEKNO KOMPAK, Vol. 17,.

Open Archival Information System Reference Model pada Rancang Bangun Sistem Informasi Arsip Institusi Pendidikan

Intan Dzikria¹, Sabrina Vidia Riswana²

¹Sistem dan Teknologi Informasi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45 Surabaya

²Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45 Surabaya E-mail: intandzikria@untag-sby.ac.id¹, sabrinavidia@surel.untag-sby.ac.id²

Abstrak

Sistem informasi arsip sangat penting dalam institusi pendidikan tinggi, untuk mempermudah dalam mengelola arsip digital. Institusi dapat memanfaatkan keuntungan dari arsip digital, seperti akses yang mudah terhadap informasi, penghematan ruang fisik untuk penyimpanan, serta perlindungan dokumen dari kerusakan atau kehilangan. Salah satu kerangka kerja yang pengelolaan, pemeliharaan, dan penyimpanan jangka panjang serta sering digunakan pada arsip digital adalah Open Archival Information System (OAIS) Reference Model. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sebuah sistem informasi arsip institusi pendidikan dengan OAIS reference model yang mendukung akses jangka panjang serta pemahaman informasi khususnya dalam arsip digital. Hasil penelitian ini merupakan perancangan arsitektur sistem arsip berbasis OAIS yang dapat menjadi referensi pengembangan sistem arsip sejenis di institusi pendidikan. Hasil pengujian sistem menggunakan metode black-box, dengan 95% fungsional lolos uji, menunjukkan bahwa pengawasan dan evaluasi arsip terutama dalam hal penyimpanan jangka panjang dan identifikasi risiko arsip telah sesuai dengan kebutuhan pengguna

Keyword : Arsip Digital, Institusi Pendidikan Tinggi, OAIS Reference Model, Sistem Informasi Arsip

Abstract

Archive information systems are very important in higher education institutions, to make it easier to manage digital archives. Institutions can take advantage of the benefits of digital archives, such as easy access to information, savings in physical space for storage, and protection of documents from damage or loss. One framework for long-term management, maintenance and storage that is often used in digital archives is the Open Archival Information System (OAIS) Reference Model. This research aims to design and build an educational institutional archival information system with the OAIS reference model that supports long-term access and understanding of information, especially in digital archives. The results of this research are the architectural design of an OAIS-based archive system which can be a reference for developing similar archive systems in educational institutions. The results of system testing using the black-box method, with 95% of functionalities passing the test, show that monitoring and evaluation of archives, especially in terms of long-term storage and identification of archive risks, is following user needs.

Kata kunci: Digital Archives, Higher Education, OAIS Reference Model, Archival Information System

1 PENDAHULUAN

Menurut KBBI arsip didefinisikan sebagai dokumen tertulis yang disimpan dalam bentuk media tulis, elektronik yang disimpan dan dipelihara ditempat khusus penyimpanan untuk mencegah kehilangan[1]. Arsip memiliki peran penting dalam sebuah institusi yaitu sebagai salah satu jenis sumber informasi. Dalam hal ini, arsip membantu sebagai bukti yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan dengan tepat. Agar semua berjalan sesuai fungsinya, manajemen arsip dapat memudahkan dalam melakukan pengelolaan serta penyimpanannya. Jika dokumen arsip setiap harinya melakukan pengelolaan maka arsip akan terus bertambah, dan seiring berjalannya waktu akan membutuhkan ruang yang banyak yang mengakibatkan dalam pencarian dokumen dilakukan dengan membongkar folder arsip terlebih dahulu

untuk mencari dokumen yang dibutuhkan[2] Transformasi digital juga memiliki tujuan untuk melindungi dokumen untuk memastikan aksesibilitas sehingga dokumen dapat diarsipkan dalam waktu yang cukup lama[3]. Dengan merubah dan menyimpan dokumen dalam bentuk digital, maka tidak perlu khawatir terhadap data-data penting. Data dokumen akan menjadi lebih mudah untuk dikelola, mempermudah dalam pencarian, memerlukan sedikit ruang untuk penyimpanan, bisa dicetak ulang, serta banyak keuntungan lain yang dapat diperoleh melalui proses digitalisasi dokumen[4].

Sistem informasi arsip dapat meningkatkan akurasi, kecepatan, dan efisiensi pencarian arsip, serta dokumentasi arsip untuk mempermudah akses [5], walaupun penelitian [5] mengungkapkan tidak adanya backup berkala dapat menyebabkan hilangnya data karena berbagai sebab. Sehingga, dibutuhkan sistem informasi arsip dokumen untuk mengembangkan dan memelihara arsip, serta mendukung akses jangka panjang untuk pengelolaan arsip digital.

Open Archival Information System (OAIS) reference model merupakan kerangka konseptual untuk sistem kearsipan yang didedikasikan untuk melestarikan dan memelihara akses terhadap informasi digital dalam jangka panjang[6]. Namun, sedikit penelitian yang berfokus pada pengelolaan akses jangka Panjang dalam pengelolaan arsip digital pada institusi Pendidikan.

Tujuan penelitian ini adalah menggunakan OAIS *reference model* untuk diterapkan pada sistem informasi arsip dokumen institusi pendidikan tingkat universitas. Hasil penelitian ini diharapkan mampu untuk penerapan konsep kearsipan melalui OAIS *reference model* untuk pelestarian dan akses informasi digital jangka Panjang, serta lebih efektif dalam proses pelestarian, memperluas untuk penyimpanan dan dapat digunakan untuk masa mendatang.

2 LANDASAN TEORI

2.1. Arsip Institusi Pendidikan

Setiap perguruan tinggi negeri maupun swasta memiliki lembaga kearsipan. Tujuan dari dibentuknya lembaga kearsipan perguruan tinggi adalah melindungi arsip dokumen penting tentang status intelektualitas dan mengembangkan potensi inovasi dan karya intelektualitas lain, yang berasal dari setiap bagian organisasi, mulai dari tingkat rektorat, fakultas, unit pelaksana, dan lembaga lainnya. Selain itu, lembaga kearsipan juga melakukan pengawasan dan pembinaan terhadap manajemen arsip[7].

2.2. Sistem Informasi Arsip

Penggunaan istilah sistem informasi arsip umumnya merujuk pada sistem yang khusus dirancang untuk mengelola dan mencatat arsip yang memiliki nilai jangka panjang, yang diawasi oleh sebuah lembaga kearsipan. Selain itu, konsep sistem informasi arsip juga mencakup fungsi pengaturan kerangka kerja, yang mencakup administrasi kepemilikan, penyimpanan, pengaturan hak akses, dan tanggung jawab terhadap semua catatan yang berada dalam yurisdiksi tertentu, termasuk yang memiliki nilai berkelanjutan [8]. Sama halnya dengan

perangkat lunak sistem manajemen dokumen, yang digunakan dalam mengambil, menyimpan, mengelola dokumen dalam bentuk digital. Sistem ini memberikan berbagai fungsionalitas yang diperlukan untuk mengubah dokumen ke dalam bentuk digital[9]. “Sistem manajemen dokumen juga mampu mendukung efisiensi dan efektifitas pembuatan, pengelolaan, dan pencarian dokumen”[10].

2.3. Open Archival Information Systems(OAIS) Reference Model

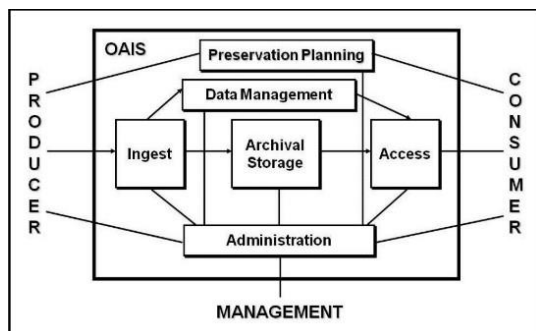
ISO 14721:2012 mendefinisikan *open archival information system (OAIS) reference model* sebagai “komponen kearsipan yang diperlukan untuk pelestarian, pemeliharaan, pengelolaan, dan akses informasi digital jangka panjang”[11].

Model referensi mengidentifikasi dan mendeskripsikan entitas eksternal yang membentuk lingkungan OAIS dan mendefinisikan antarmuka antara entitas dan OAIS. Lingkungan OAI, menurut Lavoie terdiri dari tiga komponen berbeda, menurut tiga diantaranya secara eksplisit berada di luar arsip OAIS yaitu *Management, Producer, dan Consumer* [12]

Tanggung jawab *Producer* atau produsen sebagai sistem yang mentransfer informasi ke OAIS untuk pelestarian jangka Panjang. Mengelola metadata yang kemudian diserahkan ke OAIS melalui proses pemasukan yang menerima data dan diserahkan kemudian dimasukkan ke dalam penyimpanan arsip[12].

Manajemen bertanggungjawab dalam mengatur aktivitas kerangka kerja OAIS, termasuk perencanaan strategis, mendefinisikan ruang lingkup koleksi arsip OAIS, serta dapat menjadi sumber pendanaan bagi OAIS, dan sering berperan dalam pengawasan, dengan secara berkala meninjau kebijakan, kinerja, dan risiko OAIS[12]. Sedangkan tanggung jawab *Consumer* atau konsumen sebagai sistem yang menggunakan informasi yang disimpan oleh OAIS. Konsumen berinteraksi dengan arsip tipe OAIS dalam berbagai cara, termasuk permintaan bantuan, pencarian, serta permintaan akses informasi yang diarsipkan[12].

Model referensi mengidentifikasi serta menjelaskan mekanisme utama dimana arsip seperti OAIS memenuhi fungsi utamanya untuk melestarikan informasi dalam jangka panjang. Mekanisme ini dirangkum dalam model fungsional OAIS[12]. Gambar 1 menunjukkan enam komponen OAIS.



Gambar 1 Alur kerja OAIS *reference model* [12]

a. Penerimaan (*Ingest*)

Penerimaan informasi dari produsen ke OAIS terjadi dalam proses ini, serta dilakukan validasi bahwa informasi tidak mengalami kerusakan dan lengkap. Informasi tersebut dilakukan transformasi sesuai dengan format yang ada di dalam sistem sehingga metadata deskriptif dapat mendukung pencarian dan pengambilan informasi yang disediakan oleh OAIS, serta transfer informasi yang diserahkan beserta metadata terkait ke penyimpanan arsip. Dalam hal ini, fungsi ingest sebagai antarmuka eksternal OAIS dengan produsen, mengelola seluruh proses penerimaan informasi yang diserahkan dan mempersiapkannya untuk disimpan dalam arsip [12].

b. Penyimpanan arsip (*Archival Storage*)

Fungsi penyimpanan arsip bertanggung jawab untuk memastikan bahwa arsip disimpan dalam bentuk penyimpanan yang sesuai dan menerapkan prosedur keamanan, pemeriksaan kesalahan, pelestarian, dan pemulihan bencana. Penyimpanan arsip mengambil data dari area penyimpanan untuk

mendukung permintaan akses informasi oleh pengguna yang berwenang terhadap informasi [12].

c. Manajemen data (*Data Management*)

Tanggungjawab utama manajemen data adalah pemeliharaan basis data untuk membantu proses kueri dan menghasilkan laporan yang sesuai permintaan, serta melakukan pembaruan pada basis data ketika informasi baru masuk, atau informasi yang sudah ada diubah atau dihapus [12].

d. Perencanaan pelestarian (*Preservation Planning*)

Fungsi perencanaan pelestarian merupakan perlindungan terhadap lingkungan pengguna dan teknologi, sehingga manajemen risiko menjadi salah satu kegiatan yang dilakukan. Identifikasi risiko dapat membantu merancang strategi untuk

menangani permasalahan OAIS dalam memenuhi tanggungjawabannya, memastikan perlakuan risiko yang tepat, dan melakukan perlakuan risiko [12].

e. Administrasi (*Administration*)

Fungsi administrasi bertanggung jawab mengatur operasi OAIS. Fungsi ini juga berinteraksi dengan produsen dalam negosiasi perjanjian penyerahan, memberikan dukungan *customer relationship*, dan memelihara kebijakan standar arsip. Administrasi juga mengawasi operasi sistem arsip dan akses, memantau kinerja sistem, serta mengkoordinasi pembaruan sistem [12].

f. Akses (*Access*)

Fungsi Akses melakukan penerapan keamanan dan pengendalian akses. Fungsi akses mewakili antarmuka OAIS dengan konsumen sebagai mekanisme utama untuk memenuhi tanggung jawab OAIS dalam membuat informasi arsip tersedia bagi pengguna [12].

3 METODOLOGI PENELITIAN

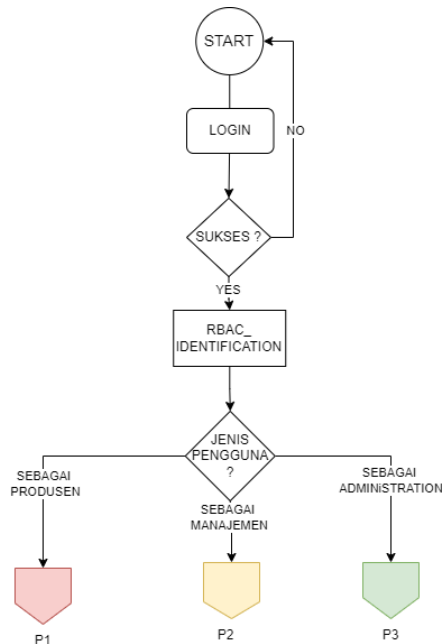
Penelitian ini merancang dan membangun sistem informasi arsip institusi pendidikan tinggi dengan model kerangka kerja OAIS *Reference Model*. OAIS *reference model* memiliki pemahaman yang lebih luas tentang apa yang dibutuhkan dalam penyimpanan serta mengakses informasi jangka panjang.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi, wawancara, dan studi literatur.

Observasi dilakukan dengan mengamati proses manajemen arsip yang dilakukan di sebuah institusi pendidikan tinggi. Hasil dari observasi dicatat dan dianalisis terkait beberapa hal yang dihadapi oleh arsip institusi pendidikan yang menjadi objek penelitian.

Penelitian ini juga melakukan wawancara terbuka untuk melakukan pengumpulan data kebutuhan pengguna atas sistem informasi yang akan dibangun. Proses wawancara terbuka ini dilakukan kepada salah satu dosen institusi pendidikan tinggi xyz. Studi literatur juga dilakukan oleh peneliti, dengan cara melakukan studi mengenai OAIS *reference model*, serta pengelolaan pengarsipkan dokumen melalui referensi literatur seperti jurnal, serta sumber ilmiah yang ditemukan di internet dengan topik yang relevan.

Jenis pengguna yaitu, produsen, manajemen, dan admin.



Tahap pengumpulan data juga memiliki peran penting dalam melakukan penelitian. Maka penelitian ini menggunakan metode pengolahan data kualitatif. Setelah melakukan kegiatan pengumpulan data, maka tahapan berikutnya adalah hasil analisis data yang membahas mengenai hasil observasi, wawancara, serta studi literatur terhadap universitas xyz. Sehingga dari data tersebut didapatkan analisis terhadap kebutuhan pengguna dan sistem yang akan dibangun.

Model proses pengembangan perangkat lunak *waterfall* digunakan pada penelitian ini, dimana terdiri dari proses analisis kebutuhan, desain, pengembangan, pengujian, dan evolusi. Pengujian sistem menggunakan metode *black box testing* dan *user acceptance test*.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Sistem

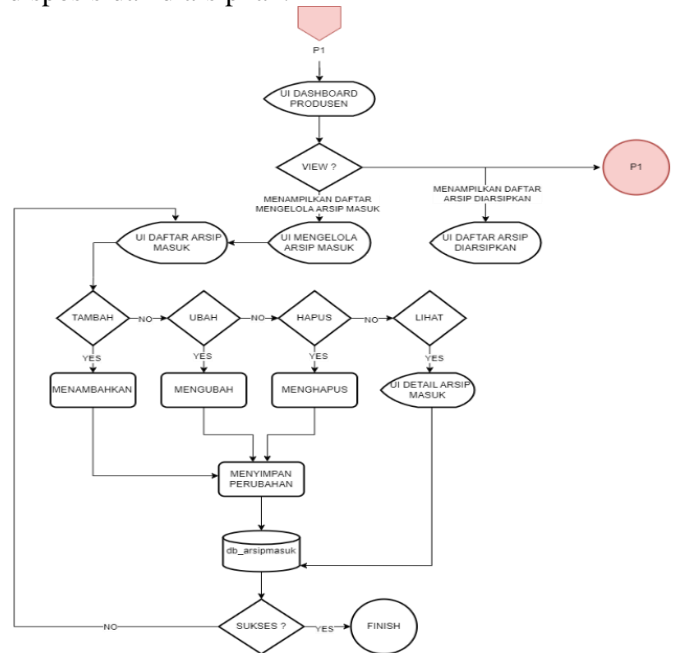
Proses pemahaman aliran sistem yang sesuai dengan proses bisnis manajemen arsip universitas dilakukan dengan metode observasi, wawancara, dan studi literatur. Hasil analisis menunjukkan aliran proses dokumen arsip yang dilakukan oleh user.

Proses *login* yang ditunjukkan pada Gambar 2 yang diawali dengan memasukkan *username* dan *password* kemudian setelah berhasil akan menampilkan halaman RBAC (*Role Base Access Control*) dimana terdapat 3

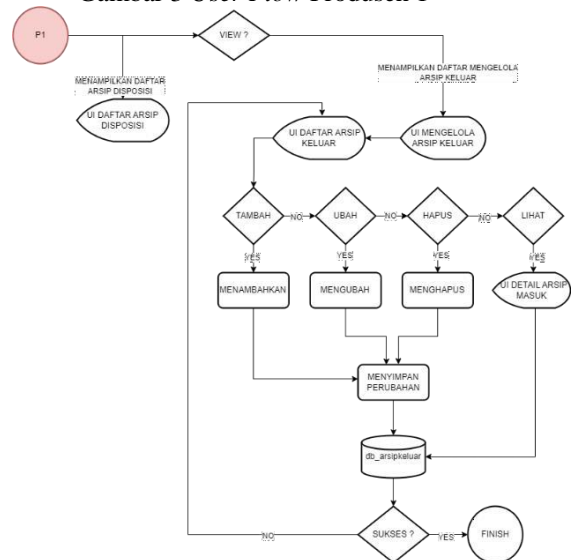
Gambar 2 User Flow Proses Login

Alur Proses Produsen yang ditunjukkan pada gambar 3 dan 4 dibawah ini, diawali dengan menampilkan *dashboard* produsen,

dimana produsen dapat mengelola daftar dokumen arsip masuk seperti (menambahkan, mengubah, menghapus, dan melihat), tetapi produsen hanya bisa melihat tidak dapat mengelola daftar dokumen disposisi dan diarsipkan.

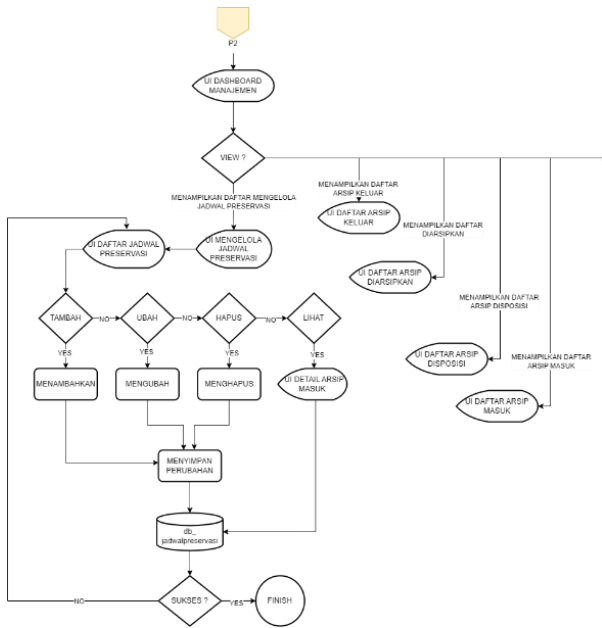


Gambar 3 User Flow Produsen 1



Gambar 4 User Flow Produsen 2

Alur Proses Manajemen yang ditunjukkan pada gambar 5 dibawah ini, diawali dengan menampilkan *dashboard* manajemen, dimana manajemen hanya bisa melihat dokumen arsip masuk, disposisi, diarsipkan serta keluar. Kemudian manajemen mengelola jadwal preservasi seperti (menambahkan, mengubah, menghapus, dan melihat).



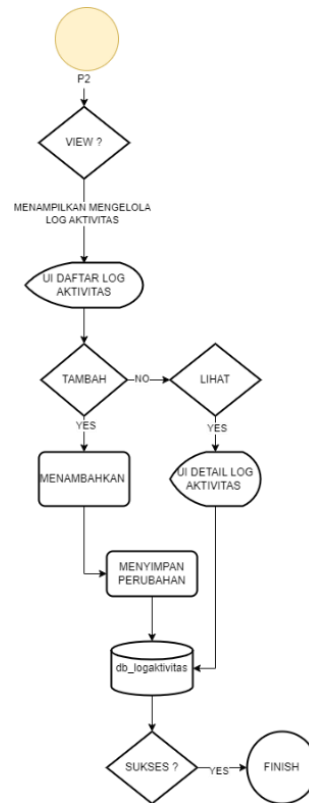
Gambar 5 User Flow Manajemen

Gambar 6 menunjukkan alur proses dokumen yang akan disposisi oleh manajemen setelah dilakukan proses validasi oleh admin.



Gambar 6 User Flow Notifikasi Dokumen Disposisi

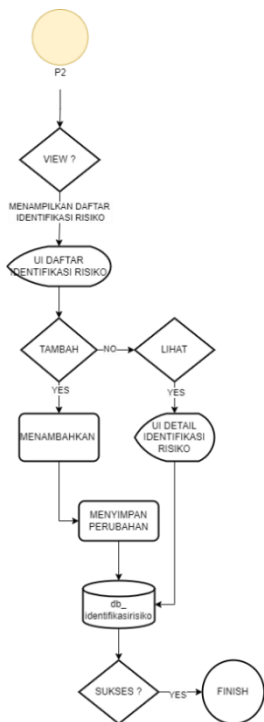
Gambar 7 menunjukkan alur proses menambahkan log aktivitas pengelolaan arsip yang dilakukan oleh manajemen. Log aktivitas sendiri meliputi siapa yang mengaksesnya, serta untuk tujuan apa.



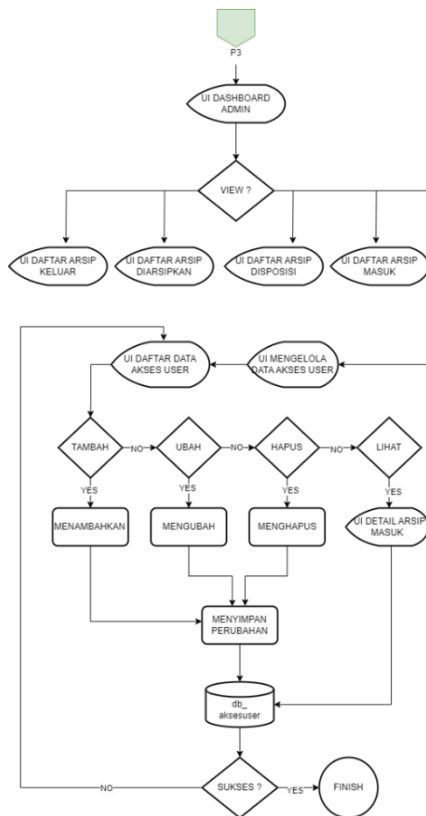
Gambar 7 User Flow Log Aktivitas

Gambar 8 menunjukkan alur proses menambahkan identifikasi risiko yang dilakukan oleh manajemen untuk mengidentifikasi potensi risiko arsip masuk. Kemudian dilanjutkan pada gambar 9 menunjukkan alur proses menambahkan daftar pemantauan yang dilakukan oleh manajemen, seperti pemantauan akses pengguna.

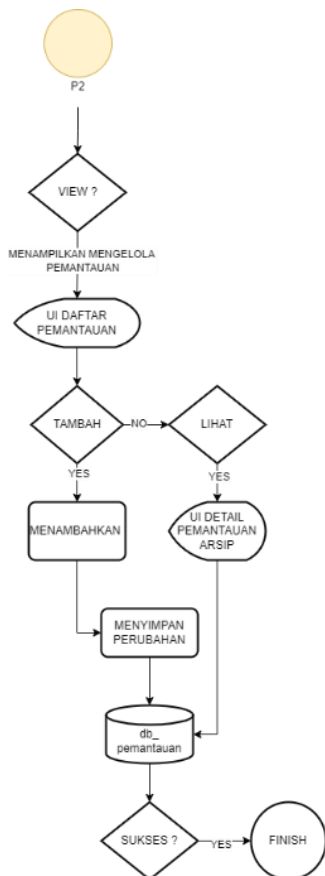
Alur Proses Admin yang ditunjukkan gambar 10 dibawah ini, diawali dengan menampilkan *dashboard* admin, dimana admin bisa melihat dokumen arsip masuk, disposisi, diarsipkan serta keluar. Kemudian admin mengelola data *user* seperti (menambahkan, mengubah, menghapus, dan melihat). Kemudian dilanjutkan gambar 11 yang menunjukkan alur proses menambahkan akses pengajuan dan disposisi, dimana admin hanya bisa menambahkan dan menghapus. Gambar 12 menunjukkan alur proses admin melakukan validasi dokumen arsip masuk setelah dilakukan validasi dokumen arsip akan masuk ke manajemen untuk dilakukan disposisi. Gambar 13, 14, dan 15 menunjukkan alur proses admin mengelola master data jenis dokumen, subkategori, dan kategori seperti (menambahkan, mengubah, dan menghapus).



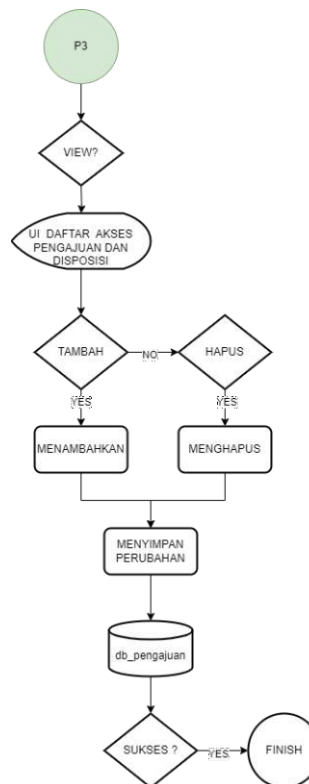
Gambar 8 User Flow Identifikasi Risiko



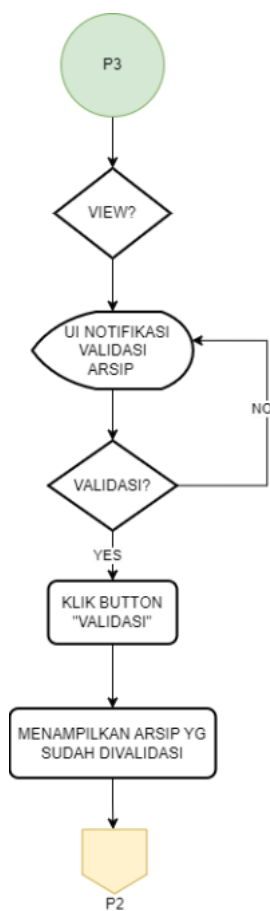
Gambar 10 User Flow Admin



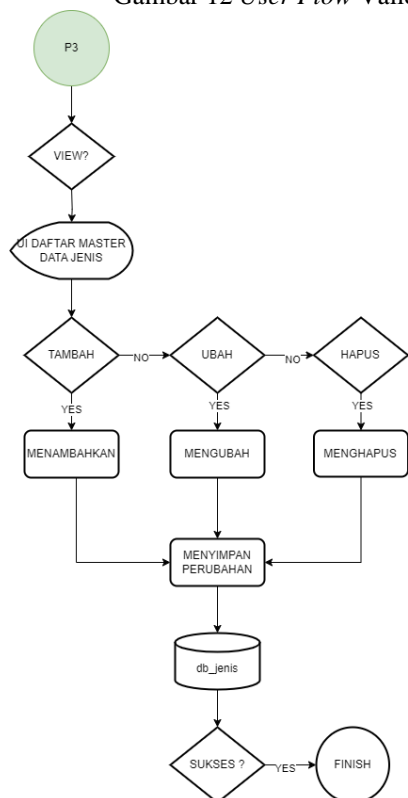
Gambar 9 User Flow Daftar Pemantauan



Gambar 11 User Flow Akses Pengajuan

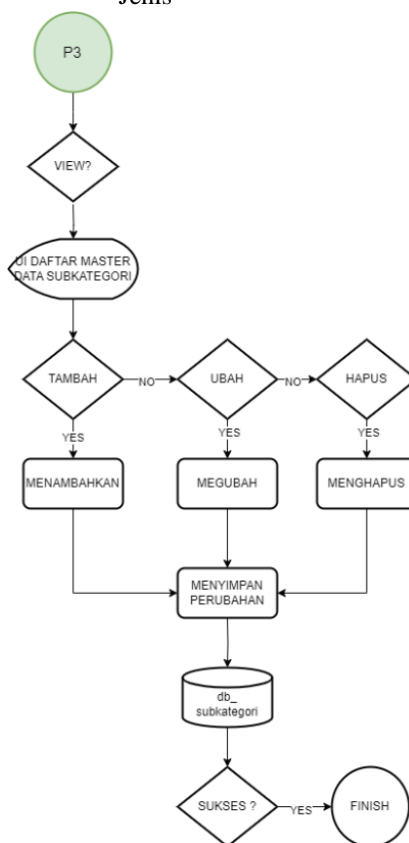


Gambar 12 User Flow Validasi Arsip Masuk

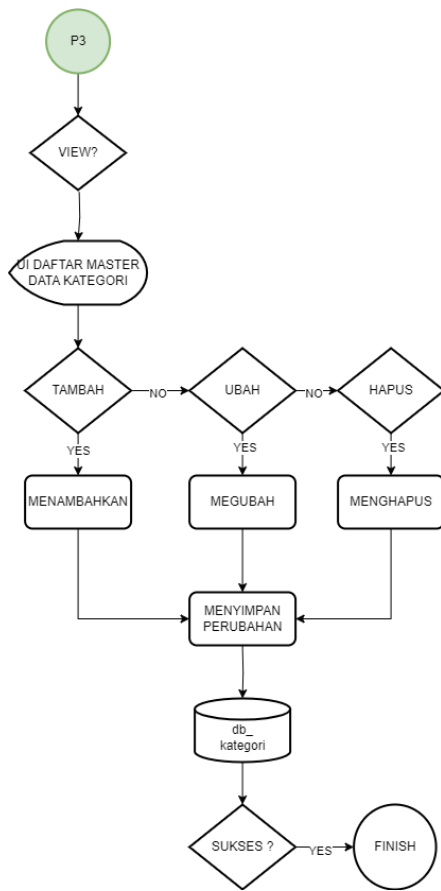


Gambar 13 User Flow Master Data

Jenis



Gambar 14 User Flow Master Data Subkategori



Gambar 15 User Flow Master Data Kategori

B. Analisis Kebutuhan

Penelitian ini melakukan analisis kebutuhan untuk menghasilkan kebutuhan fungsional dan non fungsional sistem yang didasarkan pada OAIS *reference model*, untuk nantinya menjadi dasar untuk melakukan perancangan desain dan Pembangunan sistem informasi arsip. Kebutuhan fungsional adalah daftar layanan yang harus disediakan oleh sistem dan berkaitan dengan perilaku sistem terkait input yang diberikan. Kebutuhan fungsional juga menyatakan batasan sistem [13].

yang disediakan oleh sistem. Kebutuhan non-fungsional ini umumnya berlaku untuk keseluruhan sistem daripada fitur atau layanan individu yang ada dalam sistem tersebut[13]. Penelitian ini menghasilkan beberapa kebutuhan non fungsional yaitu 3 kebutuhan reliabilitas sistem, 2 kebutuhan ketersediaan sistem, 2 kebutuhan keamanan sistem, 2 kebutuhan pemeliharaan sistem, 2 kebutuhan kinerja sistem, dan 2 kebutuhan atribut kualitas perangkat lunak.

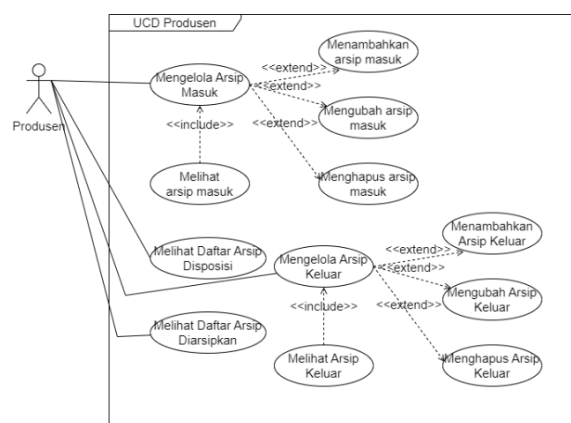
C. Pemodelan Sistem

Use Case merupakan tahapan awal dalam proses pemodelan sistem untuk mendapatkan representasi kebutuhan fungsional pada kasus penggunaan untuk mempermudah memahami aktor dan fungsional yang dilakukan [14].

Gambar 16 menunjukkan *use case diagram* produsen, dimana produsen melakukan pengelolaan dokumen arsip masuk seperti (menambahkan, mengubah, menghapus, dan melihat), tetapi produsen hanya bisa melihat daftar dokumen arsip disposisi, dan diarsipkan. Selain itu, produsen juga melakukan pengelolaan dokumen arsip keluar seperti (menambahkan, mengubah, menghapus, dan melihat). Namun sebelum melakukan keseluruhan kasus produsen diharuskan melakukan *login* dan jika berhasil maka akan ditampilkan halaman hak akses *user* dimana pengguna bisa memilih untuk masuk ke *dashboard* produsen.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan fungsional, didapatkan 19 kebutuhan fungsional yang diterapkan ke dalam sistem informasi arsip dan berdasarkan pada OAIS *Reference Model*. Kebutuhan fungsional yang tercantum berkaitan dengan pengelolaan dokumen arsip masuk, disposisi, serta keluar, mengelola preservasi arsip dan *log* aktivitas pengelolaan, pengelolaan risiko, pengelolaan pemantauan, validasi arsip, serta pengelolaan data master.

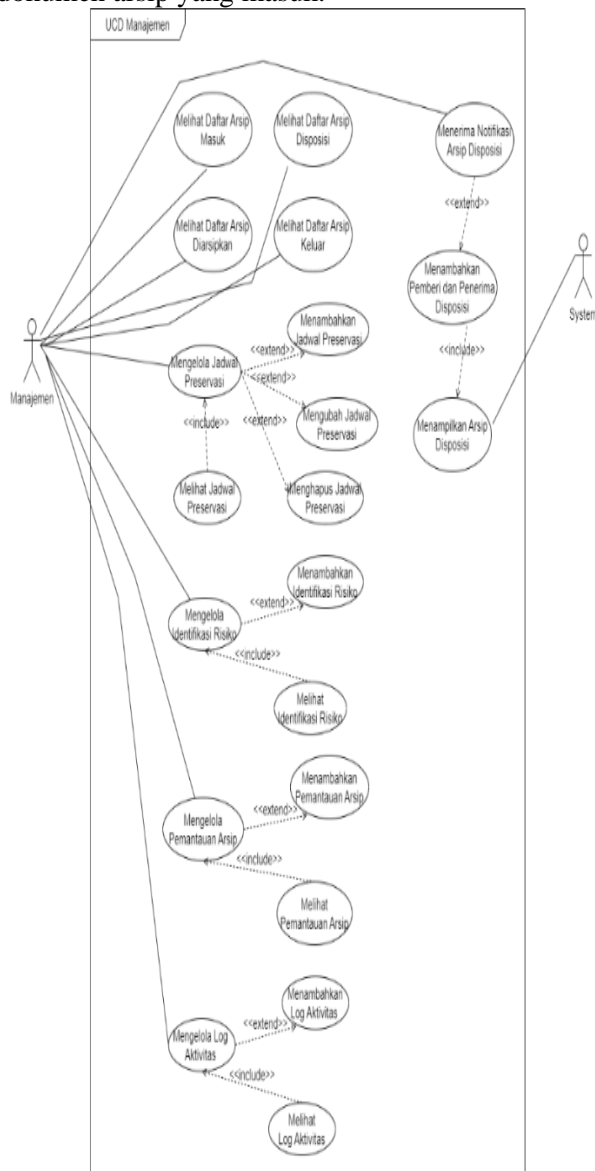
Kebutuhan non fungsional merupakan daftar Batasan pada layanan atau fungsional



Gambar 16 Use Case Diagram Produsen

Sebelum melakukan keseluruhan kasus penggunaan, manajemen diharuskan melakukan *login* dan jika berhasil maka akan ditampilkan halaman hak akses *user*

dimana pengguna bisa memilih untuk masuk ke *dashboard* manajemen. Gambar 17 menunjukkan *use case diagram* manajemen, dimana aktor manajemen hanya bisa melihat daftar dokumen arsip masuk, disposisi, diarsipkan, keluar. Manajemen juga menambahkan *log* aktivitas dan melihat *log* aktivitas pengelolaan. Selain itu, manajemen juga menambahkan dan melihat identifikasi risiko untuk mengidentifikasi potensi risiko pada sistem informasi arsip. Kemudian melakukan pengelolaan jadwal preservasi seperti (menambahkan, mengubah, menghapus, dan melihat). Selain itu, manajemen juga melakukan penambahan pemberi dan penerima disposisi dokumen arsip yang masuk.

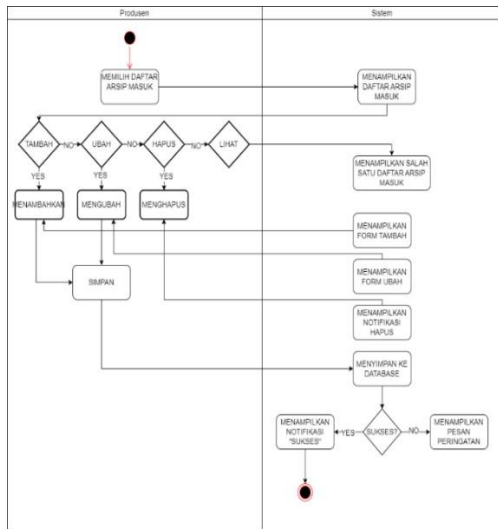


Gambar 17 Use Case Diagram Manajemen

Sebelum melakukan keseluruhan kasus, admin diharuskan melakukan *login* dan jika berhasil maka akan ditampilkan halaman hak akses *user* dimana pengguna bisa memilih untuk masuk ke *dashboard* admin. Admin dapat melihat daftar dokumen dokumen arsip masuk, disposisi, diarsipkan, keluar. Admin juga dapat mengelola data akses user. Admin dapat menambahkan akses pengajuan dan disposisi. Selanjutnya admin melakukan validasi untuk dokumen arsip yang masuk. Admin juga melakukan pengelolaan master data jenis dokumen, mengelola master data subkategori, dan mengelola master data kategori, untuk mengelola master data sendiri hanya dapat menambahkan, mengubah, dan menghapus.

Dari setiap *use case diagram* yang dibuat, penelitian ini membuat diagram aktivitas untuk menggambarkan alur prosesnya.

Diagram aktivitas, yang juga dikenal sebagai *activity diagram*, adalah sebuah diagram yang digunakan untuk memodelkan proses-proses yang terjap suatu sistem. *Activity diagram* merupakan perluasan dari diagram *Use Case* yang menunjukkan alur aktivitas[15]. Gambar 18 menunjukkan *activity diagram* mengelola dokumen arsip masuk. Diagram ini menggambarkan alur proses pengelolaan dokumen arsip masuk yang dapat dilakukan oleh produsen, dimulai produsen memilih daftar arsip masuk kemudian produsen dapat memilih aksi yang diinginkan seperti menambahkan dokumen arsip, mengubah dokumen arsip, menghapus dokumen arsip, maupun melihat dokumen arsip. Jika produsen memilih menambah dokumen arsip, maka sistem akan menampilkan form tambah *dokumen arsip baru*, kemudian produsen mengisi *field* pada form tersebut, jika terdapat kesalahan maka sistem menampilkan pesan peringatan. Jika produsen memilih mengubah, maka sistem akan menampilkan form ubah yang sudah berisikan *value* data dokumen arsip, kemudian produsen akan mengubah data yang ingin diubah. Jika produsen memilih menghapus, maka produsen dapat langsung memilih salah satu daftar dokumen arsip yang ingin dihapus. Selanjutnya, jika produsen memilih melihat, maka dapat langsung memilih salah satu daftar dokumen arsip yang ingin dilihat, kemudian sistem menampilkan salahsatu detail dokumen arsip tersebut.

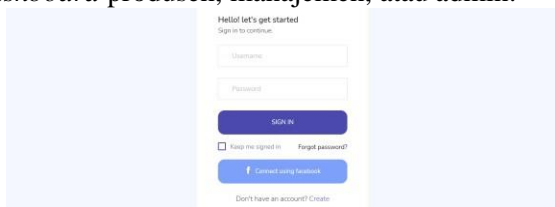


Gambar 18 Activity Diagram Dokumen Arsip Masuk

Diagram urutan, yang dikenal sebagai *sequence diagram*, adalah diagram yang digunakan untuk memberikan penjelasan dan visualisasi interaksi yang terjadi antara objek- objek dalam suatu sistem dengan rinci. Diagram ini juga menampilkan pesan atau perintah yang dikirim antara objek-objek tersebut, beserta waktu pelaksanaannya[16]. Penelitian ini membuat 13 *sequence diagram* yang merupakan penurunan dari 13 *activity diagram*.

D. Pengembangan Sistem

Menggunakan metode *waterfall* dan *platform Laravel*, penelitian ini mengembangkan sistem yang sesuai dengan hasil analisis kebutuhan. Gambar 19 menunjukkan antarmuka halaman *login* dan Gambar 20 menampilkan antarmuka halaman hak akses *user*, dimana pengguna memilih masuk ke *dashboard* produsen, manajemen, atau admin.



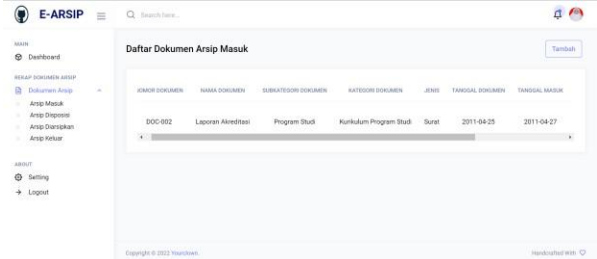
Gambar 19 Antarmuka Halaman Login



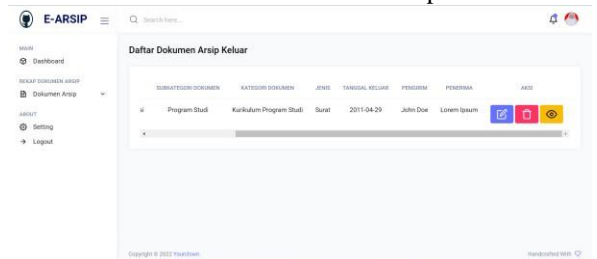
Gambar 20 Antarmuka Halaman Hak Akses User

Setelah pengguna memilih masuk ke

dashboard produsen maka produsen melakukan pengelolaan seperti menambahkan, mengubah, menghapus, serta melihat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 21. Gambar 22 menunjukkan antarmuka daftar dokumen arsip keluar, dimana produsen bisa melakukan pengelolaan arsip keluar.

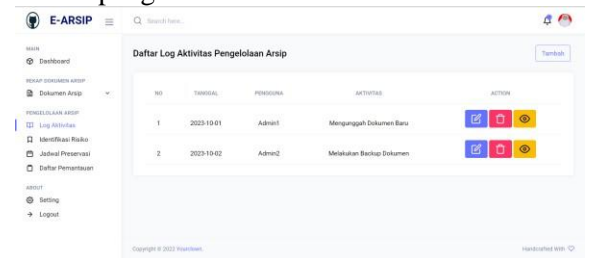


Gambar 21 Antarmuka Dokumen Arsip Masuk



Gambar 22 Antarmuka Dokumen Arsip Keluar

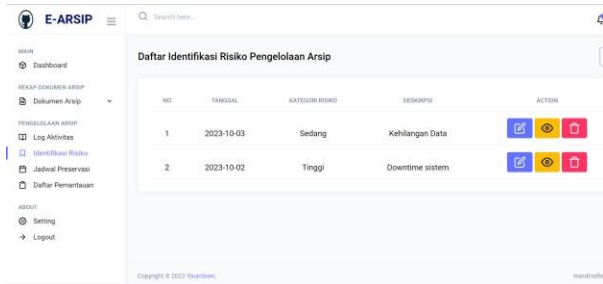
Jika pengguna masuk ke manajemen maka sistem menampilkan *dashboard* manajemen. Gambar 23 menunjukkan antar muka daftar *log* aktivitas pengelolaan arsip, manajemen bisa memilih aksi menambahkan *log* aktivitas pengelolaan.



Gambar 23 Antarmuka Log Aktivitas Pengelolaan

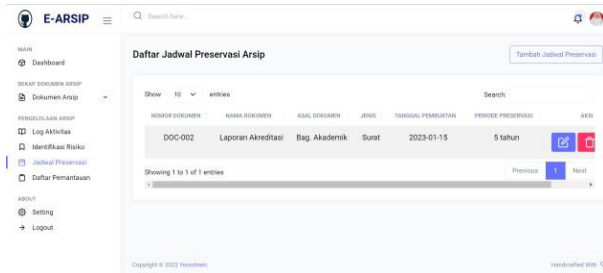
Gambar 24 menunjukkan antarmuka identifikasi risiko untuk menambahkan potensi risiko yang mungkin terjadi pada sistem

informasi arsip, manajemen melakukan penambahan risiko dan mengisi beberapa *form* yaitu tanggal, kategori risiko, serta deskripsi risiko.

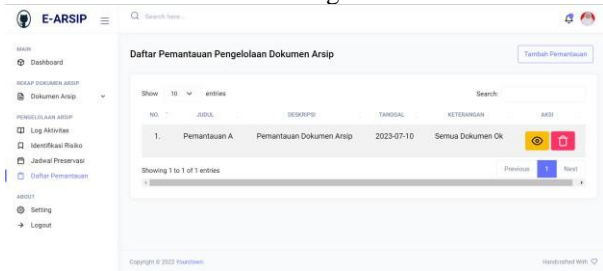


Gambar 24 Antarmuka Identifikasi Risiko

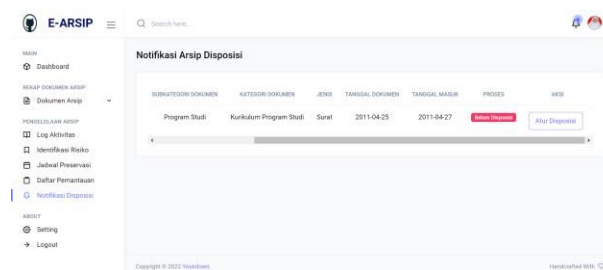
Gambar 25 menunjukkan antarmuka daftar jadwal preservasi, manajemen dapat menambahkan, mengubah, menghapus, dan melihat. Gambar 26 menunjukkan antarmuka daftar pemantauan, manajemen dapat menambahkan pemantauan yang dilakukan oleh pengguna dalam melakukan pengelolaan dokumen arsip. Gambar 27 menunjukkan antarmuka notifikasi dokumen arsip yang akan dilakukan disposisi setelah dilakukan validasi oleh admin.



Gambar 25 Antarmuka Mengelola JadwalPreservasi



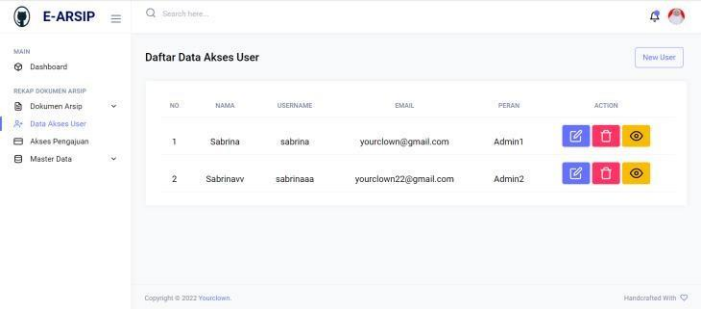
Gambar 26 Antarmuka Daftar PemantauanPengelolaan



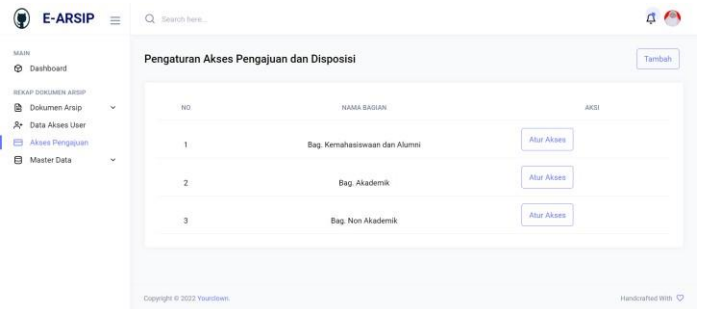
Gambar 27 Antarmuka Notifikasi Arsip Disposisi

Selanjutnya jika pengguna masuk ke admin maka sistem akan menampilkan dashboard admin. Gambar 28 menunjukkan antarmuka daftar data akses user, dimana admin bisa melakukan aksi

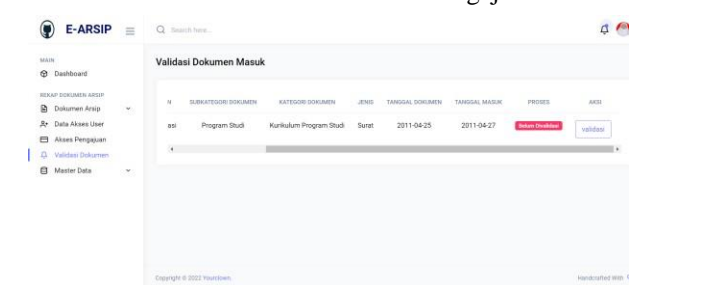
seperti menambahkan, mengubah, melihat, serta menghapus. Gambar 29 menunjukkan antarmuka proses pengaturan akses pengajuan dan disposisi, admin menambahkan nama bagian yang akan diatur aksesnya. Setelah melakukan penambahan dokumen arsip baru, maka selanjutnya akan dilakukan proses validasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 30. Selain itu admin juga melakukan pengelolaan master data jenis, subkategori, dan kategori seperti yang ditunjukkan pada gambar 31, 32, dan 33.



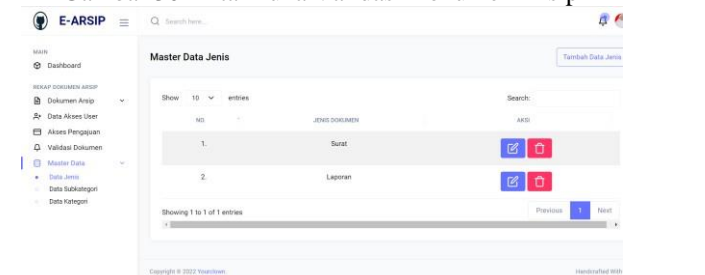
Gambar 28 Antarmuka Data Akses User



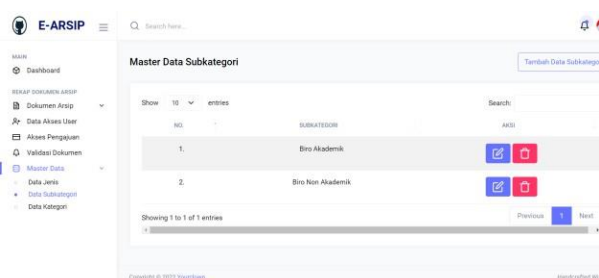
Gambar 29 Antarmuka Akses Pengajuan



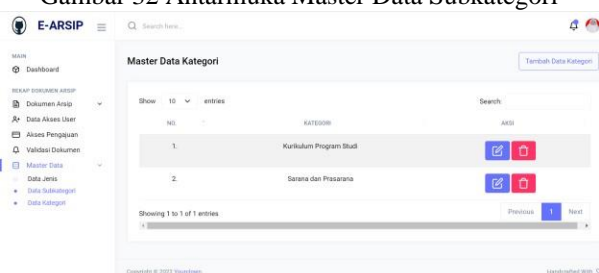
Gambar 30 Antarmuka Validasi Dokumen Arsip



Gambar 31 Antarmuka Master Data Jenis



Gambar 32 Antarmuka Master Data Subkategori



Gambar 33 Antarmuka Master Data Kategori

E. Pengujian

Penelitian ini melakukan pengujian blackbox dengan membuat 28 skenario uji yang disesuaikan dengan kebutuhan fungsional sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 95% pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun telah lolos uji dan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang ditetapkan di analisis kebutuhan sistem.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis sistem, analisis kebutuhan, pemodelan sistem hingga pembangunan sistem informasi arsip yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem informasi arsip menggunakan OAIS *reference model* ini merupakan hal yang baru serta tidak banyak orang yang tahu. Hal ini disebabkan oleh OAIS *reference model* yang merupakan sebuah standar internasional yang digunakan untuk perpustakaan *digital* dengan fokus pada fungsi preservasi.

Kontribusi hasil penelitian dalam lingkup institusi pendidikan adalah pengembangan sistem informasi arsip yang mengikuti prinsip dan kerangka kerja yang ditetapkan oleh OAIS *reference model*. Penggunaan OAIS *reference model* sebagai kerangka kerja yang terstandarisasi, institusi pendidikan dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan dokumen arsip.

Adapun kelebihan serta kekurangannya, salah satu kelebihannya adalah membantu mengelola, melestarikan, dan memberikan akses informasi arsip digital jangka panjang.

Penelitian ini berkontribusi secara akademik untuk menyediakan manajemen informasi, arsip digital, preservasi digital, kebutuhan informasi jangka panjang, dan teknologi penyimpanan data. OAIS *reference model* memungkinkan untuk mengelola sistem arsip sesuai standar internasional. Sistem informasi arsip akan menjadi lebih praktis karena membantu institusi pendidikan mengelola melestarikan data arsip dengan cara yang terstruktur, dan terorganisir dengan baik, memastikan keberlangsungan informasi dalam jangka panjang.

Untuk memaksimalkan kinerja sistem informasi arsip, diperlukan pengembangan lebih lanjut yang melibatkan penambahan fitur tambahan. Namun dalam penelitian ini, terdapat kekurangan dalam hal pengujian *blackbox* dan *user acceptance testing*. Oleh karena itu, penelitian ini menyarankan agar penelitian di masa depan untuk melakukan berbagai metode uji untuk pengujian fungsionalitas dan pengujian penerimaan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kamus Besar Bahasa Indonesia[KBBI], 'Pengertian Arsip'.
- [2] N. Iswandi *et al.*, 'Sistem Manajemen Arsip di Mts Aulia Cendekia Palembang', 2019.
- [3] M. E. Rosadi and M. R. Wathani, 'Perancangan Electronic Document Management System Berbasis Web untuk Perguruan Tinggi (Studi pada Universitas Islam Kalimantan)', Oktober-Desember, 2019.
- [4] M. M. Amin, 'Pengembangan Electronic Document Management System (EDMS) Sebagai Alternatif Pengarsipan di Perguruan Tinggi', 2010.
- [5] A. Suryadi and Y. S. Zulaikhah, 'Rancang Bangun Sistem Pengelolaan Arsip Surat Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall (Studi kasus: Kantor Desa Karangrau Banyumas)', vol. VII, no. 1, 2019.
- [6] B. Lavoie, 'Meeting the challenges of digital preservation: The OAIS reference model', OCLC.
- [7] W. Setiawati, W. Erwina, and S. Perbawasari, 'Digital branding Kantor Arsip Universitas Padjadjaran dalam upaya penguatan reputasi',

- PROfesi Humas*, vol. 6, no. 2, pp. 243–266, 2022.
- [8] M.P.S. McKemmish, ‘Archival System’. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/archival-system>
- [9] haisam abdel malak, ‘what is document management system ’.
- [10] I. Dzikria, L. F. Narulita, and A. Hermanto. ‘Penerapan Standard ISO 15489 Sistem Manajemen Dokumen Untuk Mendukung Transformasi Digital Pelayanan Kesehatan Klinik Pratama Menganti’. *J-ABDI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 9, pp. 2019–2028, 2022. <https://doi.org/10.53625/jabdi.v1i9.785>.
- [11] ISO 14721:2012, ‘Space data and information transfer systems - open archival information system (OAIS) reference model’, 2023.
- [12] B. Lavoie, ‘The Open Archival Information System (OAIS) Reference Model: Introductory Guide (2nd Edition)’, York, Oct. 2014. doi: 10.7207/twr14-02.
- [13] I. Sommerville, *Software engineering*. 2016.
- [14] T. A. Kurniawan, ‘Pemodelan Use Case (UML): Evaluasi Terhadap beberapa Kesalahan dalam Praktik’, *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 1, pp. 77–86, Mar. 2018, doi: 10.25126/jtiik.201851610.
- [15] R. Juliarto, ‘Apa itu Activity Diagram? Beserta Pengertian, Tujuan, Komponen’. Accessed: Oct. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-activity-diagram/>
- [16] R. Setiawan, ‘Apa Itu Sequence Diagram dan Contohnya’. Accessed: Oct. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-sequence-diagram/>

Sistem Remunerasi Berbasis Kinerja Menggunakan Metode Full Time Equivalent dan Simple Additive Weighting

Intan Dzikria¹⁾, Mochammad Maulana Ardan²⁾, Rendys Naja Ripando³⁾

¹⁾Sistem dan Teknologi Informasi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45 Surabaya

^{2,3)}Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45 Surabaya

E-mail: ¹⁾intandzikria@untag-sby.ac.id, ²⁾maulanaardan@surel.untag-sby.ac.id, ³⁾rendys@surel.untag-sby.ac.id

Abstrak

Kegiatan institusi pendidikan tinggi yang banyak dengan proses bisnis yang rumit, tanpa disadari dapat menyebabkan karyawan pada institusi pendidikan tinggi mendapatkan beban kerja berlebih yang dapat menyebabkan menurunnya kinerja karyawan. Salah satu cara yang dapat mendorong motivasi dan kinerja karyawan adalah dengan memberikan remunerasi atau penghargaan kepada orang-orang secara adil, merata, dan konsisten secara insentif yang sepadan dengan hasil kerja yang telah dikerjakan. Tujuan penelitian ini adalah menggunakan metode Full Time Equivalent untuk evaluasi beban kerja dengan hasil beban menjadi dasar perhitungan remunerasi menggunakan Simple Additive Weighting. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beban kerja dan remunerasi dapat dilakukan penilaian secara objektif dan membantu melakukan perhitungan lebih efektif dan efisien. Hasil pengujian blackbox menunjukkan bahwa sistem telah sesuai dengan kebutuhan pengguna, dimana 90% dari data uji telah lolos uji kebutuhan. Sehingga, pengguna dapat mengevaluasi beban kerja dan memberi remunerasi yang sistematis sehingga dapat mempertahankan kinerja optimal menggunakan sistem yang dibangun.

Keyword: Beban Kerja, Full Time Equivalent, Remunerasi, Simple Additive Weighting

Abstract

The many activities of higher education institutions with complex business processes can, without realizing it, cause employees at higher education institutions to receive excessive workloads which can lead to decreased employee performance. One way that can encourage employee motivation and performance is by providing remuneration or rewards to people fairly, evenly and consistently with incentives commensurate with the work they have done. This research aims to use the Full Time Equivalent method to evaluate workload with the results of the load being the basis for remuneration calculations using Simple Additive Weighting. The results of this research show that workload and remuneration can be assessed objectively and help make calculations more effective and efficient. The black box testing results show that the system is in accordance with user needs, where 90% of the test data has passed the requirements test. So, users can evaluate workload and provide systematic remuneration so that they can maintain optimal performance using the system built.

Kata kunci: Workload, Full Time Equivalent, Remuneration, Simple Additive Weighting

1. PENDAHULUAN

Organisasi atau Institusi pendidikan tinggi adalah lembaga pendidikan yang melaksanakan kegiatan bisnis pada tingkat pendidikan yang paling tinggi [1]. Proses bisnis dari setiap institusi pendidikan tinggi dapat berbeda-beda bergantung pada setiap visi, misi, sasaran serta tujuan dari setiap institusi pendidikan tinggi. Sehingga untuk mendukung proses bisnis tersebut diperlukan sebuah aktivitas utama dan aktivitas pendukung. Aktivitas-aktivitas tersebut memunculkan beban kerja pada setiap civitas akademika. Demi memacu semangat para karyawan untuk melakukan pekerjaan melebihi ekspektasi yang diharapkan, institusi menerapkan sistem remunerasi dengan memberikan upah lebih atau bonus yang

dibagikan dengan baik dan adil menjadi faktor utama yang perlu diperhatikan [2]

Beban tugas merujuk kepada sekumpulan kegiatan yang harus diselesaikan dalam waktu yang ditentukan [3]. Beban kerja tinggi berdampak lurus dengan penurunan performa karyawan dan kualitas kinerjanya [4]. Menurut [5] besarnya beban yang dirasakan oleh karyawan berpengaruh kepada 94.9% kinerja karyawan. Tingkat stress yang dimiliki karyawan salah satunya disebabkan oleh beban kerja yang berlebihan. Stres terjadi ketika seseorang sulit mencapai tujuan dari pekerjaannya yang menyebabkan seseorang akan mengalami rasa tertekan dan cemas [6]. Kondisi stres yang tidak mendapatkan penanganan yang baik akan mengakibatkan seseorang tidak akan

mampu untuk berinteraksi dengan cara yang positif pada lingkungan di sekitarnya [4].

Di sisi lain, remunerasi masih sering kali diabaikan oleh banyak organisasi atau perusahaan, sedangkan remunerasi memiliki peran yang penting untuk pembangunan motivasi dan semangat karyawan [7]. Rendahnya kesadaran atas keuntungan dan pentingnya perbaikan sistem remunerasi Institusi sangat berpengaruh pada seluruh kinerja karyawan. Apabila masalah tersebut diabaikan, bisa berdampak pada penurunan kinerja, performa, bahkan menyebabkan para karyawan memiliki niat untuk berhenti bekerja karena tidak bersemangat dan kurang termotivasi. Hal tersebut sangat berdampak pada retensi karyawan suatu Institusi [8].

Salah satu cara mengetahui tingkat beban pekerjaan seorang karyawan adalah dengan dilakukannya evaluasi beban kerja. Perhitungan evaluasi beban kerja yang dilakukan secara manual membutuhkan perhitungan yang sangat rumit, lama, dan kurang objektif. Sehingga, dapat dibuat sistem informasi evaluasi beban kerja untuk membantu mempercepat evaluasi tersebut. Metode *Full Time Equivalent* (FTE) adalah salah satu metode yang jarang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan beban kerja. Metode FTE menggunakan lamanya waktu seorang karyawan ketika bekerja selama setahun, kelonggaran waktu, dan juga waktu efektif bekerja dalam setahun [4]. [9] Berpendapat bahwa hasil perhitungan remunerasi diberikan ketika karyawan memperoleh penghargaan berdasarkan kontribusinya. Menurut [10] perhitungan remunerasi, bonus atau upah harus sistematis dan menggunakan metode yang sesuai dengan sistem di institusi yang telah disepakati bersama. Perhitungan remunerasi dapat menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW). Metode SAW menilai berdasarkan penjumlahan terbobot dari setiap alternatif pada semua kriteria [11].

Tujuan penelitian ini adalah menggunakan metode FTE dan SAW untuk diimplementasikan pada sistem remunerasi berbasis kinerja. Dalam hal ini tim-remunerasi dapat berinteraksi dalam menilai beban kerja dan kontribusi karyawan sesuai dengan standar di institusi pendidikan. [11] berpendapat bahwa dengan menggunakan metode SAW, Institusi memiliki sistem yang bekerja dengan efisien dan efektif, serta tidak diperlukannya perhitungan secara manual dalam memberikan upah dan juga meminimalisir terjadinya kesalahan dalam proses perhitungan.

2. LANDASAN TEORI

A. Evaluasi Beban Kerja

Menurut [12] evaluasi beban kerja adalah proses menentukan jumlah jam kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah pekerjaan, serta bertujuan

untuk menentukan jumlah orang yang dibutuhkan dan beban yang seharusnya diberikan untuk menyelesaikan pekerjaannya.

Evaluasi ini meliputi analisis tugas yang diberikan, total waktu untuk menyelesaikan tugas, kemampuan individu atau kelompok untuk menyelesaikan tugas, dan tingkat keberhasilan dalam menyelesaikan tugas. Evaluasi beban kerja dapat membantu organisasi untuk mengidentifikasi kesesuaian jumlah tugas, mencegah kelelahan dan kelebihan beban kerja, serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas kerja.

Menurut [13] tujuan dari dilakukannya evaluasi beban kerja adalah untuk mengetahui besar beban kerja karyawan, jabatan, dan unit kerja, hingga suatu institusi secara keseluruhan. Dikutip dari [12] evaluasi beban kerja biasa dilakukan melalui beberapa proses, pertama yaitu melakukan pengumpulan data dan kemudian diolah.

B. Remunerasi Pegawai

Sistem remunerasi merupakan konsekuensi dari penerapannya dari proses manajemen penghargaan. Dalam memenuhi kebutuhan organisasi dan pemangku kepentingan, manajemen penghargaan atas kontribusi seseorang diperlukan untuk diakui secara finansial dan non finansial [14].

Remunerasi pegawai menurut [15] mencakup semua bentuk kompensasi dalam bentuk uang atau barang. Keseimbangan pemberian kompensasi di dalam sistem remunerasi harus dirancang dengan baik agar terjadi keadilan dalam sebuah organisasi. Remunerasi pegawai merupakan upah dan beragam bentuk manfaat dari segi finansial lain yang diterima tenaga kerja sebagai hasil dari suatu pekerjaan tertentu [16].

Ditinjau dari penelitian sebelumnya, menurut [17], perhitungan remunerasi masih menjadi perdebatan di beberapa perusahaan. Penerapan sistem remunerasi di beberapa perusahaan industri besar, dilakukan secara manual dalam bentuk gaji tambahan untuk satu bulan yang nantinya diberikan kepada pegawainya, jika keuntungannya selama bisnis tersebut bagus.

C. Sistem Remunerasi Berbasis Kinerja

Sistem remunerasi berbasis kinerja merupakan otomatisasi dari proses remunerasi yang menggunakan hasil evaluasi beban kerja untuk menjadi kriteria penentuan dari bonus gaji yang masih dilakukan dengan cara manual. Menurut [17], sistem evaluasi beban kerja bertujuan untuk mengelola tugas, waktu kerja, dan beban kerja pegawai, yang nantinya menjadi bahan untuk mengelola efektifitas efisiensi kinerja.

Sistem informasi remunerasi dapat membantu perusahaan untuk menghitung insentif atau imbalan untuk karyawan, membuat laporan insentif, dan peningkatan kinerja dari sebuah unit. [18] berpendapat bahwa Sistem informasi remunerasi adalah kerangka kerja yang mengelola remunerasi dalam suatu perusahaan dengan memanfaatkan sumber daya untuk mengubah masukan menjadi keluaran untuk mencapai sasaran organisasi.

Menurut [19] pekerja yang terbebani dengan beban kerja yang berlebihan dapat berdampak negatif pada kinerja mereka. Sedangkan penelitian ini berpendapat bahwa analisis beban kerja dan remunerasi dapat saling melengkapi apabila digabungkan ke dalam sebuah ekosistem yang sama, sebagai bagian dari tata kelola remunerasi berbasis kinerja.

D. Full Time Equivalent (FTE)

FTE merupakan sebuah model evaluasi beban kerja yang menggunakan lamanya jam seseorang ketika bekerja selama setahun, kelonggaran waktu, dan waktu efektif bekerja dalam setahun, dengan perhitungan yang ditunjukkan pada Rumus (1).

$$FTE = \frac{\text{Total Waktu Aktivitas} + \text{Allowance}}{\text{Total waktu Tersedia}} \quad (1)$$

Keterangan:

- Total Waktu Aktivitas = Waktu Kerja Utama + Waktu Kerja Pendukung + Waktu Kerja Insidental
- Allowance = Kelonggaran \times Jumlah Hari Setahun \times Jam Kerja Sehari
- Total Waktu = Jumlah Hari dalam Setahun \times Jam Kerja Sehari

Menurut [19] metode FTE adalah salah satu metode yang dapat meningkatkan optimalisasi kinerja pegawai dengan mengetahui jumlah optimal pegawai yang dibutuhkan perusahaan. [20] menyebutkan jika pengukuran beban kerja dengan menggunakan FTE dilakukan dengan menghitung beban kerja pada periode waktu tertentu. FTE digunakan oleh berbagai penelitian terdahulu dalam bidang industri otomotif [6], pendidikan [1], dan bidang manufaktur [3].

E. Simple Additive Weighting (SAW)

[7] menyebutkan bahwa perhitungan remunerasi masih menjadi perdebatan di beberapa perusahaan. Penerapan sistem remunerasi di beberapa perusahaan industri besar, dilakukan secara manual dalam bentuk gaji tambahan untuk satu bulan yang

nantinya diberikan kepada pegawainya, jika keuntungannya selama bisnis tersebut bagus.

SAW adalah metode pembobotan untuk mendukung sistem pendukung keputusan yang juga memiliki sistem ranking dari beberapa alternatif terbaik berdasarkan kriteria prioritas dan bobot yang telah ditetapkan [17]. Rumus (2) menunjukkan perhitungan SAW dengan membandingkan antara *benefit* dan *cost* sebuah standar kinerja.

$$R_{ij} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{X_{ij}}{\text{Max } X_{ij}} \text{ jika } j \text{ atribut keuntungan (benefit)} \\ i \\ \frac{i}{X_{ij}} \text{ jika } j \text{ adalah atribut biaya (cost)} \end{array} \right\} \quad (2)$$

Keterangan :

- Nilai rating terbesar adalah kinerja ternormalisasi (*benefit*) = Nilai atribut yang dimiliki dari setiap kriteria dibagi dengan nilai terbesar dari setiap kriteria
- Nilai rating terkecil adalah kinerja ternormalisasi (*cost*) = Nilai terkecil dari setiap kriteria dibagi dengan nilai atribut yang dimiliki dari setiap kriteria

3. METODOLOGI PENELITIAN

A. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan [21] untuk mendukung tujuan penelitian. Penelitian ini menggunakan metode observasi, studi literatur dan wawancara pada tahap awal. Observasi dilakukan pada salah satu institusi pendidikan tinggi. Data yang dikumpulkan berupa data aktivitas utama dan pendukung dari tiap unit beserta juga aktivitas setiap pemegang jabatan.

Studi literatur dilakukan peneliti dengan cara melakukan studi mengenai remunerasi, beban kerja, metode FTE, dan metode SAW serta sistem remunerasi berbasis beban kerja melalui literatur seperti jurnal serta sumber ilmiah lain. Studi literatur bertujuan untuk memberikan wawasan lebih mengenai penelitian terdahulu dan penerapan FTE dan SAW pada berbagai sistem informasi. Penelitian ini juga melakukan wawancara terbuka dengan cara menyiapkan daftar pertanyaan mengenai aktivitas yang dilakukan pada institusi objek penelitian. Wawancara ini sendiri bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai proses evaluasi beban kerja, permasalahan yang dialami, serta untuk mengetahui spesifikasi sistem yang dibutuhkan oleh institusi.

B. Analisis Data

Setelah data yang dibutuhkan telah didapatkan, peneliti mengolah data secara kualitatif menjadi informasi untuk menjawab permasalahan pada penelitian. Hasil yang diharapkan pada analisis data ini yaitu berupa ringkasan dari keseluruhan aktivitas institusi pendidikan tinggi. Ringkasan tersebut merupakan hasil dari reduksi, verifikasi dan kesimpulan yang telah dilakukan sehingga memperoleh hasil terbaik dari analisis kualitatif.

Penelitian ini menggunakan data yang diambil dari institusi pendidikan sebagai contoh penerapan metode SAW dan FTE dalam menilai *benefit* dan *cost*. Data yang diambil berupa kriteria, atribut, dan bobot kinerja, serta tugas pekerjaan beberapa pegawai beserta total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaannya.

C. Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Metode *Waterfall* digunakan pada penelitian ini, yang terdiri dari tahap analisis kebutuhan, desain / perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan [22]. Tahap analisis kebutuhan (*requirement analysis*) melibatkan identifikasi kebutuhan pengguna dan pemangku kepentingan (*stakeholders*). Analisis kebutuhan bertujuan untuk memahami persyaratan sistem yang akan dikembangkan melalui wawancara, observasi, dan studi literatur. Tahap perancangan (*design*) sistem dilakukan berdasarkan persyaratan yang telah dikumpulkan. Perancangan mencakup perancangan arsitektur sistem dalam bentuk berbagai diagram dan perancangan antarmuka pengguna. Diagram dibuat menggunakan software Draw.IO dan StarUML. Sedangkan desain antarmuka pengguna dirancang dengan menggunakan Figma.

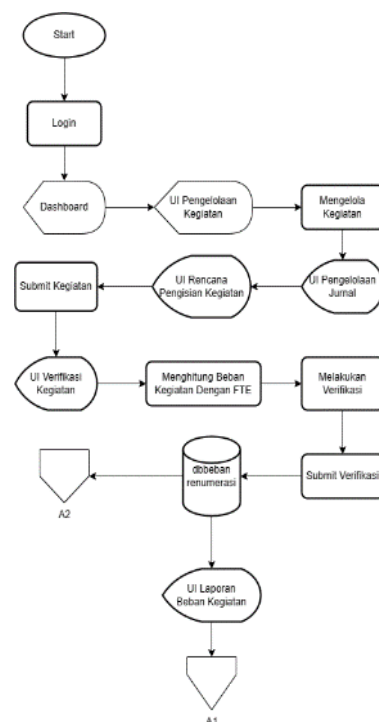
Tahap implementasi (*implementation*) melibatkan pengkodean sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Kode yang dihasilkan harus memenuhi persyaratan dan rancangan yang telah ditetapkan. Penelitian ini menggunakan framework Laravel untuk mengembangkan sistem informasi. Setelah sistem informasi selesai dibuat, penelitian ini melakukan pengujian (*testing*) untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sebagaimana yang diharapkan menggunakan metode pengujian *blackbox*. Tahap pemeliharaan (*maintenance*) dilakukan ketika sistem telah diterapkan dan dijalankan oleh pengguna, tahap pemeliharaan dilakukan untuk memperbaiki kesalahan (*bug*) yang mungkin muncul, meningkatkan kinerja sistem, dan mengatasi perubahan kebutuhan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Sistem dan Kebutuhan

Pada proses perancangan sistem perangkat lunak dirancang dalam bentuk diagram *userflow* atau aliran pengguna, diagram kasus penggunaan atau *usecase*, diagram aktifitas atau *activity*, dan diagram urutan atau *sequence*. *User* atau pengguna merupakan aktor utama, dimana aktor ini memiliki hubungan generalisasi pada aktor karyawan, tim remunerasi atau admin, dan asesor penilaian beban kerja.

User flow merupakan titik awal proses arsitektur sistem yang digambarkan dengan flowchart, dari user mampu login hingga berhasil menjalankan sistem. Gambar 1 merupakan alur dari proses sistem untuk mengolah kegiatan dari tiap karyawan, lalu informasi kegiatan tersebut akan dilakukan proses verifikasi dan dihitung juga nilai beban FTE nya. Hingga pada akhirnya karyawan akan dapat melihat hasil laporan beban kerja masing-masing. Sedangkan Gambar 2 menunjukkan alur proses mengelola kegiatan karyawan dari mengelola jurnal kegiatan, mengisi kegiatan hingga admin melakukan submit kegiatan karyawan. Kemudian admin menghitung beban kegiatan dengan metode FTE hingga terverifikasi. Untuk melakukan perhitungan remunerasi, admin hanya perlu memasukkan data karyawan kedalam pengelolaan data alternatif sehingga sistem mampu melakukan perhitungan remunerasi terhadap beban kerja karyawan.

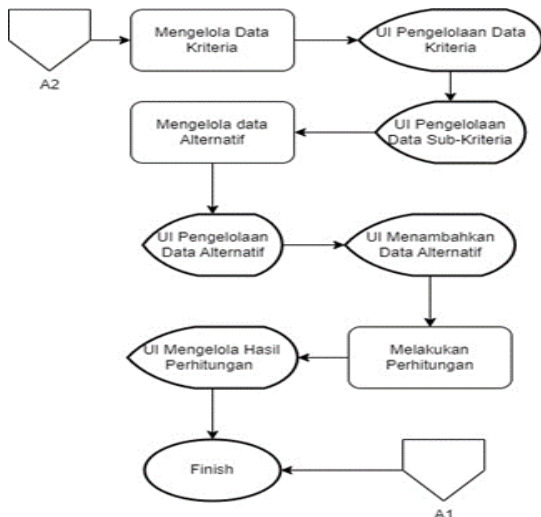


Gambar 1 Mengelola jurnal kegiatan karyawan

Tabel 1 menunjukkan kebutuhan fungsional dari sistem remunerasi berbasis beban kerja yang merupakan penurunan dari diagram alir pengguna serta hasil wawancara, observasi, dan studi literature.

Kebutuhan fungsional dimulai dari proses login pada sistem hingga user dapat melihat laporan beban kerja & renumerasi.

Use case diagram menunjukkan berbagai kasus penggunaan oleh berbagai aktor sistem, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4. Gambar 3 menunjukkan diagram kasus penggunaan untuk mengelola jurnal kegiatan sebagai dasar penilaian beban kerja menggunakan FTE. Sedangkan Gambar 4 menunjukkan diagram kasus penggunaan untuk mengelola renumerasi karyawan berbasis beban kerja.



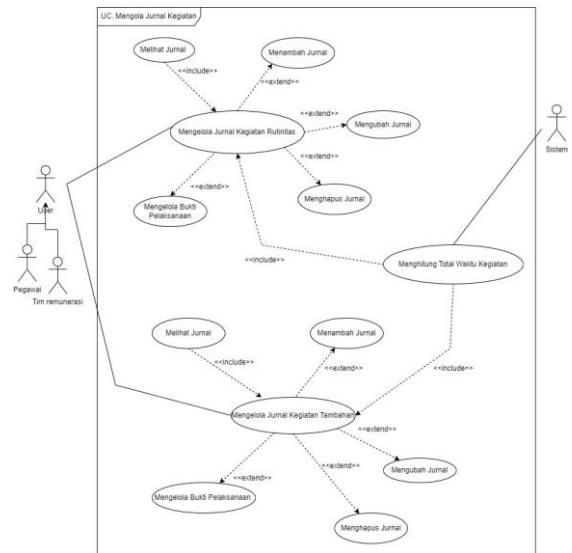
Gambar 2 Menghitung remunerasi karyawan

Tabel 1 Kebutuhan Fungsional

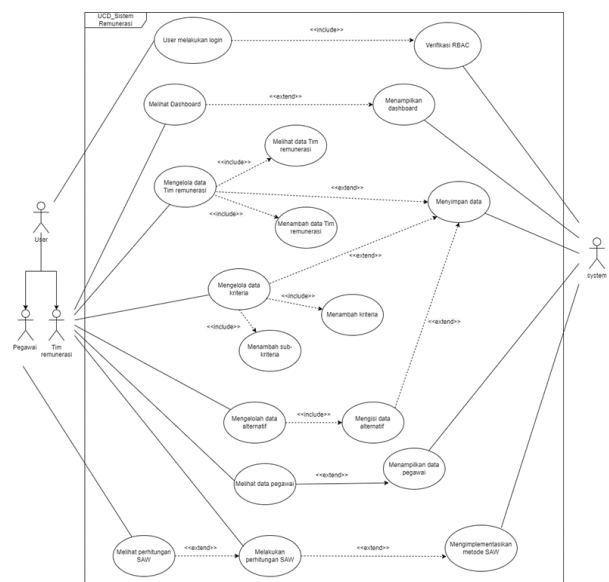
Kode	Kebutuhan Fungsional	Aktor
KF-01	Mengelola Pengguna	Sistem
KF-02	Login dan logout	User
KF-03	Menampilkan Pengelolaan Kegiatan	Sistem
KF-04	Rencana Pengisian Kegiatan	User
KF-05	Menghitung Beban Kegiatan Dengan FTE	Sistem
KF-06	Menampilkan Laporan Beban Kegiatan	Sistem
KF-07	Mengelola data kriteria karyawan	Admin
KF-08	Mengelola data Sub-kriteria karyawan	Admin
KF-09	Mengelola data alternatif pegawai	User
KF-10	Mengelola Hasil Perhitungan Renumerasi	Sistem

Activity diagram merupakan penurunan dari usecase diagram yang dapat menunjukkan aliran proses berbagai aktor pada sebuah aktivitas tertentu. Gambar 5 menunjukkan salah satu diagram aktifitas dalam perhitungan beban kerja karyawan menggunakan FTE dengan aktor assessor dan sistem.

Sedangkan Gambar 6 menunjukkan assessor dapat melakukan verifikasi kegiatan kerja dan menghitung nilai beban menggunakan FTE yang dibantu oleh sistem hingga hasilnya dimasukkan ke dalam database kriteria untuk dilanjutkan penilaiannya menggunakan SAW untuk perhitungan remunerasi.



Gambar 3 Use Case Mengelola Jurnal Kegiatan

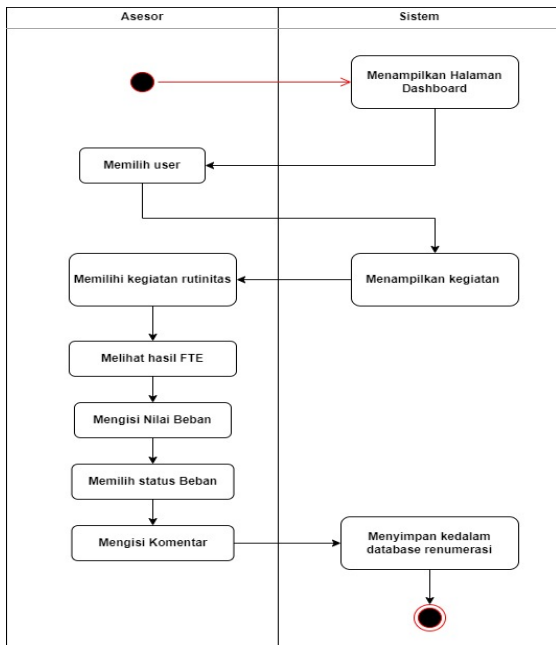


Gambar 4 Use Case mengelola remunerasi

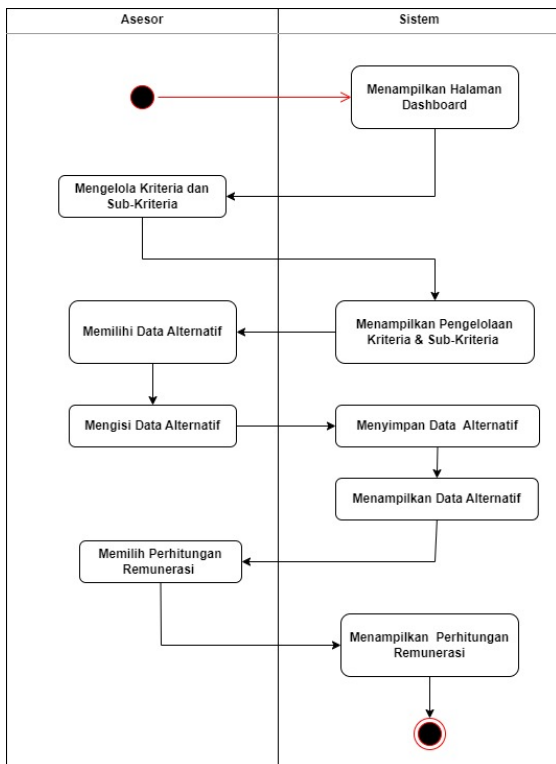
B. Implementasi Proses

Antarmuka merupakan bagian pertama yang akan dilihat oleh user ketika menjalankan suatu sistem. Antarmuka yang tidak sesuai akan membuat user sulit untuk menjalankan sistem tersebut. Maka dari itu perlu dibuat antarmuka yang memudahkan user untuk dapat berinteraksi dengan sistem. Penelitian ini menggunakan framework Laravel untuk melakukan

implementasi proses pada sistem informasi berbasis web. Pengembangan sistem didasarkan dari berbagai rancangan yang telah dibuat.

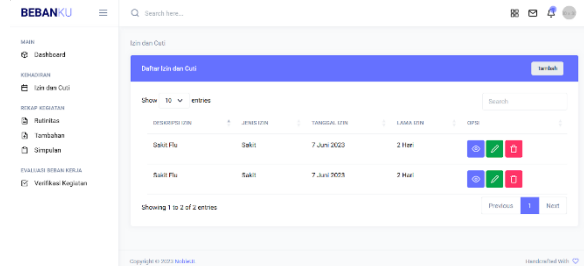


Gambar 5 Diagram Aktivitas Verifikasi Kegiatan rutinitas



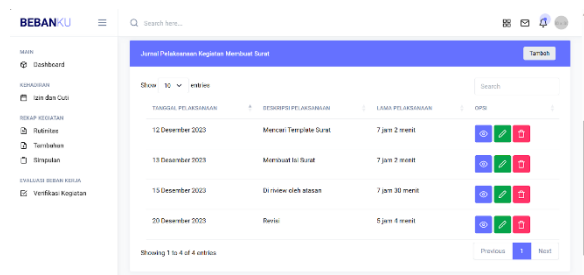
Gambar.6 Diagram Aktivitas Perhitungan Remunerasi

Gambar 7 merupakan antarmuka pengelolaan izin dan cuti dari karyawan. Ketika ingin menambah izin user akan diminta untuk mengisi deskripsi izin, jenis izin, tanggal izin, lama izin, dan bukti izin.



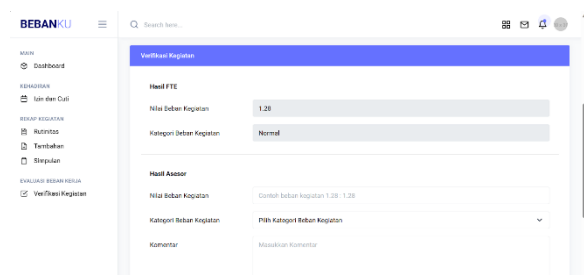
Gambar 7 pengelolaan izin dan cuti dari karyawan

Gambar 8 merupakan antarmuka pengelolaan jurnal kegiatan rutinitas. Ketika ingin menambah izin user akan diminta untuk mengisi deskripsi izin, jenis izin, tanggal izin, lama izin, dan bukti izin.



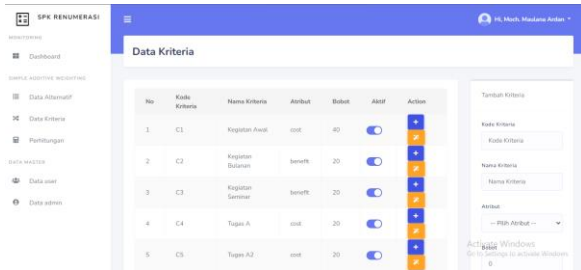
Gambar 8 pengelolaan jurnal kegiatan rutinitas

Gambar 9 merupakan antarmuka verifikasi kegiatan rutinitas. Admin akan dapat langsung melihat hasil nilai beban kerja FTE yang telah dibuat otomatis oleh sistem dan juga asesor sendiri masih dapat mengisi penilaian beban secara manual.



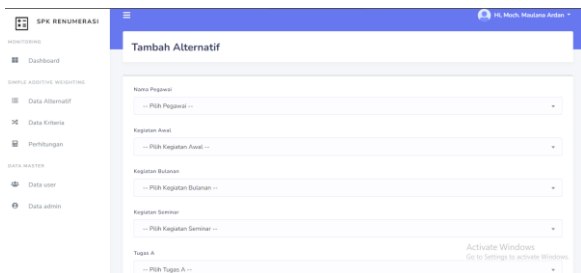
Gambar 9 pengelolaan verifikasi kegiatan rutinitas

Gambar 10 merupakan antarmuka mengelola kriteria dan sub-kriteria remunerasi. Asesor terlebih dahulu menentukan kriteria yang menjadi tolak ukur penilaian berdasarkan institusi atau suatu perusahaan. Kriteria yang telah dibuat juga memiliki nilai bobot yang berbeda-beda sebagai metode perhitungan remunerasi atau sistem penentu keputusan menggunakan SAW.

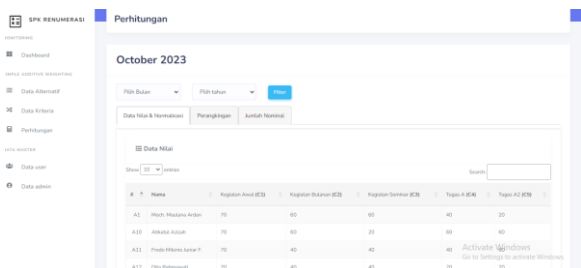


Gambar 10 pengelolaan kriteria dan sub-kriteria

Gambar 11 merupakan antarmuka pengisian data Alternatif dari setiap user yang berisikan penilaian kinerja dengan memilih tingkatan kriteria yang berbeda-beda. Gambar 12 merupakan antarmuka hasil perhitungan dari beberapa data Alternatif yang telah diisi dengan memilih kriteria berdasarkan nilai atau bobot yang telah dipilih.



Gambar 11 pengisian data Alternatif



Gambar 12 hasil perhitungan remunerasi

C. Perhitungan FTE

Tabel 2 menunjukkan simulasi perhitungan beban kerja pada satu karyawan di suatu institusi dengan posisi tertentu menggunakan FTE. Terlihat apabila terdapat 6 aktivitas yang dilakukan, hanya 1 aktivitas saja memiliki beban kerja normal (*inload*) dan sisa kegiatan lainnya berada pada status beban kerja kurang (*underload*) dikatakan under ketika beban kerja bernilai kurang dari 0.99. dikatakan inload ketika nilai beban kerja pada indeks 0.99 hingga 1.28 dan dikatakan overload ketika nilainya lebih dari 1.28.

Tabel 2 Perhitungan Beban Kerja dengan FTE

Aktivitas	Q1	Q2	Q3	Q4	FTE
Membuat laporan	60	22	1320	10560	0,13
Melayani pelanggan	120	22	2640	10560	0,25
Mengirim barang	60	44	2640	10560	0,25
Menghitung stock	60	15	900	10560	0,09
Membuat brosur	60	200	12000	10560	1,14
Kontrol mesin	4	17	68	10560	0,01
Aktivitas lain	0	0	0	10560	0
Total	364	320	19568	73920	1,85

Catatan: Q1 (Jumlah Waktu Aktivitas (Menit)), Q2 (Frekuensi Aktivitas), Q3 (Total Waktu Dibutuhkan (menit)), Q4 (Waktu Tersedia (menit))

Tetapi jika semua beban aktivitas dijumlah maka karyawan tersebut memiliki jumlah beban kerja yang berlebihan yaitu 1.85. Pada satuan FTE dikatakan status beban kerja normal jika nilai FTE berada pada indeks nilai 0.99 hingga 1.28.

D. Perhitungan SAW

Tabel 4 merupakan simulasi perhitungan SAW dengan penjumlahan terbobot dari rating di tiap alternatif pada seluruh kriteria yang akan dijadikan sebagai tolak ukur penyelesaian masalah.

Tabel 3 Perhitungan Kriteria dan Alternatif

Alternatif	Kriteria				
	C1	C2	C3	C4	C5
A1	60	40	40	40	50
A2	60	60	60	40	40
A3	20	40	40	40	40
A4	60	60	40	40	50
A5	20	60	40	40	50
A6	40	60	40	40	50
A7	20	20	40	40	100
A8	40	40	40	40	50
	Benefit	Cost	Benefit	Benefit	Benefit

Nilai terbobot dari setiap atribut yang dihasilkan pada Tabel 3, dilanjutkan ke proses perankingan alternatif. Proses dilakukan dengan memilih alternatif terbaik. Hasil evaluasi menjadi lebih akurat karena didasarkan pada kriteria prioritas dan bobot yang telah ditetapkan. Tabel 4 menunjukkan proses perankingan alternatif terbaik dengan metode SAW.

Tabel 4 Perangkingan Alternatif Terbaik

Bobot	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Rank
	30	20	20	5	25		
A1	1	0,5	0,66667	1	0,5	70,83333333	3
A2	1	0,33333	1	1	0,4	71,6666667	2
A3	0,33333	0,5	0,66667	1	0,4	48,3333333	7
A4	1	0,33333	0,66667	1	0,5	67,5	4
A5	0,33333	0,33333	0,66667	1	0,5	47,5	8
A6	0,66667	0,33333	0,66667	1	0,5	57,5	6
A7	0,33333	1	0,66667	1	1	73,3333333	1
A8	0,66667	0,5	0,66667	1	0,5	60,8333333	5

E. Pengujian Sistem

Blackbox testing digunakan pada penelitian ini untuk menguji sistem yang telah dibangun. Pengujian *blackbox* dilakukan pada kebutuhan fungsional untuk mengetahui ketercapaian kebutuhan pada sistem informasi. Tabel menunjukkan scenario pengujian *blackbox* dari 10 skenario yang mengacu pada kebutuhan fungsional. Dari keseluruhan scenario uji, didapatkan hasil 90% scenario lolos uji dan menunjukkan bahwa sistem yang dibangun telah sesuai dengan kebutuhan pengguna.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan kebutuhan sistem, sistem remunerasi berbasis kinerja dengan menggunakan metode SAW dan FTE adalah suatu sistem yang berkesinambungan. Hal ini dikarenakan penggabungan kedua sistem, yaitu sistem remunerasi dan sistem evaluasi beban kerja dapat menciptakan suatu sistem informasi yang dapat mengolah beban kerja karyawan menjadi sebuah hasil remunerasi berdasarkan beban kerja tersebut.

Dengan menggunakan metode SAW untuk melakukan remunerasi secara otomatis dapat membantu dalam proses pembagian upah, laporan keuangan yang akurat, akses data lebih mudah, adanya visualisasi data, serta meningkatnya efisiensi kinerja pegawai. Sedangkan metode FTE dapat digunakan untuk melakukan evaluasi beban kerja dapat meminimalisir waktu serta memudahkan dalam menentukan beban kerja karyawan.

Penelitian ini terdapat kekurangan pada proses pengujian, dimana sebaiknya dilakukan pengujian *whitebox* untuk mengukur tingkat kebenaran perhitungan algoritma SAW dan FTE pada kode program. Selain itu, pengujian *blackbox* perlu dilakukan untuk mengukur kebergunaan dan ketepatan pembangunan sistem berdasarkan hasil analisis kebutuhan.

Walaupun terdapat kekurangan yang di masa depan dapat diminimalisir dampaknya, penelitian ini berkontribusi secara akademis pada penerapan metode SAW dan FTE pada integrasi sistem evaluasi beban kerja dan sistem remunerasi. Sedangkan secara praktis, hasil penelitian ini berkontribusi pada bantuan sebagai referensi untuk institusi Pendidikan tinggi yang membutuhkan kajian mendalam mengenai

pengembangan sistem evaluasi beban kerja dan remunerasi untuk dosen maupun tenaga kependidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Aditya Wijaya, "Sistem Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Program Studi di Institusi Pendidikan Tinggi," *Indones. J. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–24, 2018.
- [2] N. Luh and P. Sariani, "Pelatihan Dan Pendampingan Sistem Pemberian Remunerasi Untuk Meningkatkan Motivasi Kerja Karyawan PT. Kopie Humble Indonesia," vol. 6, no. 2, pp. 265–271, 2022.
- [3] R. Irawati and D. A. Carollina, "Analisis Pengaruh Beban Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Operator Pada Pt Giken Precision Indonesia," *Inovbiz J. Inov. Bisnis*, vol. 5, no. 1, p. 51, 2017.
- [4] O. Sulastri, "Pengaruh Stres Kerja, Dan Beban Kerja, Terhadap Kinerja Karyawan," *Malaysian Palm Oil Counc.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- [5] M. A. Rohman and R. M. Ichsan, "Pengaruh Beban Kerja Dan Stres Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pt Honda Daya Anugrah Mandiri Cabang Sukabumi," *J. Mhs. Manaj.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–22, 2021.
- [6] A. B. Rahmi Maharani, "Pengaruh Beban Kerja Terhadap Stres Kerja Dan Kinerja Perawat Rawat Inap Dalam Rahmi," *Manage. Rev.*, vol. 3, no. 3, pp. 357–368, 2019.
- [7] S. Bima, "Pengaruh Remunerasi Dan Motivasi Kerja Terhadap Kinerja Karyawan (Studi Kasus Pada Kantor Pengawasan Dan Pelayanan Bea Dan Cukai Surakarta)," *J. Manaj. Daya Saing*, vol. 19, no. 2, pp. 109–118, 2017.
- [8] M. A. Nadhif and R. Fiati, "Penerapan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Dalam Penentuan Bonus Karyawan," *J. Borneo Inform. dan Tek. Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2022.
- [9] S. Mulyati, "Penerapan Metode Simple Additive Weighting Untuk Penentuan Prioritas Pemasaran Kemasan Produk Bakso Sapi," *J. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–37, 2016.
- [10] R. Rahim, "Kajian Pendekatan Simple Additive Weighting Untuk Sistem

- Pendukung Keputusan,” no. April, 2017.
- [11] A. B. Pace, T. S. Li, Y. Cheng, and T. Chou, “Perbandingan metode simple additive Weighting (SAW) dan Composite Performance Index (CPI) dalam penentuan remunerasi pegawai Perbandingan metode Simple Additive Weighting (SAW) dan Composite Performance Index (CPI) dalam penetapan remunerasi pegawai,” 2017.
- [12] W. Widodo, Adawiyah and A. Sukmawati, “Analisis Beban Kerja Sumber Daya Manusia dalam Aktivitas Produksi Komoditi Sayuran Selada (Studi Kasus: CV Spirit Wira Utama),” *J. Manaj. dan Organ.*, vol. 4, no. 2, p. 128, 2016.
- [13] Mulyadi, “Rancang Bangun Sistem Informasi Analisis Beban Kerja Stikom Dinamika Bangsa Jambi,” *J. Kebijak. Publik*, vol. 13, no. 2, pp. 158–162, 2022.
- [14] A. Hendryani, “Rancang Bangun Sistem Informasi Remunerasi Jasa Pelayanan RSUD Kepahiang Bengkulu Menggunakan Metode FAST,” *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 7, no. 1, p. 9, 2017.
- [15] S. Khoiriyah and R. M. Manikam, “Analisa dan Perancangan Sistem Perhitungan Insentif Marketing Trade Menggunakan Sistem Remunerasi,” *EDUMATIC J. Pendidik. Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 99–108, 2019.
- [16] M. Hasan and D. Asmawanti, “Implementasi Remunerasi Dosen Badan Layanan Umum Pada Universitas Bengkulu,” *J. Akunt.*, vol. 8, no. 3, pp. 165–174, 2019.
- [17] Y. Irawan, “Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Bonus Karyawan Dengan Metode Simple Additif Weighting (SAW) Berbasis Web di PT. Mayatama,” vol. 2, no. 1, pp. 7–13, 2020.
- [18] N. Hidayah and A. Dewi, “Pemetaan Analisis Jabatan dan Penilaian Kinerja sebagai Dasar Pengembangan Sistem Remunerasi,” *Berdikari J. Inov. dan Penerapan Ipteks*, vol. 9, no. 1, pp. 77–86, 2021.
- [19] Y. Fitriani, “Implementasi Sistem Informasi Analisis Beban Kerja Pegawai,” *J. Kebijak. Publik*, vol. 13, no. 2, pp. 158–162, 2022.
- [20] N. Hudaningsih, “Analisis Kebutuhan Karyawan Dengan Menggunakan Metode Full Time Equivalent (Fte) Pada Departemen Produksi Pt. Borsya Cipta Communica,” *J. Tambora*, vol. 3, no. 2, pp. 98–106, 2019.
- [21] I. Dzikria and A. Rizal, “Rancang Bangun Sistem Pemesanan Mandiri Restoran Berbasis Progressive Web Apps,” *J. Sist. Inf. dan Teknologi*, vol. 5, no. 1, pp. 135-144, 2023.
- [22] I. Sommerville, "Software Engineering Tenth Edition," *Pearson*. 2016.

Perancangan *User Interface (UI)* Aplikasi Kuis Anak Usia Dini Berbasis Android dengan Metode *User-Centered Design*

Alvinus Yodi¹⁾, Yosefina Finsensia Riti²⁾

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Darma Cendika Surabaya

Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.201, Klampis Ngasem, Surabaya 60117.

Telp: (031) 5914157, 5946482, Fax: (031) 5939625

Website: <https://ukdc.ac.id>, E-mail: alvinus.yodi@student.ukdc.ac.id, yosefina.riti@ukdc.ac.id

Abstrak

Dalam penelitian ini, tujuan utama adalah merancang antarmuka pengguna (UI) inovatif untuk aplikasi kuis berbasis Android yang ditujukan kepada anak-anak usia dini dalam konteks pendidikan. Pendekatan metode User-Centered Design menjadi landasan dalam seluruh proses perancangan, dengan fokus pada pemahaman mendalam terhadap kebutuhan pengguna, eksplorasi ide-ide kreatif, dan pengembangan prototipe yang memenuhi harapan mereka. Hasil desain mencakup elemen-elemen khusus yang dirancang untuk mendukung pembelajaran anak-anak, termasuk permainan kuis yang edukatif, tampilan visual yang menarik, dan pengalaman pengguna yang intuitif. Melalui serangkaian tahapan, termasuk identifikasi masalah, pemahaman pengguna, pembuatan persona, brainstorming ide, pembuatan prototipe, dan uji coba dengan anak-anak usia dini sebagai pengguna, penelitian ini berhasil mencapai desain UI yang menarik dan interaktif. Data dari kuesioner menunjukkan bahwa sebagian besar responden memberikan skor 74 terhadap desain UI yang mencerminkan evaluasi positif terhadap antarmuka pengguna. Ini mengindikasikan keberhasilan desain dalam meningkatkan pengalaman belajar anak-anak usia dini. Hasil ini dapat menjadi dasar yang kuat untuk pengembangan aplikasi kuis pendidikan yang lebih efektif dan menarik bagi anak-anak usia dini, dengan fokus pada pengalaman pengguna yang mendidik dan intuitif.

Keyword: *User Interface (UI), Android, Pendidikan, User-Centered Design*

Abstract

In this research, the primary objective was to design an innovative user interface (UI) for an Android based quiz application targeted at early childhood education. The User-Centered Design approach served as the foundation for the entire design process, with a focus on gaining an in-depth understanding of user needs, exploring creative ideas, and developing prototypes that meet their expectations. The resulting design incorporates specific elements tailored to support children's learning, including educational quiz games, visually appealing displays, and an intuitive user experience. Through a series of stages, including problem identification, user understanding, persona creation, brainstorming ideas, prototype development, and testing with early childhood users, this research successfully achieved an engaging and interactive UI design. Data from questionnaires indicated that a majority of respondents gave a score of 74 reflecting a positive evaluation of the user interface. This signifies the design's success in enhancing the learning experience of early childhood learners. These findings can serve as a robust foundation for the development of more effective and engaging educational quiz applications for young children, with a focus on an educational and intuitive user experience.

Keyword: *User Interface (UI), Android, Education, User-Centered Design*

1 PENDAHULUAN

Pendidikan anak usia dini memiliki peranan penting dalam perkembangan intelektual, sosial, dan kognitif anak-anak. Dalam era digital yang semakin berkembang, aplikasi berbasis teknologi, khususnya aplikasi mobile berbasis Android, memiliki potensi besar untuk memperkaya pengalaman pendidikan anak-anak usia dini. Salah satu pendekatan yang menjadi perhatian adalah pengembangan aplikasi kuis pendidikan, yang dapat mengintegrasikan

pembelajaran dengan pengalaman bermain yang menyenangkan. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat menciptakan lingkungan yang menghibur bagi anak-anak, sehingga mereka akan lebih bersemangat dalam mengejar pengetahuan. Konsep pembelajaran yang mengintegrasikan permainan dan teknologi memungkinkan anak-anak usia dini untuk mengembangkan pemahaman mereka dengan cara yang interaktif dan menyenangkan.

Pendidikan Anak Usia Dini bertujuan memberikan dorongan dan rangsangan kepada anak sejak lahir hingga usia enam tahun dengan maksud mendukung perkembangan mereka, baik secara fisik maupun mental. Hal ini bertujuan agar anak-anak tersebut siap menghadapi tingkat pendidikan berikutnya [1]. Penting bagi anak usia dini untuk terlibat dalam metode pembelajaran yang menarik, terutama dengan memanfaatkan teknologi modern. Dengan pendekatan ini, mereka dapat merasakan bahwa proses belajar itu menyenangkan karena dapat diselipkan dalam kegiatan bermain.[2]. Hasil uji coba lapangan menunjukkan bahwa permainan interaktif berbasis teknologi untuk anak usia dini dinilai "baik" dengan tingkat keberhasilan sebesar 77%. Berdasarkan hasil ini, permainan interaktif tersebut dianggap sesuai dan layak untuk digunakan [3]. Pemanfaatan teknologi ini memberikan kemudahan bagi pendidik atau orang tua dalam memperkenalkan berbagai konsep, termasuk literasi dan numerasi, kepada anak-anak [4].

Dalam sebuah penelitian menyatakan, Desain *user interface* dalam game edukasi Pembelajaran Anak TK Usia 4-6 tahun yang dibuat melalui pendekatan metode User Design memiliki tujuan membantu anak-anak berusia 4-6 tahun untuk belajar mengenal hal-hal dasar seperti huruf, angka, warna, hewan, dan buah sambil bermain [5]. Penelitian lain juga menyebutkan, Usability dari antarmuka pengguna dalam aplikasi penjadwalan mandiri telah dinilai dengan hasil 80.07% dalam kategori baik untuk user persona anak-anak, serta 75.2% dalam kategori baik untuk user persona orang tua. Penilaian ini didasarkan pada penggunaan metode *Quality in Use Integrated Measurement (QUIM)* [6].

Dari permasalahan di atas, pendidikan anak usia dini memiliki peran penting dalam perkembangan anak-anak dan pemanfaatan teknologi, khususnya aplikasi berbasis Android yang membuka peluang besar untuk memperkaya pengalaman pembelajaran mereka. Pengembangan aplikasi kuis pendidikan yang menggabungkan unsur permainan dan teknologi dapat menciptakan lingkungan belajar yang menarik dan menyenangkan. Ini dapat meningkatkan minat anak-anak dalam belajar, serta membantu mereka mengembangkan pemahaman yang lebih baik, terutama dalam *literasi* dan *numerasi*. Maka dari itu penelitian ini mengangkat judul mengenai perancangan *user interface (UI)* Aplikasi *Quiz* untuk anak-anak usia dini Berbasis Android, yang nantinya akan menciptakan ruang pembelajaran yang menarik serta berkolaborasi dengan teknologi *Mobile* aplikasi.

2 LANDASAN TEORI

A. Perancangan

Proses perancangan adalah langkah penting dalam mengantisipasi dan mengatasi kendala yang mungkin muncul selama pelaksanaan suatu proyek atau tujuan tertentu [11]. Tujuan dari perancangan adalah untuk merinci dan menyusun rencana secara sistematis agar proses pelaksanaan dapat berjalan dengan lebih lancar dan efektif. Perancangan juga memainkan peran penting dalam meminimalkan risiko serta memastikan bahwa semua aspek yang diperlukan telah dipertimbangkan sebelum tindakan nyata dilakukan. Dengan kata lain, perancangan membantu mengarahkan langkah-langkah menuju pencapaian tujuan dengan lebih baik.

B. User-Centered Design

User-Centered Design (UCD) merupakan suatu pendekatan perancangan yang menekankan bahwa pengguna menjadi fokus utama dalam seluruh proses pengembangan sistem interaktif. Berbagai teknik, metode, alat, prosedur, dan langkah-langkah yang digunakan dalam perancangan sistem interaktif dirancang dengan mempertimbangkan pengalaman dan kebutuhan pengguna.

C. Unified Modelling Language (UML)

Dalam teknik perancangan berbasis objek oriented, pemodelan konseptual digunakan untuk mengilustrasikan bagaimana fungsionalitas akan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan oleh setiap orang [12]. Pemodelan konseptual inilah yang menciptakan desain rancangan aplikasi yang dikenal sebagai *Unified Modelling Language (UML)*.

D. Waterfall

Metode *Waterfall* merupakan suatu bentuk model pengembangan aplikasi yang termasuk dalam kategori siklus hidup klasik. Pendekatan ini menitikberatkan pada urutan dan sistematika dalam setiap fase pengembangan. Analogi yang sering digunakan untuk menjelaskan model ini adalah seperti air terjun, di mana setiap tahap dilaksanakan secara berurutan, mengalir dari tahap awal menuju tahap akhir.

E. Java

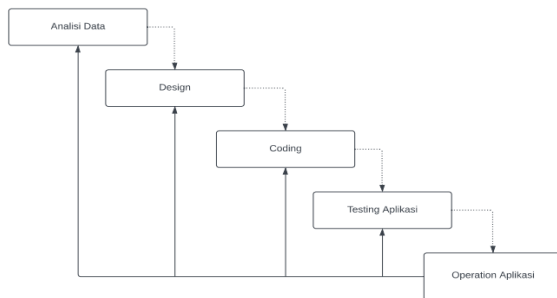
Java sebagai bahasa pemrograman memiliki karakteristik sebagai bahasa yang mudah dipahami, bersifat berorientasi objek yang netral terhadap arsitektur, memiliki performa yang tinggi, mendukung multithreading, memiliki kekuatan, dinamis, dan menawarkan tingkat keamanan yang baik [13].

3 METODE PERANCANGAN

Dalam proses penelitian ini, langkah-langkah yang ditempuh melibatkan pengumpulan data untuk mengatasi masalah dan mencari solusi. Data yang diperlukan diperoleh melalui berbagai sumber seperti studi pustaka, jurnal, buku, serta artikel yang telah ditulis oleh para ahli yang sebelumnya telah melakukan penelitian sejenis. Data yang telah dikumpulkan akan di acuan sebagai pendukung untuk memperkuat dasar penelitian. Sebagai contoh kita dapat merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh, dengan judul Aplikasi Media Pembelajaran Untuk Anak Usia Dini Berbasis Android.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekuensial linear atau sering disebut dengan model air terjun (*waterfall*). Metode *Waterfall* wujud dari suatu pendekatan dalam pengembangan perangkat lunak yang mengikuti urutan berurutan, di mana prosesnya mengalir seperti air terjun dari satu tahap ke tahap berikutnya, yang meliputi fase-fase seperti analisis kebutuhan (*Requirements*), perancangan (*Design*) dan pemodelan, penerapan (*Implementation*), pengujian (*Verification*), serta pemeliharaan (*Maintenance*).

Tahapan-Tahapan dalam perancangan aplikasi Kuis untuk anak usia dini berbasis android dengan menggunakan Metode *Waterfall* dapat dilihat pada **Gambar 1** di bawah ini.



Gambar 1. Rancangan Model *Waterfall*

a. Analisis Data

Dalam tahap ini, penelitian dilakukan untuk memahami kebutuhan anak-anak terhadap aplikasi, termasuk konsep aplikasi, konten, palet warna, tampilan huruf, dan juga fitur-fitur yang mereka harapkan. Penelitian dilakukan untuk memahami kebutuhan anak-anak terhadap aplikasi, termasuk konsep aplikasi, konten, palet warna, tampilan huruf, dan juga fitur-fitur yang mereka harapkan[14].

b. Desain Aplikasi

Pada tahap desain, penelitian berfokus pada pembuatan rancangan antarmuka aplikasi dengan merujuk pada metode *User-Centered Design* sebagai pedoman utama. Tujuan utamanya adalah menentukan konsep aplikasi yang efektif dan menciptakan antarmuka yang ramah bagi anak-anak.

c. Coding/Development

Pada tahap ini, penelitian melakukan implementasi pada proyek dari hasil desain yang telah di buat menjadi aplikasi dengan bantuan software *Android Studio* sebagai *Integrated Development Environment (IDE)* yang menggunakan *java* sebagai bahasa pemrograman.

d. Testing Aplikasi

Setelah mengimplementasikan aplikasi dalam bentuk yang siap digunakan, langkah berikutnya adalah tahap pengujian aplikasi. Tahap ini memiliki peran yang sangat penting sebelum aplikasi diluncurkan secara resmi. Melalui tahap pengujian ini, kami dapat melakukan evaluasi terhadap fitur-fitur serta aspek-aspek yang terkandung dalam antarmuka pengguna, sekaligus mengukur pengalaman pengguna (*user experience*) dari aplikasi tersebut.

e. Pemeliharaan

Pada tahap terakhir ini, yakni pemeliharaan aplikasi, kami akan secara rutin memantau dan mencatat kinerja aplikasi guna memastikan pencapaian tujuan maksimal sebagai media pembelajaran bagi anak-anak usia dini. Selain itu, kami akan terus melakukan pembaruan aplikasi untuk mengintegrasikan fitur-fitur baru yang relevan dengan kebutuhan yang terus berkembang.

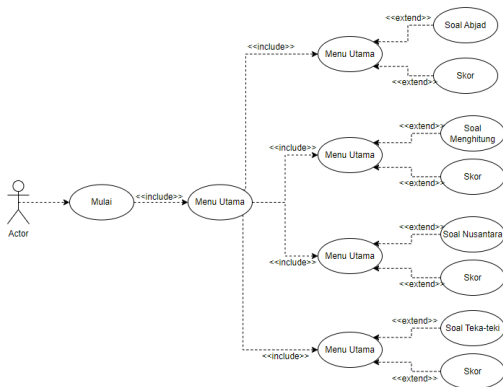
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem aplikasi ini, digunakan *Unified Modeling Language (UML)*. UML dapat dikatakan sebagai bahasa pemodelan yang digunakan untuk sistem atau perangkat lunak berorientasi objek. UML berperan penting dalam membantu pencipta sistem dalam menggambarkan alur sistem yang akan dibangun. Diagram-diagram UML menggambarkan alur sistem dengan menggunakan berbagai simbol yang khas. Selain itu, dalam tahap perancangan sistem ini, juga digunakan Flowchart dan Desain UI/UX.

1. Use Case Diagram

Diagram kasus penggunaan (*use case diagram*) adalah salah satu jenis diagram dalam UML (*Unified Modeling Language*) yang mengilustrasikan interaksi antara sistem dan pihak yang terlibat (aktor). *Use case* memberikan bantuan bagi kita untuk memahami kebutuhan sistem dan berkomunikasi dengan pengguna akhir, sehingga sistem yang dibangun dapat memiliki fungsi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna [7]. Berikut Diagram dari *Use Case Diagram* dari Aplikasi Kuis pada **Gambar 2** di bawah ini.



Gambar 2. Use Case Diagram Aplikasi Kuis

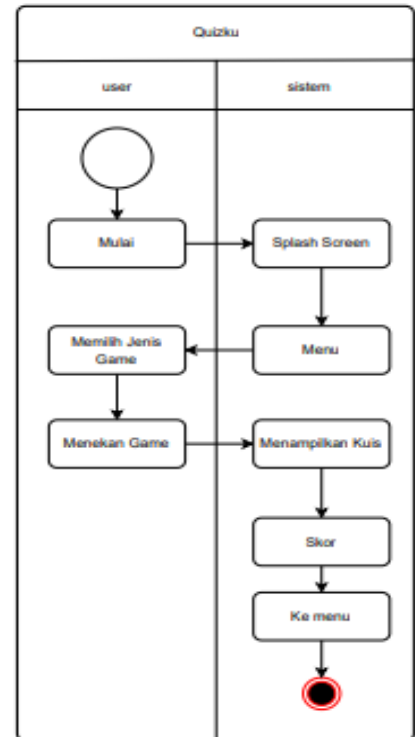
Pada **Gambar 2** di atas merupakan model perancangan Aplikasi kuis dengan *use case Diagram*, adapun penjelasannya adalah sebagai berikut:

- Actor: orang yang menggunakan aplikasi dimana interaksi terjadi ketika pengguna telah mengklik Aplikasi Kuis.
- Mulai: menampilkan *splash screen* sebelum *user* masuk ke dalam menu utama.
- Menu utama: menampilkan menu seperti *number*, *alphabet*, *nuisantara*, dan *teka-teki* sebagai akibat dari aksi interaksi antara pengguna dan sistem.
- Soal dan Hasil: merupakan hasil aksi dari pengguna dimana menghasilkan pertanyaan dan skor hasil.

2. Activity Diagram

Diagram aktivitas (*activity diagram*) dapat di katakan sebagai jenis diagram dalam *Unified Modeling Language (UML)* yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja atau proses dalam sebuah sistem atau aktivitas yang

terjadi dalam sebuah komponen perangkat lunak. Diagram aktivitas menggambarkan aktivitas yang dilakukan oleh sistem, bukan apa yang dilakukan oleh aktor, dengan fokus pada aktivitas yang dapat dilakukan oleh sistem [8]. Berikut tampilan dari *Activity Diagram* Aplikasi kuis pada **Gambar 3** di bawah ini.



Gambar 3. Activity Diagram Aplikasi Kuis

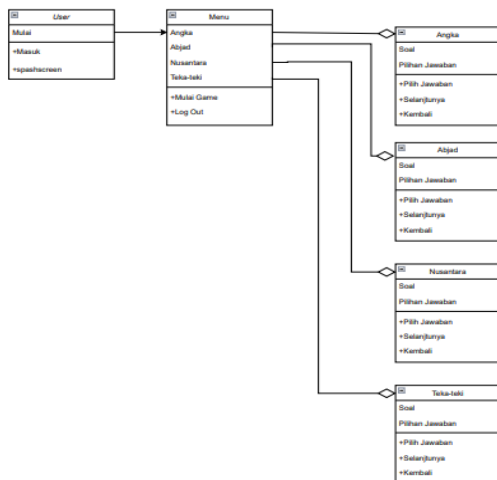
Pada gambar 3 di atas merupakan model perancangan Aplikasi kuis dengan *Activity Diagram*, adapun penjelasannya adalah sebagai berikut:

- Pada kolom pertama *user* akan memulai aksi dengan mengklik aplikasi
- Kemudian *system* akan menampilkan *splash screen*
- Setelah *system* menampilkan *splash screen* kemudian *system* akan menampilkan menu utama
- Alur kerja akan berubah menjadi interaksi kembali dimana *user* akan memilih menu dan menekan/mengklik *game*
- Setelah *user* memilih *game* maka *system* akan menampilkan kuis soal berupa pertanyaan-pertanyaan seputar menu yang sudah di mainkan.
- Alur kerja selanjutnya *system* akan menampilkan hasil skor akhir yang merupakan step akhir dalam permainan.

- Setelah sistem menampilkan skor maka sistem secara otomatis akan mengembalikan ke menu utama

3. Class Diagram

Class diagram diartikan sebagai sebuah diagram struktur yang menggambarkan dengan jelas bahwa struktur serta deskripsi *class*, atribut, metode, dan hubungan dari setiap objek. Diagram kelas, juga dikenal sebagai diagram *class*, adalah salah satu jenis diagram struktur dalam *UML* yang secara rinci menggambarkan struktur kelas, atribut, metode, serta hubungan antara setiap objek [9], **Gambar 4**. dibawah ini menunjukkan perancangan class diagram untuk aplikasi kuis anak-anak usia dini.



Gambar 4 Class Diagram Aplikasi Kuis

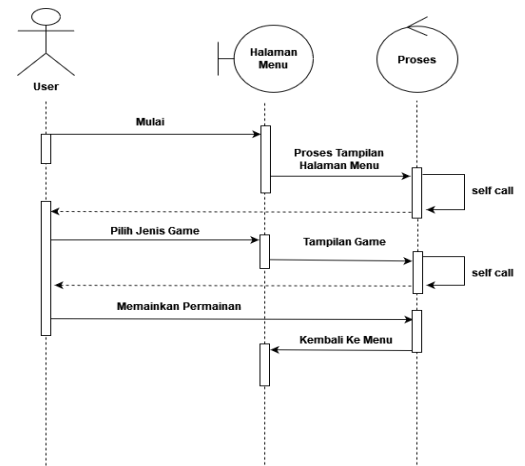
Pada **Gambar 4** di atas merupakan diagram alur *Class Diagram* Aplikasi kuis, adapun penjelasannya adalah sebagai berikut:

- Pada tabel pertama merupakan user dimana di dalam tabel user terdapat operasi sistem ketika mengklik aplikasi.
- Pada tabel dua merupakan sistem menu, dimana menu merupakan halaman utama ketika user berhasil masuk ke dalam aplikasi.
- Setiap menu memiliki agregasi yang ditunjukkan oleh tanda panah, yang menunjukkan bawah setiap menu number, alphabet, nusantara, dan teka-teki merupakan bagian dari class menu.
- Pada setiap tabel number, alphabet, nusantara dan teka-teki memiliki atribut

yang menampung soal dan pilihan jawaban. Selain itu pada bagian bawah tabel juga terdapat operasi yang menyertakan untuk memilih jawaban, selanjutnya dan kembali.

4. Sequence Diagram

Diagram urutan (*sequence diagram*) adalah jenis diagram dalam *Unified Modeling Language (UML)* digunakan untuk secara rinci menjelaskan dan menggambarkan interaksi antara objek-objek dalam sebuah sistem [9]. Berikut tampilan dari *Sequence Diagram* dari aplikasi Kuis pada **Gambar 5** di bawah ini.



Gambar 5 Sequence Diagram

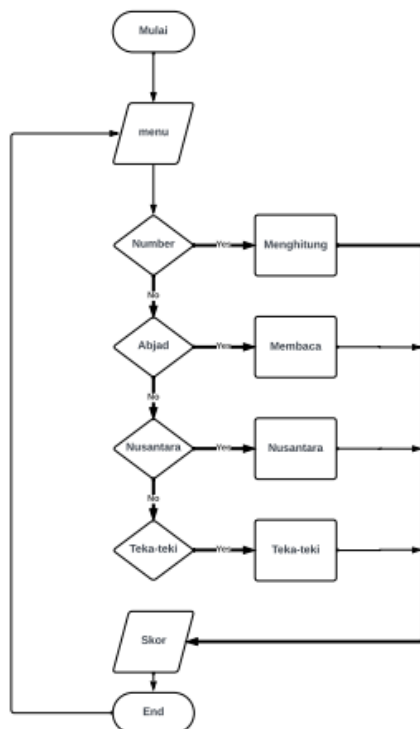
Pada **Gambar 5** di atas merupakan diagram *sequence diagram* aplikasi kuis, adapun penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

- Aktor: merupakan komponen yang menggambarkan seorang pengguna yang berada di luar sistem dan sedang atau akan berinteraksi dengan aplikasi.
- Setelah user masuk maka akan diarahkan atau di tampilkan menu yang ditujukan oleh notasi panah.
- Setelah pengguna berhasil ditampilkan oleh halaman menu maka akan dilakukan proses untuk memilih jenis *game* yang ingin dimainkan oleh pengguna, dari hasil pilihan ini maka akan dikembalikan terhadap user untuk di tampilkan permainan.

- Kemudian sistem akan melakukan proses permainan yang di akhiri oleh skor hasil dan nilai lalu terdapat interaksi untuk mengembalikan pengguna ke menu utama.

5. Flowchart

Flowchart adalah cara sistematis untuk menyajikan proses dan logika dalam penanganan informasi, dengan menggunakan representasi grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur suatu program [10]. Dalam pengembangan program, flowchart memiliki peran krusial dalam menyederhanakan pemahaman mengenai bagaimana program tersebut beroperasi. **Gambar 6** di bawah ini adalah bagan flowchart aplikasi kuis penelitian.



Gambar 6. Flowchart Aplikasi Kuis

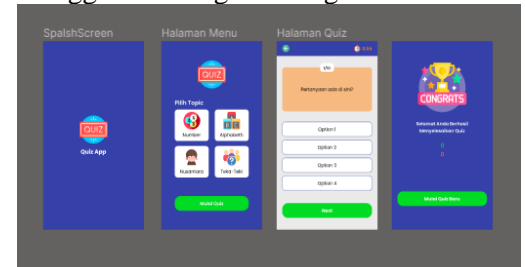
Pada *Gambar 6* di atas merupakan rancangan *flowchart* aplikasi kuis, adapun untuk penjelasannya adalah sebagai berikut:

- Simbol pertama adalah terminator yang menandakan awal aplikasi dimulai, dimana ini menunjukkan bahwa user mengklik aplikasi.
- Simbol kedua adalah input yang merupakan hasil dari proses masuk

sebelumnya dan menampilkan halaman menu.

- Simbol selanjutnya adalah decision yang menunjukkan percabangan atau terdapat 4 pilihan menu yang masing akan akan melakukan proses menampilkan data sesuai dengan jenis masing-masing menu.
 - Simbol selanjutnya adalah output hasil yang merupakan hasil dari proses masing-masing menu yang menampilkan jumlah jawaban benar dan salah.
 - Simbol terakhir adalah end yang menandakan bahwa program telah berakhir dan kembali ke menu utama.
- ##### 6. Desain *User Interface* (UI)

Antarmuka pengguna atau yang lebih akrab dikenal sebagai *User Interface* (UI) adalah sebuah rancangan mengacu pada segala elemen yang digunakan oleh pengguna untuk berinteraksi dengan sebuah perangkat, aplikasi, atau sistem komputer. Antarmuka pengguna mencakup berbagai elemen desain, termasuk tampilan visual, ikon, tombol, menu, elemen input, dan segala hal yang membuat pengguna dapat berkomunikasi dengan perangkat atau aplikasi. Berikut rancangan UI aplikasi kuis yang menggunakan Figma sebagai *tools* desain.



Gambar 7. Desain UI Aplikasi Kuis di Figma

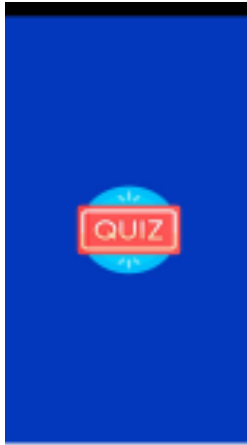
B. Hasil dari Perancangan Sistem

Hasil dari penelitian dan perancangan aplikasi Kuis dimaksudkan untuk mengembangkan kemampuan kognitif anak usia dini yaitu usia 5 Tahun sampai 12 Tahun melalui Kuis yang menjadi tantangan bagi anak-anak untuk meningkatkan kemampuan *literasi* dan *numerasi* yang dibuat dengan menggunakan Android Studio sebagai IDE dan Java sebagai bahasa pemrograman. Berikut implementasi desain tampilan-tampilan Aplikasi Kuis pada setiap halaman dengan metode dan pendekatan yang telah dirancang sebelumnya.

1. Tampilan *Splash Screen*

Tampilan *Splash Screen* merupakan tampilan awal ketika user masuk aplikasi,

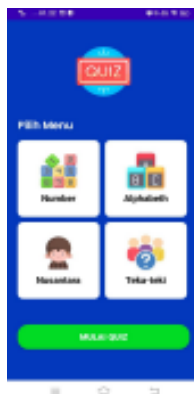
dimana di dalam tampilan terdapat logo aplikasi yang menandakan bahwa user telah masuk dan akan masuk ke menu utama. Penggunaan splash screen merupakan langkah awal untuk menarik minat anak-anak dalam menggunakan aplikasi, sehingga anak-anak akan merasa bahwa aplikasi ini memiliki kesan yang ceria dan bahagia. Tampilan splash screen dapat dilihat pada **Gambar 8** di bawah ini.



Gambar 8. Tampilan Splash Screen

2. Tampilan Menu Home

Tampilan Menu *Home* merupakan tampilan kedua yang user masuki setelah mengklik aplikasi, dimana di dalam tampilan home berisi menu yaitu *Number*, *Alphabet*, *Nusantara* dan *Teka-teki* serta terdapat satu tombol button sebagai aksi untuk melanjutkan ke dalam pertanyaan soal mengenai menu yang dipilih. Tampilan yang sederhana serta bernuansa kebiruan memiliki makna tersendiri bagi anak-anak, sehingga anak-anak dapat lebih mudah untuk memahami kinerja aplikasi secara singkat. Untuk tampilan Menu Home dapat di Lihat pada **Gambar 9** di bawah ini.



Gambar 9. Tampilan Home/Menu Utama

3. Tampilan Sola Kuis

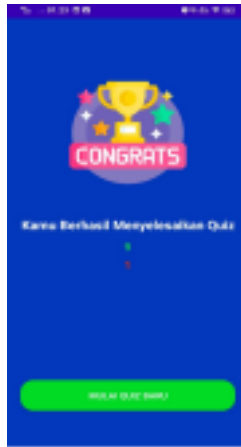
Tampilan Soal mencakup pertanyaan yang sesuai dengan menu pada halaman utama ketika *user* memilih menu tertentu. Di dalam menu ini anak-anak harus memilih mana jawaban yang benar, jika jawaban memilih benar maka akan menjadi balok persegi berwarna hijau namun jika jawaban salah maka akan menjadi balok berwarna merah. Dari segi tampilan, pada halaman ini anak-anak diminta untuk berinteraksi dengan aplikasi sehingga keduanya menjalin kontak satu sama lain dan terjadi hubungan sebab akibat. Interaksi inilah yang menjadi poin penting dalam aplikasi ini sehingga kegunaan aplikasi dapat terwujud dengan maksimal. Untuk tampilan soal dapat dilihat pada **Gambar 10** di bawah ini.



Gambar 10. Tampilan Kuis Soal

4. Tampilan Skor Hasil

Tampilan Skor Hasil memuat hasil akhir perolehan pengguna setelah menyelesaikan semua soal-soal pada topik yang sudah di pilih sebelumnya. Pada halaman ini pengguna akan mendapatkan nilai sesuai dengan jumlah jawaban benar dan jawaban salah. Pada halaman ini juga terdapat tombol button untuk memulai kuis, dimana pengguna dapat memulai ulang kuis yang akan di arahkan ke halaman utama untuk memilih jenis kuis yang ingin di mainkan kembali. Tampilan Halaman skor hasil dapat dilihat pada **Gambar 11** di bawah ini.



Gambar 11. Tampilan Skor Hasil

C. System Usability Scale (SUS)

Evaluasi Usability dengan menggunakan System Usability Scale (SUS) merupakan salah satu metode yang paling terkenal untuk mengukur kegunaan suatu sistem. Metode ini dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986 dan telah terbukti andal, efektif, dan ekonomis dalam mengukur tingkat kepuasan pengguna terhadap suatu produk atau aplikasi. Nilai SUS yang diperoleh di antara 0 dan 100. Nilai SUS yang lebih tinggi menunjukkan bahwa sistem memiliki usability yang lebih baik[15].

Dalam penelitian ini SUS terdiri dari sepuluh pertanyaan dengan lima pilihan jawaban yang berkisar dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju. Skor SUS dihitung dari hasil jawaban pengguna dan berkisar antara 0 hingga 100. Dalam konteks aplikasi Kuis untuk anak-anak usia dini, berikut adalah contoh 10 pertanyaan dari system usability dapat di lihat pada **Tabel 1** di bawah ini.

Tabel 1. Pertanyaan-pertanyaan SUS

No	Pertanyaan
1.	Apakah anda setuju tentang pilihan warna dan gaya visual yang digunakan dalam aplikasi kuis anak usia dini?
2.	Apakah ukuran teks dan elemen-elemen UI dalam aplikasi kuis ini Tidak sesuai dan Susah untuk dibaca oleh anak usia dini?
3.	Apakah Anda merasa bahwa aplikasi ini ramah untuk anak-anak dan sesuai dengan kebutuhan pengguna anak usia dini?
4.	Apakah Anda merasa bahwa tombol-tombol atau ikon-ikon dalam aplikasi

	kuis ini terlalu kecil dan sulit untuk ditekan oleh anak usia dini?
5.	Apakah aplikasi kuis mudah dioperasikan untuk anak-anak usia dini?
6.	Apakah materi dalam aplikasi kuis ini menyimpang jauh dari pengetahuan untuk anak-anak usia dini?
7.	Apakah tampilan aplikasi kuis menarik untuk anak-anak usia dini?
8.	Apakah hasil penilaian akhir dalam aplikasi kuis ini tidak perlu di tampilkan?
9.	Apakah aplikasi kuis mudah dipahami untuk anak-anak usia dini?
10.	Apakah jawaban-jawaban dalam aplikasi kuis sangat sulit untuk di pahami oleh anak-anak usia dini?

Seperti yang tampak pada *Tabel 1* di atas, System Usability Scale (SUS) memiliki lima pilihan tanggapan yang mencakup tingkat setujuan, yang masing-masing diberi skor dari 1 hingga 5. Dalam *Tabel 2* berikut, Anda dapat melihat pilihan jawaban beserta skor yang sesuai:

Tabel 2. Jawaban SUS

Jawaban	Skor
Sangat Tidak Setuju	1
Tidak Setuju	2
Netral	3
Setuju	4
Sangat Setuju Sekali	5

Pilihan jawaban ini membantu pengguna dalam memberikan penilaian terhadap berbagai aspek kegunaan suatu sistem atau aplikasi, dan skor akhir SUS dihitung berdasarkan agregasi jawaban mereka untuk memberikan gambaran keseluruhan mengenai tingkat kepuasan dan kegunaan sistem tersebut. Dari hasil data ini juga tahap selanjutnya adalah perhitungan dimana hasil keseluruhan akan di ukur berdasarkan aturan-aturan dalam SUS sebagai berikut:

- Pada pertanyaan-pertanyaan dengan nomor ganjil, skor yang diberikan oleh responden akan dikurangkan sebanyak 1.
- Untuk pertanyaan-pertanyaan dengan nomor genap, skor akhir akan

dihitung dengan mengurangi skor yang diberikan oleh responden dari 5.

- Skor akhir dari *System Usability Scale (SUS)* di hitung seluruh skor dari hasil pertanyaan-pertanyaan tersebut, nanti hasilnya akan di kalikan dengan nilai 2,5.

Metode perhitungan seperti ini digunakan untuk mengelola setiap skor dari hasil pertanyaan responden, yang mana hasil akhirnya yang akan menjadi acuan sebagai poin atau tingkatan kegunaan sistem secara menyeluruh. Untuk setiap perhitungan ini berlaku terhadap satu responden saja, jadi semuanya akan di lakukan perhitungan dengan aturan-aturan yang berlaku, berikut rumus untuk melakukan perhitungan SUS:

No	Reponden	Usia	Jenis Kelamin	Skor Asli (Data Contoh)									
				Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
1	Yohanes Junardi palis	21	Laki-Laki	5	1	5	2	1	3	5	3	5	2
2	ANGELA ELVANNI BEMI	22	Perempuan	4	3	4	3	5	2	4	3	4	2
3	Parenta Nagata Sari	23	Perempuan	4	3	4	2	4	1	4	2	4	3
4	Xaviera Avrillia	24	Perempuan	5	3	4	2	4	1	3	2	4	3
5	Otto Kozmin Palaka	25	Laki-Laki	3	3	4	4	4	2	4	3	4	3
6	Nabilila Nugrahani	21	Perempuan	4	2	4	2	4	2	5	2	5	1
7	Sondang	22	Perempuan	4	3	5	3	3	1	4	2	5	2
8	Zafira Tsaniyatus Sholihah	23	Perempuan	5	1	4	2	5	1	5	3	3	2
9	Vannia	24	Perempuan	4	2	5	1	5	2	3	2	4	1
10	Steven Liong Winoto	25	Laki-Laki	4	2	4	2	3	2	4	2	4	2
11	canly	21	Perempuan	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2
12	Angelique Wildjaja	22	Perempuan	3	2	4	1	4	1	4	1	3	2
13	Izza Rahmadhea	23	Perempuan	4	3	4	2	4	2	2	1	4	3
14	Eudodia Suci Anggita	24	Perempuan	4	2	4	3	4	3	4	2	4	1
15	Jason Gabriel Vierist	25	Laki-Laki	5	3	4	2	5	1	2	3	4	3
16	Nabila Retno	21	Perempuan	4	3	4	2	4	3	4	2	5	2
17	Regita Azkia Putriadi	22	Perempuan	5	3	5	2	5	1	5	3	5	3
18	Jordan Yussac Haryanto	23	Laki-Laki	5	3	4	2	5	1	2	3	4	1
19	Dwi Wulandari	24	Perempuan	4	3	4	4	3	4	2	5	3	3
20	Jennifer	25	Perempuan	5	3	5	3	5	2	5	1	5	2

Gambar 12. Data Responden Sebelum di Lakukan SUS

Skor Hasil Hitung (Data Contoh)										Jumlah	Nilai (Jumlah x 2,5)
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
4	4	4	3	4	2	4	2	4	3	34	85
3	2	3	2	4	3	3	2	3	3	28	70
3	2	3	3	4	3	3	3	2	29	73	
4	2	3	3	3	4	2	3	3	2	29	73
2	2	3	1	3	3	3	2	3	2	24	60
3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	33	83
3	2	4	2	2	4	3	3	4	3	30	75
4	4	3	3	4	4	4	2	2	3	33	83
3	3	4	4	4	3	2	3	3	4	33	83
3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	29	73
1	2	2	3	1	3	1	3	1	3	20	50
2	3	3	4	3	4	3	4	2	3	31	78
3	2	3	3	3	3	1	4	3	2	27	68
3	3	3	2	3	2	3	3	3	4	29	73
4	2	3	3	4	4	1	2	3	2	28	70
3	2	3	3	3	2	3	3	4	3	29	73
4	2	4	3	4	4	4	2	4	2	33	83
4	2	3	3	4	4	1	2	3	4	30	75
3	2	3	1	3	2	3	3	4	2	26	65
4	2	4	2	4	3	4	4	4	3	34	85
Skor Rata-rata (Hasil Akhir)											74

Gambar 13. Data sesudah di Lakukan Perhitungan SUS

5 SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa telah berhasil dirancang sebuah aplikasi kuis berbasis Android yang inovatif, terutama ditujukan untuk anak-anak usia dini dalam konteks pendidikan. Proses perancangan aplikasi ini mengikuti metode User-Centered Design, yang berfokus pada pemahaman mendalam terhadap kebutuhan pengguna, eksplorasi ide-ide kreatif, dan pengembangan

prototipe yang memenuhi harapan mereka. Hasil desain mencakup elemen-elemen khusus yang mendukung pembelajaran anak-anak, seperti permainan kuis yang edukatif, tampilan visual yang menarik, dan pengalaman pengguna yang intuitif.

Melalui tahapan identifikasi masalah, pemahaman pengguna, pembuatan persona, brainstorming ide, pembuatan prototype, dan pengujian dengan anak-anak usia dini sebagai pengguna, penelitian ini menghasilkan desain UI yang menarik dan interaktif. Desain ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan aplikasi kuis pendidikan yang lebih efektif dan menarik bagi anak-anak usia dini, dengan fokus pada pengalaman pengguna yang mendidik dan intuitif. Dengan adanya aplikasi kuis ini, diharapkan anak-anak usia dini dapat belajar dengan cara yang lebih menyenangkan dan interaktif, sambil meningkatkan pemahaman mereka dalam literasi dan numerasi. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran anak usia dini dapat menjadi salah satu cara yang efektif untuk meningkatkan minat belajar dan perkembangan mereka secara holistik.

Selain itu, untuk mengukur tingkat kegunaan aplikasi ini, dilakukan perhitungan menggunakan System Usability Scale (SUS). Berdasarkan hasil perhitungan SUS, aplikasi ini memperoleh skor sebesar 74. Skor 74 menunjukkan bahwa aplikasi ini memiliki tingkat kegunaan yang baik dan dapat memberikan pengalaman pengguna yang memuaskan. Ini menegaskan bahwa desain UI yang telah dihasilkan berkontribusi positif terhadap tingkat kegunaan aplikasi ini dalam konteks penggunaan oleh anak-anak usia dini.

KEPUSTAKAAN

- [1] Maghfiroh and D. Shofia Suryana, "Pembelajaran di Pendidikan Anak Usia Dini," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 05, no. 01, p. 1561, 2021.
- [2] W. Eka Jayanti, M. Eva, and N. Fahriza, "Game Edukasi 'Kids Learning' Sebagai Media Pembelajaran Dasar Untuk Anak Usia Dini Berbasis Android," *KOPERTIP J. Ilm. Manaj. Inform. dan Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 98–104, 2018, doi: 10.32485/kopertip.v2i2.56.
- [3] A. P. Widiasih and S. Yunita, "Pengembangan Permainan Interaktif Berbasis Teknologi Untuk Anak Usia Dini," *Ceria J. Progr. Stud. Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 10, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.31000/ceria.v10i1.4831.

- [4] S. Ulfa, "Pemanfaatan Teknologi Bergerak Sebagai Media Pembelajaran Bagi Anak Usia Dini," *Medcomtech*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2016, [Online]. Available: <http://journal2.um.ac.id/index.php/edcomtech/article/view/1783>.
- [5] M. Z. Aziz, F. Fauziah, and N. Nurhayati, "Rekomendasi User Interface Game Edukasi untuk Anak Usia Dini (4-6 tahun) Menggunakan Metode User Centered Design (UCD)," *J. CoreIT J. Has. Penelit. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.24014/coreit.v6i1.8623.
- [6] N. Afyuni, D. Junaedi, and V. Effendy, "Pemodelan User Interface pada Aplikasi Penjadwalan Mandiri untuk Melatih Perkembangan Kognitif Anak Menggunakan Goal-Directed Design," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 1606–1614, 2018.
- [7] L. Setiyani, "Desain Sistem: Use Case Diagram Pendahuluan," *Pros. Semin. Nas. Inov. Adopsi Teknol.* 2021, no. September, pp. 246–260, 2021, [Online]. Available:
- [8] H. N. Putra, S. Kom, and M. Kom, "Implementasi Diagram UML (Unified Modelling Language) dalam Perancangan Aplikasi Data Pasien Rawat Inap pada Puskesmas Lubuk Buaya," vol. 2, no. April 2018, 2019.
- [9] A. F. Prasetya, Sintia, and U. L. D. Putri, "Perancangan Aplikasi Rental Mobil Menggunakan Diagram UML (Unified Modelling Language)," *J. Ilm. Komput. Terap. dan Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 14–18, 2022.
- [10] M. S. Rejeki and A. Tarmuji, "Membangun aplikasi autogenerate script ke Flowchart untuk mendukung business process Reengineering," *J. Sarj. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 448–456, 2013.
- [11] A. Galih Pradana and S. Nita, "Rancang Bangun Game Edukasi 'AMUDRA' Alat Musik Daerah Berbasis Android," *J. Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komun.* 2019, vol. 2, no. 1, pp. 49–53, 2019.
- [12] L. A. Kusumaningrum, F. M. Dewanto, and A. T. Jaka Harjanta, "Rancang Bangun Aplikasi Doremi sebagai Pengenalan Alat Musik Berbasis Android dengan Metode User Centered Design," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 2, no. 1, p. 13, 2020, doi: 10.36499/jinrpl.v2i1.2771.
- [13] W. Gata, "Grace Gata 2) 1) Fakultas Teknologi Informatika, STMIK Nusa Mandiri Jl. Kramat Raya No.25 Jakarta, 10450 2) Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi," *Bit*, vol. 10, no. 1, p. 12260, 2013.
- [14] A. R. Saifullah, R. M. Putri, and A. A. S. Wibowo, "Perancangan Aplikasi Edukasi untuk Anak Usia Dini Berbasis Android," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JPTIK)*, vol. 2, no. 1, pp. 1-10, 2023.
- [15] J. Brooke, "SUS: A quick and dirty usability scale," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 1996, pp. 434-439.

Implementasi UI UX Website Queen Shop Jkt Dengan Metode Design Thinking

Sabrina Qodri Nova¹⁾, Rahmi Imanda, M.Kom.²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Informatika, ²⁾Program Studi Sistem Dan Teknologi Informasi,

^{1,2)}Fakultas Teknologi Industri Dan Informatika

Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

Jl. Tanah Merdeka No.6 Kampung Rambutan, Jakarta Timur 13830

Telp: (021) 87782739, Mobile: +62 812-1920-3221, +62 821-1044-1553,

E-mail: sabrinaqodri@gmail.com, rahmi.imanda@uhamka.ac.id

Abstrak

Queen Shop JKT merupakan salah satu toko makanan yang memiliki beragam menu bakery. Saat ini permasalahan yang dihadapi oleh Queen Shop JKT yaitu kesulitan dalam mengelola keuangannya yang masih manual sehingga menyebabkan rentan terjadi kesalahan pencatatan. Tujuan penelitian ini yaitu mengembangkan metode desain yang berpusat pada pengguna untuk memenuhi kebutuhan toko dan mengimplementasikan UI/UX pada situs website untuk mengelola keuangan mereka. Design Thinking adalah metode pemecahan masalah kreatif yang melibatkan pengguna dalam proses berpikir dan menjadikan perspektif pengguna sebagai elemen penting dalam proses pemecahan masalah dengan tahapan di dalamnya yaitu Empathize, Define, Ideate, Prototype, dan Test. Hasil penelitian ini yaitu Implementasi UI/UX pada website menghasilkan sistem manajemen keuangan yang lebih terstruktur dan efisien untuk Queen Shop JKT. Hal tersebut dibuktikan pada tahap testing melalui usability testing terhadap 7 responden dan diperoleh rata-rata nilai skor 85 menggunakan Teknik System Usability Scale (SUS). Dapat diartikan sejauh ini website memenuhi kebutuhan pengguna.

Kata kunci: UI UX, Website, Prototipe, Implementasi, Metode Pemikiran Design

Abstract

Queen Shop JKT is a bakery with a diverse menu. The problem experienced is the difficulty in financial management which is still done manually, making it prone to errors in recording. This research aims to develop a user-centered design method to meet the needs of the shop and introduce UI/UX to improve financial management on their website. Design Thinking is a creative problem-solving method, prioritizing user involvement, which consists of Empathize, Define, Ideate, Prototype, and Test stages. The test results confirmed that the implementation of the website UI/UX significantly improved the efficiency of Queen Shop JKT's financial management. This was proven at the testing stage through usability testing on 7 respondents and obtained an average score of 85 using the System Usability Scale (SUS) technique. It can be interpreted that so far the website meets the needs of users.

Keyword: UI UX, Website, Prototype, Implementation, Design Thinking Method

1 PENDAHULUAN

Manusia menggunakan teknologi karena mereka memiliki akal. Dengan akal mereka, mereka ingin keluar dari masalah, ingin hidup lebih baik, lebih aman, dan sebagainya. Perkembangan teknologi terjadi ketika seseorang menggunakan akalanya untuk menyelesaikan setiap masalah yang dihadapinya [1]. Perkembangan ini telah mengubah banyak hal di banyak bidang, salah satunya adalah ekonomi dan keuangan. Dengan teknologi ini, orang akan lebih mudah melakukan transaksi keuangan dan ekonomi.

Setiap aspek kehidupan sehari-hari kita diubah oleh kemajuan teknologi. Saat ini, media berbasis digital adalah salah satu media utama yang digunakan untuk berkomunikasi dan juga untuk menjalankan bisnis atau usaha [2].

Dalam suatu usaha, pelaporan keuangan menjadi komponen untuk mengetahui laba rugi. Perhitungan laba-rugi menunjukkan keuntungan dan kerugian yang telah dicapai oleh perusahaan selama periode waktu tertentu. Selain itu, transparansi dalam pelaporan keuangan merupakan hal penting, bentuknya dapat berupa ketepatan waktu pelaporan [3].

Laporan keuangan terkomputerisasi mengandalkan sistem untuk mencatat dan memproses informasi keuangan. Sistem secara otomatis mengklasifikasikan transaksi, membuat prosesnya lebih cepat dan lebih efisien karena penerapan teknologi dan juga mengurangi risiko kesalahan dibandingkan dengan laporan keuangan yang dilakukan secara manual [4]. Hal ini menghasilkan entri data yang lebih cepat dan pelaporan keuangan secara *real-time*.

Queen Shop merupakan salah satu usaha dibidang kuliner yang menjual berbagai olahan roti. Dalam melakukan jual-beli produk di toko ini, pelanggan masih harus mendatangi toko untuk melakukan transaksi jual beli. Hal ini memakan banyak waktu, dan biaya. Selain itu toko ini belum mempunyai pendataan keuangan yang sistematis. Data masih dibuat secara manual dengan buku catatan. Laporan keuangan secara konvensional kurang bisa memberikan data yang akurat dan rinci, yang menyebabkan pencatatan keuangan tidak terkelola dengan baik [5]. Sehingga didapat bahwa masalah utama pertama adalah pengguna masih belum menemukan media yang paling cocok untuk mengelola keuangan mereka. Kendala kedua adalah keterbatasan layanan sosial media yang ada. Ketiga, teknologi diharapkan dapat menyelesaikan masalah dan mengubah kehidupan masyarakat dengan menjadi pelaku sosial, media, atau alat.

Laporan keuangan ini dapat mencerminkan kondisi usaha yang sedang terjadi sehingga pemilik toko dapat melakukan penyesuaian yang efektif. Sistem Laporan Keuangan berbasis web ini dapat membantu toko melakukan pencatatan dan laporan keuangan dengan mudah dan efisien waktu tetapi akan menghasilkan informasi yang lengkap untuk bisnis. Jika laporan keuangan masih dicatat secara manual, ada risiko kehilangan pembukuan karena kesalahan mencatat jumlah uang yang masuk dan keluar [6].

Dalam membuat desain antarmuka web, haruslah sesuai dengan apa yang diperlukan oleh yang menggunakan sistem tersebut [7]. Produk dikatakan berhasil jika UI bisa menjembatani antara pengguna dengan sistem dan bisa saling berinteraksi. Kemudian, UX penting juga diperhatikan karena berkaitan langsung dengan pengalaman dan persepsi pengguna saat menggunakan sistem. Karena itu, desain UI/UX penting untuk keberhasilan suatu proyek yang sangat bergantung pada penerimaan dan penolakan keseluruhan desain dalam sistem [8].

Adapun penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem laporan keuangan menggunakan metode *design thinking*. Metode banyak digunakan oleh para peneliti untuk menghasilkan desain yang berfokus pada kebutuhan pengguna, diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Putri dkk, dalam membuat aplikasi *online course* [7]. Peneliti lain oleh muslih dkk untuk aplikasi android untuk *Curriculum Vitae* mahasiswa [9].

Dengan adanya sistem laporan keuangan berbasis website ini diharapkan akan mempercepat pencatatan

dan pencarian laporan keuangan toko dalam jangka waktu tertentu, dan desain UI/UX yang dirancang akan membuat pengalaman menggunakan *website* ini menjadi lebih mudah.

2 LANDASAN TEORI

2.1. User Interface

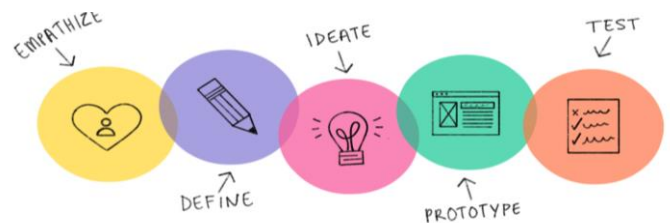
User Interface merupakan cara dari program, yang berkaitan dan berhubungan langsung dengan pengguna. *User Interface* bisa berbentuk simbol maupun warna dalam tampilan desain yang dibuat semenarik mungkin. Sederhananya, UI adalah desain antarmuka yang berpusat pada keindahan tampilan visual suatu produk [10].

2.2. User Experience

User Experience adalah bagaimana seseorang dapat merasakan pengalaman, atau impresi yang baik dari penggunaan suatu produk, sistem atau layanan [11].

2.3 Design Thinking

Design Thinking merupakan metode pendekatan desain yang berpusat pada manusia (*human centered*) untuk menyelesaikan masalah dan menghadirkan inovasi baru. Metode ini memiliki beberapa tahapan mulai dari pengumpulan informasi mengenai pengguna, berdasarkan informasi tersebut dibuat mengenai apa yang dibutuhkan pengguna, membuat solusi-solusi kreatif, membangun representasi dari solusi-solusi yang ditawarkan, dan menguji hasil representasi yang telah dibangun sehingga mendapatkan *feedback*. *Design thinking* memiliki lima tahap yaitu *Empathize*, *Define*, *Ideate*, *Prototype*, dan *Testing* [12].



Gambar 1 Diagram tahapan dalam metode *design thinking*

Pada gambar 1, Tahapan *Design Thinking* diantaranya :

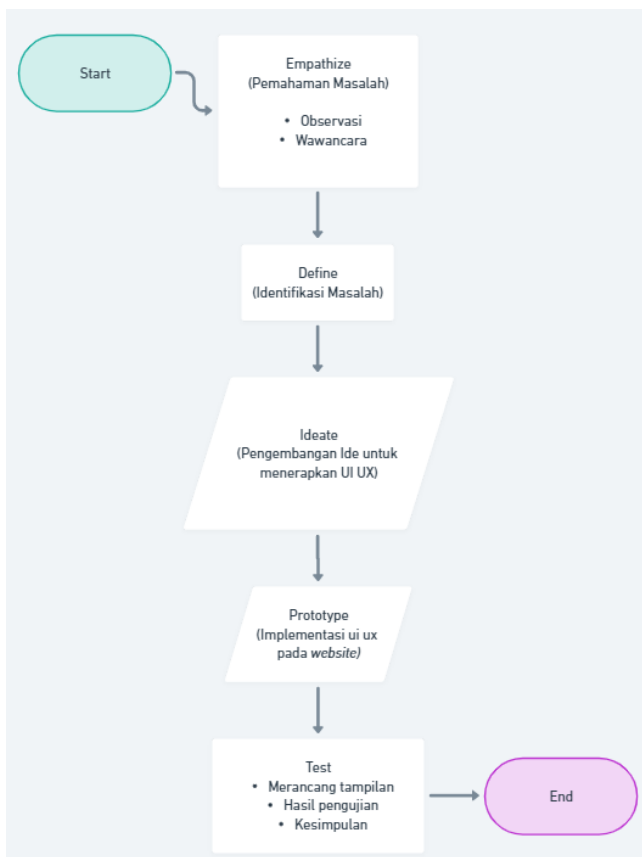
1. *Empathize* : merupakan proses dalam *Design Thinking* dengan melakukan penelitian untuk mengetahui apa yang dilakukan, dikatakan, dipikirkan, dan dirasakan oleh pengguna.
2. *Define* : merupakan proses menentukan permasalahan pengguna dengan memanfaatkan hasil penelitian dan observasi pada tahap *empathize*.

3. *Ideate* : merupakan proses *brainstorming* ide untuk menangani kebutuhan pengguna yang belum terpenuhi berdasarkan hasil identifikasi pada tahap *define*.
4. *Prototype* : merupakan proses yang bertujuan untuk memahami komponen mana yang berhasil, dan mana yang tidak. *Prototype* dibuat dengan berbagai ketelitian dan efisiensi desain yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.
5. *Test* : Tahap ini dilakukan dengan melakukan pengujian *prototype* dengan pengguna nyata untuk mendapatkan umpan balik dan memverifikasi apakah tujuan perancangan telah tercapai.

3 METODE PERANCANGAN

Dalam penelitian ini, metode *design thinking* digunakan untuk merancang *User Interface* (UI) dan *User Experience* (UX).

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2 :



Gambar 2 Diagram tahapan dalam metode *design thinking*

Langkah-langkah dalam penelitian ini dimulai dari tahapan *Empathize* sampai dengan tahapan *Testing*, dijelaskan di bawah ini:

1. *Empathize* : Tahap *empathize* ini bertujuan untuk observasi dan wawancara yang dilakukan dengan calon pengguna untuk

mendapatkan pemahaman tentang fokus penelitian mengenai kasus kesalahan pencatatan dalam pengelolaan keuangan yang masih dilakukan secara manual.

2. *Define* : Berdasarkan proses *define*, masalah utama yang ditemukan dari hasil proses empati adalah kekurangan sistem informasi yang dapat mengatur laporan pencatatan transaksi keuangan. Maka didapat solusi untuk masalah ini adalah sistem aplikasi *website* yang dirancang khusus untuk target pengguna dan mampu memenuhi kebutuhan pengelolaan keuangan toko melalui teknologi internet.
3. *Ideate* : Dari tahap definisi sebelumnya, lanjut kepada mengembangkan konsep desain yang akan diimplementasikan untuk tampilan UI/UX.
4. *Prototype* : Tahapan ini adalah proses penerapan konsep *design* tadi untuk tampilan UI/UX di *website*. Tahapan ini melibatkan pengguna yaitu pemilik dari toko.
5. *Test* : Pada langkah terakhir dari pendekatan *design thinking* ini, penulis melakukan pengujian produk yang telah dibuat. Uji coba ini dilakukan dengan menggunakan prototipe digital kepada pengguna.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Empathize* (Memahami Kebutuhan Pengguna)

Dari Identifikasi masalah pada tahap *empathize* dengan mewawancarai dan mengobservasi permasalahan yang dialami pengguna berupa pencatatan transaksi keuangan dan keinginan pengguna. Berikut Gambar 3 dan Tabel 1 Data Hasil observasi dan wawancara :

a) Hasil Observasi

Dari hasil observasi yang dilakukan dalam rangka untuk merancang desain UI/UX pada *website* yang dibuat, didapatkan data pencatatan transaksi.



Gambar 3 Dokumen Pencatatan Transaksi Keuangan

Gambar 3 menunjukkan data transaksi antara pengguna dengan pembeli. Data ini sebagai dasar untuk membuat desain yang tepat agar pengguna bisa mendapatkan pengalaman yang sama ketika pencatatan masih konvensional dengan pencatatan secara *website*.

b) Hasil Wawancara

Tabel 1 Hasil Wawancara

No	Hasil Identifikasi Masalah
1	Pemilik toko masih menggunakan pencatatan manual.
2	Pemilik toko bingung mengatasi keterlambatan dan ketidakakuratan pencatatan keuangan.
3	Kesulitan melacak rincian dan riwayat transaksi toko.
4	Proses manual bergantung pada pemilik maupun staf sehingga menghambat fleksibilitas.
5	Rentan terjadi kerusakan atau kehilangan data informasi keuangan toko yang penting.
No	Keinginan Pemilik Toko
1	Ingin sistem yang otomatis untuk menghindari kesalahan pencatatan
2	Ingin pencatatan keuangan toko tepat waktu dan akurat
3	Pemilik toko ingin sistem yang memudahkan pelacakan detail dan riwayat transaksi, memungkinkan audit transaksi dengan mudah
4	Ingin melindungi data keuangan toko dari kerusakan atau kehilangan

4.2 Define (Analisa Kebutuhan Pengguna)

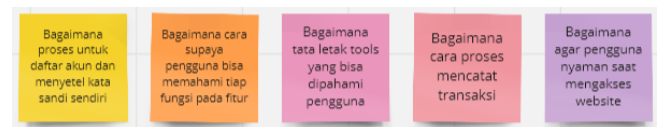
Hasil analisa masalah yang dikumpulkan dari informasi tahap empathize dapat ditarik dan dijelaskan dengan teknik *point of view* berikut :

Tabel 2 Hasil Identifikasi Masalah

Pengguna	Kebutuhan	Pemahaman
----------	-----------	-----------

Pemilik Queen Shop JKT	<p>Pengguna mencari cara untuk meningkatkan efisiensi dalam pencatatan transaksi keuangan mereka.</p> <p>Pengguna ingin mengurangi risiko kesalahan manusia dalam pencatatan keuangan.</p> <p>Pengguna menginginkan akses cepat dan <i>real-time</i> ke data keuangan mereka.</p> <p>Pengguna mencari cara untuk mempermudah proses pelaporan keuangan.</p>	<p>Pengguna menyadari bahwa sistem pencatatan transaksi keuangan manual memakan banyak waktu dan berpotensi rentan terhadap kesalahan, dan mereka mempertimbangkan untuk beralih ke solusi otomatis</p> <p>Pengguna khawatir tentang kerumitan pelatihan yang diperlukan dan biaya yang terkait dengan implementasi sistem otomatis.</p> <p>Pengguna ingin mengambil keputusan berdasarkan data keuangan yang akurat dan <i>real-time</i>, yang mungkin sulit dilakukan dengan pencatatan manual.</p> <p>Pencatatan manual saat ini menghambat produktivitas bisnis pengguna, dan mereka mencari solusi yang dapat membantu meningkatkannya.</p>
------------------------	---	--

Tahap selanjutnya, penulis membuat bagaimana sistem bisa melakukan atas kebutuhan pengguna yang akan dijadikan untuk mengembangkan ide saat mendesain fitur pada *website*. Berikut hasilnya :



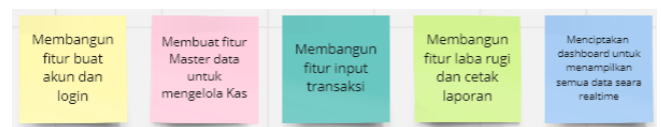
Gambar 4 Pemetaan fitur

Berikut ini adalah hasil pemetaan yang didapat penulis:

- Membangun fitur verifikasi seperti pendaftaran buat akun dan *login*
- Membangun fitur *input* saldo awal
- Membangun fitur *input* transaksi
- Membangun fitur perhitungan laba rugi
- Membangun fitur cetak laporan keuangan

4.3 Ideate (Penyelesaian Kebutuhan Pengguna)

Pada tahap *ideate*, hasil penyelesaian masalah sebagai berikut :



Gambar 5 Brainstorming Idea

4.4 Prototype (Pengimplementasian ide desain)

Berikut ini merupakan hasil pengembangan desain UI/UX *website* sistem informasi keuangan Queen Shop JKT.

Gambar 6 Halaman Registrasi Pengguna

Pada Halaman desain registrasi *website* sistem keuangan, terdapat 4 buah kolom yang harus diisi yaitu terdapat nama toko, email toko, kata sandi dan konfirmasi kata sandi yang wajib diisi. Terdapat juga tombol *browse* untuk mencari logo toko dan tombol Daftar Akun yang jika ditekan, pengguna diarahkan menuju halaman masuk (*login*).

Gambar 7 Halaman Masuk Pengguna

Pada halaman desain masuk *website* sistem keuangan, ada kolom email dan kata sandi yang harus diisi sesuai pada saat mendaftar sebelumnya. Terdapat juga tombol *Login* yang jika ditekan, pengguna diarahkan menuju halaman *dashboard* pengguna.

Gambar 8 Halaman Dashboard Pengguna

Pada Halaman *dashboard* pengguna akan langsung tampil *preview* catatan transaksi dan laporan keuangan. Di Bagian sisi kanan atas tampil data profil diri pengguna dan pada sisi kiri terdapat *sidebar* menu fitur pencatatan transaksi laporan keuangan.

Gambar 9 Halaman Profil Pengguna

Selanjutnya, jika klik ikon *profile*, maka akan diarahkan ke halaman profil yang disini pengguna dapat mengedit data profil dan mengubah kata sandi akun.

Gambar 10 Halaman Dashboard Lihat Data Kas

Saat kembali ke *dashboard* awal, kemudian klik lihat data pada menu kas masuk dan kas keluar maka akan tampil rincian data kas seperti gambar 10.

Gambar 11 Halaman Dashboard Lihat Data Laporan

Kemudian jika klik lihat data pada menu laporan, maka akan tampil pilihan untuk melihat laporan catatan keuangan yang ingin dilihat pengguna.

Gambar 12 Tampilan Menu Master Data

Selanjutnya, Pada bagian *sidebar* menu di *Master Data*, jika diklik maka akan muncul beberapa fitur sub menu seperti Daftar Akun, Saldo Awal, Data Sewa, Kas Masuk dan Kas Keluar.

Kode Akun	1	Pos Akun	Pos Laporan	Saldo Normal	Aksi
1-101	Kas	Aset Lancar	Laporan Posisi Keuangan	Debit	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
1-102	Piutang Jasa	Aset Lancar	Laporan Posisi Keuangan	Debit	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
1-103	Perengkapan	Aset Lancar	Laporan Posisi Keuangan	Debit	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
1-201	Penjualan	Aset Tetap	Laporan Posisi Keuangan	Debit	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
1-202	Akumulasi Penyusutan Perawatan	Aset Tetap	Laporan Posisi Keuangan	Debit	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
1-203	Kendaraan	Aset Tetap	Laporan Posisi Keuangan	Debit	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
1-204	Akumulasi Penyusutan Kendaraan	Aset Tetap	Laporan Posisi Keuangan	Debit	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
2-001	Utang Usaha	Kewajiban	Laporan Posisi Keuangan	Kredit	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

Gambar 13 Halaman Daftar Akun

Di halaman Daftar Akun, pengguna dapat melakukan CRUD yaitu Tambah, Mengembalikan ulang (*Reset*), *Update* dan Menghapus Data Akun yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

Gambar 14 Halaman Saldo Awal

Selanjutnya, pada menu Saldo Awal, pengguna bisa memasukkan saldo awal seperti pada gambar 14.

Gambar 15 Halaman Data Sewa

Pada halaman Data Sewa, pengguna bisa memasukkan Data Sewa yang disesuaikan dengan transaksi yang ada untuk mengisi data nya seperti pada gambar 15.

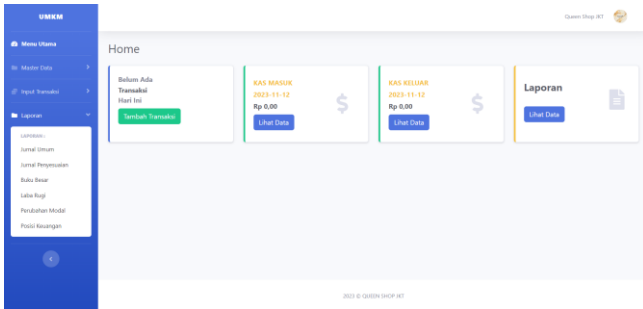
Gambar 16 Halaman Kas Masuk, Kas Keluar dan Input Transaksi

Masuk ke menu selanjutnya yaitu seperti terlihat pada gambar 16. bahwa saat pengguna mengklik sub menu kas masuk, kas keluar pada Menu *Master Data* dan klik *input* transaksi pada Menu Transaksi maka proses penginputan transaksi akan langsung terhubung ke Menu Transaksi.

Gambar 17 Tampilan Menu Transaksi

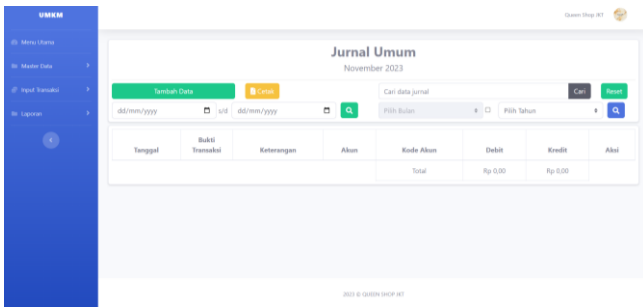
Gambar 18 Halaman Input Penyesuaian

Kemudian, Pada *sidebar* menu selanjutnya yaitu *Input Transaksi*, jika diklik maka akan muncul beberapa fitur sub menu seperti Transaksi dan *input* penyesuaian seperti gambar 18 saat pengguna klik sub menu Transaksi Penyesuaian.

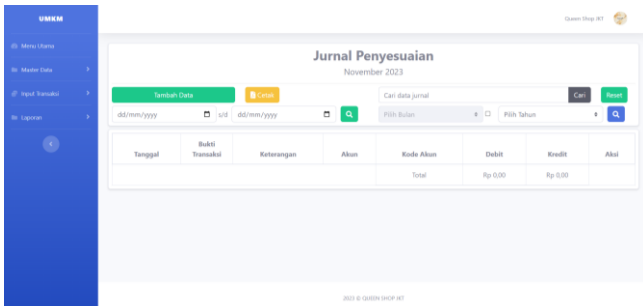


Gambar 19 Tampilan Menu Laporan

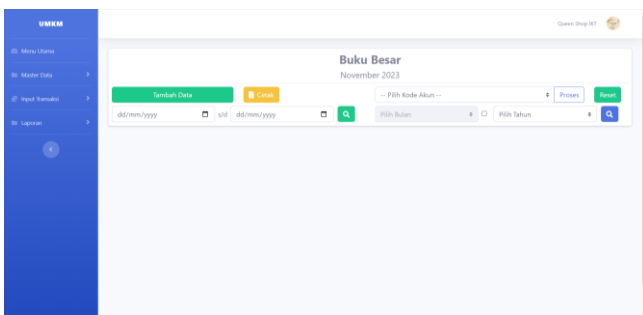
Selanjutnya, sidebar menu berikutnya yaitu Laporan, jika diklik maka akan muncul beberapa fitur sub menu seperti Jurnal Umum, Jurnal Penyesuaian, Buku Besar, Laba Rugi, Perubahan Modal, Posisi Keuangan.



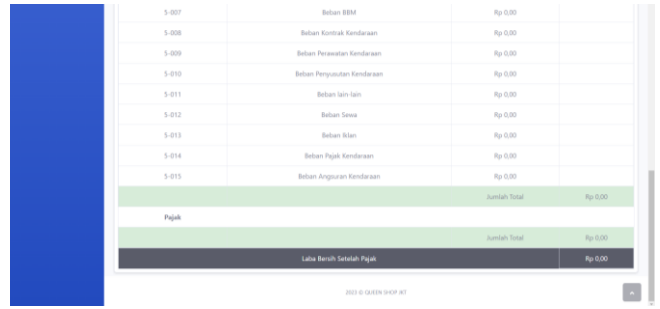
Gambar 20 Halaman Jurnal Umum



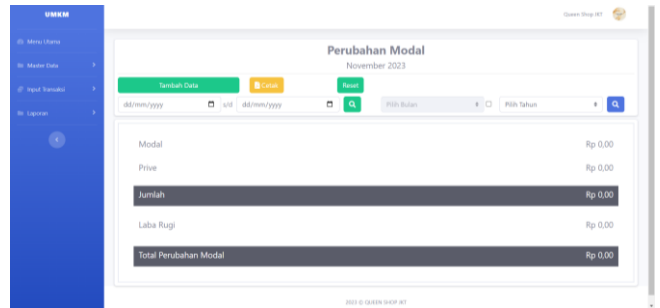
Gambar 21 Halaman Jurnal Penyesuaian



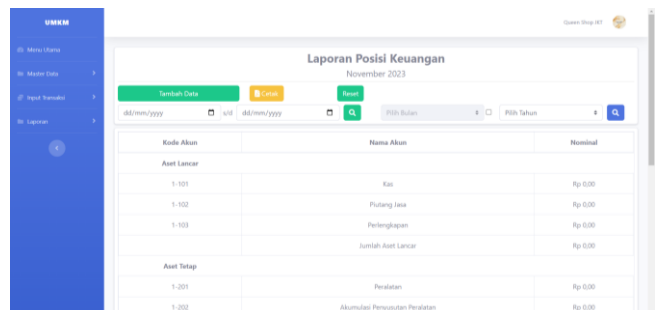
Gambar 22 Halaman Buku Besar



Gambar 23 Halaman Laba Rugi

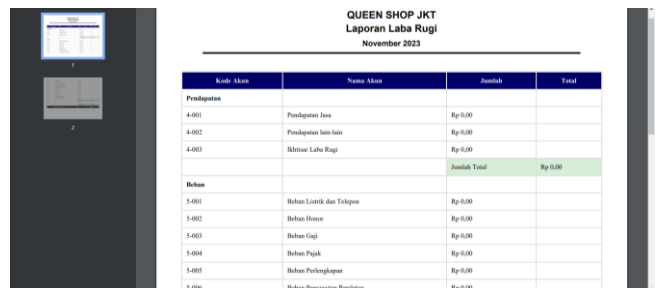


Gambar 24 Halaman Perubahan Modal



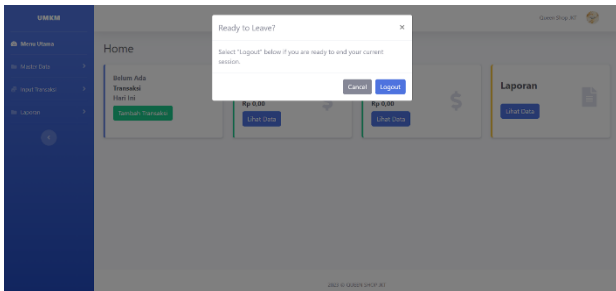
Gambar 25 Halaman Laporan Posisi Keuangan

Masih masuk pada sub menu dari Menu laporan yang terdiri dari gambar 20. Halaman Jurnal Umum, gambar 21. Halaman Jurnal Penyesuaian, gambar 22. Halaman Buku Besar, gambar 23. Halaman Laba Rugi, gambar 24. Halaman Perubahan Modal dan gambar 25. Halaman Posisi Keuangan, yang masing-masing sudah terintegrasi satu sama lain tiap komponen laporannya. Disini pengguna dapat melihat, menambahkan, mencari dan mereset data pada masing-masing komponen dalam Menu Laporan sesuai transaksi yang terjadi.



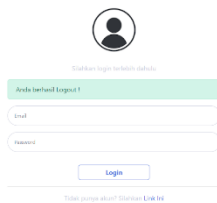
Gambar 26 Halaman Cetak Laporan Laba Rugi

Pada gambar 26. terlihat itu adalah salah satu tampilan halaman saat pengguna klik fitur cetak Laporan Laba Rugi dan pada tiap laporan lainnya juga akan tampil seperti itu disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dan dapat diunduh menjadi dokumen dengan format pdf.



Gambar 27 Notifikasi Logout

Pada saat klik ikon profil di pojok kanan atas maka akan tampil pilihan *profile* dan *logout*. Gambar 27. adalah tampilan notifikasi saat pengguna mengklik pilihan *logout*.



Gambar 28 Halaman Logout

Pada gambar 28. ini adalah tampilan saat pengguna telah *logout* dari sistem *website*.

4.5 *Testing* (Melakukan Uji coba dan tanggapan pengguna)

Pada tahap uji coba ini, hasil prototipe yang telah dibuat diuji dengan *System Usability Scale (SUS)*. Metode pengujian *usability* digunakan untuk mengevaluasi apakah interaksi antara pengguna dan sistem informasi keuangan dapat berjalan dengan baik. *Sistem Usability Scale* memiliki 10 indikator pertanyaan yang diuji dan tidak perlu jumlah sampel yang besar [13]. Dengan membagikan kuesioner ke 7 responden untuk mendapatkan tanggapan seberapa paham menggunakan tampilan prototipe untuk mencatat transaksi keuangan yang berjumlah 10 pertanyaan [14].

Berikut 10 indikator yang dibuat untuk dibagikan kepada 7 responden.

Tabel 3 Indikator *System Usability Scale (SUS)*

Kode	Indikator Pertanyaan	Hasil
T1	Saya akan sering menggunakan Website ini	1-5
T2	Saya merasa Website ini terlalu rumit	1-5
T3	Menurut saya website ini mudah digunakan	1-5
T4	Saya membutuhkan orang lain atau teknisi untuk membantu saya menggunakan website ini	1-5
T5	Menurut saya, fitur-fitur website ini terintegrasi dan berjalan dengan baik	1-5
T6	Saya pikir banyak fitur-fitur website yang tidak serasi	1-5
T7	Kebanyakan orang akan memahami cara menggunakan website ini dengan mudah dan cepat	1-5
T8	Menurut saya website ini tidak praktis	1-5
T9	Saya pikir tidak ada masalah untuk menggunakan website ini.	1-5
T10	Sebelum menggunakan sistem website ini, saya perlu belajar dan membiasakan diri.	1-5

- Keterangan Skala :
- 1 : Sangat Tidak Setuju (STS)
 - 2 : Tidak Setuju (TS)
 - 3 : Ragu-Ragu (RG)
 - 4 : Setuju (S)
 - 5 : Sangat Setuju (SS)

Selanjutnya, rumus yang telah ditetapkan untuk menghitung skor *Sistem Usability Scale (SUS)* digunakan untuk menghitung hasil tanggapan. Rumus ini menghitung skor rata-rata setiap peserta dengan menjumlahkan semua skor tersebut dan membaginya dengan jumlah peserta. Untuk menghitung skor sus, berikut adalah rumusnya:

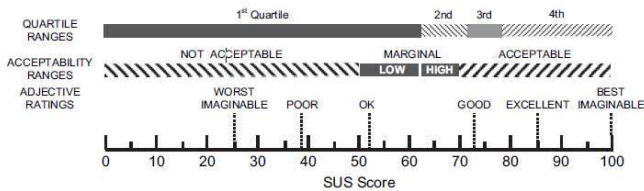
Untuk menghitung skor SUS, ada beberapa aturan.

1. Hasil skor untuk setiap pertanyaan bernomor ganjil harus dikurangi angka 1. [Penilaian pengguna - 1 = skor pertanyaan]
2. Untuk setiap pertanyaan bernomor genap, hasil skornya harus dikurangi angka 5. [5 - Penilaian pengguna = skor pertanyaan.]
3. Kemudian jumlahkan semua hasil skor dari setiap pertanyaan yang diberikan kepada setiap responden, kemudian hasilnya dikalikan dengan angka 2,5. [Skor pertanyaan ke 1] + [Skor pertanyaan ke 2] +... + [Skor pertanyaan ke n] * 2,5 = Total skor responden.
4. Kemudian jumlahkan semua hasil skor dari setiap pengguna yang diberikan pada langkah 1 hingga 3 di atas, kemudian hitung nilai rata-ratanya. [Total skor responden/jumlah peserta] = Hasil Skor SUS

Hasil perhitungan skor SUS sebagai berikut :

Tabel 4 Hasil perhitungan SUS

Skor Hasil Hitung										Total	Nilai (Total x 2.5)
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	37	93
4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	38	95
3	2	3	1	3	3	3	3	3	3	27	68
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
3	3	2	1	3	3	3	3	3	4	28	70
4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	36	90
3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	31	78
Skor Rata-rata (Hasil Akhir Skor SUS)											85



Gambar 29 SUS Score

[6]

Menurut data skor SUS, tes berhasil dan dapat diterima jika *range* skor mencapai 70 dan masuk dalam kategori *GOOD*. Dan dari hasil perhitungan SUS yang sudah diakumulasi dari 7 responden dengan nilai rata-rata skor 85 termasuk ke dalam kategori *EXCELLENT* sehingga bisa disimpulkan Implementasi UI/UX *Design Website* Sistem Informasi Keuangan sudah memenuhi kebutuhan pengguna untuk membantu mencatat keuangannya menjadi lebih efektif dan efisien.

[8]

5 SIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan pada penelitian ini, metode *design thinking* telah berhasil diterapkan pada Implementasi UI/UX *website* Queen Shop JKT.

KEPUSTAKAAN

- [1] J. Pembangunan, P. : Fondasi, D. Aplikasi, M. Ngafifi, S. Negeri, and S. Wonosobo, "Kemajuan Teknologi dan Pola Hidup Manusia ... Muhamad Ngafifi 33 KEMAJUAN TEKNOLOGI DAN POLA HIDUP MANUSIA DALAM PERSPEKTIF SOSIAL BUDAYA." [Online]. Available: <http://www.tempo.co/read/news/2010/12/23>
- [2] K. Raharjo, N. Daliana Dalimunte, N. Adhe Purnomo, M. Zen, T. Novia Rachmi, and N. Sunardi, "PEMANFAATAN FINANCIAL TECHNOLOGY DALAM PENGELOLAAN KEUANGAN PADA UMKM DI WILAYAH DEPOK." [10]
- [3] A. Trimurti, R. Ana, and L. L. Ga, "ANALISIS AKUNTABILITAS DAN TRANSPARANSI" [12]
- [9] PELAPORAN KEUANGAN BUMDES (STUDI KASUS BUMDes INA HUK)."
- A. Saputra and A. S. Puspaningrum, "SISTEM INFORMASI AKUNTANSI HUTANG MENGGUNAKAN MODEL WEB ENGINEERING (STUDI KASUS : HAANHANI GALLERY)," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>
- R. Yusuf, E. Hernawati, and F. Hadiaty, "PENCATATAN SEDERHANA DAN PENYUSUNAN LAPORAN KEUANGAN MANUAL UNTUK KONVEKSI RUMAH RAJUT DUSUN BABAKAN CIANJUR KABUPATEN BANDUNG," 2021.
- R. Faticha, A. Aziza, and Y. T. Hidayat, "ANALISA USABILITY DESAIN USER INTERFACE PADA WEBSITE TOKOPEDIA MENGGUNAKAN METODE HEURISTICS EVALUATION," 2019.
- Y. A. Puteri, D. Aulia, A. Alya, and K. Sari, "IMPLEMENTASI METODE DESIGN THINKING PADA PERANCANGAN USER INTERFACE APLIKASI ONLINE COURSE," vol. 8, no. 2, p. 2022.
- C. Ravelino, Y. Alfa Susetyo, and K. Satya Wacana, "Perancangan UI/UX untuk Aplikasi Bank Jago menggunakan Metode User Centered Design," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 7, no. 1, p. 2023, 2023, doi: 10.35870/jti.
- M. Muslih and N. Destria Arianti, "PERANCANGAN UI/UX DESIGN SMART GENUSIAN MOBILE APP MENGGUNAKAN METODE DESIGN THINKING," 2023.
- R. W. Purwitasari, P. D. Y. Nainggolan, N. Rahmawati, F. D. Adhinata, and N. G. Ramadhan, "Perancangan UI/UX Webinar Booking Terhadap Kepuasan Pengguna Menggunakan Metode Design Thinking," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 8, no. 6, p. 350, Dec. 2021, doi: 10.30865/jurikom.v8i6.3700.
- R. Donaroe Munthe, K. Candra Brata, and L. Fanani, "Analisis User Experience Aplikasi Mobile Facebook (Studi Kasus pada Mahasiswa Universitas Brawijaya)," 2018. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- A. R. Pradana, M. Idris, S. Kom, and M. Kom, "Implentasi User Experince Pada Perancangan

- User Interface Mobile E-learning Dengan Pendekatan Design Thinking (Studi Kasus: Amikom Center).”
- [13] F. Ariani, A. Taufik, A. Arsanti, and U. N. Mandiri, “Application Of Design Thinking Method For Ui And Ux Design In Ngajiyuk Application Penerapan Metode Design Thinking Untuk Perancangan UI/ UX Pada Aplikasi Ngajiyuk,” vol. 6, no. 2, pp. 425–440, 2022, doi: 10.52362/jisicom.v6i2.940.
- [14] M. Alvian Kosim, S. Restu Aji, and M. Darwis, “PENGUJIAN USABILITY APLIKASI PEDULILINDUNGI DENGAN METODE SYSTEM USABILITY SCALE (SUS) 1),” *Jurnal Sistem Informasi dan Sains Teknologi*, vol. 4, no. 2, 2022.

Analisis Dampak Cloud Computing terhadap Keamanan Sistem dan Data

Razman Rifany¹⁾, Mario Dwi Prakoso²⁾, Pandu Dwi Laksono³⁾

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka Jl. Tanah Merdeka No.6, Pasar Rebo, Jakarta Timur Telp:021-8778.2739

Website: <https://ft.uhamka.ac.id/>, E-mail: Razmanrifany@uhamka.ac.id, Pandu.lembang99@gmail.com, mariodwiprakoso@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada dampak cloud computing. Metodologi penelitian yang dilakukan ini yaitu dengan Literatur secara sistematis, studi kasus, analisis data dan kajian teoritis dengan tujuan untuk mengumpulkan data yang mendukung dalam penelitian dan mencari referensi penelitian yang sama untuk memaksimalkan dalam penelitian, serta strategi mitigasi dan pengelolaan risiko yang digunakan. Hasil menunjukkan bahwa dampak penggunaan cloud computing pada keamanan sistem dan integritas data dapat diukur secara konkrit melalui pengujian sumber daya cloud. Penggunaan metode analisis komprehensif membuka wawasan terhadap kelemahan keamanan yang mungkin muncul selama adopsi cloud computing. Penelitian mengidentifikasi tantangan utama, seperti akses tidak sah dan kebocoran data, yang dihadapi oleh pengguna cloud. Hasil survei dan pengujian sumber daya cloud menegaskan perlunya pengembangan kebijakan keamanan yang terfokus, dengan implementasi praktik terbaik sebagai landasan. Langkah pengamanan data yang diberikan adalah dengan melakukan metode autentikasi, metode enkripsi, dan memilih layanan cloud yang dapat di percaya.

Keyword: Komputasi awan, awan, Sistem Keamanan, Keamanan Awan, AWS

Abstract

This research focuses on the impact of cloud computing. The research methodology involves systematic literature review, case studies, data analysis, and theoretical examination to collect supportive data and references, aiming to maximize research efficiency. The study also incorporates mitigation strategies and risk management approaches. The findings indicate that the impact of cloud computing on system security and data integrity can be tangibly measured through cloud resource testing. Utilizing comprehensive analytical methods sheds light on security vulnerabilities that may arise during cloud computing adoption. The research identifies key challenges faced by cloud users, such as unauthorized access and data leakage. Survey outcomes and cloud resource testing reinforce the necessity for focused security policy development, emphasizing the implementation of best practices. Data security measures recommended include authentication methods, encryption techniques, and selecting trustworthy cloud services. These security steps serve as safeguards to enhance data protection within the cloud environment.

Kata Kunci: Cloud Computing, Cloud, Scurity System, Scurity Cloud, AWS

1. PENDAHULUAN

Revolusi teknologi informasi telah membawa perubahan paradigma dalam cara menyimpan, memproses, dan mengakses data. Di tengah pergeseran ini, konsep Cloud Computing telah menjadi pilar utama yang mengubah cara perusahaan dan individu memanfaatkan teknologi.

Cloud Computing merupakan sebuah model untuk kenyamanan, akses jaringan on-demand untuk menyatukan pengaturan konfigurasi sumber daya komputasi seperti, jaringan, server, media penyimpanan, aplikasi, dan layanan yang dapat dengan cepat ditetapkan dan dirilis dengan usaha manajemen yang minimal atau interaksi dengan penyedia layanan [4].

Cloud computing tidak hanya menawarkan fleksibilitas dan skalabilitas yang luar biasa, tetapi juga memberikan perhatian kritis terhadap keamanan sistem dan data. Perusahaan dan organisasi di seluruh dunia terus berpindah dari infrastruktur lokal ke solusi cloud untuk keunggulan kompetitif dan efisiensi operasional. Namun, sambil mengadopsi teknologi cloud yang inovatif ini, perhatian terhadap kerentanan keamanan juga tumbuh. Tetapi, meskipun Cloud Computing menawarkan kemudahan yang luar biasa, ada satu masalah krusial yang muncul yakni Security Issue. Sifat terbuka dari Cloud Computing, di mana semua orang dapat mengaksesnya, bersamaan dengan sifat internet yang juga terbuka, membuka potensi celah keamanan yang dapat dimanfaatkan oleh pihak yang

tidak memiliki niat baik. Beberapa orang menggunakan internet untuk tujuan menyerang dan merusak jaringan, yang dapat mengakibatkan penurunan performa atau bahkan lumpuhnya jaringan tersebut [1].

Dalam makalah ini akan melakukan analisis menyeluruh terkait dampak yang yang dihadirkan oleh Cloud Computing terhadap keamanan sistem dan data. Melalui pemahaman yang mendalam, kita akan mengeksplorasi implikasi positif dan negatif dari migrasi ke lingkungan cloud, mengidentifikasi ancaman keamanan yang mungkin timbul, serta mengevaluasi strategi dan solusi untuk melindungi sistem dan data dalam lingkungan yang terhubung secara global ini.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Analisis

Analisis merupakan proses sistematis untuk merumuskan dan mengorganisir data, menemukan pola, makna, dan implikasi dari informasi yang dikumpulkan. Menurut Rabbani, F. (2008).

2.2 Pengertian Cloud Computing

Cloud computing merujuk pada penggunaan sumber daya komputasi (seperti server, penyimpanan data, basis data, jaringan, perangkat lunak, dan lainnya) yang disediakan melalui internet. Hal ini memungkinkan akses cepat, fleksibilitas, dan penyediaan layanan IT secara on-demand tanpa memerlukan pengelolaan langsung terhadap infrastruktur fisik oleh pengguna. Model ini

- I. Review literature: Melakukan pencarian jurnal yang terkait dengan keamanan penggunaan cloud computing di berbagai platform seperti Google Scholar. Dilakukan tinjauan secara sistematis dan deskriptif terhadap literatur, mencakup temuan penelitian, teori, dan konsep yang relevan.
- II. Studi Kasus: Menemukan contoh-contoh terkait keamanan dalam penggunaan cloud computing untuk penyimpanan data dalam lingkup universitas, organisasi, atau institusi. Tujuannya adalah untuk memberikan gambaran tentang celah-celah keamanan yang mungkin muncul dalam penggunaan cloud computing.
- III. Analisis Data: Menghimpun data dari berbagai sumber seperti buku dan jurnal untuk memahami implementasi keamanan Cloud Computing.
- IV. Kajian Teoritis: Melakukan analisis teoritis untuk mendukung pemahaman tentang penerapan keamanan Cloud Computing [3].

Berikut tentang tinjauan literatur yang dilakukan dalam membuat makalah ini.

menawarkan berbagai layanan seperti IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service), dan SaaS (Software as a Service). Menurut Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A. & Zaharia, M. (2010).

2.3 Pengertian Keamanan Sistem Cloud

Cloud computing: implementation, management, and security. CRC Press. Keamanan sistem di cloud merujuk pada serangkaian praktik, kebijakan, teknologi, dan prosedur yang dirancang untuk melindungi data, infrastruktur, dan layanan yang disimpan, diproses, dan diakses dalam lingkungan cloud. Ini mencakup perlindungan terhadap akses tidak sah, enkripsi data, pengelolaan identitas, deteksi ancaman, pemantauan keamanan, dan kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku. Menurut Rittinghouse, J. W., & Ransome, J. F. (2016).

2.4 Pengertian Data

Data adalah sumber daya penting di organisasi yang perlu dikelola seperti mengelola aset penting dalam bisnis lainnya. Saat ini, perusahaan tidak dapat bertahan hidup atau berhasil tanpa data yang berkualitas mengenai operasi internal dan lingkungan eksternal mereka. Data memiliki dasar – dasar konsep data James O'Brien (2013).

3. METODE PENELITIAN

No	Penulis	Tahun	Topik
1	Yuli Fauziah	2014	Tinjauan Keamanan Sistem Pada Teknologi Cloud Computing
2	Mohamed Almorsy, John Grundy, Ingo Müller	2016	An Analysis of the Cloud Computing Security Problem
3	Mohammad Fachry, Ari Kusyanti dan Kasyaful Amron	2018	Pengamanan Data pada Media Penyimpanan Cloud Menggunakan Teknik Enkripsi dan Secret Sharing

4	Ihsan Taofik, Irawan Afrianto	2023	Analisis Keamanan dan Perlindungan Data pada Komputasi awan dalam ruang lingkup pendidikan
5	Munirul Ula	2019	Analisis Metode Pengamanan Data Pada Layanan Cloud Computing
6	Issac Odun Ayo, Sanjay Misca dan Olasupo Ajayi	2018	Cloud computing security: Issues and developments
7	Mulyana, Irawan Afrianto	2023	Tinjauan Literatur: Analisis Keamanan Sistem Pada Komputasi Awan
8	Nedrick Chandra, Ferry	2023	Cloud Computing ANALISIS ANCAMAN KEAMANAN DATA DALAM CLOUD COMPUTING
9	Satriya, Pratama	2023	PEMANFAATAN TEKNOLOGI SISTEM KOMPUTASI AWAN DALAM PERLINDUNGAN DATA PRIBADI DI INDONESIA
10	Adi Nugroho, Techn Khabib Mustofa	2012	IMPLEMENTASI KOMPUTASI AWAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GOOGLE APP ENGINE(GAE) DAN AMAZON WEB

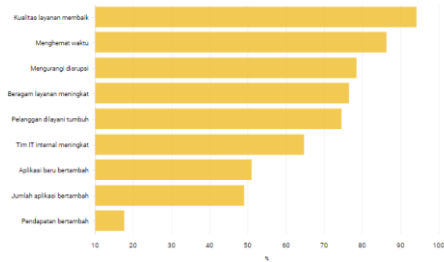
			SERVICES(AWS)
--	--	--	---------------

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari berbagai penelitian yang telah ditemukan, Cloud computing adalah gabungan pemanfaatan teknologi computer dan pengembangan berbasis cloud storage [7]. Pada cloud computing data informasi tersimpan pada suatu server yang tidak perlu diketahui keberadaannya oleh pengguna, pengguna cukup menikmati fasilitas yang disediakan oleh provider cloud tersebut [7]. Keamanan adalah suatu yang harus di perhatikan dengan teliti terutama keamanan dalam menggunakan cloud computing yang mana layanan tersebut dapat digunakan oleh banyak orang tanpa adanya kriteria sehingga hal tersebut harus menjadi suatu perhatian bahwasannya yang mengakses cloud memiliki tujuan masing-masing yang tidak menutup kemungkinan ada tujuan yang kurang baik [3].

Google dan Amazon telah menjadi pelopor dalam konsep komputasi awan, diikuti oleh Salesforce. Kemudian, perusahaan besar seperti Microsoft, yang menghadirkan Microsoft Azure, turut serta dalam pengembangan ini. Inti dari komputasi awan adalah pusat pemrosesan dan penyimpanan data yang dapat berlokasi di mana saja di dunia ini, memanfaatkan berbagai jenis perangkat mulai dari komputer besar (mainframe), komputer mini, hingga komputer pribadi (PC-Personal Computer). Teknologi pemrosesan yang memungkinkan interaksi antara beragam jenis komputer ini, termasuk sistem operasi dan platform yang berbeda, dikenal sebagai teknologi layanan web (Web Services) dan teknologi lain yang mendukung interoperabilitas antarsistem. [10].

Meskipun memiliki berbagai manfaat, cloud computing juga memiliki sejumlah permasalahan yang perlu diperhatikan. Salah satu permasalahan utamanya adalah dalam hal keamanan [6]. Komputasi awan juga membawa risiko tertentu, seperti ketidakjelasan pengguna terhadap lokasi fisik data mereka karena bergantung pada penyedia layanan, kesulitan dalam mengatasi bencana karena ketergantungan pada penyedia layanan untuk pemulihan data, dan potensi masalah jika penyedia layanan mengalami kebangkrutan [9].



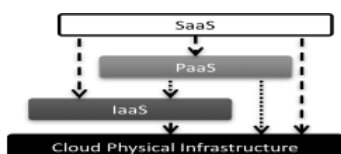
GAMBAR 1. DAMPAK POSITIF MENGGUNAKAN LAYANAN CLOUD (SUMBER DATABOOKS.GO.ID)

Terlihat pada gambar di atas, 94,1 % respon menjawab bahwa cloud memiliki dampak yang baik dalam kualitas layanan termasuk dalam menyimpan data. Dan dalam tabel 76,5 % beragam layanan meningkat juga ikut termasuk dalam layanan penyimpanan data.

A. LAYANAN CLOUD COMPUTING

Layanan cloud utama disediakan menjadi 3 bagian, diantaranya:

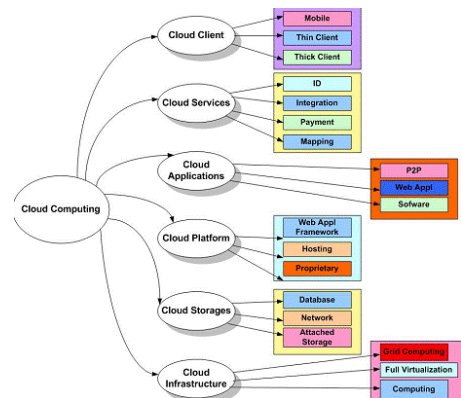
- 1) IaaS (Infrastructure as a Service), di mana penyedia cloud menyediakan sumber daya komputasi, penyimpanan, dan jaringan sebagai layanan berbasis internet. Model layanan ini didasarkan pada teknologi virtualisasi. Amazon EC2 adalah penyedia IaaS yang paling dikenal [2].
- 2) PaaS (Platform as a Service), di mana penyedia cloud menyediakan platform, alat, dan layanan bisnis lainnya yang memungkinkan pelanggan untuk mengembangkan, mendeploy, dan mengelola aplikasi mereka sendiri, tanpa menginstal platform atau alat dukungan ini di mesin lokal mereka. Model PaaS dapat dihosting di atas model IaaS atau langsung di atas infrastruktur cloud. Google Apps dan Microsoft Windows Azure adalah PaaS yang paling dikenal [2].
- 3) Layanan Software as a Service (SaaS) memungkinkan konsumen untuk menjalankan aplikasi menggunakan infrastruktur cloud computing yang telah tersedia. [2].



GAMBAR 2. Cloud Service Delivery Models

Tren terkini mengarah pada penyediaan layanan yang beragam secara terdistribusi dan paralel secara jarak jauh, yang dapat diakses melalui berbagai perangkat. Teknologi ini tercermin dari berbagai metode yang digunakan, mulai dari proses informasi yang dipercayakan kepada pihak luar hingga penggunaan pusat data eksternal (Balboni, 2009). Cloud Computing adalah model yang mendorong konsep layanan yang dikenal sebagai "Semua sebagai Layanan" (XaaS). [1].

GAMBAR 3. Struktur cloud computing



B. KARAKTERISTIK CLOUD COMPUTING DAN IMPLIKASI KEAMANAN

Untuk efisiensi, penyedia cloud perlu optimalkan sumber daya dengan biaya rendah. Penggunaannya harus sesuai kebutuhan, bisa ditingkatkan atau dikurangi sesuai permintaan aktual. Model komputasi awan hadir dengan multitenancy dan elastisitas, menguntungkan kedua belah pihak. Namun, kedua fitur ini berdampak serius pada keamanan cloud. Multitenancy berarti berbagi sumber daya dengan penyewa lain, dengan beberapa cara, seperti pada gambar 2. Pada cara pertama, setiap penyewa punya instansi khusus dengan penyesuaian sendiri. Pada cara kedua, setiap penyewa menggunakan instansi khusus, namun semua instansi tersebut [2].

C. JENIS PENGAMANAN UNTUK CLOUD COMPUTING.

1) User Autentication

Salah satu cara menghindari pencurian akun di cloud computing adalah melalui otentikasi pengguna. Pengguna harus melewati beberapa tahap autentikasi seperti menggunakan username, password, dan single sign-on [4].

- a. Username dan password adalah cara yang umum digunakan untuk

mengotentikasi pengguna di cloud computing. Dalam metode ini, pengguna memasukkan kredensialnya yang harus cocok dengan yang disimpan di database penyedia layanan. Namun, username dan password rentan terhadap pembajakan, oleh itu perlu menjaga keamanannya. Beberapa cara meningkatkan keamanan termasuk tidak membagikan kredensial dengan orang lain, menggunakan kombinasi huruf, angka, dan simbol yang kompleks, serta menjaga kerahasiaannya.

- b. Single sign-on Selain username dan password, penyedia layanan cloud computing juga dapat menggunakan metode single sign-on. Dengan metode ini, penyedia mempercayakan identitas pengguna kepada pihak ketiga yang disebut penyedia identitas. Sehingga pengguna yang akan menggunakan



aplikasi cloud computing terlebih dahulu diarahkan ke penyedia identitas, jika penyedia identitas dapat memberikan otentikasi, maka pelanggan akan diberikan izin untuk masuk ke aplikasi cloud computing.

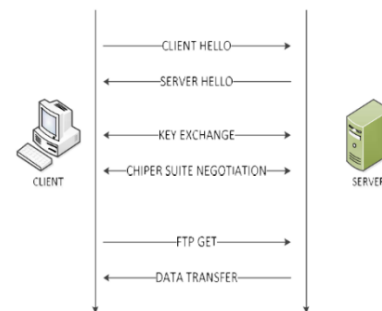
GAMBAR 4. USER AUTENTICATION

2) Enkripsi Data

Selain melindungi keamanan data pengguna, perlu juga meningkatkan keamanan data yang dikirim ke sistem cloud computing. Meskipun aplikasi cloud dilindungi oleh sistem otentikasi dari serangan, perlu diwaspadai bahwa data yang dikirimkan melalui Internet bisa direbut oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Oleh karena itu, penting untuk mengenkripsi data yang dikirim agar tidak dapat diakses oleh pihak yang tidak berwenang. Enkripsi data bisa dilakukan baik di sisi pengguna maupun di sisi server. Terdapat beberapa metode enkripsi yang umum, seperti AES, DES, 3DES, dan RSA. [4].

3) SSL (Secure Socket Layer)

Setelah melindungi data dengan enkripsi, langkah berikutnya untuk meningkatkan keamanannya adalah dengan mengamankan jalur komunikasi data. Dalam konteks jaringan komputer, komunikasi data berjalan melalui lapisan TCP/IP. Untuk menjaga keamanannya, penggunaan SSL (Secure Socket Layer) dapat diterapkan untuk mengamankan jalur ini. SSL beroperasi dalam 3 fase: pertama, server dan client berinteraksi untuk menetapkan sistem enkripsi yang akan digunakan; kedua, terjadi pertukaran kunci data enkripsi dengan menggunakan kunci publik; terakhir, pesan dikirim dengan menggunakan kunci enkripsi yang telah ditetapkan sebelumnya.



GAMBAR 5. MEKANISME SSL

4) Kontrol Akses di cloud computing

Kontrol akses adalah kunci keamanan data di Cloud Computing, memastikan hanya pengguna yang sah yang dapat mengakses data di cloud. Berbagai metode seperti Intrusion Detection System, firewall, dan manajemen privilege dapat diterapkan pada berbagai lapisan jaringan dan cloud. Firewall dapat difungsikan untuk menyaring konten yang melewati jaringan cloud, disesuaikan dengan kebijakan keamanan yang ditetapkan oleh pengguna [5].

D. LAYANAN PENYEDIA CLOUD REKOMENDASI

Keamanan data dalam basis data adalah krusial dan sangat penting bagi organisasi mengingat volume besar data yang tersimpan didalamnya [8]. Sistem rekomendasi menjadi esensial karna sebelumnya ada kekurangan dalam sistem basis konten [8].

1) AMAZON WEB SERVICE (AWS)

AWS Menawarkan berbagai layanan seperti AWS Identity and access management (IAM) untuk mengelola akses pengguna. Mereka memiliki layanan enkripsi yang kuat seperti AWS Key Management Service (KMS) untuk mengamankan data Anda saat istirahat maupun perpindahannya. AWS menawarkan alat monitoring dan deteksi ancaman seperti AWS Guard Duty yang memungkinkan deteksi serangan dan aktivitas mencurigakan di lingkungan cloud.

2) MICROSOFT AZURE

Azure memiliki layanan keamanan yang kuat, seperti Azure Active Directory untuk manajemen identitas dan akses pengguna.

Mereka menawarkan layanan enkripsi data yang kuat seperti Azure Key Vault dan fungsi-fungsi keamanan terintegrasi dalam layanan cloud mereka. Azure Security Center menyediakan pemantauan keamanan dan pelaporan, serta membantu dalam menemukan kelemahan yang mungkin dieksploitasi.

3) GOOGLE CLOUD PLATFORM (GCP)

GCP memiliki layanan keamanan seperti Google Cloud IAM yang memungkinkan pengelolaan akses dan identitas. Layanan enkripsi GCP seperti Google Cloud KMS memberikan kontrol atas kunci enkripsi Anda. GCP juga memiliki layanan monitoring keamanan seperti Google Cloud Security Command Center untuk melacak dan menganalisis keamanan lingkungan cloud Anda.

Ketiga penyedia cloud ini menawarkan alat keamanan kuat untuk melindungi data dan sistem di cloud. Mereka memiliki lapisan keamanan solid mulai dari manajemen akses hingga enkripsi data, pemantauan keamanan, dan deteksi ancaman. Namun, pilihlah layanan yang sesuai dengan kebutuhan bisnis Anda dan pastikan implementasinya

sesuai dengan persyaratan keamanan perusahaan Anda.

5. SIMPULAN

Pentingnya keamanan dalam sistem cloud computing tak bisa diabaikan karena risiko kebocoran data, akses yang tidak sah, dan potensi serangan siber. Layanan cloud harus memenuhi standar keamanan industri dengan menerapkan enkripsi data dan autentikasi pengguna yang kuat. Selain itu, penyedia layanan cloud juga harus memiliki praktik keamanan yang kokoh dan sistem pemantauan untuk mendeteksi aktivitas yang mencurigakan.

Hasil penelitian menyoroti dampak positif dan negatif migrasi ke lingkungan cloud, mengidentifikasi ancaman keamanan potensial, serta mengevaluasi strategi perlindungan sistem dan data secara global. Meskipun adopsi cloud computing memungkinkan fleksibilitas dan efisiensi, kekhawatiran akan keamanan menjadi fokus utama. Ancaman seperti akses tidak sah dan kebocoran data harus ditangani dengan langkah-langkah pengamanan seperti autentikasi pengguna dan enkripsi data.

Penyedia layanan cloud besar seperti AWS, Azure, dan GCP menyediakan alat keamanan yang kuat, termasuk manajemen akses, enkripsi data, pemantauan keamanan, dan deteksi ancaman. Namun, penting untuk memilih layanan yang sesuai dengan kebutuhan bisnis dan memastikan implementasinya sesuai dengan persyaratan keamanan yang diperlukan.

Makalah ini memberikan pemahaman mendalam tentang kompleksitas keamanan dalam cloud computing, menyoroti pentingnya strategi keamanan yang terfokus serta solusi terbaik untuk melindungi data dan sistem di lingkungan komputasi awan yang terus berkembang.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Yuli Fauziah, 2014, "Tinjauan Keamanan Sistem Pada Teknologi Cloud Computing".
- [2]. Mohamed Almorsy, John Grundy, Ingo Müller, 2016, "An Analysis of the Cloud Computing Security Problem".
- [3]. Mohammad Fachry, Ari Kusyanti dan Kasyaful Amron, 2018, "Pengamanan Data pada Media Penyimpanan Cloud Menggunakan Teknik Enkripsi dan Secret Sharing".
- [4]. Ihsan Taofik, Irawan Afrianto, 2023, "Analisis Keamanan dan Perlindungan Data pada Komputasi awan dalam ruang lingkup pendidikan".

- [5]. Munirul Ula, 2019, “*Analisis Metode Pengamanan Data Pada Layanan Cloud Computing*”.
- [6]. Issac Odun Ayo, Sanjay Misca dan Olasupo Ajayi, 2018, “*Cloud computing security: Issues and developments*”.
- [7]. Mulyana, Irawan Afrianto, 2023, “*Tinjauan Literatur: Analisis Keamanan Sistem Pada Komputasi Awan*”.
- [8]. Nedrick Chandra, Ferry, 2023, “*Cloud Computing ANALISIS ANCAMAN KEAMANAN DATA DALAM CLOUD COMPUTING*”.
- [9]. Satriya, Pratama, 2023, “*PEMANFAATAN TEKNOLOGI SISTEM KOMPUTASI AWAN DALAM PERLINDUNGAN DATA PRIBADI DI INDONESIA*”.
- [10]. Adi Nugroho, Techn Khabib Mustofa, 2012, “*IMPLEMENTASI KOMPUTASI AWAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GOOGLE APP ENGINE(GAE) DAN AMAZON WEB SERVICES(AWS)*”.

Customer Retention Program Framework pada Rancang Bangun Sistem Manajemen Hubungan Pelanggan

Achmad Chusni Mubarak¹⁾, Intan Dzikria²⁾

¹⁾Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45 Surabaya

²⁾Sistem dan Teknologi Informasi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45 Surabaya
E-mail: ¹⁾chusni@surel.untag-sby.ac.id, ²⁾intandzikria@untag-sby.ac.id

Abstrak

Jasa servis komputer kini banyak dicari ketika perangkat komputer atau laptop mengalami kerusakan. Tetapi masalah timbul ketika pelanggan harus mencari dan mendatangi jasa servis langsung di toko untuk melakukan servis atau dengan melakukan panggilan telpon atau whatsapp. Selain itu jasa servis mengandalkan promosi melalui sosial media atau hanya mengandalkan kepuasan pelanggan dari mulut ke mulut. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah sistem manajemen hubungan pelanggan pada jasa perbaikan komputer berbasis web yang optimal dan juga efisien dengan berbasiskan framework customer retention program (CRP). CRP merupakan bagian dari manajemen hubungan pelanggan yang berfokus pada berbagai fitur yang dapat membuat pelanggan datang kembali. Analisis kebutuhan dilakukan dengan menemukan kebutuhan fungsional yang diturunkan menjadi berbagai diagram perancangan sebagai dasar pembangunan sistem. Penelitian ini melakukan pengujian blackbox yang menunjukkan ketercapaian kebutuhan pengguna terhadap CRP framework yang dibangun dengan hasil 85% fungsional telah lolos uji kebutuhan.

Keyword : Retensi, CRM, Perbaikan Komputer

Abstract

Computer service services are now widely sought after when a computer or laptop device is damaged. But problems arise when customers have to look for and go to a service provider directly at the shop to carry out service or by making a telephone call or WhatsApp. Apart from that, service services rely on promotions through social media or only rely on customer satisfaction through word of mouth. This research aims to design a customer relationship management system for web-based computer repair services that is optimal and efficient based on the customer retention program (CRP) framework. CRP is a part of customer relationship management that focuses on various features that can keep customers coming back. Requirements analysis is carried out by finding functional requirements which are reduced to various design diagrams as the basis for system development. This research carried out black box testing which showed that user needs were met for the CRP framework that was built with the result that 85% of the functionality had passed the requirements test..

Kata kunci: Retention, CRM, Computer, Repair

1. Pendahuluan

Perbaikan atau *service* adalah usaha untuk mengembalikan kondisi dan fungsi dari suatu benda atau alat yang rusak akibat pemakaian alat tersebut pada kondisi semula [1]. Komputer didefinisikan sebagai seperangkat alat elektronik yang menggabungkan komponen satu dengan yang lainnya sehingga menghasilkan informasi yang sebelumnya telah diolah terlebih dahulu [2]. Jasa servis komputer kini banyak dicari ketika perangkat komputer mengalami kerusakan atau tidak bekerja secara semestinya. Bisnis jasa servis komputer masih banyak menggunakan metode *direct selling* atau penjualan jasa langsung. Proses cek status perbaikan perangkat juga masih dengan cara menghubungi pihak toko langsung baik melakukan telepon maupun pesan instan. Masalah ini akan membuat jangkauan terhadap customer menjadi kurang luas, di sisi lain metode *direct selling* akan mempengaruhi jumlah customer dan waktu dimana customer harus mendatangi menanyakan berkonsultasi di tempat.

Maka dari itu, untuk mempermudah proses servis perlu ada nya sebuah sistem yang dapat di gunakan untuk *booking service* serta layanan antar jemput di area yang sudah di tentukan. Sistem cek status perbaikan juga perlu di buat sehingga pelanggan lebih mudah untuk melihat proses servis. selain itu kebanyakan jasa servis menggandakan promosi melalui sosial media atau hanya menggandakan kepuasan pelanggan dari mulut ke mulut. Hal ini juga akan berpengaruh terhadap efisisensi, sasaran dan juga pendapatan dari jasa servis tersebut. sehingga diperlukan sistem layanan jasa servis berbasis web untuk menjangkau customer di area yang lebih luas.

Penggunaan *Customer Relationship Management* (CRM) seringkali digunakan untuk sistem informasi yang terintegrasi. akan tetapi software aplikasi CRM yang tersedia lebih menitik beratkan pada penjualan, kemudian untuk aplikasi perangkat lunak yang berfokus pada sistem jasa servis masih sangat jarang. Maka penelitian ini akan befokus pada mengembangkan sebuah sistem untuk membantu perusahaan meningkatkan nilai di mata pelanggan, mengoptimalkan transaksi servis, data pelanggan dari perusahaan,

Untuk mempermudah perusahaan menyimpan dan mencari data pelanggan dalam bentuk digital sehingga dapat di pergunakan untuk keperluan pengelolaan informasi dan promosi dengan menerapkan *Customer Retention Program* (CRP). CRP merupakan sebuah program hubungan antara perusahaan atau produsen dengan pelanggan agar pelanggan terus membeli produk secara berulang dan juga bersifat jangka Panjang. Tujuan penelitian ini

adalah membangun sebuah sistem manajemen hubungan pelanggan pada jasa perbaikan komputer berbasis web yang optimal dan juga efisien dengan berbasiskan kerangka CRP. Sehingga nantinya dapat mempermudah Pemilik perusahaan dalam memantau dan menjalankan proses bisnis, mempermudah teknisi saat menambah, dan juga mencari history servis yang sudah selesai maupun yang masih dalam tahap perbaikan. mempermudah bagian penjualan dalam melakukan pemasaran dan penjualan produk, mengoptimalkan sistem pelayanan jasa servis komputer dengan menggunakan sistem yang terkomputerisasi, Mempermudah menejemen dan juga laporan baik laporan servis laporan produk bulanan untuk teknisi dan juga bagian penjualan. Di sisi customer tujuan sistem di buat untuk mempermudah pengecekan unit yang sedang di service. Untuk mengetahui estimasi biaya service yang akan di keluarkan saat melakukan service.

2. Landasan Teori

2.1. Customer Retention Program

Customer Retention Program (CRP) merupakan sebuah program hubungan antara perusahaan atau produsen dengan pelanggan agar sehingga pelanggan terus membeli produk secara berulang dan juga bersifat jangka panjang [3]. Tujuan CRP adalah untuk memberikan tingkat kepuasan pada pelanggan yang lebih tinggi di dibandingkan dengan perusahaan lain yang serupa [4]. CRP juga dapat di artikan sebuah program unuk mempertahankan pelanggan agar pelanggan terus loyal memilih produk dan jasa yang perusahaan tawarkan. Secara umum kerangka program pada CRP terdapat 5 bagian antara lain *Customer Service, Frequency/Loyalty Program, Customization, Rewards Program Dan Community Building* [4]. Menurut [4] *customer service* atau layanan pelanggan di bagi menjadi 2 yaitu (1) layanan reaktif dimana pelanggan bertanya ke *customer service* dan harus ditanggapi dengan baik dalam menangani situasi tersebut dengan menyediakan saluran layanan pelanggan melalui telpon email atau pesan instan, dan (2) layanan proaktif dimana perusahaan secara mandiri membangun komunikasi dengan pelanggan tentang tentang perilaku lain yang dapat memicu solusi reaktif.

Perusahaan juga dapat menerapkan program loyalitas dimana pelanggan di berikan hadiah secara langsung baik berupa produk maupun potongan harga agar pelanggan dapat menjadi pelanggan berulang. Untuk mempertahankan pelanggan perusahaan juga dapat mengembangkan kustomisasi produk dan jasa dimana produk dan jasa servis disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan dan dan selera pelanggan [4].[4] menerangkan bahwa *rewards* juga mempengaruhi

terhadap retensi pembelian barang pelanggan. Ketika pelanggan baru di berikan hadiah saat pembelian pertama, maka akan menjadikan kesan tersendiri di hati para pelanggan. [4] juga menjelaskan bahwa memiliki wadah atau tempat untuk sekedar berbagi tips, promo-promo produk dan jasa servis pada perusahaan juga akan memberikan pelanggan mempunyai pengalaman belanja yang lebih baik dan enggan beralih ke perusahaan atau tempat lain.

Penerapan CRP dapat mempengaruhi tingkat retensi pembelian baik produk maupun jasa pada sebuah perusahaan dan juga meningkatkan intensitas dan kunjungan pelanggan dalam berbelanja dan menggunakan jasa servis pada perusahaan.

2.2. Customer Relationship Management

CRM merupakan suatu strategi bisnis menggunakan bantuan teknologi untuk mengelola hubungan dengan pelanggan, yang melibatkan pengumpulan, analisis, dan penggunaan informasi pelanggan untuk mengoptimalkan pengalaman pelanggan dan memperkuat hubungan dengan pelanggan.

Ada 3 paparan mengapa CRM sangat penting untuk dilakukan mengacu pada Kalakota dan Robinson (1999.p113) yaitu Menambah jumlah pelanggan baru (*Acquire*), Memberikan nilai tambah bagi pelanggan yang telah dimiliki oleh perusahaan (*enhance*), dan Mempertahankan para pelanggan potensial (*retain*). Dari titik pandang arsitektur, kerangka CRM secara keseluruhan dapat diklasifikasikan ke dalam tiga komponen utama yaitu *Operational CRM*, *Analytical CRM*, *Collaborative CRM* dalam [5] Tujuan dari diterapkannya CRM pada perusahaan khususnya sistem jasa servis ini adalah untuk memberikan layanan terbaik pada pelanggan dengan memanfaatkan teknologi informasi yang telah dibuat, menciptakan dan membangun kepastian pelanggan sehingga mendapatkan profit dan revenue yang lebih banyak, ketika perusahaan telah melakukan identifikasi menarik dan mempertahankan pelanggan terbaiknya [6].

3. Metode Penelitian

3.1. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini antara lain, wawancara yaitu melakukan wawancara langsung terhadap HRD selaku pemilik perusahaan untuk mendapatkan detil dari sistem yang berjalan, serta sistem baru yang diinginkan. Jenis wawancara yang di buat di bawah mengacu pada wawancara semi terstruktur dimana pertanyaan telah di siapkan tetapi urutan dari pertanyaan bersifat fleksibel tergantung dari jawaban atau respon dan arah pembicaraan.

Penelitian ini juga melakukan studi literatur untuk mendapatkan teori teori yang mendasari masalah dan bidang yang akan diteliti [7], mengumpulkan literatur serta referensi yang berkaitan dengan penelitian ini, seperti CRM, CRP *Framework* melalui berbagai sumber ilmiah. Observasi dilakukan peneliti untuk mengamati proses bisnis dari berbagai aspek yang berkaitan dengan penelitian di sebuah jasa servis. Observasi dilakukan untuk mengumpulkan data atau informasi sebagai acuan untuk merancang dan menganalisis kebutuhan sistem [8].

3.2. Pengembangan Perangkat Lunak

Metode *iterative* digunakan pada penelitian ini yang merupakan pengembangan sistem yang melakukan iterasi pada setiap tahap nya, saat satu tahap iterasi telah selesai dilakukan maka akan dilakukan evaluasi. Hasil evaluasi akan dijadikan bahan untuk pengembangan di tahap iterasi selanjutnya, hal ini yang di sebut *incremental*. *Iterative* model di pilih karena dengan model pengembangan perangkat lunak ini program dapat dipecah ke bagian yang lebih kecil sehingga memudahkan untuk tahap implementasi pengkodean, selain itu jika pada sistem masih ada kesalahan dapat di perbaiki sebelum masuk ke proses yang lebih jauh. Visualisasi data ini dapat berdampak pada kemudahan proses pengambilan keputusan di dalam perusahaan [9]. Hal ini sesuai dengan pendapat [10] Model iteratif, persyaratan tidak diselesaikan dan proses iteratif dimulai dengan sejumlah kecil persyaratan, Setiap iterasi mengembangkan versi kecil produk dan diulangi hingga versi final.

Penelitian ini menggunakan Bahasa pemrograman PHP dipilih karena mudah di pelajari, ringkas, dan praktis dari segi konfigurasi dan penginstalan, saat mendapatkan pembaruan tidak membutuhkan kompilasi ulang pada *source code*, kemudian itu untuk text editor di gunakan aplikasi tambahan yaitu *visual studio code* dengan menggunakan *framework Laravel*. *Web server* yang dipilih menggunakan *xampp*.

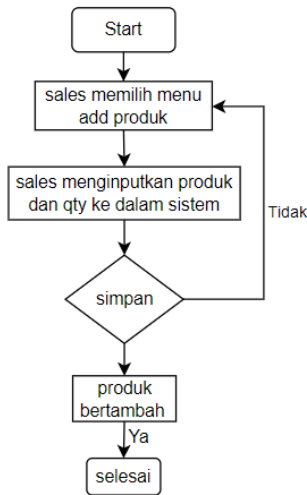
4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Diagram Alir Proses Bisnis

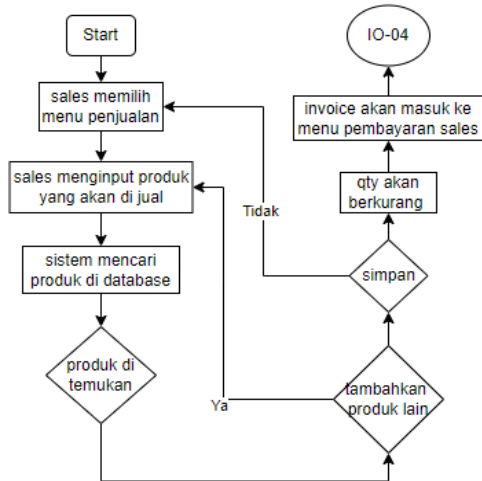
Penelitian ini membuat diagram alir untuk memahami lebih jauh mengenai proses bisnis (CRP). Gambar 1 menunjukkan diagram alir penambahan produk yang dilakukan oleh sales untuk dilakukan proses penjualan jasa dengan aliran yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Di dalam (CRP), proses *booking* dan servis diawali dengan pembuatan akun untuk melakukan input terhadap kerusakan ataupun keluhan yang dialami

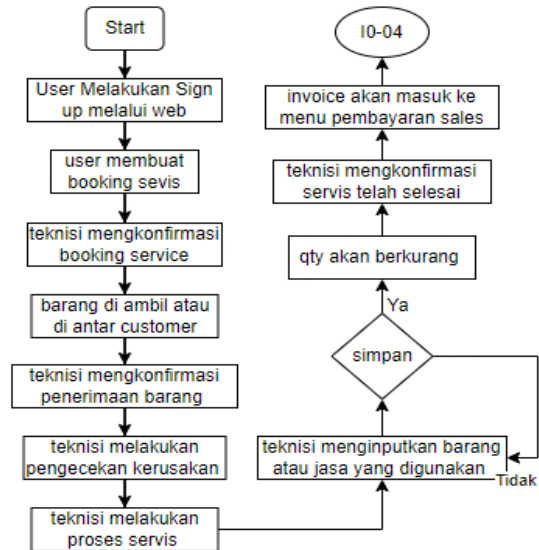
pada perangkat komputer yang dimiliki. Sehingga nantinya dapat dilakukan proses *booking* untuk datang ke lokasi servis. Gambar 3 menunjukkan diagram alir proses *booking*. Termasuk didalamnya adalah berbagai fitur yang mendukung (CRP) seperti *loyalty program*. Proses pembayaran dilakukan setelah perbaikan selesai dikonfirmasi oleh teknisi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Setiap pemesanan jasa yang dilakukan, *customer* mendapatkan poin yang dapat di tukarkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



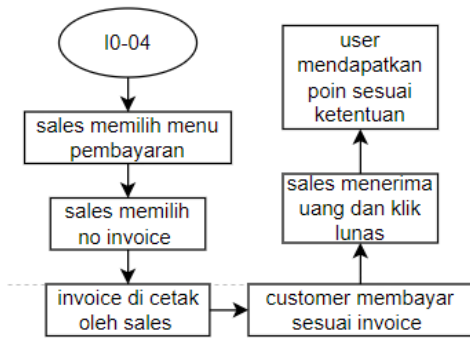
Gambar 1 Flowchart tambah produk



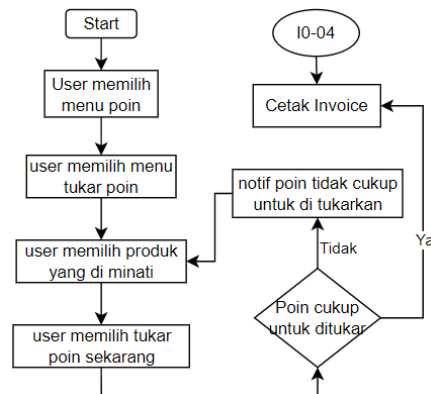
Gambar 2 Flowchart Proses penjualan



Gambar 3 Flowchart Booking dan Service



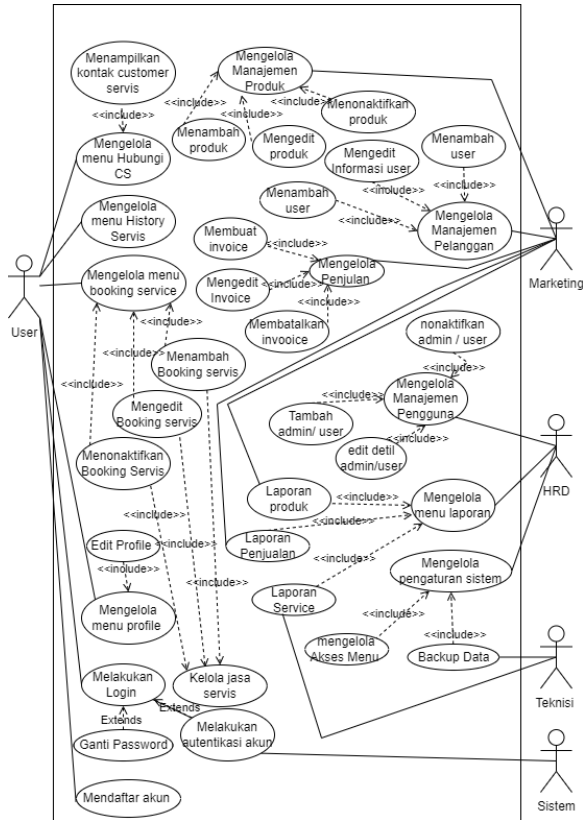
Gambar 4 Flowchart pembayaran



Gambar 5 Flowchart tukar point

4.2 Skenario Kasus Penggunaan

Skenario kasus penggunaan atau biasa disebut dengan diagram kasus digunakan untuk menggambarkan kebutuhan kebutuhan yang bersifat fungsional yang sudah ditetapkan ditahapan sebelumnya. Berikut adalah diagram use case pada sistem jasa servis komputer berdasarkan interaksi actor kepada sistem



Gambar 6 Usecase sistem sistem jasa servis

```
Schema::create('users', function (Blueprint $table) {
    $table->id();
    $table->string('name');
    $table->string('email')->unique();
    $table->timestamp('email_verified_at')->nullable();
    $table->integer('diskon_id')->nullable();
    $table->string('no_telp')->nullable();
    $table->string('alamat')->nullable();
    $table->string('password');
    $table->string('role')->default('Pelanggan');
    $table->rememberToken();
    $table->timestamps();
});
```

Gambar 8 Implementasi tabel user pada sistem

Tabel Produk merupakan tabel yang termasuk kedalam role sales , pada tabel ini setiap produk yang dimasukkan oleh sales maka akan tersimpan pada tabel ini seperti pada gambar 9. dan pada gambar 10 merupakan implementasi tabel produk pada sistem.

Gambar 9 tabel produk pada database

```
Schema::create('table_produk_layanan', function (Blueprint $table) {
    $table->id();
    $table->string('jenis')->default('produk');
    $table->string('nama');
    $table->string('harga')->nullable();
    $table->text('diskripsi')->nullable();
    $table->string('foto')->nullable();
    $table->integer('parent_produk')->nullable();
    $table->timestamps();
});
```

Gambar 10 implementasi tabel produk pada sistem

4.3 Implementasi Data

Bagian ini merupakan tabel Pengguna, pada tabel ini terdapat 2 role yaitu role admin dimana akun sudah dibuat melalui sistem , yang kedua adalah role yang dibuat untuk menyimpan data pelanggan yang mendaftar melalui sistem yang dibuat.seperti gambar 7 , kemudian pada gambar 8 merupakan implementasi tabel user pada sistem.

Gambar 7 Implementasi tabel user pada Database

Tabel Booking Servis merupakan tabel yang termasuk kedalam role Customer atau pelanggan , pada tabel ini setiap booking servis yang dimasukkan oleh customer maka akan tersimpan pada tabel ini seperti pada gambar 11. kemudian pada gambar 12 merupakan implementasi tabel booking servis pada sistem.

Gambar 11 Tabel booking servis pada database

```
Schema::create('table_booking_servis', function (Blueprint $table) {
    $table->id();
    $table->unsignedBigInteger('user_id');
    $table->string('judul')->nullable();
    $table->text('diskripsi');
    $table->string('list_produklayanannya')->nullable();
    $table->string('total_biaya')->nullable();
    $table->datetime('tgl_servis');
    $table->string('status');
    $table->datetime('tgl_selesai')->nullable();
    $table->string('diskon_id')->nullable();
    $table->string('poin_id')->nullable();
    $table->timestamps();
    $table->index('user_id');
});
```

Gambar 12 Implementasi tabel booking servis pada sistem

Tabel Diskon merupakan tabel yang termasuk kedalam role customer Marketing / Sales , pada tabel ini sales dapat membuat kode diskon dan berapa persentasi nilai diskon seperti pada gambar 13 kemudian pada gambar 14 merupakan implementasi tabel *user* pada sistem.

Gambar 13 Tabel diskon pada database

```
Schema::create('table_diskon', function (Blueprint $table) {
    $table->id();
    $table->string('judul');
    $table->string('nilai');
    $table->string('kupon')->nullable();
    $table->datetime('akhir_diskon');
    $table->timestamps();
});
```

Gambar 14 Implementasi tabel diskon servis pada sistem

Tabel Point merupakan tabel yang termasuk kedalam role customer atau pelanggan , pada tabel ini setiap kali customer selesai melakukan servis maka akan mendapatkan point sesuai dengan ketentuan yang dimasukkan secara otomatis oleh sistem gambar 15 kemudian pada gambar 16 merupakan implementasi tabel point pada sistem.

Gambar 15 Tabel point pada database

```
Schema::create('table_poin', function (Blueprint $table) {
    $table->id();
    $table->unsignedBigInteger('user_id');
    $table->string('judul')->nullable();
    $table->string('total')->nullable();
    $table->string('nilai');
    $table->datetime('akhir_poin')->nullable();
    $table->index('user_id');
    $table->timestamps();
});
```

Gambar 16 Implementasi Tabel point pada sistem

Tabel blog merupakan tabel yang termasuk kedalam role sales, pada tabel ini setiap postingan blog yang dibuat oleh sales akan tersimpan ke dalam tabel ini dapat dilihat pada gambar 17 dihalaman berikutnya, gambar 18 dihalaman berikutnya merupakan implementasi tabel *blog* pada sistem.

Gambar 17 Tabel Blog pada database

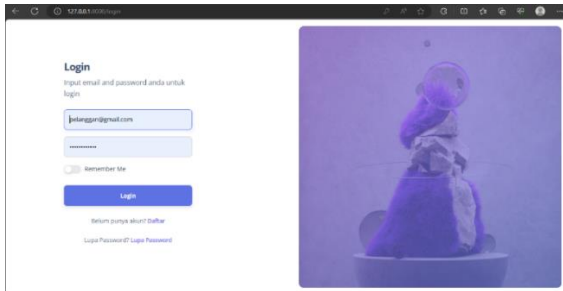
```
Schema::create('table_blog', function (Blueprint $table) {
    $table->id();
    $table->string('judul')->nullable();
    $table->text('isi')->nullable();
    $table->string('foto')->nullable();
    $table->string('kupon')->nullable();
    $table->integer('diskon_id')->nullable();

    $table->datetime('tgl_selesai')->nullable();
    $table->boolean('aktif')->default(true);
    $table->timestamps();
});
```

Gambar 18 Implementasi tabel blog pada sistem

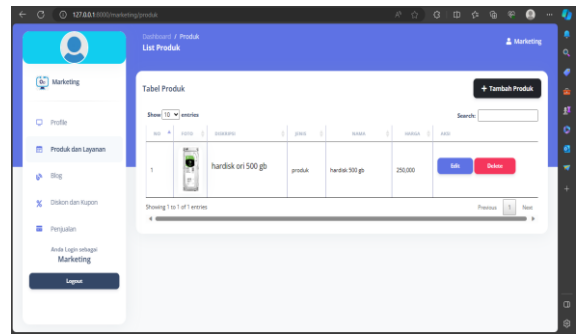
4.4 Desain Antarmuka

Untuk dapat menggunakan sistem sepenuhnya maka pelanggan diwajibkan untuk mendaftar terlebih dahulu jika belum memiliki akun pada sistem, tetapi jika pelanggan sudah mempunyai akun maka pilih menu login untuk memasukkan *username* dan *password* seperti gambar 19. Dibagian customer terdapat menu *booking service* dan *history service*. Pada menu *booking service* pelanggan dapat menambahkan *booking service* lihat gambar 20, kemudian setelah membuat *booking service* customer dapat melihat apakah *booking* sudah masuk dan berhasil di buat seperti gambar 21 . Gambar 22 merupakan menu untuk melihat jumlah point dan menukar jumlah point customer ketika selesai melakukan servis.

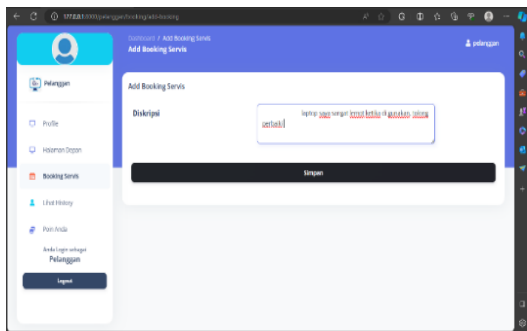


Gambar 19 Login User dan Admin

yang berhubungan dengan promosi barang sales, terdapat juga menu penjualan pada menu ini bagian penjualan dapat membuat faktur penjualan mengedit atau menonaktifkan faktur penjualan.

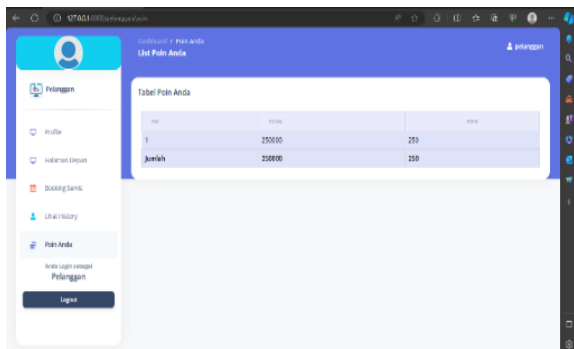


Gambar 23 User Interface add produk

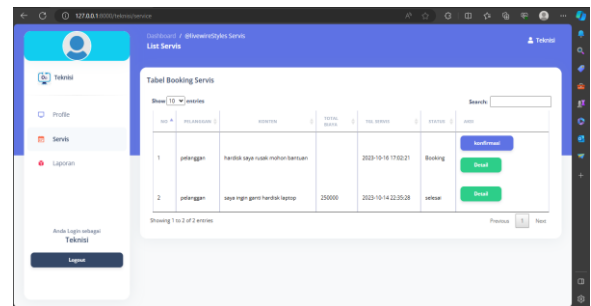


Gambar 20 User Interface Proses Booking Service

Gambar 24 merupakan antarmuka pengguna dari teknisi, pada teknisi terdapat menu service yang berisi data booking, proses servis semua pelanggan. Pada menu ini teknisi dapat menerima atau menolak booking, mengkonfirmasi terima barang, melakukan proses cek barang dengan memilih tombol, memproses barang servis dalam hal ini termasuk estimasi selesai dan barang apa saja yang akan di tambahkan Ketika melakukan servis pada komputer pelanggan.

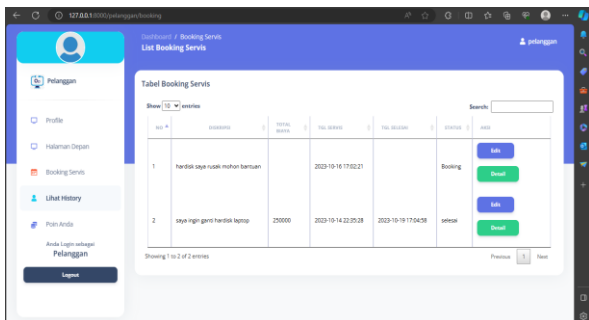


Gambar 21 User Interface History Service



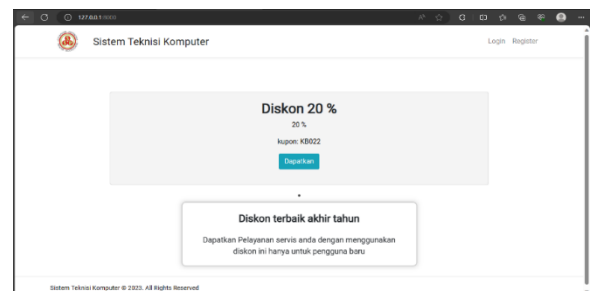
Gambar 12 User Interface Proses servis

Gambar 13 merupakan antarmuka pengguna pelanggan dimana pada menu ini pelanggan dapat melihat berbagai macam promo dan potongan harga yang bisa di ambil secara langsung setelah melakukan login.



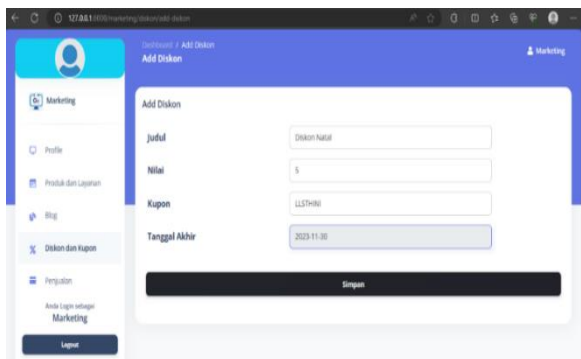
Gambar 22 User Interface point customer

Gambar 23 merupakan antarmuka pengguna, tambah produk pada bagian penjualan, selain menambah produk bagian penjualan juga dapat mengedit atau menghapus produk, pada menu lain sales terdapat menu *blog* yang berfungsi untuk membuat blog yang berisikan tips dan trik atau hal hal



Gambar 13 *User Interface Coupon diskon dan blog pada pelanggan*

Gambar 14 bagian penjualan dapat membuat dan menambah promo kupon, menambahkan tanggal mulai dan tanggal kadaluarsa, memasukkan kode promo untuk kupon.



Gambar 14 *User Interface Add Coupon diskon dan pada bagian penjualan*

Gambar 15 merupakan penerapan antarmuka pengguna teknisi yaitu laporan servis, setiap servisian yang masuk dan telah selesai maka akan masuk secara otomatis ke dalam laporan teknisi.



Gambar 15 *User Interface laporan teknisi*

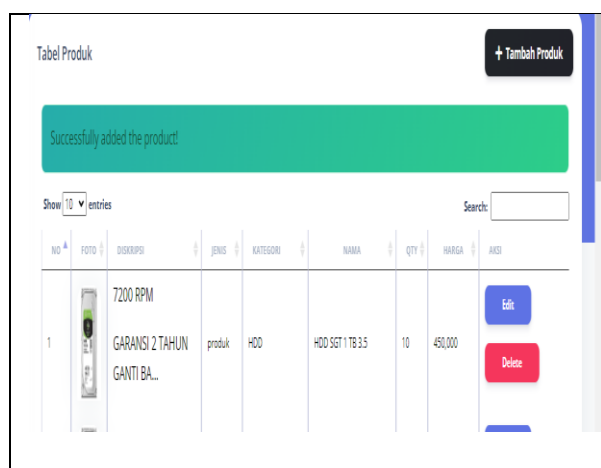
4.5 Pengujian

Penelitian ini melakukan pengujian *blackbox* yang bertujuan untuk memastikan sistem yang dibangun telah sesuai dengan kebutuhan fungsional yang dianalisis pada tahap awal pengembangan sistem. Berdasarkan sampling pengujian menggunakan skenario, didapatkan bahwa 85% kebutuhan fungsional telah terpenuhi dan lolos uji kebutuhan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang diterapkan telah mendukung 85% kebutuhan fungsional.

5. Hasil Pengujian

Test ID	KFT-03
---------	---------------

Tujuan Test	Add Produk			
Aktor	marketing,			
Kondisi Awal	Menambah produk baru			
Data Input	Prosedur Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil yang diperoleh	Kesimpulan
add produk baru oleh marketing				
nama produk kosong selain nama produk di isi	mengisi kolom add produk	notif jika ada kolom yang masih kosong	notif muncul add produk gagal	Berhasil
Tujuan Test	Add Produk			
Aktor	marketing,			
Kondisi Awal	Menambah produk baru			
Data Input	Prosedur Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil yang diperoleh	Kesimpulan
add produk baru oleh marketing				
nama judul HDD 1TB 3.5 selain nama produk di isi juga	mengisi kolom add produk	Add produk berhasil	produk baru terbuat	Berhasil



Berdasarkan hasil pengujian black box yang telah dilakukan pada sistem di atas didapatkan 8 pengujian menunjukkan keberhasilan sistem sebesar 100%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa meskipun hasil pengujian tidak mencapai 100%, tetapi tingkat keberhasilan yang tinggi dapat menunjukkan jika sebagian besar *test case* telah dapat diatasi dengan baik oleh sistem. Kemudian pada uji case 4.77 merupakan case awal Ketika belum di lakukan booking servis oleh pelanggan dan di lakukan servis oleh teknisi, kemudian pada case ini point dapat berubah, dari case ini juga dapat di simpulkan bahwa untuk mendapat point maka semua tahapan proses baik booking dan juga servis telah di lalui sehingga point dapat bertambah.

6. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan kerangka CRP pada Manajemen Hubungan Pelanggan. Terdapat 5 framework antara lain

1. *Customer Service*

Pada bagian *customer service* diimplementasikan dan digunakan untuk menampilkan halaman kontak baik telpon dan Whatsapp selain itu juga menampilkan alamat dan juga peta sehingga pelanggan dapat langsung terhubung melalui kontak yang tersedia atau mengunjungi langsung perusahaan dengan mengikuti maps yang telah di sediakan oleh Perusahaan

2. *Frequency/Loyalty Program*

Penerapan pada kerangka ini berbentuk point yang didapatkan customer setelah melakukan servis sesuai dengan ketentuan yang berlaku di perusahaan.

3. *Customization*

Penerapan *customization* berupa kustom produk yang dapat disesuaikan oleh pelanggan baik dari segi harga dan merk

4. *Rewards Program*

Reward program pada sistem diwujudkan pada bonus yang didapatkan pelanggan baru ketika pertama mendaftar, akan mendapatkan potongan harga sesuai ketentuan yang sudah dibuat .

5. *Community Building*

Penerapan pada *Community Building* ini terwujud pada halaman *blog* yang dapat digunakan bagian penjualan untuk membuat postingan baik promo tips tentang teknologi informasi dan teknologi serta pengumuman.

Hasil penelitian ini berkontribusi secara akademis pada salah satu penerapan CRP pada sistem manajemen hubungan pelanggan berbasis web. Secara praktis, penelitian ini dapat dijadikan salah satu rujukan Pembangunan sistem manajemen hubungan pelanggan bagi Perusahaan yang bergerak di bidang jasa servis.

KEPUSTAKAAN

- [1] F. E. Ardian and T. A. Cahyanto, "Sistem Informasi Jasa Service Barang Elektronik Berbasis Web," 2018.
- [2] F. Kurnia, "Pengertian komputer, sejarah komputer, komponen komputer," *Wordpress*, pp. 1–12, 2011, [Online]. Available: <https://fetybyansec.wordpress.com/2011/06/17/pengertian-komputer-sejarah-komputerkomponen-komputerlengkapterbaruada-disini/>
- [3] Vibrian, "Pengaruh Kualitas Pelayanan, Penanganan Keluhan, Hambatan Berpindah Dan Atmosfer Kenyamanan Terhadap Retensi Konsumen (Studi Kasus Konsumen Pada Lapangan Sepak Bola Akademi Persija Pulomas)," pp. 9–41, 2022, [Online]. Available: http://repository.stei.ac.id/8296/3/BAB_2_Vibrian.pdf
- [4] R. S. Winner, "A Framework for Customer Relationship Management," 2001, vol. 43, no. 4. doi: <https://doi.org/10.2307/41166102>.
- [5] F. Buttle, *Customer Relationship Management Concepts and Technologies*. 2000.
- [6] H. Taherdoost, "Customer Relationship Management," *EAI/Springer Innovations in Communication and Computing*, 2023.

<http://muwafikcenter.lecture.ub.ac.id/2014/05/customer-relationship-management-crm/>
(accessed Jun. 11, 2023).

- [7] Purwono, “Studi Kepustakaan,” *Universitas gajah mada*. pp. 66–72, 2008.
- [8] C. M. J. Wando and I. Dzikria, “Delivery Route Estimation on a Web-Based Restaurant Delivery System Using Greedy Algorithm,” *J. Inf. Technol. Cyber Secur.*, vol. 1, no. 1, pp. 31–40, 2023, doi: 10.30996/jitcs.7611.
- [9] R. S. Afifah, F. al A. Mufied, and M. Hardiyanti, “Pengembangan Aplikasi Roll Bagi Customer Berbasis Website Menggunakan Metode Iterative Dan Incremental Development Of Roll Applications For Website- Based Customers Using Itrative And Incremental Methods,” vol. 9, no. 2, pp. 650–655, 2022.
- [10] Shylesh s, “A study of software development life cycle process models,” *SSRN Electron. J.*, pp. 1–7, 2017.

Analisis Kebutuhan Sistem Informasi Untuk Menunjang Kegiatan Pencatatan Sipil

Widhi gunawan, Mahfudz ahnan alfaruq, & Echa parhamda

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah
Prof.Dr.HAMKA Telp: +6281312460798, Fax: (021) 87782739 , Mobile: +62089508846709,
Website: ft.uhamka.ac.id, E-mail: ft@uhamka.ac.id

Abstrak

Hingga saat ini, proses pengajuan dan perpanjangan Kartu Tanda Penduduk (KTP) masih terlibat dalam prosedur birokrasi yang membutuhkan waktu cukup lama. Selain itu, permohonan Kartu Tanda Penduduk (KTP) masih menggunakan formulir kertas yang berpotensi hilang atau rusak. Pada saat pendaftaran pembuatan Kartu Tanda Penduduk (KTP) di Kantor Disdukcapil, seringkali terjadi antrian panjang yang dimanfaatkan oleh pihak Kantor Kecamatan yang tidak bertanggung jawab, melakukan pungutan liar dengan alasan untuk mempercepat proses pembuatan Kartu Tanda Penduduk (KTP) atau Kartu Keluarga (KK). Metode perancangan sistem dilakukan berdasarkan metode analisis kerja (performance), analisis informasi, analisis economy, analisis control, analisis efisiensi. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa sistem informasi Disdukcapil Kota Depok masih terdapat kelemahan berupa tidak adanya fitur untuk pencatatan sipil pada Website Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAK) Depok. Informasi yang disajikan masih menggunakan aplikasi pihak ketiga. Layanan website Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAK) Depok ini memiliki kelemahan dalam fitur pelayanannya yang dimana rata-rata kebanyakan fiturnya tidak bisa dipakai. Analisis kebutuhan yang telah dilakukan dapat membantu melengkapi sistem website pada Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAK) Kota Depok, sehingga proses pencatatan sipil secara cepat, tepat, dan akurat.

Kata kunci: Analisis, sistem informasi, Disdukcapil

Abstract

Until now, the process of applying for and extending a Resident Identity Card (KTP) is still involved in bureaucratic procedures that take quite a long time. Apart from that, applications for Resident Identity Cards (KTP) still use paper which has the potential to be lost or damaged. When registering to make a Population Identification Card (KTP) at the Disdukcapil Office, there are often long queues which are exploited by irresponsible District Offices, who charge fraudulent fees on the grounds of speeding up the process of making a Resident Identification Card (KTP) or Family Card (KK). The system design method is based on work analysis (performance), information analysis, economic analysis, control analysis and efficiency analysis. Based on the results of research conducted, the Depok City Disdukcapil information system still has weaknesses in the form of no features for civil registration on the Depok population information and administration system (SIAK) website or its information so they still use third party applications. Information system and population information system website services (SIAK) Depok has a weakness in its service features, where on average most of the features cannot be used. Requirement analysis that has been carried out can help complete the website system in the Depok City Population Information and Administration System (SIAK), so that the civil registration process is fast, precise and accurate.

Keyword: Analysis, information system, Disdukcapil

1. PENDAHULUAN

Permulaan kerja di setiap organisasi atau perusahaan memerlukan kemajuan teknologi, yang juga penting untuk melahirkan ide-ide baru. Teknologi informasi telah mendorong kemajuan dalam teknologi dan proses, serta terbentuknya masyarakat informasi [1]. Salah satu produk kemajuan teknologi adalah

komputer, yang menawarkan informasi nyata melalui metode mekanis dan mudah diakses. Ada banyak industri dan sektor yang telah mengadopsi teknologi komputer, termasuk pendidikan, bisnis, manufaktur, perjalanan, hiburan, dan militer. Demikian halnya pada kantor walikota Depok, sebuah instansi pemerintahan yang berfungsi sebagai media informasi mengenai penduduk [2]. Salah satu aspeknya adalah

pelaksanaan administrasi data kependudukan yang mencakup pengajuan dan perpanjangan Kartu Tanda Penduduk (KTP). Sampai saat ini, prosedur pengajuan dan perpanjangan Kartu Tanda Penduduk (KTP) masih terlibat dalam manajemen birokrasi yang membutuhkan waktu yang cukup lama, di mana pengajuan harus melewati proses di tingkat RT/RW dan Kelurahan[3]. Dalam serangkaian proses tersebut, pemohon juga diminta untuk hadir sepanjang jalannya proses, yang dapat mengakibatkan terhambatnya proses pembuatan Kartu Tanda Penduduk (KTP), terutama bagi penduduk yang memiliki tingkat kesibukan yang tinggi. Terlebih lagi, dalam proses pengajuan Kartu Tanda Penduduk (KTP) masih menggunakan lembaran kertas yang berpotensi hilang atau rusak, sehingga tidak dapat digunakan kembali saat diperlukan. Tak hanya itu, ketika masyarakat mendaftar pembuatan Kartu Tanda Penduduk (KTP) di Kantor Kecamatan, seringkali terjadi antrean panjang yang dimanfaatkan oleh pihak kantor Kecamatan yang tidak bertanggung jawab dengan melakukan pungutan liar, alasan utamanya adalah untuk mempercepat proses pembuatan Kartu Tanda Penduduk (KTP) atau Kartu Keluarga (KK). Hal tersebut juga berdasarkan pernyataan kepala inspektorat (irko) Kota Depok, Firmanuddin mengatakan bahwa pada akhir tahun 2019 terdapat 26 laporan terkait pungutan liar khususnya pada bagian pelayanan publik. Keadaan ini memberikan kerugian signifikan kepada masyarakat.

Pada dasarnya sistem informasi merupakan sebuah sistem yang berfungsi mengelola informasi bagi manajemen organisasi [4]. Sistem informasi juga berperan penting dalam mengendalikan data-data yang beredar di masyarakat sehingga masyarakat tidak hanya mengikuti arus saja namun juga menikmati data tersebut tanpa memperhatikan makna dari data yang disajikan. Di sini, peran sistem informasi sendiri menjadi jembatan untuk mengontrol data mana yang layak untuk disebarluaskan kepada masyarakat dan mana yang tidak, tanpa mempertimbangkan dampak dari data tersebut [5]. Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan sebuah rancangan strategis sistem informasi pada Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Depok yang selaras dengan tujuan serta visi misi organisasi dalam meningkatkan kualitas pelayanan administrasi, kependudukan. Penelitian mengenai perencanaan strategis sistem informasi sudah sering dilakukan oleh beberapa peneliti terlebih dahulu, maka terdapat beberapa penelitian yang relevan dijadikan sebagai acuan pada penelitian ini. Penelitian tentang Analisis Kebutuhan Sistem Informasi Monitoring Anggaran Pada Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Magelang yang dilakukan oleh Kartika Imam Santoso,

Efta Widorani, dan Prasetyo Nugroho. Hasil dari penelitiannya telah dilakukan analisis masalah menggunakan analisis *Performance, Information, Economy, Control, Efficiency and Service* (PIECES), untuk melihat kelemahan-kelemahan Sistem Monitoring Anggaran yang lama, dengan tujuan untuk melakukan pembenahan dan penyempurnaan sistem. Hasil dari analisis tersebut telah berhasil dirumuskan kebutuhan fungsional sistem yang baru. Hasil analisis fungsional ini berfungsi sebagai rujukan dalam merancang dan membangun sistem informasi monitoring yang sesuai dengan kebutuhan, sehingga bisa dibangun sistem informasi yang bisa menjadi alat bantu untuk memonitoring anggaran dengan lebih efektif. Saran yang dapat disampaikan dalam penelitian ini, akan lebih baik apabila dalam membuat analisa kebutuhan sistem dilanjutkan dengan penggunaan analisis *fishbone* dengan tujuan agar pencarian akar permasalahannya lebih baik, sehingga dalam mencari solusi permasalahan tentang sistem akan lebih fokus dan lebih berkualitas [6].

Penelitian Analisis Kebutuhan Sistem Informasi untuk Menunjang Kegiatan Pencatatan Sipil ini bertujuan menjadikan web Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SI AK) Depok memiliki kegunaan yang lebih lengkap. Berdasarkan data yang didapatkan Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SI AK) Depok masih belum bisa melakukan pendataan terkait surat_surat disdukcapil.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Analisis

Salah satu langkah dalam proses penelitian yang dilakukan setelah semua data yang diperlukan untuk mengatasi masalah yang diteliti telah dikumpulkan secara cermat adalah analisis data. Kegiatan analisis data menjadi elemen penting dalam proses penelitian dan tidak boleh diabaikan, karena tingkat keakuratan dalam menarik kesimpulan sangat dipengaruhi oleh ketajaman dan ketepatan instrumen analisis yang digunakan [7].

2.2 Pengertian Sistem

Menurut Romney (2015), suatu sistem terdiri dari dua atau lebih komponen yang bekerja sama dan dihubungkan untuk mencapai tujuan tertentu. Selain itu, ia mengatakan bahwa korporasi dapat dianggap sebagai suatu sistem tunggal yang kohesif yang terdiri dari beberapa divisi yang berfungsi sebagai sistem yang lebih kecil yang digabungkan untuk menghasilkan struktur organisasi secara keseluruhan [8].

2.3 Pengertian Informasi

Suatu sistem adalah suatu jaringan kerja dari prosedur - prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama – sama untuk melakukan suatu kegiatan atau menyelesaikan suatu sasaran tertentu [9].

2.4 Pengertian E-KTP

Berdasarkan database kependudukan nasional, Kartu Tanda Penduduk (KTP) Elektronik merupakan dokumen kependudukan yang mempunyai sistem keamanan dan pengendalian dari segi administrasi dan teknologi informasi. Tujuannya, terciptanya identitas tunggal Kartu Tanda Penduduk (KTP) bagi setiap penduduk, lengkap dengan nomor keamanan dan pencatatan data kependudukan nasional berdasarkan Nomor Induk Kependudukan (NIK). Bentuk fisik Kartu Tanda Penduduk (KTP) Elektronik memuat informasi seperti biodata, gambar, sidik jari, scan iris mata, dan tanda tangan [10].

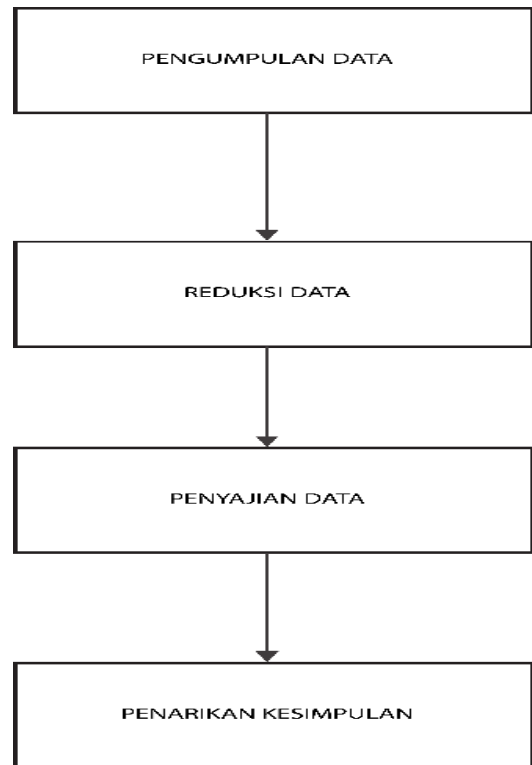
2.5 Pengertian DATA

Data merupakan komponen utama dari sistem informasi perusahaan karena semua informasi untuk pengambilan keputusan berasal dari data. Oleh karena itu sudah sewajarnya jika pengolahan data dipandang sebagai kebutuhan primer oleh perusahaan. Pengelolaan data yang buruk dapat mengakibatkan tidak tersedianya data penting yang digunakan untuk menghasilkan informasi yang diperlukan dalam pengambilan keputusan [11].

3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan penelitian

Gambar 3.1 ialah bagan maupun rancangan untuk hasil penelitian maupun riset yang akan penulis gunakan dalam mengambil data penelitian, hal ini dilakukan agar pembuat sistem analisis kebutuhan sistem informasi dapat bekerja maupun berjalan dengan semestinya:



Gambar 3.1 Rancangan penelitian

Flowchart pada Gambar 3.1 menjelaskan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah alat yang digunakan untuk mengukur data yang hendak dikumpulkan [12]. yaitu dengan menggunakan maupun mengambil data dengan cara mengumpulkan semua hasil data yang berada di lokasi penelitian dengan melakukan teknik observasi dan wawancara dengan pegawai disdukcapil di walikota Depok, saat di wawancarai Nuraeni Widyawati selaku kepala dinas penduduk dan pencatatan sipil memaparkan tentang kelemahan pada system Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIK) yang ada di walikota Depok, salah satu nya seperti fitur input maupun informasinya masih menggunakan jasa pihak ketiga

2. Reduksi Data

Reduksi data adalah proses pemilihan, pemusatan perhatian pada penyederhanaan, pengabstrakan dan transformasi data kasar yang muncul dari catatan-catatan tertulis di lapangan [13].

3. Penyajian Data

Penyajian Data, yaitu sebuah rangkaian maupun sistem untuk menyampaikan data yang telah valid ataupun informasi yang memungkinkan penelitian lakukan di dukcapil kota Depok [14].

4. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan adalah tahap analisis data yang telah disajikan [15]. yaitu sebuah penarikan kesimpulan dari semua yang telah peneliti teliti sehingga menjadi sebuah kesimpulan yang konkrit, valid, dan bermanfaat bagi peneliti selanjutnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Kebutuhan

Dalam proses pembuatan Kartu Tanda Penduduk (KTP) cetak, Penulis melakukan analisis untuk mengenali persyaratan yang diperlukan, termasuk perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan, di antaranya :

- a. Spesifikasi Hardware
 - 1 buah PC dengan spesifikasi :
 - Processor : AMD Ryzen 5 2500U
 - RAM : 8 GB
 - Hard Disk : 1 TB
- b. Spesifikasi Software
 - Sistem operasi : Windows 10 64 bit
 - Software : Sistem informasi Administrasi Kependudukan (SIAK)

4.2 Analisis Kelemahan Sistem

Metode evaluasi yang digunakan untuk mengukur sejauh mana kelemahan dalam sistem yang berlaku saat ini adalah metode *Performance, Information, Economy, Control, Efficient* (PIECES). Berikut ini adalah penjelasannya:

1. Analisis Kerja (*Performance*)

Metode penilaian kinerja digunakan untuk mengukur sejauh mana kemampuan sistem dalam mendukung proses pembuatan/permohonan Kartu Tanda Penduduk (KTP).

Hasil Analisis :

- a. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pembuatan cetak Kartu Tanda Penduduk (KTP) paling cepat 1hari dan paling lama 4 hari, dalam proses pendaftaran cetak Kartu Tanda Penduduk (KTP) masih memiliki proses yang sangat panjang dikarenakan Pendaftaran masih melalui RT/RW dan Kelurahan.
- b. Proses pencetakan Kartu Tanda Penduduk (KTP) masih melakukan cetak manual satu persatu sehingga Kartu Tanda Penduduk (KTP) berhasil dicetak akan sangat lama.
- c. Selain itu dalam proses pergantian foto Kartu Tanda Penduduk (KTP) sistem tidak bisa mendeteksi seseorang yang masih menggunakan Kacamata/Softlens sehingga ketika ada warga yang mendaftar

menggunakan Kacamata, wajib melepas kacamata.

- d. Dalam Menginput data harus menggunakan aplikasi pihak ketiga yaitu Sistem Layanan Online Dukcapil Depok. Bersih – Mudah – Lancar (Silondo Bermula). Tidak bisa langsung dalam website Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAK) Depok.

2. Analisis Informasi (*information*)

Metode analisa informasi digunakan untuk Mengetahui sejauh mana Transparansi proses pembuatan cetak foto Kartu Tanda Penduduk (KTP).

Hasil Analisis :

- a. Pada pembuatan Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAK) Depok belum menyediakan mengenai tentang progres cetak foto Kartu Tanda Penduduk (KTP), sehingga warga tidak dapat memantau perkembangan cetak foto Kartu Tanda Penduduk (KTP) dikarenakan proses cetak .

b. Saran :

Pada web Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAK) Depok belum ada fitur untuk melihat Proses Pembuatan cetak Kartu Tanda Penduduk (KTP) seharusnya dibuatkan fitur untuk mengetahui sampai sejauh mana progress pembuatan Kartu Tanda Penduduk (KTP).

3. Analisis Ekonomi (*Economy*)

Analisis Ekonomi digunakan untuk mengetahui apakah dalam proses pembuatan cetak Kartu Tanda Penduduk (KTP) masih dipungut biaya/tidak.

Hasil Analisis :

Proses pembuatan/pendaftaran Kartu Tanda Penduduk (KTP) masih sering terjadinya pungutan biaya di kelurahan sehingga harus dibuatkan sistem pendaftaran online sehingga bisa mengurangi pungutan biaya dalam proses tersebut.

4. Analisis control (*Control*)

Analisis control digunakan untuk mengetahui sejauh mana proses aplikasi dapat melakukan control terhadap validitas data kependudukan

Hasil Analisis:

Masih sering terjadinya kependudukan ganda, sehingga oknum bisa memanfaatkan celah itu untuk tindakan penipuan

4.4 Alur Pengurusan Kartu Tanda Penduduk (KTP) di Disdukcapil kota Depok

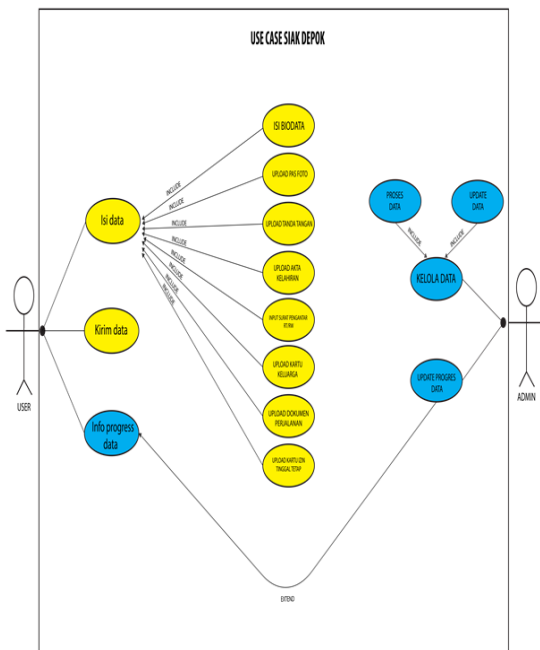
1. Bawa fotokopi kartu keluarga (KK) dan Kartu Tanda Penduduk (KTP) lama ke Disdukcapil kota Depok.
2. Verifikasi data dan pengambilan pas foto
3. Masukkan tanda tangan melalui alat pemindai tanda tangan elektronik
4. Perekaman sidik jari tangan kanan & kiri dengan alat pemindai
5. Pemindai iris mata
6. Warga menerima tanda bukti pencetakan ktp
7. Kartu Tanda Penduduk (KTP) siap dicetak

4.5 Sistem informasi *Existing* di dukcapil kota Depok Sistem Informasi Sistem Layanan Online Dukcapil Depok. Bersih – Mudah – Lancar (Silondo Bermula). Silondo Bermula merupakan Aplikasi form layanan administrasi pendudukan disdukcapil kota depok yang ditanamkan yang ditanamkan pada media komunikasi berbasis whatsapp melalui metode Artificial Intelligence (AI) dengan pola chatbot.

Kekurangan Sistem Informasi Silondo Bermula.

1. Masyarakat wajib mempunyai whatsapp Silondo bermula.
2. Data tidak tersimpan dengan aman.
3. Risiko akun diretas
4. Respond chat nya / feedback nya lama

4.6 Unified modelling language (UML)



Gambar 4.6 Unified modelling language (UML)

UML pada gambar 4.6 menggambarkan pembaharuan pada Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAM) Depok yaitu:

1. Untuk menginput data tidak perlu dilakukan menggunakan aplikasi pihak ke tiga ataupun secara manual seperti pada sistem sebelumnya.
2. User dapat melihat setiap progress pengurusan surat sudah sampai sejauh mana.

5. SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan mengembangkan Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAM) Kota Depok, dengan metodologi penelitian mengemukakan pendekatan dari teori kemudian diuraikan menjadi suatu usulan pemecahan masalah yang berbentuk langkah-langkah pemecahannya, lalu beberapa metode dalam perancangan sistem ini yaitu metode analisis kerja (*performance*), analisis informasi, analisis *economy*, analisis *control*, analisis efisiensi. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa sistem informasi Disdukcapil Kota Depok masih terdapat kelemahan berupa tidak adanya fitur untuk pencatatan sipil pada Website Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAM) Depok maupun informasinya jadi mereka masih menggunakan aplikasi pihak ketiga yaitu Sistem Layanan Online Dukcapil Depok. Bersih – Mudah – Lancar (Silondo Bermula), lalu layanan website Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAM) Depok ini memiliki kelemahan dalam fitur pelayanannya yang dimana rata-rata kebanyakan fiturnya tidak bisa dipakai. Diharapkan dalam pembuatan system ini dapat membantu melengkapi sistem website pada Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAM) Kota Depok dimana didalamnya masih terdapat banyak kekurangan pada fitur-fiturnya,

Dari hasil penelitian dan pembahasan analisis yang telah dilakukan sebelumnya terciptalah sebuah pembaharuan pada Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAM) Kota Depok yang jauh lebih lengkap dan fungsional dimana pada sistem yang telah diperbarui ini dapat lebih memudahkan masyarakat dalam mengurus surat-surat yang berkaitan dengan pencatatan sipil seperti Kartu Tanda Penduduk (KTP) maupun Kartu keluarga (KK), dimana waktu yang dibutuhkan dalam proses pendaftaran surat-surat yang berkaitan dengan pencatatan sipil masih sangat lama paling cepat 1hari dan paling lama 4 hari ini berdasarkan arahan dari pegawai yang melayani, tapi pada kenyataannya bisa sampai 1-2 bulan bahkan ada yang sampai 1 tahun lebih ini berdasarkan wawancara dari beberapa masyarakat yang berhasil diwawancarai yang jelas narasumber adalah memang warga Kota Depok itu sendiri

Dengan adanya pembaharuan pada Sistem informasi dan administrasi kependudukan (SIAK) Kota Depok yang berdasarkan dari beberapa metode analisis yang telah disebutkan, diharapkan dapat membantu masyarakat dalam pengurusan surat-surat yang berkaitan dengan pencatatan sipil, sehingga dalam proses pengurusan nya semuanya sudah dilakukan secara online, sehingga dalam proses pengurusan nya bisa lebih transparan dan juga dapat membantu dalam proses pencatatan sipil agar lebih cepat, tepat, dan akurat

KEPUSTAKAAN

- [1] H. Herlina and T. M. Surya Mulyana, "Analisis Persepsi Dan Hubungan Prestasi Belajar Matematika Dengan Prestasi Bahasa Pemrograman," *J. Ilm. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 11, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.20884/1.jmp.2020.12.1.1932.
- [2] A. Ratnasari *et al.*, "Perancangan Sistem Informasi Pengumpulan Laporan Tanggap Darurat Dari Masyarakat," *J. Inf. Syst. Manag. Digit. Bus.*, vol. 1, no. 2, pp. 75–83, 2024, doi: 10.59407/jismdb.v1i2.358.
- [3] R. A. Widyanto and F. Lazim, "Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu Sistem Informasi Pencatatan Surat Masuk Dan Keluar Berbasis Web Di Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Kabupaten Situbondo," vol. 2, pp. 1–7, 2024.
- [4] R. R. Rinanda, "Evaluasi Pelayanan Berbasis Online di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Kuantan Singingi Dalam Peningkatan Kualitas Pelayanan," pp. 16–75, 2022.
- [5] A. Gunawan, N. Wahyuni, R. Kiswindyatmoko, P. B. Katili, and D. R. Barleany, "Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Praktikum Berbasis Website," *J. Tek.*, vol. 21, no. 1, pp. 17–31, 2023, doi: 10.37031/jt.v21i1.284.
- [6] A. Rozaq, R. K. Hardinto, and R. Yunida, "Analisis Kebutuhan Sistem Informasi," *Semin. Nas. Ris. Terap.*, vol. 19, no. 1, pp. 35–45, 2018, [Online]. Available: <https://totosuharto.wordpress.com/2008/07/10/analisis-kebutuhan-sistem-informasi/>
- [7] Y. F. Apriyanda and M. B. Sanjaya, "11406-22192-1-Sm," vol. 5, no. 3, pp. 2343–2358, 2019.
- [8] C. Mazumdar, *Enterprise Information System Security*, no. July. 2011. doi: 10.4018/978-1-61692-852-0.ch111.
- [9] Suroyo and J. Devitra, "Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Pada Smp Negeri 12 Kabupaten Tebo," *J. Manaj. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, 2019.
- [10] D. M. C. Hermanto and Suyudi, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Prioritas Pembangunan Infrastruktur Desa Karanggintung untuk Meningkatkan Efisiensi dan Efektive Infrastruktur Desa," *J. Media Apl.*, vol. 10, no. 1, pp. 14–31, 2018, [Online]. Available: <https://stikomios.ac.id/journal/index.php/meda-a-aplikom/article/download/54/31>
- [11] D. Syahrul Suci Romadhon1, "Vol . 3 No . 1 Februari 2019 ISSN : 2597-3673 (Online) ISSN : 2579-5201 (Printed) ISSN : 2597-3673 (Online) ISSN : 2579-5201 (Printed)," *Peranc. WEBSITE Sist. Inf. SIMPAN PINJAM MENGGUNAKAN Framew. CODEGINTER PADA Kop. BUMI ISSN 2579-5201 Peranc. Sejah. JAKARTA Syahrul*, vol. 3, no. 1, pp. 21–28, 2019.
- [12] A. Kathleen, R. P. Sutanto, and A. P. K., "Analisis Perbandingan User Flow Dari Aplikasi E-Catalogue Ifurnholic," *J. DKV Adiwarna*, vol. 1, no. 18, pp. 121–131, 2021.
- [13] B. Bimbingan and D. A. N. Konseling, "Metode Penelitian Kualitatif dalam Bidang Bimbingan dan Konseling," *J. Fokus Konseling*, vol. 2, no. 2, 2016, [Online]. Available: <http://ejournal.stkipmpringsewu-lpg.ac.id/index.php/fokus/a>
- [14] N. H. Santhi, "Efektivitas Sistem Informasi Administrasi Kependudukan (Siak) Terpusat Pada Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Lombok Timur," *JMCBUS J. Manag. Creat. Bus.*, vol. 2, no. 1, pp. 165–176, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.30640/jmcbus.v2i1.2140>
- [15] Y. Safira, "Nomor skripsi 6285/kom-d/sd-s1/2024," 2024.

Penerapan IoT Dalam Pembuatan Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Ardiuno

Cica Umiditiya, Muhammad Feardy Casnur, Devy Kusrini
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan
Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA,
Website: ft.uhamka.ac.id, E-mail: ft@uhamka.ac.id

Abstrak

Lingkungan merupakan salah satu hal terpenting dalam kehidupan. Lingkungan yang kotor dan sampah yang berserakan dapat membawa dampak yang buruk pada manusia. Biasanya, tempat sampah tidak tertutup maupun terbuka secara otomatis serta tempat sampah yang kotor. Terlebih lagi, kejadian ini terjadi karena faktor yang menstimulasi manusia enggan untuk membuang sampah pada tempatnya. Hal ini menjadi dalang dalam meningkatkan maupun tidak menyadari bagaimana menjaga dunia tetap bersih, terkadang diperlukan pendekatan inovatif untuk menarik perhatian setiap orang, sehingga menghilangkan keengganan untuk membuang sampah pada lokasi yang tepat. Tempat sampah dapat dilengkapi dengan sistem teknologi Internet of Things (IoT) untuk memudahkan pembuangan sampah dengan baik dan bermanfaat bagi masyarakat. Menggunakan mikrokontroler ardiuno, sensor ultrasonic dan motor servo, tutup tempat sampah ini dapat terbuka secara otomatis. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan perangkat inovatif, yaitu wadah sampah yang khas dan menarik, dengan memiliki kemampuan membuka dan menutup secara mandiri saat mendeteksi adanya gerakan serta mengetahui tempat sampah tersebut apakah penuh atau tidak. Gadget ini diharapkan dapat menarik perhatian masyarakat secara efektif dan mendorong mereka untuk membuang sampah pada tempatnya. Hasil pengukuran data jarak sensor ultrasonik khusus untuk motor Servo jika mendeteksi kondisi mendekatnya suatu benda dengan nilai data jarak < 10 cm, Selanjutnya akan mengaktifkan motor Servo untuk memulai gerakan membuka dan menutup kembali akan penutup sampah secara otomatis. Sedangkan hasil pengukuran data jarak sensor ultrasonic khusus traffic LED jika ≥ 0 Cm sampai ≤ 7 Cm berwarna merah, jika ≥ 8 Cm sampai ≤ 17 Cm berwarna kuning, dan < 18 Cm berwarna hijau.

Kata kunci: IoT, Smart Trashbin, sensor ultrasonic, ardiuno

Abstract

The environment is one of the most important things in life. A dirty environment and scattered rubbish can have a bad impact on humans. Usually, the trash can does not close or open automatically and the trash can is dirty. Moreover, this incident occurred because of factors that stimulate humans to throw rubbish in the right place. This is a mastermind in increasing or not realizing how to keep the world clean, sometimes an innovative approach is needed to attract everyone's attention, thereby eliminating the reluctance to throw rubbish in the right location. Trash cans can be equipped with an Internet of Things (IoT) technology system to make it easier to dispose of waste properly and benefit the community. Using an Ardiuno microcontroller, ultrasonic sensor and servo motor, the lid of this trash can can be opened automatically. The aim of this research is to develop an innovative device, namely a distinctive and attractive trash container, with the ability to open and close independently when detecting movement and knowing whether the trash can is full or not. It is hoped that this gadget can effectively attract people's attention and encourage them to throw away rubbish in the right place. The results of measuring ultrasonic sensor distance data specifically for Servo motors if it detects the condition of an object approaching with a distance data value < 10 cm, then it will activate the Servo motor to start the movement to open and close the trash cover again automatically. Meanwhile, the results of measuring ultrasonic sensor distance data specifically for traffic LEDs if ≥ 0 cm to ≤ 7 cm are red, if ≥ 8 cm to ≤ 17 cm are yellow, and < 18 cm are green.

Keyword: IoT, Smart Trashbin, Ultrasonic Sensor, ardiuno

1. PENDAHULUAN

Sampah mengacu pada benda atau bahan yang tidak berguna lagi dan harus dibuang, tetapi bukan merupakan proses biologis. Manusia menghasilkan sampah sebagai produk sampingan dari aktivitasnya. Dengan meningkatnya jumlah sampah, maka jumlah sampah yang harus ditangani pun semakin meningkat guna meningkatkan nilai ekonomisnya dan mencegah kerusakan lingkungan. Tidak bisa dipungkiri, kebersihan merupakan salah satu aspek yang tidak bisa dihindari dan mempunyai pengaruh baik bagi lingkungan sekitar. Menjaga kebersihan dapat dilakukan di setiap lokasi dan di beberapa domain, termasuk kebersihan pribadi dan sanitasi lingkungan. Membuang sampah merupakan kebutuhan penting dalam rutinitas sehari-hari di rumah kos.

Sampah merupakan yang tidak berpori benda padat bendaberpori yang dapat menimbulkan pencemaran pada lingkungan sekitar apabila dijadikan tempat sampahsebaran.padat dapat menimbulkan pencemaran pada kawasan sekitar apabila dijadikan tempat sampah sembarangan[1]. Meningkatnya kesadaran masyarakatkesadaran terhadap lingkungan berarti akanadanya tempat sampah otomatis yang dapat dikosongkan sendiri dan diawasi lingkungan berarti akan ada tempat sampah otomatis yang dapat dikosongkan sendiri dan dipantau.Limba menimbulkan bahaya besar bagi manusia karena dapat menyebabkan pencemaran lingkungan jika dibuang secara tidak benar. Saat inibanyak sekali masyarakat yang malas membuangsampah karena tidak nyaman membuka tutup tempatsampah yang kotor dan berbau busuk. Selain itu, meskipun terdapat tempat sampah yang diperuntukkanbagiberbagai jenis sampah, masih terdapat masyarakat yang membuang sampah secara tidak benar dan tidak sesuai dengan kategori yangditentukan. Tempat sampah yang meluap harus tetap berada di tempatnya hingga tim kebersihan mengambilnya sehingga mengakibatkan penumpukan sampah. Kurangnya pengolahan tumpukan tumpukan akan mengakibatkan munculnya beragam masalah. Sampah-sampah tertentu harus segera dibuang dan dibuang ke tempat yang jauh karena berpotensiurair, mengeluarkan bau berbahaya dan menarik patogen serta unsur-unsur merugikan lainnya [2].

Sensor ultrasonik HC-SR04 mampu mendeteksi tikungan pada objek. Sensor ultrasonik memiliki empat pin: vcc, gnd, tring, dan echo. Prinsip kerja sensor ultrasonik adalah menggunakan gelombang bunyi detektor ultrasonik dengan frekuensi sekitar 20 kH [3] [4].

2. LANDASAN TEORI

Bab ini akan membahas kerangka teoritis yang mendasari penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam pembuatan tempat sampah otomatis berbasis mikrokontroler Arduino setelah tahun 2020. Kerangka teoritis ini akan mencakup konsep dasar IoT, peran mikrokontroler Arduino, serta relevansi dan aplikasi teknologi ini dalam pengembangan tempat sampah otomatis.

2.1. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan ide berkaitan dengan hal tersebut dan fisik yang dapat terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan, memungkinkan pertukaran data dan kontrol yang lebih efisien [5], perkembangan teknologi IoT memberikan peluang untuk meningkatkan efisiensi dalam manajemen sumber daya, termasuk pengelolaan sampah.

2.2. Mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler Arduino menjadi inti dari implementasi IoT pada proyek ini. Arduino menawarkan platform terbuka yang mudah digunakan, cocok untuk pengembangan berbagai proyek elektronik. Penerapan mikrokontroler Arduino dalam proyek ini menjadi kunci untuk menciptakan tempat sampah otomatis yang cerdas dan terhubung [6].

2.3. Penerapan IoT dalam Pengelolaan Sampah

IoT dalam pengelolaan sampah dapat meningkatkan efisiensi pengumpulan dan pemrosesan sampah. Dengan sensor dan konektivitas yang terintegrasi, informasi real-time dapat diperoleh untuk mengoptimalkan proses pengelolaan sampah [7].

2.4. Perkembangan Teknologi Setelah Tahun 2020

perkembangan teknologi semakin pesat dengan adopsi teknologi baru seperti 5G dan edge computing. Hal ini memberikan dampak signifikan pada implementasi IoT, memungkinkan transfer data yang lebih cepat dan respons yang lebih akurat [8].

2.5. Manfaat dan Tantangan Implementasi IoT

Manfaat penggunaan IoT dalam berbagai sektor, sambil mencatat tantangan yang mungkin timbul terkait dengan privasi dan keamanan data. Pemahaman mendalam terhadap aspek ini penting dalam merancang sistem yang andal dan aman [9].

2.6. Studi Kasus Implementasi IoT pada Tempat

Sampah Otomatis

Dapat dipelajari implementasi IoT pada tempat sampah otomatis dan hasil yang diperoleh. Studi kasus ini akan memberikan pandangan praktis yang mendukung pengembangan proyek ini [10].

3. METODE PERANCANGAN

Sesuai dengan penjelasan yang diberikan di atas, Suksesi tindakan prosedural dapat dijabarkan dengan Kerangka Kerja Gambar 3.1 sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi masalah merupakan awal dari tahapan analisis untuk menemukan masalah yang akan di kerjakan.

2. Studi Literatur

Mengetahui Solusi, cara ataupun Teknik yang akan digunakan dalam menyelesaikan masalah yang ada di studi literatur berasal bisa berasal dari buku, jurnal ataupun internet. Dimana digunakan untuk mengetahui cara untuk membangun alat tempat sampah otomatis.

3. Perancangan Alat

Yaitu untuk mensimulasikan Alat yang apa akan dibutuhkan dan berokus pada penyajian (rangkaian input dan output).

4. Pengumpulan Alat dan Bahan

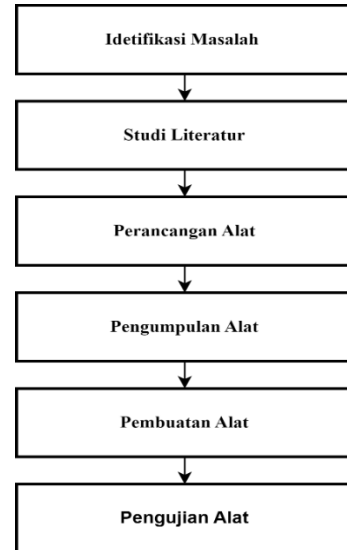
Dalam pembuatan tempat sampah otomatis menggunakan mikrokontroler membutuhkan suatu bahan diantaranya Arduino uno, sensor ultrasonic, traffic LED dan beberapa komponenlainnya.

5. Pembuatan Alat

Pada tahapan ini merupakan tahapan untuk merangkai alat dan bahan yang sudah disiapkan serta menerapkan apa yang sudah di rancang sebelumnya sesuai dengan logika yang telah dibuat kemudian dilakukan pengkodean dengan menggunakan Bahasa pemrograman C melalui Software Arduino.

6. Pengujian Alat

Setelah menyelesaikan tugas pada pembuatan alat, penting di ujicobakan apakah alat tersebut berjalan lancar sesuai dengan perancangan dan logika yang sudah dibuat.



Gambar 3.1 Kerangka Kerja

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian Penerapan IoT Dalam Pembuatan Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Ardiuno memerlukan Perangkat lunak dan perangkat keras dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Perangkat lunak yang digunakan
 - a. Sistem Operasi. Sistem pada penelitian ini memnggunakan Windows 10
 - b. Arduino IDE
Arduino IDE merupakan suatu software yang digunakan untuk sketch/ pemograman pada arduino.

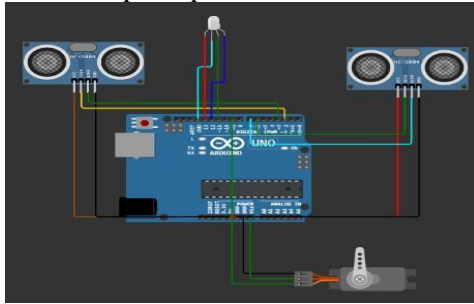


Gambar 4. 1 Tampilan Awal Arduino

2. Perangkat Keras yang digunakan
Komponen yang digunakan pada penelitian ini adalah :
 - a. Perangkat Laptop
 - b. Sensor Ultrasonik
 - c. Motor Servo
 - d. Arduino dan kabel USB
 - e. Traffic LED
 - f. Kabel Jumpper
 - g. Tempat Sampah
 - h. Tempat Holder Batteryx2 18650
 - i. Batteryx2 18650

4.1. Rangkai Komponen

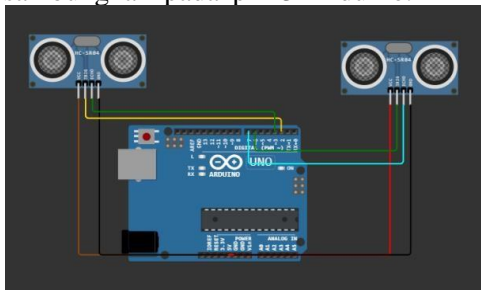
Berikut ini adalah rangkaian semua komponen pada penelitian ini.



Gambar 4. 2. Perancangan Semua Komponen

1) Perancangan Sensor Ultrasonik (HC-SR04) dengan Arduino

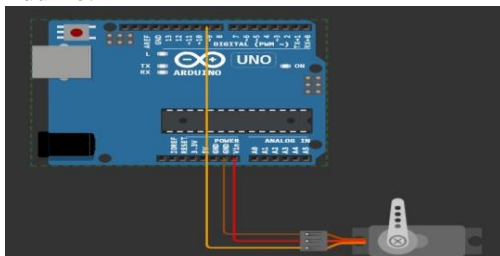
Bagian ini fungsinya adalah sebagai inputan. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi adanya suatu jarak yang mendekat ataupun menjauh pada sensor. Masing masing Pin GND pada sensor ultasonik disambungkan pada pin GND Ardunio. Masing Pin VCC pada sensor ultasonik disambungkan pada pin 5V Ardunio. Pin Trig (Ultrasonik Servo) pada sensor ultasonik disambungkan pada pin 6 Ardunio. Pin Trig (Ultrasonik Traffic LED) pada sensor ultasonik disambungkan pada pin 2 Ardunio. Pin Echo (Ultrasonik Servo) pada sensor ultasonik disambungkan pada pin 7 Ardunio. Pin Echo (Ultrasonik Traffic LED) pada sensor ultasonik disambungkan pada pin 3 Ardunio.



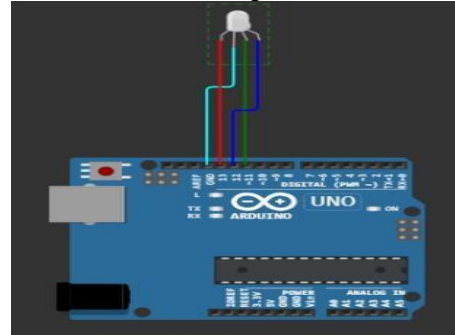
Gambar 4. 3. Perancangan Ultrasonik – Arduino

2) Perancangan Motor Servo dengan Arduino

Pada bagian ini motor servo berfungsi sebagai penggerak buka dan tutup tempah sampah. Kabel Kuning pada servo disambungkan pada Pin 9 Arduino. Kabel Merah pada servo disambungkan pada Pin Vin Arduino. Kabel Cokelat pada servo disambungkan pada Pin GND Arduino.



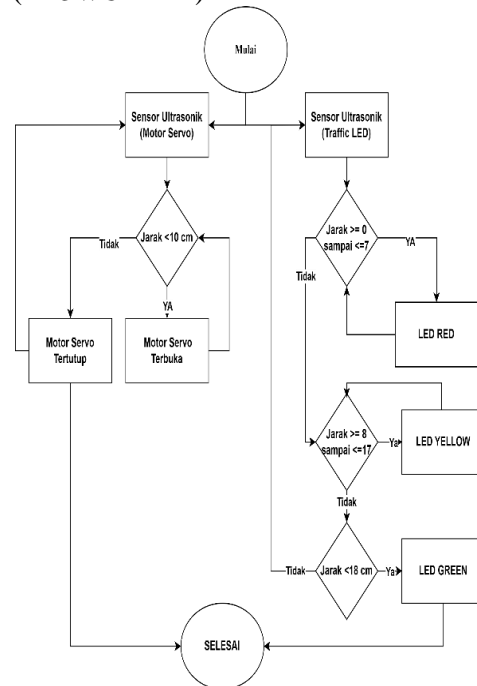
Gambar 4. 4 Perancangan Servo-Arduino



Gambar 4. 5. Perancangan Traffic LED-Arduino

- 3) Perancangan Traffic LED dengan Arduino
- Pada bagian ini berfungsi sebagai penuh atau tidaknya tempat sampah apabila merah (penuh), kuning (setengah), hijau (kosong). Pin GND (Traffic LED) disambungkan dengan Pin GND Arduino. Pin R (Traffic LED) disambungkan dengan Pin 12 arduino. Pin Y (Traffic LED) disambungkan dengan Pin 11 Arduino. Pin G (Traffic LED) disambungkan dengan Pin 10 Arduino.

4.2. Pemodelan Algoritma dan Logika (FLOWCHART)



Gambar 4. 6. Flowchart Algoritma & Logika

4.3. Masukan (Input) Ke arduino

Selanjutnya adalah memasukkan kodingan pada Arduino melalui kabel USB ke PORT USB untuk di program. Untuk memprogram mikrokontroler dibutuhkan software Arduino IDE yang berbasis Bahasa C++. Sehingga setiap komponen yang di program dapat berfungsi selayaknya.



Gambar 4. 7 Inputan Ke Arduino

4.4. Susunan Semua Komponen yang dirangkai



Gambar 4. 8. Susunan Semua Komponen

5.

Berikut ini adalah komponen utama yang ada pada tempat sampah otomatis. Dimana terdapat 1 buah *power supply* yang berfungsi sebagai catu daya (tenaga) pada komponen ini, kemudian mikrokontroler Arduino UNO R3 sebagai komponen yang berfungsi untuk mengatur semua komponen yang lain agar berfungsi dengan baik. Kemudian terdapat kabel jumper yang berfungsi sebagai penghubung arus listrik serta penghubung setiapkomponen terhadap Arduino agar dapat berfungsi.



Gambar 4. 9. Tempat Sampah dalam mode Aktif

LED pada tempat sampah merupakan sebagai indicator

bahwa tempat sampah tersebut sedang mode aktif. LED pada tempat sampah juga berfungsi sebagai indicator bahwa tempat sampah tersebut apakah dalam kondisi penuh, sedang ataupun kosong.



Gambar 4. 10. Tempat Sampah dalam mode Tertutup dan Terbuka

Validitas Data

Menggunakan *Prototype* yang telah di rancang. Sensor Ultrasonik (Motor Servo) untuk mendeteksi objek yang mendekat untuk menggerakkan Motor servo agar tempat sampah terbuka dan Sensor ultrasonic (Traffic LED) untuk mengetahui tempat sampah tersebut penuh atau tidak. Berikut ini validasi yang telah dicoba dengan *prototype* yang terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Validitas Data

Nilai Terdeteksi / Jarak	Komponen
Ultrasonik (Traffic LED) ≥ 0 Cm sampai ≤ 7 Cm	LED berwarna(Merah)
Ultrasonik (Traffic LED) ≥ 8 Cm sampai ≤ 17 Cm	LED berwarna(Kuning)
Ultrasonik (Traffic LED) < 18 Cm	LED berwarna(Hijau)
Ultrasonik (Servo) < 10 Cm	Servo aktif Terbuka
Ultrasonik (Servo) > 10 Cm	Servo tidak aktif

3. KESIMPULAN

Setelah dilakukannya perancangan dan pengujian tempat sampah otomatis, maka dapat disimpulkan bahwa :

- [1] Sistem tempat sampah otomatis menggunakan sensor ultrasonic yaitu tanpa menggunakan tangan. Hal itu dapat mencegah bakteri terkena tangan.

- [2] Sensor dapat mendeteksi benda sesuai jarak yang sudah di programkan sehingga tempat sampah dapat membuka dan menutup secara otomatis serta dapat mengetahui tempat sampah tersebut penuh atau tidak pada *Traffic LED*.
- [3] LED berwarna merah menandakan tempat sampah sudah penuh, LED berwarna kuning menandakan tempat sampah ingin penuh atau sedang, dan LED berwarna hijau menandakan tempat sampah masih kosong atau belum penuh.
- [4] Tempat sampah otomatis terdiri dari 4 komponen utama, yaitu Arduino, Motor Servo, Sensor Ultrasonik dan *Traffic LED*.
- vol. 21, no. 4. Springer International Publishing, 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Bere, A. Mahmudi, and A. Panji Sasmito, "Rancang Bangun Alat Pembuka Dan Penutup Tong Sampah Otomatis Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Arduino," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 357–363, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3315.
- [2] Y. K. Pambudi, E. Riska, and S. Suwarsono, "Sistem Monitoring Kesehatan Lingkungan Berbasis Iot (*Internet Of Things*)," *Repository.Unib.Ac.Id*, pp. 2–7, [Online]. Available: <http://repository.unib.ac.id/17892/>.
- [3] E. A. Saputro and A. Rofii, "Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Otomatis Dengan Monitoring Kapasitas Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 39–42, 2022, doi: 10.52447/jkte.v7i1.5728.
- [4] Mutinda Mutava Gabriel, "Arduino Uno, Ultrasonic Sensor HC-SR04 Motion Detector with Display of Distance in the LCD," *Int. J. Eng. Res.*, vol. V9, no. 05, 2020, doi: 10.17577/ijertv9is050677.
- [5] S. C. Mukhopadhyay, "Internet of Things in Environmental Monitoring," pp. 5–9, 2021.
- [6] M. Banzi, *Arduino Programming in 24 Hours*. 2020.
- [7] X. Stojmenovic, I. Wen, S., & Huang, "Internet of Things in Environmental Monitoring," *Int. J. Web Grid Serv.*, vol. 17, no. 4, pp. 293–320, 2021, doi: 10.1504/IJWGS.2021.118395.
- [8] S. Swabha, *Trends in IoT and Edge Computing*, vol. 1172. 2021.
- [9] R. Williams, "Internet of Things (IoT): An Overview," *Routledge*, vol. 61, no. 5, pp. 41–50, 2018, doi: 10.1080/08956308.2018.1495965.
- [10] X. Li, J., Wang, Y., & Chen, *Artificial intelligence for waste management in smart cities: a review*,

Pengaruh *Metaverse* Di Bidang Pendidikan

Irfan Rizky Herlambang, Mohamad Ridho Ramadhan, & Rizky Sya Ujjiwantanu

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
Jl. Tanah Merdeka No.6, Kec. Pasar Rebo, Jakarta Timur Telp: 021-8778-2739 Fax: 021-840-0941
Website: <https://ft.uhamka.ac.id/>, E-mail: irfanrizkiherlambang@gmail.com, ridhoxceed@gmail.com,
kiki12.rsu@gmail.com

Abstrak

Seiring berkembangnya teknologi berbagi cara telah dilakukan untuk menunjang pembelajaran. Di era *social 5.0* terdapat 3 hal yang harus dimanfaatkan, yaitu: *Internet of Things* pada dunia Pendidikan (*IoT*), *Virtual/Augmented Reality* dalam dunia pendidikan, dan pemanfaatan *Artificial Intelligence (AI)*. Maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa penting *metaverse* untuk menunjang pembelajaran. Hasil penelitian dengan studi literatur ini menunjukkan bahwa implementasi *metaverse* di bidang pendidikan memiliki potensi yang besar untuk dapat menunjang kegiatan pembelajaran jarak jauh yang lebih interaktif dan imersif. Selain itu *Metaverse* dapat menyajikan simulasi laboratorium ilmiah, simulasi ruang kelas, atau simulasi lingkungan historis yang memungkinkan pengguna untuk belajar dan berinteraksi dalam lingkungan tersebut.

Kata kunci: pengaruh, *metaverse*, pendidikan

Abstract

As technology develops, sharing has been done to support learning. In the social 5.0 era, there are 3 things that must be utilized, namely: Internet of Things in the world of education (IoT), Virtual/Augmented Reality in the world of education, and the use of Artificial Intelligence (AI). So this research was carried out to find out how important the metaverse is for supporting learning. The results of research using this literature study show that the implementation of Metaverse in the education sector has great potential to support distance learning activities that are more interactive and immersive. In addition, Metaverse can provide scientific laboratory simulations, classroom simulations, or historical environment simulations that allow users to learn and interact in that environment.

Keywords: influence, *metaverse*, education

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan bidang yang memberikan landasan bagi pengembangan sumber daya manusia di suatu negara. Saat ini negara-negara berlomba-lomba mengembangkan metode pembelajaran yang dapat merangsang minat siswa terhadap pelajaran.

Dengan cepatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kita perlu mempersiapkan diri untuk menghadapi perubahan global, terutama di sektor pendidikan. Salah satu bentuk transformasi tersebut adalah *Society 5.0* [1]. *Society 5.0* melibatkan sumber daya manusia yang memiliki kemampuan untuk mengaplikasikan berbagai inovasi yang muncul pada era Revolusi Industri 4.0 guna menyelesaikan beragam permasalahan sosial dengan fokus pada teknologi. Pemerintah Jepang memperkenalkan konsep *Society 5.0* pertama kali pada tahun 2019. *Society 5.0* merupakan pengembangan lebih lanjut dari

Revolusi Industri 4.0, di mana Revolusi Industri 4.0 menggunakan kecerdasan buatan, sedangkan *Society 5.0* lebih menekankan pada keseimbangan antara elemen teknologi dan peran manusia.

Pendidikan memiliki peran yang sangat signifikan dalam kemajuan era *Society 5.0* dengan tujuan utama meningkatkan kualitas sumber daya manusia.

Dengan begitu diperlukan pelatihan keterampilan hidup abad ke-21 yang dikenal dengan konsep 4C (*Creativity, Critical Thinking, Communication, dan Collaboration*) [2].

2. LANDASAN TEORI

Metaverse bisa di sebut sebagai sebuah perkembangan digital yang mengarah kepada *virtual 3D* atau *2D* dengan menggunakan *Augmented Reality (AR)* dan *Virtual Reality (VR)* sebagai teknologi

terbaru, yang seolah-olah pengguna dapat berinteraksi secara langsung dengan pengguna lain dalam dunia *virtual*, *metaverse* menjadikan sebuah media pembelajaran baru yang memunculkan potensi-potensi baru pada masa yang mendatang. *Metaverse* yang sering digunakan adalah teknologi *Augmented Reality (AR)* yang difokuskan untuk menampilkan bentuk hewan-hewan bahkan tumbuh-tumbuhan dalam bentuk 3D [3].

Dalam sebuah Pendidikan, teknologi AR kini sudah menjadi pengetahuan yang mesti diketahui oleh mahasiswa dan mahasiswi. Diperlukannya edukasi mengenai teknologi supaya mahasiswa dapat melakukan dan mengembangkan aplikasi yaitu, diperlukannya sebuah pembelajaran khusus yang memberikan pembahasan sebuah teknologi berbasis AR. Berdasarkan hasil dari survei dan praktik pelatihan mulai dari dosen hingga mahasiswa, tahapan yang perlu dilakukan adalah membuat data mengenai batasan kemampuan mahasiswa memahami teknologi AR [4].

Teknologi ini bertujuan untuk mengedukasi secara *virtual* dalam menampilkan berbagai bentuk seperti visualisasi keadaan di ruang kelas. Dengan adanya teknologi AR, kemungkinan besar siswa yang menggunakan teknologi tersebut akan meningkatkan semangat belajar, proses pembelajaran tidak monoton atau membosankan, bahkan dapat belajar lebih lama dari yang sebelumnya dikarenakan visualisasi yang unik dan menarik.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini ialah studi literatur yang melibatkan pengumpulan, pembacaan, pencatatan, dan pengelolaan data pustaka [5], [6]. Tujuannya adalah membangun dasar teori, kerangka berpikir, dan merumuskan hipotesis penelitian. Desain penelitian menggunakan *narrative review*, yang merangkum teori, mengevaluasi studi, dan menyelidiki metode penelitian sebelumnya. Pencarian artikel dilakukan di Google Scholar dengan kata kunci "*Metaverse*" dan "*Education*".

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari peninjauan artikel ilmiah dipresentasikan dalam bentuk tabel di bawah.

Tabel 1 Hasil Review Artikel

No	Judul Jurnal	Hasil Review
1.	<i>Metaverse or Simulacra? Roblox,</i>	Awalnya, <i>Multiverse</i> adalah teknologi yang dirancang untuk

	<i>Minecraft, Meta and the turn to virtual reality for education, socialisation and work</i> [7]	menciptakan lingkungan <i>virtual</i> di mana pengguna dapat terhubung satu sama lain melalui pengalaman <i>virtual</i> yang berbeda. Adopsi dari realitas <i>virtual</i> ini membawa kemungkinan yang sangat luas dan fleksibel untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang kehidupan, seperti dalam industri permainan, pertemuan organisasi, dan juga dalam ranah pendidikan.
2.	<i>Pengembangan Kompetensi Guru SMKN 1 Labang Bangkalan melalui Pembuatan Media Pembelajaran Augmented Reality dengan Metaverse</i> [8]	Teknologi <i>Metaverse</i> diterapkan sebagai alat pembelajaran di SMK. Sekolah tersebut menggunakan teknologi <i>Metaverse</i> guna mendukung jalannya proses pembelajaran olahraga. Penggunaan <i>Augmented Reality</i> melalui platform <i>Metaverse</i> memiliki nilai yang signifikan, terutama dalam masa pandemi di mana kegiatan sebagian besar dilakukan secara daring. Pendekatan pembelajaran daring menggunakan <i>Metaverse</i> diharapkan menghadirkan manfaat yang lebih signifikan dibandingkan dengan metode pembelajaran daring konvensional.
3.	<i>Menganalisis Informasi Metaverse Pada Game Online Roblox Secara Garis Besar</i> [9]	Jurnal ini mengulas penerapan teknologi <i>multiverse</i> dalam lingkup permainan <i>video</i> . Dalam jurnal tersebut dijelaskan bahwa terdapat sejumlah keunggulan yang diperoleh melalui penerapan <i>Metaverse</i> dalam

		permainan daring, khususnya Roblox. Pemanfaatan <i>multiverse</i> akan memberikan pengalaman <i>virtual</i> baru bagi pemain, di mana peenerapan <i>teknologi Augmented Reality (AR)</i> dan <i>Virtual Reality (VR)</i> dalam permainan tersebut mampu menyajikan sensasi bermain yang lebih mendekati pengalaman nyata.			dan bahan kimia, dapat dipresentasikan secara <i>virtual</i> tanpa risiko cedera atau efek sampingnya. Meskipun seperti itu, adopsi <i>Metaverse</i> dapat membawa efek samping pada penggunanya. Ketergantungan pada teknologi ini dapat menyebabkan pengguna mengabaikan kehidupan nyata jika tidak diatur dengan bijak. Di samping itu, dampak fisik, seperti pusing atau mabuk, dapat terjadi pada pengguna yang belum familiar dengan teknologi VR dan AR ketika mereka pertama kali menggunakannya. Oleh karena itu, dalam mempertimbangkan penerapan <i>Metaverse</i> , penting untuk mempertimbangkan baik aspek positif maupun negatif dari teknologi tersebut.
4.	<i>A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges</i> [10]	Artikel ini menjelaskan konsep <i>extended reality</i> yang melibatkan teknologi virtual yang mengintegrasikan <i>Augmented Reality</i> , <i>Virtual Reality</i> , dan <i>Mixed Reality</i> ke suatu dimensi <i>virtual</i> yang baru, menciptakan pengalaman <i>virtual</i> yang lebih autentik dan realistis. Hal ini sesuai dengan taksonomi <i>Metaverse</i> yang diuraikan dalam artikel ini, elemen-elemen dari <i>Metaverse</i> memungkinkan penerapan teknologi tersebut di berbagai bidang, seperti simulasi, permainan, aktivitas kantor dan pendidikan. Dalam konteks pendidikan, nilai penting diberikan pada pengalaman <i>audiovisual</i> dan pengalaman langsung, karena konsep teoritis yang diajarkan dalam bentuk teks saja bisa berbeda dengan pengalaman praktis. Melalui teknologi <i>multiverse</i> , situasi-situasi yang sulit atau berbahaya selama pembelajaran, seperti eksperimen radiasi	5.	<i>Educational Applications of Metaverse: Possibilities and Limitations</i> [11]	Terdapat empat jenis simulasi di <i>Metaverse</i> yang menunjukkan potensi signifikan dalam konteks pendidikan. Pertama, <i>Augmented Reality</i> di <i>Metaverse</i> dapat membangun lingkungan belajar yang interaktif dengan menggunakan teknologi lokasi dan jaringan, menciptakan pengalaman belajar jarak jauh yang lebih imersif. Kedua, <i>Lifelogging</i> adalah teknologi yang memiliki kemampuan merekam dan berbagi pengalaman serta data selama berada di <i>Metaverse</i> , mirip dengan prinsip dasar

		<p>media sosial. Dalam pendidikan, <i>Lifelogging</i> bisa berfungsi untuk mendokumentasikan materi pelajaran dan informasi terkait untuk keperluan pembelajaran. Ketiga, <i>Mirror World</i> adalah simulasi <i>virtual</i> yang secara mendalam merefleksikan dunia nyata dengan tambahan informasi yang lebih luas, mengatasi kendala fisik dan waktu dalam proses pembelajaran, khususnya selama situasi pandemi. Keempat, <i>Virtual Reality</i> di <i>Metaverse</i> memungkinkan penciptaan lingkungan <i>virtual</i> berbasis 3D yang mendukung pembelajaran, memberikan pengalaman simulasi nyata untuk aktivitas berisiko tinggi seperti operasi medis atau pelatihan penerbangan. Meskipun memiliki manfaat yang signifikan, <i>Metaverse</i> juga menimbulkan kekhawatiran. Kebebasan yang tinggi dalam <i>Metaverse</i>, bersama dengan adanya fitur avatar untuk menyembunyikan identitas pengguna, dapat berpotensi menciptakan situasi berisiko. Kemungkinan munculnya tindakan kejahatan yang lebih maju daripada di dunia nyata juga menjadi perhatian yang berpotensi mengancam pengguna <i>Metaverse</i>.</p>
6.	<p><i>The Metaverse Phenomenon in the Teaching of Digital Media Art Major</i> [12]</p>	<p><i>Metaverse</i> adalah hasil perpaduan aspek teknologi, seni, sosial, komunitas, dan kemanusiaan. Harapannya, kehadiran <i>Metaverse</i> dapat menjadi solusi bagi tantangan-tantangan dalam bidang pendidikan, seperti terbatasnya ruang dan waktu yang menjadi hambatan dalam penyelenggaraan pembelajaran secara efisien. Pembelajaran daring umumnya dapat menurunkan interaksi antara pengajar dan murid, yang jelas memengaruhi prestasi belajar dan kenyamanan pembelajaran siswa. <i>Metaverse</i> bisa mengatasi hambatan tersebut melalui penerapan teknologi VR. Dengan pendekatan ini, pengajar dan murid dapat berinteraksi langsung dalam lingkungan <i>Metaverse</i>, memungkinkan pengalaman belajar yang lebih interaktif. Namun, meskipun pada dasarnya dapat mengurangi interaksi di dunia nyata, bahkan menimbulkan masalah kesehatan seperti gangguan penglihatan, kehadiran <i>Metaverse</i> bukanlah berupaya menggantikan cara pembelajaran yang sudah ada, tetapi sebagai alternatif yang dapat dimanfaatkan secara optimal untuk kondisi tertentu.</p>
7.	<p><i>Virtual World as a Resource</i></p>	<p>Evolusi teknologi saat ini telah membawa</p>

	<i>for Hybrid Education</i> [13]	<p>sejumlah model dan metode pembelajaran yang dapat diadopsi. <i>Metaverse</i> berperan dalam mengoptimalkan pembelajaran. Penggabungan mode pembelajaran konvensional dan terbaru ini disebut <i>Hybrid Education</i>, proses pembelajaran yang dilakukan dalam kelas, kini dapat dilakukan dalam jarak jauh, lebih lagi <i>virtual</i>. Sebagai contoh, <i>Universitas Cundinamarca</i> telah mengimplementasikan <i>Hybird Education</i> dengan memanfaatkan teknologi <i>Metaverse</i>. Mereka menyediakan lingkungan <i>virtual</i>, yang dikenal sebagai <i>OpenSimulator</i>, untuk mendukung proses pembelajaran mahasiswa. <i>OpenSimulator</i> menyediakan lingkungan yang fleksibel bagi para pengajar yang tertarik untuk mengadakan pengajaran jarak jauh melalui komputer dan simulasi. Dalam pelaksanaannya, baik staf pengajar maupun mahasiswa yang terlibat memiliki avatar sebagai representasi dari diri mereka saat berada dalam lingkungan <i>Metaverse</i> (Gambar 1).</p>		<p>pelajar, sekaligus meningkatkan kemampuan mereka dalam berpikir kritis. Para siswa dapat mengasah keterampilan pemecahan masalah praktis, berpartisipasi dalam pameran, serta memperlihatkan karya mereka tidak selalu disekolah, melainkan bisa lebih luas dari itu. Dengan menggunakan <i>Metaverse</i>, mereka dapat menjelajahi berbagai periode waktu untuk memahami sejarah secara lebih realistis, bahkan dapat mengakses lingkungan seperti laboratorium ilmiah yang berbahaya. Selanjutnya, pengalaman di <i>Metaverse</i> dapat dihubungkan dengan pembelajaran di kehidupan nyata. Penelitian sebelumnya mengenai penggunaan <i>Virtual Reality</i> pada anak-anak mengindikasikan bahwa pengalaman semacam itu dapat membentuk ingatan, memberikan wawasan penting mengenai kerentanan ingatan anak-anak mengenai sugesti. Studi lain juga mengatakan bahwa pemanfaatan teknologi <i>Augmented Reality</i> dalam membaca dapat meningkatkan motivasi serta minat membaca sang anak dibandingkan dengan membaca buku secara konvensional.</p>
8.	<i>A Whole New World: Education Meets the Metaverse</i> [14]	<p><i>Metaverse</i> memiliki potensi untuk menciptakan lingkungan <i>virtual</i> yang dapat mendukung perkembangan keterampilan <i>interpersonal</i> bagi</p>		



Gambar 1. Implementasi metaverse di universitas Cundinamarca

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian studi literatur yang dilakukan terkait teknologi *Metaverse* serta pengaruhnya di bidang pendidikan, dapat disimpulkan bahwa implementasi *Metaverse* di sektor pendidikan memiliki pengaruh yang signifikan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran jarak jauh dengan memberikan unsur interaktivitas yang lebih tinggi, ini dapat membantu meningkatkan keterlibatan siswa. Dengan teknologi *Metaverse*, siswa dapat mengakses simulasi realistis dari berbagai konsep, seperti eksplorasi *virtual* dalam ilmu pengetahuan dan sejarah. Bagaimanapun juga terdapat kekurangan dan tantangan pada pengimplementasian *Metaverse*. *Metaverse* memerlukan akses internet yang stabil dan perangkat keras yang canggih, yang mungkin tidak selalu terjangkau atau tersedia bagi penggunanya. Tantangan lainnya seperti rentannya keamanan dan juga privasi data, serta dampak fisik seperti mual dan pusing. Pemanfaatan teknologi *Metaverse* dalam pendidikan menawarkan peluang inovatif yang signifikan, namun juga memerlukan penanganan hati-hati terhadap sejumlah tantangan dan keterbatasan yang dapat muncul dalam pengimplementasiannya.

KEPUSTAKAAN

- [1] G. Santoso, A. Abdulkarim, S. Sapriya, B. Maftuh, and M. Murod, "Citizenship Education Perspective: Strengths, Weaknesses, And Paradigm of the Curriculum in 2022," 2023, doi: 10.4108/eai.15-9-2022.2335929.
- [2] G. Santoso, "Model Analysis (SWOT) Of Curriculum Development From Civic Education At 21 Century, 4.0 Era In Indonesian," *IJEED (International J. Entrep. Bus. Dev.)*, vol. 4, no. 2, pp. 250–256, 2021, doi: 10.29138/ijebd.v4i2.1221.
- [3] N. Nurrisma, R. Munadi, S. Syahrial, and E. D. Meutia, "Perancangan Augmented Reality dengan Metode Marker Card Detection dalam Pengenalan Karakter Korea," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 16, no. 1, p. 34, 2021, doi: 10.30872/jim.v16i1.5152.
- [4] M. Sholeh, J. Triyono, P. Haryani, and E. Fatkhiyah, "Penggunaan dan Pengembangan Aplikasi Berbasis Augmented Reality," *Jmm*, vol. 5, no. 5, pp. 2524–2536, 2021, [Online]. Available: <http://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm>
- [5] L.-H. Lee *et al.*, "All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda," Oct. 2021, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2110.05352>
- [6] M. Damar, "Metaverse Shape of Your Life for Future: A bibliometric snapshot," 2021.
- [7] P. 'asher' Rospigliosi, "Metaverse or Simulacra? Roblox, Minecraft, Meta and the turn to virtual reality for education, socialisation and work," *Interactive Learning Environments*, vol. 30, no. 1. Routledge, pp. 1–3, 2022. doi: 10.1080/10494820.2022.2022899.
- [8] A. K. Sari *et al.*, "Pengembangan Kompetensi Guru SMKN 1 Labang Bangkalan melalui Pembuatan Media Pembelajaran Augmented Reality dengan Metaverse," 2020. [Online]. Available: <http://journal.unhas.ac.id/index.php/panritaabdi>
- [9] I. Sopiandi and D. Susanti, "Menganalisis Informasi Metaverse Pada Game Online Roblox Secara Garis Besar," *J. PETISI (Pendidikan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2022, doi: 10.36232/jurnalpetisi.v3i1.2021.
- [10] S. M. Park and Y. G. Kim, "A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 4209–4251, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3140175.
- [11] B. Kye, N. Han, E. Kim, Y. Park, and S. Jo, "Educational applications of metaverse: Possibilities and limitations," *J. Educ. Eval. Health Prof.*, vol. 18, pp. 1–13, 2021, doi: 10.3352/jeehp.2021.18.32.
- [12] Y. Li and D. Xiong, "The Metaverse

- Phenomenon in the Teaching of Digital Media Art Major,” *Proc. 2021 Conf. Art Des. Inherit. Innov. (ADII 2021)*, vol. 643, no. Adii 2021, pp. 348–353, 2022, doi: 10.2991/assehr.k.220205.056.
- [13] J. E. M. Díaz, C. A. D. Saldaña, and C. A. R. Avila, “Virtual world as a resource for hybrid education,” *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 15, no. 15, pp. 94–109, 2020, doi: 10.3991/ijet.v15i15.13025.
- [14] K. Hirsh-Pasek *et al.*, “A whole new world: Education meets the metaverse,” *Cent. Univers. Educ.*, no. February, 2022, [Online]. Available: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2022/02/A-whole-new-world_Education-meets-the-metaverse-FINAL-021422.pdf

PROSIDING

Seminar Nasional Teknologi,
Kualitas dan Aplikasi 2023



SEMINAR NASIONAL
TEKNOKA8
Teknologi, Kualitas, dan Aplikasi 2023

ARTIKEL BIDANG TEKNIK ELEKTRO

Apple's great success
is not in any one city.



SENTUH

ESSANS

UNICOM

herbani
Medika Nusantara

Pemrograman Sudut-Sudut Kinematis pada Persendian Kaki Robot untuk Menstabilkan Gerak Maju Robot Quadruped

Akhmad Rizal Dzibrillah¹⁾, Gripsy Adeep Firmansyah²⁾, Abrar Dhiya Rabbani³⁾, Yoga Budi Santoso³⁾, Malik Emir Hafta⁴⁾, Rosalina⁵⁾ & Fadhlan Nurrachman⁶⁾

^{1,2,3,4,5,6,7)}Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof.Dr Hamka

Jl. Tanah Merdeka, No. 6, Kampung Rambutan, Ciracas, Jakarta Timur Telp (021) 87782739 Website:

<https://ft.uhamka.ac.id> E-mail: ft@uhamka.ac.id

Programming Kinematic Angles in Robot Leg Joints to Stabilize Forward Motion of Quadruped Robots

Akhmad Rizal Dzibrillah¹⁾, Gripsy Adeep Firmansyah²⁾, Abrar Dhiya Rabbani³⁾, Yoga Budi Santoso³⁾, Malik Emir Hafta⁴⁾, Rosalina⁵⁾ & Fadhlan Nurrachman⁶⁾

^{1,2,3,4,5,6,7)}Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof.Dr Hamka

Jl. Tanah Merdeka, No. 6, Kampung Rambutan, Ciracas, Jakarta Timur Telp (021) 87782739 Website:

<https://ft.uhamka.ac.id> E-mail: ft@uhamka.ac.id

Abstrak

Pada kontes robot SAR Indonesia tahun 2023, robot cerdas dari setiap universitas berlomba mencetak skor dengan cara membawa boneka mini berwarna orange ke lokasi-lokasi yang ditentukan. Robot harus melewati rintangan sulit beraneka ragam. Robot cerdas yang dilombakan adalah robot berkaki yang memiliki penjepit untuk memegang boneka mini. Motor servo merupakan salah satu motor yang sering digunakan pada sendi-sendi robot berkaki. Penelitian ini bertujuan untuk memprogram sudut-sudut kinematis pada persendian robot berkaki agar mampu melintasi arena Kontes Robot SAR 2023 beserta rintangannya dengan stabil. Dengan menggunakan 4 kaki yaitu kanan-depan, kiri depan, kanan-belakang, dan kiri belakang serta menggunakan 3 motor servo pada masing-masing kaki, robot dapat berjalan stabil setelah dilakukan pemrograman sudut-sudut kinematis tertentu pada motor serv. Robot diprogram memiliki 7 fase gerak antar kaki yang selaras dengan delay 500 milidetik setiap fase. Robot dapat berjalan stabil melewati semua rintangan pada arena robot KRSRI 2023 kecuali rintangan jalan bertangga menanjak.

Kata kunci: robot quadruped, pemrograman sudut kinematis.

Abstract

In the 2023 Indonesian SAR robot contest, intelligent robots from each university compete to score by carrying orange mini dolls to designated locations. Robots must overcome various difficult obstacles. The intelligent robot in the competition is a legged robot that has clamps for holding mini dolls. Servo motors are one of the motors that are often used in legged robot joints. This research aims to program the kinematic angles of the joints of a legged robot so that it is able to traverse the 2023 SAR Robot Contest arena and its obstacles stably. By using 4 legs, namely front-right, front-left, rear-right and rear-left and using 3 servo motors on each leg, the robot can walk stably after programming certain kinematic angles on the servo motor. The robot is programmed to have 7 phases of movement between the legs that are aligned with a delay of 500 milliseconds for each phase. The robot can walk stably over all obstacles in the KRSRI 2023 robot arena except for the uphill stairs.

Keyword: quadruped robots, kinematic angle programming.

1 PENDAHULUAN

Kontes Robot SAR Indonesia merupakan suatu kompetisi robot cerdas antar perguruan tinggi tingkat nasional yang diselenggarakan oleh Pusprenas Kemendikbudristek Republik Indonesia. Pada kontes robot SAR Indonesia tahun 2023, robot cerdas dari masing-masing universitas berlomba mencetak skor dengan cara membawa boneka mini berwarna orange ke lokasi-lokasi yang ditentukan. Robot harus melewati rintangan seperti tanggul, jalan retak, jalan berbatu, jalan menurun, jalan licin berkelelereng, dan

tangga menanjak. Robot cerdas yang dilombakan adalah robot berkaki yang memiliki penjepit untuk memegang boneka mini.

Motor servo merupakan salah satu motor yang sering digunakan pada sendi-sendi robot berkaki yang berfungsi untuk menggerakkan batang kaki robot. Untuk membuat robot berkaki berjalan stabil melewati rintangan yang ada, maka programmer robot cerdas perlu untuk melakukan pemrograman sudut-sudut kinematis persendian kaki melalui pemrograman pada motor-motor servo kaki robot. Penelitian ini

bertujuan untuk memprogram sudut-sudut kinematis pada persendian robot berkaki agar mampu melintasi arena Kontes Robot SAR 2023 beserta rintangannya dengan stabil. Robot berkaki yang peneliti buat adalah robot Quadruped (Robot Berkaki).

2 LANDASAN TEORI

2.1 Motor Servo

Motor servo adalah motor bersistem kontrol umpan balik tertutup dimana posisi motor akan diindra kembali ke rangkaian kontrol pada motor servo[1]. Motor ini terdiri atas sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Fungsi potensiometer adalah untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut sumbu motor servo dikontrol berdasarkan bandwidth pulsa yang dikirim dari kaki sinyal kabel motor[2]. Gambar motor servo ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Motor Servo[1]

2.2 Arduino

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Mempunyai 14 pin masukan dan keluaran digital dimana 6 pin masukan tersebut dapat digunakan sebagai keluaran PWM dan 6 pin masukan analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk membantu fungsi mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya mengkoneksikan Board Arduino Uno ke komputer dengan memakai kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk mengoperasikannya[3]. Gambar arduino uno ditunjukkan pada Gambar 2.

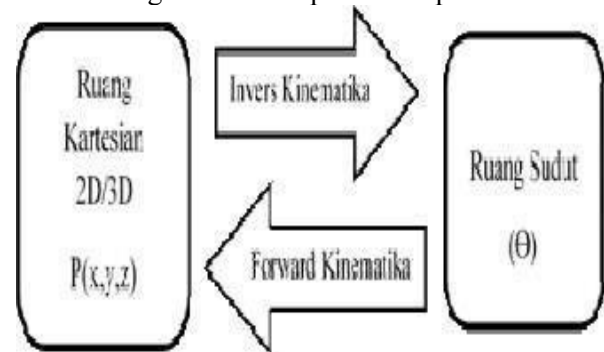


Gambar 2. Arduino Uno

2.3 Kinematika Robot

Kinematika robot adalah studi analisis pergerakan kaki atau lengan robot terhadap sistem kerangka koordinat acuan yang statis atau dinamis dengan menghiraukan gaya penyebab pergerakan. Model kinematika merepresentasikan relasi end effector dalam ruang tiga dimensi dengan variabel sendi pada ruang sendi[4].

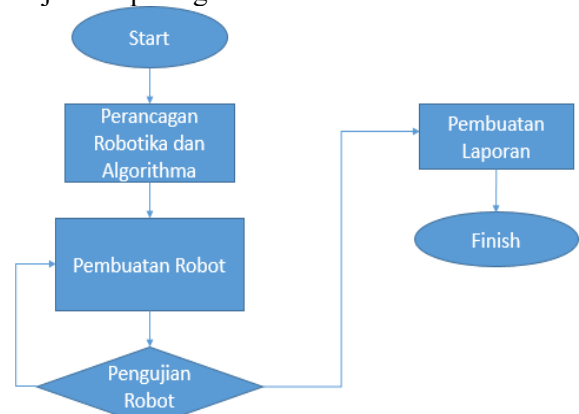
Terdapat 2 konsep pada kinematika yaitu konsep konsep forward kinematika dan invers kinematika. Forward kinematika adalah metode untuk menentukan orientasi dan posisi end effector dari besarnya sudut sendi dan panjang link kaki robot. Invers kinematika adalah metode untuk mengetahui nilai sudut pada sendi-sendi yang diperlukan agar end effector dapat mencapai posisi yang diinginkan[5]. Gambar relasi konsep kinematika dengan ruang sudut dan ruang kartesian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Model Kinematika Robot

3 METODE PERANCANGAN

Untuk melakukan rancang bangun robot berkaki 4 beserta pengujiannya, maka peneliti menyusun tahapan- tahapan penelitian. Tahapan penelitian ini mengacu pada metode Waterfall dalam pengembangan sistem yaitu perancangan, implementasi, dan pengujian. Diagram alur penelitian ditunjukkan pada gambar 4:



Gambar 4 Diagram Alur Penelitian

Metode penelitian dimulai dari perancangan mekanik badan dan kaki robot, perancangan elektrik, serta algorithma gerak robot. Robot yang dirancang

adalah robot otomatis yang berjalan menggunakan 4 kaki. Setelah mendapatkan perancangan yang matang, penelitian dilakukan dengan pembuatan badan robot, pembuatan kaki-kaki robot, dan pemasangan kaki-kaki robot pada persendian yang menggunakan motor servo. Power supply, mikrokontroler, dan komponen elektronik antamuka motor servo-mikrokontroler lalu dipasang sebagai sistem elektrik pada body robot. Kemudian dilakukan pemrograman algoritma gerak robot pada mikrokontroler.

Pengujian tahap pertama dilakukan untuk menguji elektrik, mekanik robot, serta algoritma kendali. Robot lalu diuji untuk melintasi arena robot KRSI 2023 beserta rintangannya.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Robot dirancang berjalan dengan 4 kaki yaitu Front-Right(Kanan-Depan), Front-Left(Kiri- Depan), Back-Right(Kanan-Belakang), dan Back- Left(Kiri-belakang). Masing-masing kaki memiliki 3 persendian. Aktuator penggerak masing-masing sendi adalah motor servo yang terhubung pada mikrokontroler.

Kaki robot bagian bawah terbuat dari bahan akrilik, sedangkan bagian paha dan body terbuat dari batangan plastik.

Motor Servo top adalah motor servo yang terpasang pada persendian badan robot dengan paha bawah, motor servo medium adalah motor servo pada persendian paha atas dengan paha tengah, motor servo bottom adalah persendian antara paha tengah dengan kaki bagian bawah robot.

Gambar mekanik robot beserta kaki-kakinya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Rancangan Mekanik Robot

Untuk membuat robot berjalan stabil, maka peneliti melakukan pemrograman sudut-sudut kinematis dari 12 motor servo yang digunakan. Pemrograman sudut kinematis masing-masing persendian robot ini terdiri dari pemrograman sudut standby, yaitu sudut awal sendi saat awal fase, dan

pemrograman sudut transisi, yaitu sudut untuk melakukan rotasi sendi ke fase selanjutnya. Gerak maju robot dalam gerak maju ke depan terdiri dari 7 fase.

Agar pergerakan robot tiap fase sinkron dan stabil, maka gerak robot diprogram untuk delay

500 milidetik pada setiap perpindahan fase. Setelah mencapai fase 7, maka gerak robot akan kembali berulang ke fase 1 sehingga robot akan terus maju ke depan secara berkelanjutan.

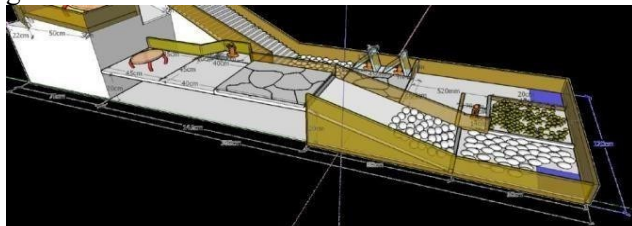
Pemrograman sudut-sudut kinematis persendian robot pada setiap fase dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pemrograman Sudut-Sudut Kinematis masing-masing motor servo

Fase	Kode Servo	Sudut Standby	sudut translasi
1	FrontRight T	125	0
	font right M	160	35
	BackLeft T	125	10
	FrontLeft T	125	-40
	BackRight T	125	20
	delay	500 milidetik	
2	FrontRight M	160	-100
	FrontRight B	85	85
	BackLeft T	50	
	BackLeft M	-20	
	delay	500 milidetik	
3	BackLeft M	160	0
	BackLeft B	85	20
	delay	500 milidetik	
4	FrontRight T	125	140
	FrontLeft T	125	0
	FrontLeft M	160	-70
	delay	500 milidetik	
5	FrontLeft M	160	-50
	FrontLeft B	85	-10
	BackRight T	125	- 20
	BackRight M	160	-100
	delay	500 milidetik	
6	BackRight M	160	-80
	BackRight B	85	10
	delay	500 milidetik	
7	Front Left	125	0
	delay	500	

Setelah dilakukan pemrograman sudut-sudut kinematis persendian melalui mikrokontroler, maka

robot diuji untuk berjalan pada arena robot KRSRI 2023. Miniatur Arena KRSRI 2023 ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6 Arena KRSRI 2023

Macam rintangan untuk pengujian kestabilan gerak maju robot di antaranya adalah tanggul setinggi 2 cm, lantai berkelereng dengan diameter 15-17 mm, jalan berbatu koral dengan ukuran 3-5 cm, jalan pecah ketebalan 2 cm dan ukuran keretakan 3-4 cm, jalan menurun dengan kelandaian 25o ,dan jalan bertangga menanjak.

Hasil pengujian dari semua kestabilan gerak robot dari semua rintangan ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian robot melewati semua rintangan arena KRSRI

Rintangan	Kestabilan jalan robot
tanggul setinggi 2 cm	Stabil terlampaui
lantai berkelereng dengan diameter 15- 17 mm	Stabil terlampaui
jalan berbatu koral dengan ukuran batu 3-5 cm	Stabil terlampaui
jalan pecah ketebalan 2 cm dan keretakan 3-4 cm	Stabil terlampaui
Jalan menurun dengan kelandaian 25°	Stabil Terlampaui
Jalan bertangga menanjak	Tidak Terlampaui

5 SIMPULAN DAN SARAN

Dengan menggunakan 4 kaki yaitu kanan- pan, kiri depan, kanan-belakang, dan kiri belakang serta menggunakan 3 motor servo pada masing-masing kaki, robot dapat berjalan stabil telah dilakukan pemrograman sudut-sudut kinematis tertentu pada motor servo yang merupakan sendi-sendi kaki robot. Robot program memiliki 7 fase gerak antar kaki yang laras dengan delay 500 milidetik setiap fase.

Robot dapat berjalan stabil melewati semua rintangan pada arena robot KRSRI 2023 kecuali rintangan jalan bertangga menanjak. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah memperbaiki sudut kinematis robot quadruped agar mampu berjalan stabil di jalan bertangga menanjak.

KEPUSTAKAAN

- [1] A. Hilal and S. Manan, "Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu," *Gema Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 95–99, 2015, doi: 10.14710/gt.v17i2.8924.
- [2] R. Rinaldy, R. F. Christianti, and D. Supriyadi, "Pengendalian Motor Servo Yang Terintegrasi Dengan Webcam Berbasis Internet Dan Arduino," *J. Inform. dan Elektron.*, vol. 5, no. 2, pp. 17–23, 2014, doi: 10.20895/infotel.v5i2.59.
- [3] Z. Lubis et al., "Kontrol Mesin Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Smartphone," *Cetak) Bul. Utama Tek.*, vol. 14, no. 3, pp. 1410–4520, 2019.
- [4] S. Setiawan, Firdaus, B. Rahmadya, and Derisma, "Penerapan Invers Kinematika Untuk Pergerakan Kaki Robot Biped," no. November, pp. 1–9, 2015.
- [5] J. Andika and K. S. Salamah, "Analisis kinematik pada robot hexapod," *J. Teknol. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 83–91, 2018, [Online]. Available: <https://publikasi.mercubuana.ac.id/files/journal/s/4/articles/4072/submission/original/4072-7845-1-SM.pdf>

Rancang Bangun Robot Beroda dengan Kemampuan Berjalan Pada Sudut Tanjakan Landai dan Transmisi Sinyal Kendali Berbasis Bluetooth

Akhmad Rizal Dzibrillah¹⁾, Muhammad Rafli Ardiansyah²⁾, Rizky Afif Afandi³⁾, Elvira Nur Rahma⁴⁾, Muhammad Fajar Nugroho⁵⁾, Muhammad Shafar Rahim⁶⁾ & Ahmad Robi⁸⁾

^{1,2,3,4,5,6,7)}Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
Jl. Tanah Merdeka, No. 6, Kampung Rambutan, Ciracas, Jakarta Timur Telp (021) 87782739 Website:
<https://ft.uhamka.ac.id> E-mail: ft@uhamka.ac.id

Design of a Wheeled Robot with the Ability to Walk on Slopes and Bluetooth-Based Control Signal Transmission

Akhmad Rizal Dzibrillah¹⁾, Muhammad Rafli Ardiansyah²⁾, Rizky Afif Afandi³⁾, Elvira Nur Rahma⁴⁾, Muhammad Fajar Nugroho⁵⁾, Muhammad Shafar Rahim⁶⁾ & Ahmad Robi⁸⁾

^{1,2,3,4,5,6,7)}Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
Jl. Tanah Merdeka, No. 6, Kampung Rambutan, Ciracas, Jakarta Timur Telp (021) 87782739 Website:
<https://ft.uhamka.ac.id> E-mail: ft@uhamka.ac.id

Abstrak

Pada kontes robot ABU-Robocon (KRAI) tahun 2023, robot diperintahkan untuk memasukkan cincin pada tiang-tiang sebuah arena berbentuk lantai bersusun. Untuk memaksimalkan skor, robot diperbolehkan untuk menaiki lantai candi tingkat 2. Penghubung lantai candi tingkat 2 dan alas arena adalah sebuah papan tanjakan dengan sudut kemiringan tanjakan adalah $18,42^\circ$ dan luas $600 \times 975 \text{ mm}^2$. Peraturan yang lain adalah atlet pengendali robot manual tidak diperkenankan memasuki arena atau harus beradadi luar arena. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun robot beroda yang memiliki kemampuan melintasi jalan menanjak arena robot KRAI serta robot dapat dikendalikan secara jarak jauh hingga memungkinkan atlet tidak perlu masuk ke dalam arena yang memiliki luas $12 \times 6 \text{ m}^2$. Penggunaan 4 roda omniwheels yang diberi tegangan DC total 14.8 V, mampu membuat robot berbahan aluminium mampu melintasi jalan menanjak di arena robot KRAI 2023. Dengan menggunakan transmisi bluetooth, robot dapat dikendalikan secara wireless melintasi keseluruhan arena.

Kata kunci: Robot Beroda, Jalan Menanjak, Bluetooth.

Abstract

In the 2023 ABU-Robocon (KRAI) robot contest, robots were instructed to insert rings into the poles of an arena in the form of a stacked floor. To maximize the score, the robot is allowed to climb the level 2 temple floor. Connecting the level 2 temple floor and the base of the arena is a ramp board with an incline angle of $18,42^\circ$ and an area of $600 \times 975 \text{ mm}^2$. Another rule is that athletes controlling manual robots are not allowed to enter the arena or must stay outside the arena. This research aims to design a wheeled robot that has the ability to traverse uphill roads in the KRAI robot arena as well. The robot can be controlled remotely so that athletes do not need to enter the arena which has an area of $12 \times 6 \text{ m}^2$. The use of 4 omniwheels which are given a total DC voltage of 14.8 V, is able to make the aluminum robot able to traverse uphill roads in the KRAI 2023 robot arena. By using Bluetooth transmission, the robot can be controlled wirelessly across the entire arena.

Keyword Wheeled Robot, Uphill Walk, Bluetooth.

1 PENDAHULUAN

Kontes Robot ABU-Robocon Indonesia (KRAI) merupakan kontes robot tahunan antar universitas tingkat nasional yang diselenggarakan oleh Pusprenas Kemendikbudristek Republik Indonesia. Pada kontes ini, dua robot dari universitas berbeda akan bertanding dalam suatu arena untuk mencetak skor tertinggi dalam mengerjakan suatu tugas tertentu. Tema tugas robotik tersebut ditentukan oleh ABU-Robocon Internasional dan berbeda-beda pada setiap tahun.

Tema Kontes Robot ABU-Robocon Indonesia (KRAI) 2022 adalah "Casting Flower Over Angkorwat". Pada kontes robot antar universitas tingkat nasional ini, robot diperintahkan untuk memasukkan cincin pada tiang-tiang sebuah arena berbentuk lantai bersusun menyerupai candi an gkorwat. Untuk membantu mencetak skor, robot diperbolehkan untuk menaiki lantai candi tingkat 2. Penghubung lantai candi tingkat 2 dan alas arena adalah sebuah papan tanjakan dengan sudut

kemiringan tanjakan adalah 18,420 dan luas 600 x 975 mm². Peraturan yang lain adalah atlet pengendali robot manual tidak diperkenankan memasuki arena atau harus berada di luar arena. Jika mempertimbangkan kontur arena maka transmisi sinyal kendali menggunakan kabel tidak memungkinkan sehingga harus menggunakan transmisi wireless.

Untuk mengoptimalkan kinerja robot dalam mencetak skor, maka peneliti bertujuan untuk merancang bangun robot beroda yang memiliki kemampuan:

1. melintasi jalan menanjak dengan sudut kemiringan 18,420 dan luas papan 600 x 975 cm², hingga robot bisa sampai ke lantai atas arena candi.
2. Robot dapat dikendalikan secara jarak jauh hingga memungkinkan atlet tidak perlu masuk ke dalam arena yang memiliki luas 12x6 m².

2 LANDASAN TEORI

2.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Mempunyai 14 pin masukan dari keluaran digital dengan 6 pin masukan tersebut digunakan sebagai keluaran PWM dan 6 pin masukan analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk membantu mikrokontroler agar dapat difungsikan, cukup hanya mengkoneksikan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC-to-DC atau baterai untuk mengoperasikannya[1]. Gambar board arduino uno beserta peripheral interfacenya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Arduino Uno

2.2 Roda OmniWheel

Roda omni (omni wheels) adalah rancangan roda spesial yang tidak hanya memiliki 1 roda inti, tetapi beberapa roda dalam roda inti. Terdapat roda inti besar, dan sepanjang tepi terdapat beberapa roda kecil tambahan yang memiliki

poros 900 terhadap poros roda inti[2]. Contoh roda Omniwheels dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Roda Omniwheels

Inti roda bisa berputar pada sumbunya seperti roda pada umumnya, sebab adanya pelengkap roda kecil. Roda utama juga dapat bergerak sejajar dengan porosnya. Omni wheel adalah sebuah mobil robot yang menggunakan rodanya untuk bergerak ke semua direksi meski tanpa melakukan gerakan memutar sebelumnya[3].

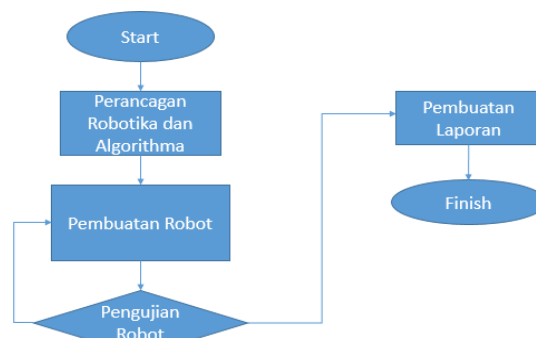
2.3 Bluetooth Wireless

Wireless Local Area Network atau WLAN adalah suatu jaringan area lokal non-kabel yang menggunakan media transmisi frekuensi radio (RF) dan infrared (IR), untuk memberi sebuah koneksi jaringan ke semua user pada lingkungan disekitarnya. Wifi adalah singkatan dari Wireless Fidelity, yaitu standar-standar yang digunakan untuk komunikasi jaringan lokal non-kabel (Wireless Local Area Network-WLAN). yang merujuk pada ketentuan IEEE 802.11[4].

Bluetooth adalah perangkat komunikasi non-kabel yang berfungsi pada frekuensi 2,4 GHz unlicensed ISM (Industrial, Scientific, and Medical) dengan memakai frequency hopping transeiver yang bisa melakukan komunikasi data dan bunyi real-time antar host-host Bluetooth dengan jangkauan jarak terbatas. Bluetooth adalah IC yang diimplementasikan pada perangkat eletronia sehingga bisa menggantikan penghantar konduktor[5].

3 METODE PERANCANGAN

Diagram alur penelitian dapat dilihat pada gambar 3:



Gambar 3 Diagram Alur Penelitian

Metode penelitian dimulai dari perancangan mekanik, elektrik, interface pengguna, serta algoritma robot. Robot yang

dirancang adalah robot berlingan manual yang pergerakannya dapat dikendalikan oleh perangkat antarmuka pengguna yang terhubung secara wireless menggunakan bluetooth.

Setelah mendapatkan perancangan yang matang, penelitian dilakukan dengan pembuatan robot dan perangkat antarmuka. Pengujian tahap pertama dilakukan untuk menguji elektrik, mekanik robot, koneksi interface pengguna dengan robot, serta algoritma kendali. Jika kinerja mekanik-elektrik berhasil serta interface pengguna terkoneksi, dan algoritma sesuai, maka robot dinyatakan selesai. Jika kinerja elektrik, mekanik, dan algoritma kendali belum sesuai ekspektasi, maka pembuatan robot akan diulangi di bagian kinerja yang belum berfungsi sesuai ekspektasi.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rancang Bangun Mekanik dan Kekuatan Laju Roda Robot

Robot yang dibangun menggunakan 4 buah roda Omniwheels. Dengan susunan roda dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Mekanik Robot

Agar tidak jatuh saat melewati papan menanjak maka ukuran robot dibuat ukuran panjang 50 cm Dan ukuran lebar 80 cm. Supaya robot dapat melaju pada kemiringan tanjakan 18.420 maka 4 buah motor omniwheels robot diberi sumber tegangan 14.8 V. dari 2 baterai jenis Lipo dengan kekuatan daya 8800 mAH sehingga menghasilkan torsi motor yang mampu membuat robot berbahan aluminium berjalan melintasi papan tanjakan dengan mudah.

Penggunaan Omniwheels membuat robot tidak hanya mampu bergerak maju- mundur dan berbelok ke kanan-kiri, tapi juga bergeser ke kiri atau ke kanan tanpa harus berbalik. Gambar implementasi mekanik robot dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Rancangan Mekanik Robot

4.2 Rancang Bangun Transmisi Sinyal Kendali

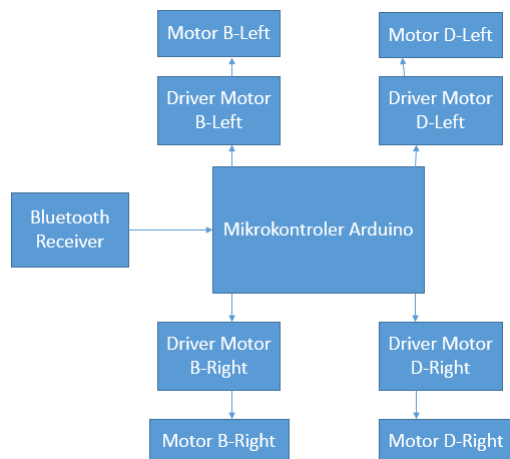
Media transmisi sinyal menggunakan bluetooth. Antarmuka pengguna untuk mengendalikan robot adalah dengan menggunakan transceiver bluetooth berbentuk Joystick PS3 tipe Turbo K-one yang memiliki frekuensi Bluetooth 2.4 GHZ. Gambar 6 menunjukkan perangkat joystick untuk mengendalikan robot secara wireless beserta receivernya.



Gambar 6. Joystick berbasis Wireless(a) dan Bluetooth Receiver(b)

Bluetooth receiver dipasang terlebih dahulu dengan joystick wireless lalu dihubungkan ke mikrokontroler pada sistem elektrik robot. Mikrokontroler arduino uno digunakan akan mengolah sinyal kendali dengan algoritma tertentu untuk mengatur 4 driver motor omniwheels baik lilitan poros utama dan lilitan motor tambahan. Masing-masing driver antarmuka mengatur masing-masing motor roda omniwheels yaitu motor depan kanan, motor depan kiri, motor belakang kanan, dan motor belakang kiri. Melalui pengontrolan 4 motor roda omniwheels robot dirancang agar mampu bergerak maju, mundur, geser kanan kiri, serong kanan-kiri, dan memutar.

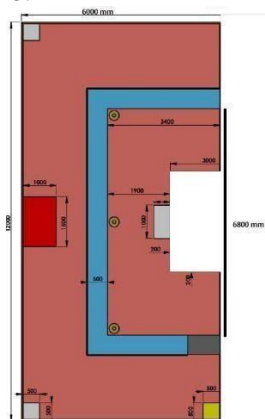
Rancangan sistem elektrik robot dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sistem elektrik Robot

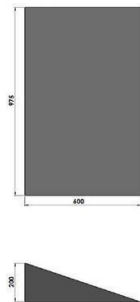
4.3 Pengujian Kemampuan Robot

Robot diuji geraknya pada arena dengan ukuran seperti Gambar 8.



Gambar 8. Arena Robot tampak atas

Robot diuji gerak menanjaknya pada tanjakan dengan ukuran seperti Gambar 9.



Gambar 9. Tanjakan Arena

Kemampuan robot yang diharapkan adalah mampu melalui jalan menanjak dengan sudut tanjakan 18.420 hingga bisa sampai ke panggung arena tingkat 2. Dalam pengujian kekuatan mekanis robot. Robot dapat sampai ke arena tingkat 2 setelah melalui lintasan 18.420. Spesifikasi robot yang diharapkan adalah robot dapat dikendalikan hingga pada titik terjauh yaitu kendali antar ujung-ujung diagonal arena atau sejauh 13.42 meter. Dalam pengujian

menggunakan transmisi bluetooth, robot dapat dikendalikan dengan jarak antara manusia dan

5 SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Penggunaan 4 buah roda Omniwheels yang diberi tegangan DC total 14.8 V, mampu membuat robot berbahan aluminium mampu melintasi jalan menanjak sepanjang 40 cm dengan sudut tanjakan 18.420. Dimensi robot adalah panjang 50 cm dan lebar 80 cm.
2. Sinyal wireless bluetooth mampu mentransmisikan sinyal kendali hingga jarak 13.42 meter yang merupakan jarak terjauh dari arena robot KRAI.

KEPUSTAKAAN

- [1] Z. Lubis *et al.*, "Kontrol Mesin Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Smartphone," *Cetak) Bul. Utama Tek.*, vol. 14, no. 3, pp.1410–4520, 2019.
- [2] R. Syam, Irham, and W. Erlangga, "Rancang Bangun Omni Wheels Robot Dengan Roda Penggerak Independent," *J. Mek.*, vol. 3, no. 1, pp. 213–220, 2012, [Online]. Available: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Mekanikal/article/download/316/264>
- [3] R. Syam and A. Abustan, "Omniwheels Dengan Manipulator Untuk Robot Penjinak Bom," *J. Mek.*, vol. 6, no. 1, pp. 556–563, 2015.
- [4] R. Toyib and C. Saputra, "Prototype Robot Lengan Dengan Kontrol Jarak Jauh Menggunakan Bluetooth HC-05 dan Kamera," *Pseudocode*, vol. 8, no. 1, pp. 11–20, 2021, doi: 10.33369/pseudocode.8.1.11-20.
- [5] A. Sugiharto, "Sistem Kontrol Nirkabel pada Surveillance Mobile Robot Jurnal Disprotek," *Disprotek*, vol. 8, no. 2, pp. 8–15, 2017.

Proyeksi Permintaan Listrik di Pulau Kalimantan dengan Mempertimbangkan Rencana Pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN)

Nuryanti¹⁾, Elok S. Amitayani²⁾, Citra Candranurani³⁾, Nurlaila⁴⁾, Ewitha Nurulhuda⁵⁾,
Yohanes Dwi Anggoro⁶⁾, Suparman⁷⁾

^{1,2,3,4,5)}Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir (PRTRN), Organisasi Riset Teknologi Nuklir (ORTN) – BRIN. KST. B.J. Habibie, Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia. Mobile: 085695069171

^{6,7)}Direktorat Kebijakan Lingkungan Hidup, Kemaritiman, Sumber Daya Alam, dan Ketenaganukliran, Deputi Kebijakan Pembangunan – BRIN. Gedung B. J. Habibie, Jl. M. H. Thamrin No. 8, Jakarta Pusat 10340, Indonesia
E-mail: nuyantin97@gmail.com, nury011@brin.go.id

Abstrak

Studi ini mengembangkan model proyeksi permintaan listrik di Pulau Kalimantan dengan mempertimbangkan rencana dibangunnya Ibu Kota Nusantara (IKN). Proyeksi berbasis analisis regresi dilakukan untuk wilayah Kalbar, KalSelTeng dan KalTimRa, sedangkan di IKN proyeksi didasarkan pada asumsi konsumsi listrik per kapita. Variabel yang sangat berpengaruh terhadap permintaan listrik berdasar analisis data adalah PDRB, PDRB per kapita, jumlah pelanggan dan tarif listrik. Hasil proyeksi menunjukkan bahwa permintaan listrik di Pulau Kalimantan, dengan dibangunnya Kawasan IKN, akan meningkat dari 12.542,20 GWh pada tahun 2022 menjadi 147.639,96 GWh pada tahun 2060. Dari sisi prosentase energi listrik terjual per sektor, terjadi tren penurunan yang signifikan pada sektor Rumah Tangga dan tren kenaikan yang signifikan pada sektor Industri dan Bisnis.

Kata kunci: proyeksi, permintaan listrik, analisis regresi, Kalimantan, IKN

Abstract

This study develops a model for forecasting electricity demand in the Kalimantan Island by considering the plan to build the IKN. Projections based on regression analysis are carried out for the West Kalimantan, Central & South Kalimantan and East & North Kalimantan region, while for the IKN the projection was based on the assumption of electricity consumption per capita. Variables that greatly influence the electricity demand based on the data analysis are GRDP, GRDP per capita, number of customers and electricity tariff. The projection result shows that the electricity demand in the Kalimantan Island with the construction of IKN area will increase from 12,542.20 GWh in 2022 to 147,639.96 GWh in 2060. In terms of the percentage of electricity sold per sector, there has been a significant decrease trend in the Household sector and a significant increase trend in the Industrial and Business sector.

Keyword: projection, electricity demand, regression analysis, Kalimantan, IKN

1 PENDAHULUAN

Energi, tak terkecuali listrik, merupakan salah satu sumber daya utama bagi pertumbuhan ekonomi suatu negara maupun wilayah. Pulau Kalimantan sebagai wilayah dengan berbagai potensi sumber daya yang dimilikinya (lumbung energi, hutan, perkebunan, perikanan, dll) tentu sangat berpotensi untuk mendorong tumbuhnya perekonomian wilayah dengan pengembangan potensi-potensi sumber daya tersebut. Pertumbuhan ekonomi ini didorong baik oleh sektor-sektor tersebut secara langsung, maupun oleh *multiplier effect* yang tercipta akibat tumbuhnya sektor-sektor tersebut. Adanya rencana pengembangan beberapa Kawasan Industri (KI) di beberapa wilayah di Kalimantan juga menjadi daya ungkit bagi tumbuhnya perekonomian di wilayah Borneo tersebut. Selain itu, pemerintah telah pula

mencanangkan dioperasikannya Ibu Kota Nusantara (IKN) di Pulau Kalimantan mulai tahun 2024, berdasarkan amanat UU No 3 Tahun 2022 tentang IKN[1]. Terdapat tiga tujuan atau visi dalam pembangunan IKN, yaitu menjadi kota paling *sustain* di dunia, menjadi faktor pendorong (*driving factor*) bagi perekonomian Indonesia di kemudian hari serta sebagai citra karakter masyarakat Indonesia[2]. Dalam kaitan energi, konsep berkelanjutan yang diusung IKN ini tentu mendorong pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) di wilayah IKN, sejalan dengan target *Nett Zero Emission* (NZE) pada tahun 2060 yang dicanangkan oleh pemerintah Indonesia[3]. Pemindahan IKN dengan visinya tersebut tentu saja mendorong terbentuknya basis ekonomi di wilayah IKN dan wilayah-wilayah sekitarnya pada khususnya, serta wilayah Indonesia secara umum. Sektor-sektor seperti jasa, perdagangan, bisnis, perbankan maupun

pariwisata akan tumbuh di wilayah IKN, sementara di wilayah-wilayah sekitarnya diharapkan juga akan tumbuh sektor-sektor seperti sektor perdagangan, bisnis maupun industri. Beberapa hal yang dapat menjadi titik ungit bagi pertumbuhan ekonomi wilayah Kalimantan tersebut tentu memerlukan pasokan listrik dalam jumlah yang memadai.

Ketahanan energi didefinisikan sebagai suatu kondisi terjaminnya ketersediaan energi serta akses masyarakat terhadap energi dengan harga yang terjangkau dalam jangka panjang, dengan tetap memperhatikan perlindungan terhadap lingkungan hidup[4]. Paradigma ini sangat sejalan dengan konsep *green* dan *sustainable* yang diusung dalam pembangunan IKN. Dalam kerangka memenuhi paradigma ketahanan energi tersebut di Pulau Kalimantan, maka diperlukan suatu proses perencanaan pengembangan sistem ketenagalistrikan yang baik di wilayah ini. Proses ini dimulai dengan menghitung perkiraan atau proyeksi kebutuhan energi listrik. Proyeksi permintaan listrik pada masa depan merupakan isu penting bagi perusahaan utilitas, pembuat kebijakan, maupun pihak investor. Proyeksi yang andal sangat penting untuk perencanaan jangka panjang fasilitas pembangkitan maupun penambahan transmisi. Karena kelebihan daya listrik tidak mudah disimpan, sementara mengabaikan permintaan listrik dapat mengakibatkan kekurangan pasokan dan pemadaman listrik, yang memiliki efek merugikan baik terhadap produktivitas maupun pertumbuhan ekonomi, serta mengakibatkan ketidakpuasan pelanggan[5]–[8]. Proyeksi permintaan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan investasi yang berlebihan dalam kapasitas pembangkitan dan pada akhirnya menjadikan harga listrik yang lebih tinggi karena biaya investasi perlu dipulihkan untuk mempertahankan kelayakan finansial. Dengan demikian, proyeksi permintaan listrik yang akurat sangat penting untuk desain rencana pembangkitan berbiaya paling rendah untuk sektor ketenagalistrikan maupun untuk penilaian investasi proyek pembangkitan listrik skala Perusahaan[9], [8]. Selain itu, proyeksi permintaan listrik yang akurat juga sangat penting dalam pasar energi yang kompetitif, karena harga listrik sangat dipengaruhi oleh permintaan listrik dan bauran energi[10].

Ada beberapa metode peramalan permintaan listrik, antara lain metode parametrik, kecerdasan buatan, dan penggunaan akhir[11], [12]. Metode parametrik adalah metode peramalan yang dinyatakan dalam model matematika. Metode ini didasarkan pada hubungan antara kebutuhan listrik dengan variabel-variabel yang mempengaruhinya. Metode regresi adalah sub kategori dari metode parametrik yang umum digunakan dalam peramalan beban listrik[13].

Beberapa penelitian tentang peramalan permintaan telah dilakukan dengan menggunakan metode regresi. Penelitian yang dilakukan oleh [14] menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) berpengaruh terhadap peningkatan beban listrik di Kota Sawahlunto Sumatera Barat. Penelitian yang dilakukan oleh [15] mengungkapkan bahwa variabel yang paling berpengaruh terhadap peramalan kebutuhan listrik pada sistem kelistrikan Maluku – Papua menurut analisis data adalah PDRB, jumlah penduduk, rasio elektrifikasi, dan harga listrik. Sementara penelitian yang dilakukan oleh [16] mengestimasi kebutuhan listrik di Vietnam berdasarkan hubungan antara pendapatan rata-rata, harga listrik rata-rata, dan jumlah penduduk dengan konsumsi listrik masing-masing sektor. Adapun pendekatan kecerdasan buatan didefinisikan sebagai kemampuan sistem untuk menginterpretasikan data eksternal dengan benar, belajar dari data ini, dan menggunakan pembelajaran ini untuk mencapai tujuan dan tugas tertentu melalui fleksibilitas adaptasi[17]. Sebagai contoh adalah penelitian yang dilakukan oleh [18] yang memprediksi kebutuhan listrik wilayah Sulawesi Utara dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan. Metode penggunaan akhir (*end-use*) digunakan untuk meramalkan konsumsi energi dengan mempertimbangkan penggunaan listrik dari peralatan individu[19]. Akibatnya, metode ini membutuhkan data yang sangat spesifik[12]. Penelitian yang dilakukan oleh [20] telah memproyeksikan kebutuhan listrik di Kabupaten Kuningan dengan pendekatan *end-use* yaitu dengan perhitungan detail konsumsi listrik setiap pelanggan berdasarkan data *end-use* dan analisis pada masing-masing sektor pelanggan listrik (dalam penelitian ini mencakup 5 sektor pelanggan: sektor rumah tangga, sektor industri, sektor bisnis, sektor masyarakat dan sektor pemerintah). Penelitian yang dilakukan oleh [21] telah membuat model simulasi kebutuhan listrik di Beijing dengan model *bottom-up* yang merupakan model simulasi permintaan listrik dari pengguna akhir. Model ini menggunakan indikator efisiensi energi yang dapat dengan jelas mencerminkan dampak peningkatan level teknologi dan difusi teknologi terhadap permintaan listrik.

Horison proyeksi beban yang digunakan dalam industri listrik seringkali berkisar dari jam hingga dekade. Proyeksi dalam rentang jam hingga tahunan dikategorikan sebagai proyeksi jangka pendek dan menengah dan umumnya digunakan untuk efisiensi operasional. Proyeksi selama beberapa dekade dikategorikan sebagai jangka panjang dan merupakan jenis yang digunakan dalam perencanaan utilitas[22].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan proyeksi permintaan energi listrik di Kalimantan sehubungan

dengan rencana pembangunan IKN. Dalam kajian ini, Pulau Kalimantan dibagi menjadi 4 zona kebutuhan energi listrik, yaitu: Wilayah Kalimantan Barat (Kalbar), wilayah Kalimantan Selatan dan Tengah (KalSelTeng), wilayah Kalimantan Timur dan Utara (KalTimRa) dan wilayah IKN. Untuk wilayah Kalbar, KalSelTeng dan KalTimRa, metode yang digunakan dalam proyeksi adalah analisis regresi. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS dan Microsoft Excel. Data historis yang digunakan adalah data tahun 2010 – 2021, sementara proyeksi dilakukan untuk kurun waktu 2022 – 2060. Sedangkan untuk wilayah IKN, karena kurangnya data historis, maka digunakan metode peramalan kebutuhan listrik dengan menetapkan asumsi konsumsi listrik per kapita di wilayah tersebut. Hasil penelitian ini akan bermanfaat bagi para pemangku kepentingan dalam perencanaan ketenagalistrikan di Pulau Kalimantan pada masa mendatang.

2 LANDASAN TEORI

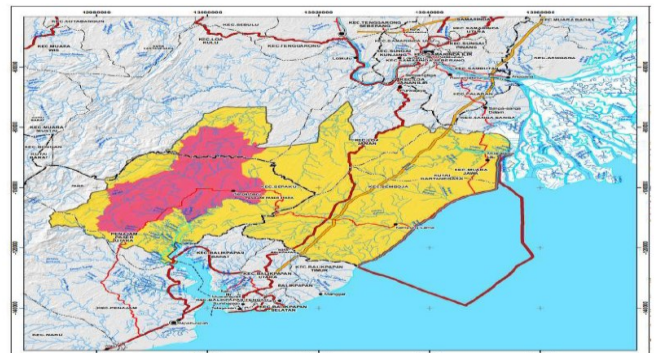
2.1 Rencana Pemindahan Ibu Kota Negara

Wacana pemindahan ibu kota negara kembali menjadi perbincangan hangat di bawah pemerintahan Presiden Joko Widodo. Wacana ini sudah beberapa kali dilontarkan pada masa kepemimpinan presiden sebelumnya, di antaranya pada era Presiden Soekarno tahun 1957, masa Orde Baru tahun 1990-an hingga masa Presiden Susilo Bambang Yudhoyono. Langkah serius Presiden Joko Widodo dalam mewujudkan wacana tersebut terlihat dengan dimasukkannya rencana pemindahan ibu kota negara dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024. Langkah ini kemudian dilanjutkan dengan disusunnya naskah akademik Rancangan Undang-Undang (RUU) tentang Ibu Kota Negara oleh Kementerian PPN/ BAPPENAS pada tahun 2021 dan kemudian disahkan menjadi Undang-Undang (UU) Nomor 3 Tahun 2022 tentang Ibu Kota Negara pada tanggal 18 Januari 2022. Sebagai penjabaran dari UU No 3 Tahun 2022 tersebut, pemerintah kemudian menyusun strategi dan tahapan pembangunan ibu kota negara melalui diterbitkannya Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 63 Tahun 2022 tentang Rincian Rencana Induk Ibu Kota Nusantara (IKN)[23].

Beberapa faktor yang mendorong rencana pemindahan ibu kota negara, antara lain: dominasi pulau Jawa dalam sebaran penduduk (sekitar 57% penduduk Indonesia terkonsentrasi di pulau Jawa) maupun kontribusi ekonomi (pulau Jawa berkontribusi sekitar 59% terhadap PDB nasional); krisis air di Jawa dan Bali, khususnya di DKI Jakarta dan Jawa Timur; terjadinya alih fungsi lahan terbesar di Pulau Jawa; pertumbuhan urbanisasi yang sangat

tinggi di DKI Jakarta yang berdampak pada kemacetan yang tinggi dan kualitas udara yang buruk; padatnya penduduk di DKI Jakarta; berkurangnya daya dukung lingkungan Jakarta; serta ancaman banjir, gempa bumi dan tanah longsor di Jakarta. Dalam konteks ini, pemindahan ibu kota negara diharapkan dapat menjadi solusi pemerataan pembangunan dengan mendorong terbentuknya pusat-pusat ekonomi baru di IKN dan Indonesia Timur pada umumnya, mempercepat pertumbuhan ekonomi yang inklusif serta membantu menciptakan transformasi ekonomi yang diperlukan untuk mewujudkan Visi Indonesia Maju 2045, dimana ekonomi Indonesia masuk dalam jajaran 5 besar ekonomi dunia[2].

Wilayah IKN secara administratif berada dalam wilayah dua kabupaten di Kalimantan Timur, yaitu Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kabupaten Kutai Kartanegara, dengan luas daratan ± 256.142 ha dan luas lautan ± 68.189 ha, seperti dapat dilihat pada Gambar 1. Kawasan ini terdiri dari beberapa kawasan, yaitu: Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (K-IPP) seluas 6.596 ha; Kawasan IKN (K-IKN) yang memiliki luas 56.180 ha dan Kawasan Pengembangan IKN (KP-IKN) yang memiliki luas 199.962 ha[24]. Provinsi Kalimantan Timur dipilih karena beberapa pertimbangan: memiliki lebih banyak lahan milik pemerintah atau BUMN sehingga diharapkan dapat menekan biaya; secara geografis terletak di tengah Indonesia sehingga merepresentasikan keadilan; kemungkinan terjadinya konflik sosial rendah karena masyarakat Kaltim lebih bersifat terbuka terhadap pendatang; tanah dan air baku tercukupi; terpenuhinya perimeter pertahanan dan keamanan; resistensi bencana minimal; serta dekat dengan kota-kota yang sudah lebih dulu berkembang (Balikpapan dan Samarinda) untuk memastikan efektivitas investasi infrastruktur awal[2].



Gambar 1 Area Ibu Kota Nusantara (IKN)

Rencana relokasi IKN ke Kalimantan akan mulai aktif dilaksanakan pada tahun 2024 dan diproyeksikan selesai tahun 2029. Pembangunan infrastruktur, kelembagaan dan pemindahan Aparatur Sipil Negara

(ASN) merupakan tahap awal dari proses pembangunan IKN. Rencana zonasi dan tahapan pembangunan ibu kota negara baru yang disampaikan oleh BAPPENAS dibagi menjadi 3 tahapan utama, yaitu: (a) Tahap pertama (2021-2024) adalah pembangunan K-IPP (istana, kantor lembaga negara, taman budaya dan kebun raya); (b) Tahap kedua (2025-2029) adalah pembangunan K-IKN (Perumahan ASN/TNI/POLRI, Kawasan Diplomatik, Sarana Pendidikan dan Kesehatan, Universitas, Taman Iptek, Industri bersih dan berteknologi tinggi, *Research & Development Center*, *MICE/ Convention Center*, Pusat-pusat Olahraga, Museum, Kawasan Perbelanjaan dan Pangkalan Militer); dan (c) Tahap Ketiga (2030-2045), yaitu pembangunan KP-IKN (Taman Nasional, Konservasi Orang utan, Kawasan Pemukiman Non-ASN, Perkotaan, serta kawasan pengembangan terkait ke provinsi sekitar)[2].

2.2 Kondisi Kelistrikan Kalimantan Saat Ini dan Rencana Kelistrikan di IKN

Status sistem kelistrikan Kalimantan per 14 Februari 2022, sistem ini memiliki total daya mampu sebesar 2.093,5 MW dan beban puncak sekitar 1.509,2 MW, sehingga cadangan daya di sistem ini adalah 584,3 MW (39%). Sistem interkoneksi Kalimantan terdiri atas 2 sistem *grid* utama yang tidak terhubung, yaitu sistem Khatulistiwa (Kalimantan Barat) dan Sistem Interkoneksi Kalimantan yang merupakan sambungan antara sub sistem Barito di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah dengan sub sistem Mahakam di Kalimantan Timur. Sistem Interkoneksi Kalimantan ini sering disebut sistem KalSelTengTim. Total daya mampu Sistem Khatulistiwa tercatat sebesar 598,3 MW dan beban puncak sebesar 340,4 MW, sehingga cadangannya adalah sekitar 257,9 MW (79%). Sementara Sistem KalSelTengTim memiliki daya mampu sekitar 1.495,2 MW dan beban puncak sebesar 1.168,8 MW, sehingga cadangannya adalah 326,4 MW (28%). Di luar 2 sistem *grid* tersebut, pasokan listrik dipasok melalui sistem-sistem *isolated*. Namun, menurut RUPTL 2021-2030, Kalimantan direncanakan akan menjadi satu sistem interkoneksi pada tahun 2023. Berdasar bauran energi untuk pembangkitan listrik di Kalimantan kumulatif s/d Oktober 2021, tercatat bahwa sekitar 73% dipasok oleh Batubara, 13% dipasok oleh Gas dan 9% merupakan impor dari SESCO Malaysia. Sisanya sebesar 5% berasal dari *Marine Fuel Oil* (MFO) yang merupakan residu penyulingan minyak bakar, *High Speed Diesel* (HSD) yang merupakan bahan bakar diesel untuk mesin berputaran tinggi dan EBT[25].

Untuk wilayah IKN, sistem kelistrikan IKN dirancang sebagai berikut: (a) Kebutuhan listrik

tahunan IKN secara penuh akan disediakan oleh pembangkit listrik terbarukan, antara lain: PLTS (*solar farm*) dan PLTS *Rooftop*; (b) Untuk memenuhi kebutuhan sekaligus mengatasi kendala ketidakstabilan pasokan listrik PLTS, IKN akan terhubung dengan Sistem Interkoneksi Kalimantan; (c) Selama periode iradiasi rendah, IKN akan menarik energi yang dibutuhkan dari Sistem Interkoneksi Kalimantan dan selama masa puncak, kelebihan energi surya akan disimpan dan diekspor ke Sistem Interkoneksi Kalimantan; (d) Untuk penyimpanan energi, solusi yang dimungkinkan mencakup baterai dan hidrogen[1].

2.3 Proyeksi Permintaan: Metode Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan suatu kajian dari hubungan antara satu variabel dengan satu atau lebih variabel lainnya. Jika variabel independennya hanya satu, maka analisis regresinya disebut regresi linier sederhana. Sedangkan jika variabel independennya lebih dari satu, maka analisis regresinya disebut regresi linier berganda. Dikatakan linier berganda karena terdapat dua atau lebih variabel independen yang mempengaruhi variabel dependen [26], [27].

Model regresi linier sederhana dinyatakan dalam Persamaan (1):

$$Y = a + bX \quad (1)$$

di mana Y adalah variabel dependen dan X adalah variabel independen. Koefisien a adalah konstanta yang merupakan perpotongan antara garis regresi dengan sumbu Y pada koordinat Cartesius.

Adapun model regresi linier berganda dinyatakan dalam Persamaan (2):

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (2)$$

dimana Y adalah variabel dependen, X_n adalah variabel independen, a adalah konstanta dan b_n adalah koefisien regresi untuk setiap variabel independen.

Salah satu uji statistik untuk menguji signifikansi model adalah koefisien determinasi. Uji koefisien determinasi dilakukan dengan tujuan mengukur kemampuan model dalam menjelaskan derajat pengaruh variabel independen secara simultan terhadap variabel dependen yang dapat dinyatakan melalui nilai *Adjusted R-Square* (AR^2). Nilai koefisien determinasi berkisar antara 0 sampai dengan 1. Jika nilainya semakin dekat ke angka 1, berarti variabel independen menyediakan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variabel

dependen. Namun, jika nilainya menurun, berarti daya penjas variabel independen terhadap variabel dependen cukup terbatas[28]. Nilai *R-Square* tergolong kuat jika lebih besar dari 0,67; moderat jika lebih besar dari 0,33 tetapi kurang dari 0,67; dan rendah jika lebih besar dari 0,19 tetapi kurang dari 0,33[29].

Dalam studi ini dilakukan pemodelan dengan 4 model regresi, yaitu: regresi Linier, regresi Log-lin, regresi Lin-log dan regresi Log-log. Pada model regresi Log-lin, variabel dependennya ditransformasi ke dalam bentuk logaritma. Pada model regresi Lin-log, variabel independennya ditransformasi ke dalam bentuk logaritma. Sedangkan pada model regresi Log-log, transformasi ke bentuk logaritma dilakukan baik pada variabel dependen maupun variabel independen. Pemodelan dengan 4 model regresi ini dilakukan untuk mengantisipasi jika terjadi ke-tidaksignifikan-an maupun tren hasil proyeksi yang cenderung menurun dari suatu model regresi. Selanjutnya model-model yang diperoleh tersebut menjadi basis untuk melakukan proyeksi permintaan energi listrik hingga tahun akhir studi. Setelah itu dilakukan pemilihan hasil proyeksi terbaik dengan *adjustment* dari peneliti.

Variabel yang dicari adalah variabel dependen yaitu energi listrik terjual. Adapun sebagai variabel independennya adalah variabel-variabel yang berpengaruh terhadap variabel dependen, diantaranya: PDRB, PDRB per kapita, jumlah pelanggan dan tarif listrik.

3 METODOLOGI PENELITIAN

Untuk wilayah Kalimantan Barat, KalSelTeng dan KalTimRa, proyeksi permintaan listrik dilakukan dengan analisis regresi. Terdapat 4 kategori sektor pelanggan di ketiga wilayah tersebut, yaitu: (a) pelanggan sektor rumah tangga; (b) pelanggan sektor industri; (c) pelanggan sektor bisnis dan (d) pelanggan sektor publik. Langkah-langkah pemodelan proyeksi permintaan listrik di ketiga wilayah tersebut adalah:

1. Menentukan variabel-variabel independen (X_n) dan variabel dependen (Y) yang akan digunakan untuk membuat persamaan regresi permintaan energi listrik per sektor pada tiap-tiap wilayah sebagaimana dinyatakan pada Tabel 1. Pemilihan variabel-variabel X_n dan variabel Y mengacu pada studi yang dilakukan oleh BLU P3tek KEBTKE - KESDM and Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir – BATAN [30].

Tabel 1 Variabel Independen (X_n) dan Variabel Dependen (Y) yang Digunakan dalam Proyeksi Permintaan Listrik

No	Sektor	Variabel Independen	Variabel Dependen
1	Rumah tangga	• PDRB per Kapita (Juta)	Energi listrik terjual

		Rupiah) • Jumlah pelanggan sektor rumah tangga • Tarif listrik pelanggan sektor rumah tangga (Rp/ kWh)	pada pelanggan sektor rumah tangga (GWh)
2 [*]	Industri	• PDRB pada Sektor Industri (Juta Rupiah) • Tarif listrik pelanggan sektor Industri (Rp/ kWh)	Energi listrik terjual pada pelanggan sektor Industri (GWh)
3 [*]	Bisnis	• PDRB pada Sektor Bisnis (Juta Rupiah) • Tarif listrik pelanggan sektor Bisnis (Rp/ kWh)	Energi listrik terjual pada pelanggan sektor Bisnis (GWh).
4	Publik	• PDRB pada Sektor Publik (Juta Rupiah) • Tarif listrik pelanggan sektor Publik (Rp/ kWh)	Energi listrik terjual pada pelanggan sektor Publik (GWh).

2. Pengumpulan data historis dari variabel X_n dan variabel Y , yaitu data pada kurun waktu 2010 – 2021. Data historis antara lain diambil dari Statistik PLN untuk data kelistrikan dan publikasi dari Badan Pusat Statistik untuk data terkait PDRB dan jumlah penduduk [31], [32], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [39], [40], [41], [42], [43]–[45].
3. Memasukkan data historis ke dalam perangkat lunak SPSS untuk menghasilkan persamaan regresi pada masing-masing sektor pelanggan di tiap wilayah. Pada masing-masing sektor pelanggan di tiap wilayah dicobakan keempat model regresi sebagaimana yang telah disebutkan. Keempat model regresi yang diperoleh pada masing-masing sektor pelanggan di tiap wilayah selanjutnya menjadi basis untuk memproyeksikan kebutuhan listrik pada masing-masing sektor pelanggan untuk tiap wilayah pada kurun waktu 2022-2060. Pengambilan tahun 2060 sebagai tahun akhir periode studi didasarkan pada peta jalan NZE Indonesia[3]. Rencana Umum Energi Daerah (RUED) masing-masing provinsi digunakan sebagai acuan untuk proyeksi permintaan energi listrik tahun 2022-2060[46]–[49]. Dari hasil proyeksi dengan 4 model regresi pada masing-masing sektor di tiap wilayah tersebut selanjutnya dipilih satu model yang hasil proyeksinya mendekati hasil proyeksi pada studi yang menjadi *benchmarking*, yaitu studi [30] untuk wilayah Kalimantan Barat dan publikasi [50] untuk wilayah KalSelTeng dan KalTimRa. Dalam rangka *benchmarking* terhadap kedua studi tersebut, maka jika dipandang perlu dapat dilakukan penyesuaian/ *adjustment* dengan tingkat pertumbuhan (*growth*) tertentu pada tahun tertentu. Hal ini mengingat basis data yang ada adalah data tahun 2010-2021 (12 tahun), sementara rentang waktu proyeksi cukup panjang yaitu pada kurun tahun 2022-2060 (39 tahun), sehingga sangat mungkin terhadap terjadinya deviasi.

Adapun untuk proyeksi permintaan listrik wilayah IKN, proyeksi didasarkan pada asumsi skenario pemindahan ASN (baca: ASN dan TNI/ POLRI) yang direncanakan oleh BAPPENAS bekerja sama dengan Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi (Kementerian PANRB)[51], [52]. Proyeksi jumlah penduduk IKN didasarkan pada asumsi jumlah ASN yang dipindahkan beserta keluarganya dan jumlah penduduk yang diistilahkan sebagai perangkat pendukung dan pelaku ekonomi. Permintaan energi listrik merupakan hasil kali antara proyeksi jumlah penduduk IKN dengan asumsi konsumsi listrik per kapita.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proyeksi Permintaan Energi Listrik

Jenis model proyeksi permintaan energi listrik untuk masing-masing sektor pelanggan pada ketiga wilayah serta hasil uji statistik dirangkum dalam Tabel 2. Berdasarkan hasil uji statistik, model yang diperoleh sangat cocok, terbukti dengan tingginya nilai *Adjusted R²* (*AR²*) pada hampir semua model. Hanya pada sektor industri di Wilayah KalTimRa yang perolehan nilai *AR²*-nya masuk dalam kategori moderat, namun model masih dapat digunakan untuk proyeksi.

Tabel 2 Tipe Model Regresi pada Masing-masing Wilayah

Sektor	Wilayah	Regresi		
		Kalbar	KalSelTeng	KalTimRa
Rumah Tangga	Jenis Model	Regresi Lin-log	Regresi Lin-log	Regresi Lin-log
	Nilai <i>AR²</i>	0,97	0,948	0,965
Industri	Jenis Model	Regresi Linier	Regresi Linier	Regresi Log-log
	Nilai <i>AR²</i>	0,949	0,716	0,433
Bisnis	Jenis Model	Regresi Lin-log	Regresi Log-log	Regresi Lin-log
	Nilai <i>AR²</i>	0,896	0,983	0,972
Publik	Jenis Model	Regresi Lin-log	Regresi Linier	Regresi Linier
	Nilai <i>AR²</i>	0,945	0,994	0,96

Selanjutnya pada beberapa hasil proyeksi awal yang berbasis model regresi dilakukan penyesuaian/*adjustment* dengan berbasis tingkat pertumbuhan mulai tahun tertentu, sebagaimana dinyatakan pada Tabel 3. *Adjustment* ini dilakukan untuk tujuan penghalusan hasil proyeksi.

Tabel 3 *Adjustment* Tingkat Pertumbuhan pada Model Proyeksi untuk Penghalusan Hasil Proyeksi

Sektor	Wilayah		
	Kalbar	KalSelTeng	KalTimRa
Rumah Tangga	3,56% (Tahun 2041-2060)	3,56% (Tahun 2035-2060)	6% (Tahun 2035-2060)
Industri	Tanpa <i>adjustment</i>	Tanpa <i>adjustment</i>	4,5% (Tahun 2035-2060)

Bisnis	5,74% (Year 2035 - 2060)	Tanpa <i>adjustment</i>	5,74% (Year 2035 - 2060)
Publik	5,11% (Year 2034 - 2060)	Tanpa <i>adjustment</i>	Tanpa <i>adjustment</i>

Dengan menggunakan model-model proyeksi sebagaimana tercantum pada Tabel 2 dan *adjustment* sebagaimana dinyatakan pada Tabel 3, maka diperoleh hasil proyeksi permintaan listrik pada tiap-tiap wilayah yang dinyatakan pada Tabel 4. Terlihat bahwa permintaan listrik akan tumbuh sebagai berikut: di Kalimantan Barat tumbuh dari sekitar 3.148,65 GWh pada tahun 2022 menjadi 23.117,54 GWh pada tahun 2060, di wilayah KalSelTeng tumbuh dari sekitar 4.933,76 GWh pada tahun 2022 menjadi 50.230,33 GWh pada tahun 2060, dan di wilayah KalTimRa, tumbuh dari sekitar 4.459,78 GWh pada tahun 2022 menjadi 62.493,51 GWh pada tahun 2060.

Tabel 4 Hasil Proyeksi Permintaan Listrik di Wilayah Kalimantan Barat, KalSelTeng dan KalTimRa

Tahun	Hasil Proyeksi Permintaan Listrik (GWh)			Total Permintaan Listrik Ketiga Wilayah (GWh)
	Kalbar	KalSelTeng	KalTimRa	
2022	3.148,65	4.933,76	4.459,78	12.542,20
2023	3.199,45	5.269,22	4.607,35	13.076,02
2024	3.250,85	5.631,89	4.773,67	13.656,40
2025	3.302,85	6.093,03	5.116,05	14.511,94
2026	3.355,53	6.599,30	5.536,74	15.491,57
2027	3.408,84	7.156,28	6.042,48	16.607,61
2028	3.462,79	7.770,49	6.654,54	17.887,83
2029	3.499,20	8.449,55	7.399,94	19.348,69
2030	3.536,18	9.191,77	8.379,90	21.107,85
2035	6.428,12	13.796,72	16.552,73	36.777,56
2040	8.661,90	20.577,51	15.822,16	45.061,57
2045	11.036,46	23.204,02	28.013,99	62.254,47
2050	14.183,48	30.062,45	36.533,66	80.779,59
2055	18.094,00	38.823,63	47.747,40	104.665,03
2060	23.117,54	50.230,33	62.493,51	135.841,38

Adapun proyeksi permintaan energi listrik di IKN didasarkan pada skenario pemindahan ASN. Pemindahan ASN akan dilakukan secara bertahap mulai tahun 2024 hingga 2029. Sebanyak ± 100.023 ASN akan dipindah ke IKN, dengan rincian usia sebagai berikut: 30 - 39 tahun (34,5%), 40 - 49 tahun (28,8%), dan 50 - 60 tahun (19,8%). Sasaran terdekat adalah BKN akan melaksanakan pemetaan/penilaian kompetensi bagi ASN instansi pusat yang masuk pada pemindahan klaster pertama dan seterusnya, sesuai dengan skenario tahapan pemindahan yang ditetapkan oleh pemerintah. Ditargetkan sebanyak 60.000 ASN mengikuti pemetaan/ penilaian kompetensi tahap awal, terdiri atas 20.000 ASN pada tahun 2022 dan 40.000 ASN pada tahun 2023[51], [52]. Pada studi ini diasumsikan bahwa ASN yang mengikuti pemetaan kompetensi pada tahun 2022 dan 2023 akan diberangkatkan pada tahun pertama pemindahan (2024), yaitu sebanyak 60.000 ASN. Pada tahun 2029 total sebanyak 100.023 ASN yang dipindahkan.

Sehingga jumlah ASN yang telah dipindahkan pada tahun 2025 – 2028 diestimasi dengan menggunakan intrapolasi antara jumlah total ASN yang telah dipindahkan pada tahun 2029 dengan jumlah ASN yang dipindahkan pada tahun 2024. Sesuai kebijakan pemerintah, ASN yang dipindahkan ke IKN diijinkan membawa 4 orang anggota keluarga, meliputi suami/istri, 2 orang anak dan 1 orang Asisten Rumah Tangga (ART)[52]. Sehingga pada tahun 2029 akan terdapat sejumlah 500.115 jiwa ASN dan keluarganya yang menjadi penduduk di IKN.

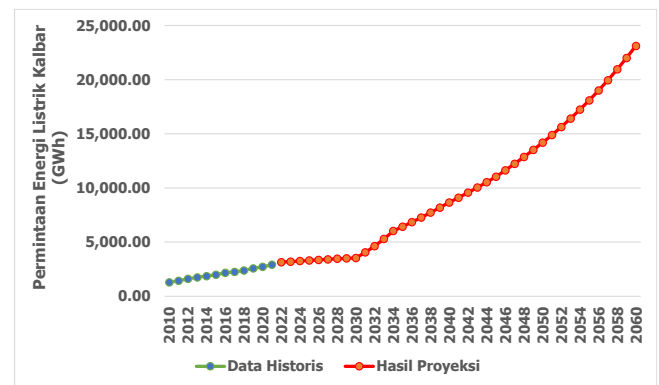
Setiap pembukaan wilayah, tentu saja akan selalu memantik terbukanya peluang-peluang usaha di berbagai bidang, misalnya jasa pendidikan, kesehatan, perbankan, perdagangan, dll. Tumbuhnya usaha-usaha ini akan menjadi faktor penggerak bertambahnya jumlah penduduk yang dikategorikan sebagai perangkat pendukung dan pelaku ekonomi. Mengacu pada [53], jumlah penduduk sebagai perangkat pendukung dan pelaku ekonomi di wilayah IKN ini diasumsikan sekitar 56,04% dari jumlah ASN dan keluarganya. Sehingga dapat dikatakan bahwa jumlah total penduduk wilayah IKN pada kurun waktu 2024 – 2029 merupakan jumlahan dari pekerja sektor pemerintahan/ASN, keluarga ASN dan penduduk perangkat pendukung dan pelaku ekonomi, yaitu sebesar 468.120 jiwa pada tahun 2024 dan menjadi 780.379 jiwa pada tahun 2029. Berdasar data dari [24], proyeksi populasi IKN pada tahun 2045 adalah sekitar 1.900.000 jiwa. Selanjutnya jumlah penduduk IKN pada tahun 2030-2044 diestimasi dengan intrapolasi antara target populasi tahun 2045 dengan jumlah penduduk tahun 2029. Nilai intrapolasi ini selanjutnya juga digunakan untuk mengestimasi jumlah penduduk IKN hingga tahun 2060. Permintaan energi listrik wilayah IKN diproyeksikan dengan menggunakan pendekatan metode konsumsi per kapita, yaitu merupakan hasil kali antara rata-rata konsumsi listrik per kapita dengan jumlah penduduk. Konsumsi listrik per kapita penduduk IKN diasumsikan sebesar 4.000 kWh/kapita, sehingga hasil proyeksi permintaan listrik wilayah IKN adalah sebesar 1.872,48 GWh pada tahun 2024 dan meningkat menjadi sebesar 11.798,58 GWh pada tahun 2060, sebagaimana dinyatakan pada Tabel 5.

Tabel 5 Proyeksi Permintaan Listrik Wilayah IKN (GWh)

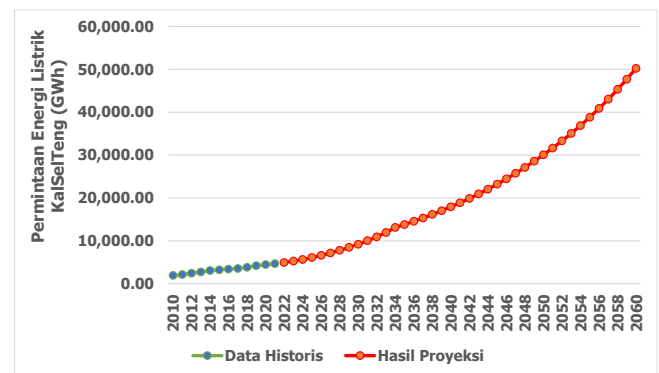
Tahun	ASN	Keluarga ASN	Pelaku Ekonomi	Penduduk IKN (Jiwa)	Permintaan Listrik (GWh)
2024	60.000	240.000	168.120	468.120	1.872,48
2025	68.005	272.018	190.549	530.572	2.122,29
2026	76.009	304.037	212.978	593.024	2.372,10
2027	84.014	336.055	235.407	655.476	2.621,90
2028	92.018	368.074	257.836	717.928	2.871,71
2029	100.023	400.092	280.264	780.379	3.121,52
2030				850.356	3.401,42
2035				1.200.237	4.800,95

2040				1.550.119	6.200,47
2045				1.900.000	7.600,00
2050				2.249.881	8.999,53
2055				2.599.763	10.399,05
2060				2.949.644	11.798,58

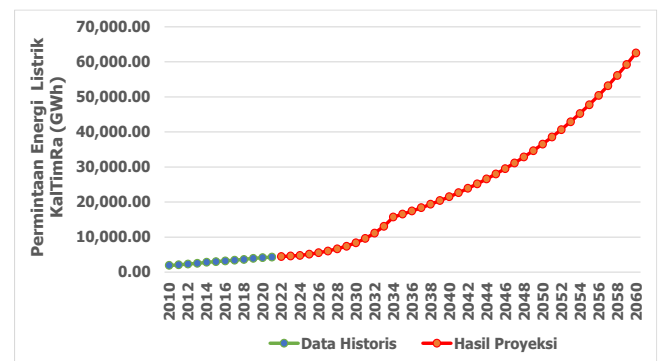
Gambar 2 mengilustrasikan proyeksi permintaan energi listrik di wilayah Kalimantan Barat, KalSelTeng dan KalTimRa pada tahun 2022-2060 serta di wilayah IKN pada tahun 2024-2060. Berdasar hasil proyeksi di masing-masing wilayah, maka dengan dibangunnya wilayah IKN, permintaan energi listrik di Kalimantan akan tumbuh dari sekitar 12.542,20 GWh pada tahun 2022 dan menjadi sekitar 147.639,96 GWh pada tahun 2060.



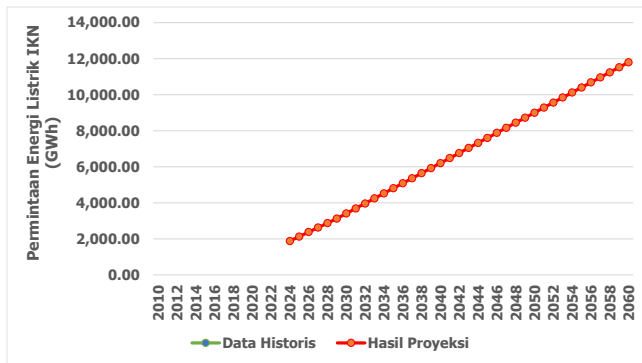
(a)



(b)



(c)



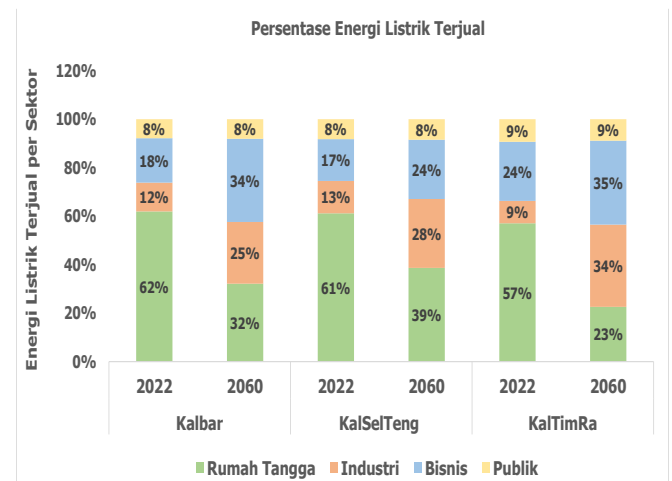
(d)

Gambar 2 Proyeksi Permintaan Listrik Wilayah:
(a)Kalimantan Barat; (b)KalSelTeng; (c)KalTimRa; (d)IKN

4.2 Prosentase Energi Listrik Terjual Per Sektor Pelanggan

Prosentase energi listrik terjual per sektor pelanggan di wilayah Kalimantan Barat, KalSelTeng dan KalTimRa pada tahun 2022 dan 2060 ditunjukkan pada Gambar 3. Pemakaian energi listrik di tiga wilayah ini diperkirakan akan mengalami pergeseran. Terlihat bahwa prosentase pemakaian listrik pada sektor rumah tangga yang tadinya dominan di ketiga wilayah pada tahun 2022, tren-nya akan menurun. Sementara itu, tren prosentase pemakaian listrik pada sektor industri dan sektor bisnis cenderung meningkat. Prosentase energi listrik terjual pada pelanggan sektor industri di ketiga wilayah diproyeksikan meningkat sebagai berikut: di Kalimantan Barat meningkat dari 12% (tahun 2022) menjadi 25% (tahun 2060), di KalSelTeng meningkat dari 13% (tahun 2022) menjadi 28% (tahun 2060), dan di KalTimRa meningkat sangat tajam yaitu dari 9% (tahun 2022) menjadi 34% (tahun 2060). Peningkatan prosentase ini merupakan dampak dari dibukanya berbagai Kawasan Industri (KI) di wilayah-wilayah tersebut, misalnya: KI Landak di Kalimantan Barat, KI Batulicin di Kalimantan Selatan, beberapa KI di Kalimantan Timur (Kawasan Maloy Batuta Trans Kalimantan di Kutai Timur, Pelabuhan Kariangau di Balikpapan dan Kawasan *Buluminung Nuclear Industry Science Techno Park* (BNI-STP) di Penajam Paser Utara); serta *Kalimantan Industrial Park Indonesia* (KIPI) di Kalimantan Utara yang diproyeksikan menjadi Kawasan industri hijau terbesar di dunia [54]–[57]. Kawasan KIPI dipersiapkan sebagai lokasi sejumlah industri, antara lain industri baterai kendaraan listrik, petrokimia, dan alumunium. Dibukanya beberapa KI di ketiga wilayah tersebut maupun rencana dibangunnya IKN di wilayah Kalimantan Timur tentu akan mendorong tumbuhnya sektor bisnis, sehingga wajar jika prosentase energi listrik terjual di sektor bisnis juga

akan meningkat, antara lain: di Kalimantan Barat meningkat dari 18% (tahun 2022) menjadi 34% (tahun 2060), di KalSelTeng meningkat dari 17% (tahun 2022) menjadi 24% (tahun 2060), dan di KalTimRa meningkat dari 24% (tahun 2022) menjadi 35% (tahun 2060). Adapun prosentase pemakaian listrik pada pelanggan sektor publik relatif stabil di ketiga wilayah (sekitar 8-9%), karena sektor ini memang bukan merupakan sektor yang padat energi.



Gambar 3 Prosentase Energi Listrik Terjual per Sektor di Wilayah Kalimantan Barat, KalSelTeng dan KalTimRa

5 SIMPULAN

Model proyeksi permintaan listrik dikembangkan dalam studi ini dengan mempertimbangkan variabel-variabel ekonometrik untuk memproyeksikan permintaan listrik di wilayah Kalimantan terkait dengan rencana dibangunnya IKN. Di wilayah Kalimantan Barat, KalSelTeng dan KalTimRa, proyeksi dilakukan dengan menggunakan analisis regresi. Sedangkan di wilayah IKN, proyeksi dilakukan dengan menggunakan asumsi konsumsi listrik per kapita. Variabel yang sangat berpengaruh terhadap permintaan listrik menurut analisis data adalah PDRB, PDRB per kapita, jumlah pelanggan dan tarif listrik. Permintaan energi listrik di ketiga wilayah diperkirakan akan tumbuh sebagai berikut: Di Kalimantan Barat tumbuh dari sekitar 3.148,65 GWh pada tahun 2022 menjadi sekitar 23.117,54 GWh pada tahun 2060, di KalSelTeng tumbuh dari sekitar 4.933,76 GWh pada tahun 2022 menjadi sekitar 50.230,33 GWh pada tahun 2060, dan di KalTimRa tumbuh dari sekitar 4.459,78 GWh pada tahun 2022 menjadi sekitar 62.493,51 GWh pada tahun 2060. Adapun di wilayah IKN, permintaan listrik diproyeksikan tumbuh dari sekitar 1.872,48 GWh pada tahun 2024 dan meningkat menjadi sekitar 11.798,58 GWh pada tahun 2060. Sehingga secara total, dengan dibangunnya IKN, permintaan listrik di wilayah Kalimantan diproyeksikan tumbuh dari

sekitar 12.542,20 GWh pada tahun 2022 menjadi sekitar 147.639,96 GWh pada tahun 2060. Berdasarkan prosentase energi listrik terjual per sektor, terjadi tren penurunan yang signifikan pada sektor Rumah Tangga di ketiga wilayah. Sedangkan pada sektor industri dan bisnis terjadi tren peningkatan yang signifikan. Hal ini disebabkan oleh rencana dibangunnya beberapa Kawasan Industri dan juga IKN di wilayah Kalimantan. Adapun di sektor publik, prosentase listrik terjual di sektor ini relatif stabil (sekitar 8-9 %) karena sektor ini memang bukan merupakan sektor yang padat energi.

KEPUSTAKAAN

- [1] Pemerintah Republik Indonesia, “Undang-undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2022 Tentang Ibu Kota Negara.” Jakarta, pp. 1–54, 2022.
- [2] Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/ BAPPENAS, *Buku Saku Pemandangan Ibu Kota Negara*. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/ BAPPENAS, 2021.
- [3] International Energy Agency, “An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emissions in Indonesia,” Paris, 2022. doi: 10.1787/4a9e9439-en.
- [4] Pemerintah Republik Indonesia, “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 79 Tahun 2014 Tentang Kebijakan Energi Nasional.” Jakarta, pp. 1–36, 2014.
- [5] H. Allcott, A. Collard-Wexler, and S. D. O’Connell, “How do electricity shortages affect industry? Evidence from India,” *Am. Econ. Rev.*, vol. 106, no. 3, pp. 587–624, 2016, doi: 10.1257/aer.20140389.
- [6] K. Fisher-Vanden, E. T. Mansur, and Q. J. Wang, “Electricity shortages and firm productivity: Evidence from China’s industrial firms,” *J. Dev. Econ.*, vol. 114, pp. 172–188, 2015, doi: 10.1016/j.jdeveco.2015.01.002.
- [7] E. Minaye and M. Matewose, “Long Term Load Forecasting of Jimma Town for Sustainable Energy Supply,” *Int. J. Sci. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 1500–1504, 2016, doi: 10.21275/v5i2.nov153183.
- [8] J. Steinbuks, “Assessing the accuracy of electricity production forecasts in developing countries,” *Int. J. Forecast.*, vol. 35, no. 3, pp. 1175–1185, 2019, doi: 10.1016/j.ijforecast.2019.04.009.
- [9] J. Steinbuks, J. de Wit, A. Kochnakyan, and V. Foster, “Forecasting Electricity Demand: An Aid for Practitioners,” Washington, D. C., 2017. doi: 10.1596/26189.
- [10] G. Dudek, P. Piotrowski, and D. Baczyński, “Intelligent Forecasting and Optimization in Electrical Power Systems: Advances in Models and Applications,” *Energies*, vol. 16, no. 7, 2023, doi: 10.3390/en16073024.
- [11] H. M. Al-Hamadi and S. A. Soliman, “Long-term/mid-term electric load forecasting based on short-term correlation and annual growth,” *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 74, no. 3, pp. 353–361, 2005, doi: 10.1016/j.epsr.2004.10.015.
- [12] G. R. T. Esteves, B. Q. Bastos, F. L. Cyrino, R. F. Calili, and R. C. Souza, “Long term electricity forecast: A systematic review,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 55, no. December 2015, pp. 549–558, 2015, doi: 10.1016/j.procs.2015.07.041.
- [13] J. Lin, K. Zhu, Z. Liu, J. Lieu, and X. Tan, “Study on a simple model to forecast the electricity demand under China’s new normal situation,” *Energies*, vol. 12, no. 11, 2019, doi: 10.3390/en12112220.
- [14] M. Rahmad, “Prediksi Beban Persektor di Kota Sawahlunto dengan Pendekatan Ekonometrik Menggunakan Program Simple E. Expanded (SEEX),” Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Andalas, 2016.
- [15] T. Tumiran, S. Sarjiya, L. Putranto, E. N. Putra, R. F. S. Budi, and C. F. Nugraha, “Long-Term Electricity Demand Forecast Using Multivariate Regression and End-Use Method: A Study Case of Maluku-Papua Electricity System,” in *ICT-PEP 2021 - International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power: Emerging Energy Sustainability, Smart Grid, and Microgrid Technologies for Future Power System, Proceedings*, 2021, pp. 258–263, doi: 10.1109/ICT-PEP53949.2021.9601144.
- [16] L. D. T. Ngoc, K. P. Van, N. T. T. Trang, G. S. Choi, and H. N. Nguyen, “A Multiple Variable Regression-based Approaches to Long-term Electricity Demand Forecasting,” *Int. J. Adv. Smart Converg.*, vol. 10, no. 4, pp. 59–65, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.7236/IJASC.2021.10.4.59> IJASC.
- [17] A. Kaplan and M. Haenlein, “Siri, Siri, in my hand: Who’s the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence,” *Bus. Horiz.*, vol. 62, no. 1, pp. 15–25, 2019, doi: 10.1016/j.bushor.2018.08.004.
- [18] T. A. R. Arungpadang, F. A. Hontong, and L.

- Tarigan, “Analisis Kebutuhan Energi Listrik dengan Jaringan Syaraf Tiruan,” *J. Tekno Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 84–89, 2018, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jtmu/article/download/33053/31241>.
- [19] S. Ha, S. Tae, and R. Kim, “Energy demand forecast models for commercial buildings in South Korea,” *Energies*, vol. 12, no. 12, 2019, doi: 10.3390/en12122313.
- [20] G. Muliawandana, E. Priatna, and I. Ushah, “Proyeksi Kebutuhan dan Penyediaan Energi Listrik di Kabupaten Kuningan Menggunakan Perangkat Lunak LEAP dengan Metode End Use,” *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 01, no. 01, pp. 19–24, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jeee>.
- [21] L. Cai, W. Ding, F. Shen, and J. Guo, “Simulation Model of Electricity Demand Forecasting from End-user Based on LEAP,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, vol. 603, no. 1, doi: 10.1088/1755-1315/603/1/012039.
- [22] J. P. Carvallo, P. H. Larsen, A. H. Sanstad, and C. A. Goldman, “Long term load forecasting accuracy in electric utility integrated resource planning,” *Energy Policy*, vol. 119, pp. 410–422, 2018, doi: 10.1016/j.enpol.2018.04.060.
- [23] D. H. S. Tyas, “Pemindahan Ibu Kota Negara dan Transisi ASN untuk Mencapai Pemerintahan yang Berkelas Internasional dan Smart Governance.,” *Majalah Simpul Perencana*, vol. 43, no. 19, pp. 3–4, 2022.
- [24] Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/BAPPENAS, “Rencana Induk IKN dalam Lampiran UU IKN.” 2022, [Online]. Available: <https://bappeda.kaltimprov.go.id/storage/data-paparans/March2022/c91VSaQqMGEtSQKMiVvt.pdf>.
- [25] Divisi Perencanaan Sistem PT PLN (Persero), *Rencana Pengembangan RUPTL 2021 - 2030 Sistem Kalimantan Mendukung Rencana Ibu Kota Negara Baru di Provinsi Kalimantan Timur*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2021.
- [26] I. M. Yuliara, *Regresi Linier Berganda*. Denpasar: Jurusan Fisika Fakultas MIPA, Universitas Udayana, 2016.
- [27] A. W. Moore, B. Anderson, K. Das, and W.-K. Wong, “CHAPTER 15 - Combining Multiple Signals for Biosurveillance,” in *Handbook of Biosurveillance*, M. M. Wagner, A. W. Moore, and R. M. Aryel, Eds. Burlington: Academic Press, 2006, pp. 235–242.
- [28] I. Ghazali, *Aplikasi Analisis Multivariete SPSS*, 23, 8th ed. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2016.
- [29] W. W. Chin, “The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling,” in *Modern Methods for Business Research*, no. April, Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publisher, 1998, pp. 295–336.
- [30] BLU P3tek KEBTKE - KESDM and Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir - BATAN, “Studi Kelayakan Pembangunan PLTN di Kalimantan Barat Aspek Kelistrikan, Ekonomi dan Keuangan,” 2020.
- [31] PT PLN (Persero), *PLN Statistics 2010*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2011.
- [32] PT PLN (Persero), *Statistik PLN 2011*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2012.
- [33] PT PLN (Persero), *PLN Statistics 2012*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2013.
- [34] PT PLN (Persero), *PLN Statistic 2013*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2014.
- [35] PT PLN (Persero), *Statistik PLN 2014*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2015.
- [36] PT PLN (Persero), *Statistik PLN 2015*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2016.
- [37] PT PLN (Persero), *Statistik PLN 2016*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2017.
- [38] PT PLN (Persero), *PLN Statistics 2017*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2018.
- [39] PT PLN (Persero), *Statistics PLN 2018*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2019.
- [40] PT PLN (Persero), *Statistik PLN 2019*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2020.
- [41] PT PLN (Persero), *Statistik PLN 2020*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2021.
- [42] PT PLN (Persero), *Statistik PLN 2021 (Unaudited)*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2022.
- [43] Badan Pusat Statistik, *PDRB Provinsi-provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha 2010 - 2014*. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2015.
- [44] Badan Pusat Statistik, *PDRB Provinsi-provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha 2015 - 2019*. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2020.
- [45] Badan Pusat Statistik, *PDRB Provinsi - provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha 2017 - 2021*. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2022.
- [46] Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan, “Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Selatan No. 1 Tahun 2020 Tentang Rencana Umum Energi Daerah.” Banjarmasin, pp. 1–103, 2020.
- [47] Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur, “Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 8 Tahun 2019 tentang Rencana Umum

- Energi Daerah.” Samarinda, pp. 1–82, 2019.
- [48] Pemerintah Provinsi Kalimantan Utara, “Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Utara Nomor 3 Tahun 2019 Tentang Rencana Umum Energi Daerah.” Tanjung Selor, pp. 1–159, 2019.
- [49] Pemerintah Republik Indonesia, “Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2012 Tentang Pembentukan Provinsi Kalimantan Utara.” Jakarta, pp. 1–30, 2012.
- [50] PT PLN (Persero), *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) Tahun 2021 - 2030*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2021.
- [51] D. Saputra, “Dilakukan Bertahap, Ini Jadwal dan Proses Pemindahan ASN ke IKN,” 2022. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20220714/9/1555001/dilakukan-bertahap-ini-jadwal-dan-proses-pemindahan-asn-ke-ikn> (accessed Oct. 30, 2022).
- [52] ANTARA, “Rencana Pemindahan ASN ke IKN,” 2022. <https://www.antaraneews.com/infografik/2826717/rencana-pemindahan-asn-ke-ikn> (accessed Oct. 30, 2022).
- [53] Sekretariat Kabinet Republik Indonesia, “Pemindahan Ibu Kota Negara Membutuhkan Anggaran Rp 323 - Rp 466 Triliun,” 2019. <https://setkab.go.id/pemindahan-ibu-kota-negara-membutuhkan-anggaran-rp323-rp466-triliun/> (accessed Oct. 30, 2022).
- [54] suarakalbar.co.id, “Peningkatan Daya Saing Melalui Optimalisasi Kawasan Industri di Kalbar,” 2022. <https://www.suarakalbar.co.id/2022/10/peningkatan-daya-saing-melalui-optimalisasi-kawasan-industri-di-kalbar/> (accessed Aug. 08, 2023).
- [55] S. Syaikat, “Batulicin , Tanah Bumbu , Banjarbaru sebagai Kota-Kota Industri Potensial di Kalsel,” 2021. <https://kfmmap.asia/blog/batulicin-tanah-bumbu-banjarbaru-sebagai-kota-kota-industri-potensial-di-kalsel/1669> (accessed Sep. 01, 2022).
- [56] M. Fahrurrozi, “Tiga Kawasan Industri Bisa Menjadi Andalan Perekonomian Kaltim,” 2021. [\(https://www.niaga.asia/tiga-kawasan-industri-bisa-menjadi-andalan-perekonomian-kaltim/#:~:text=‘Saat ini Provinsi Kaltim telah,8%2F10%2F2021\)](https://www.niaga.asia/tiga-kawasan-industri-bisa-menjadi-andalan-perekonomian-kaltim/#:~:text=‘Saat ini Provinsi Kaltim telah,8%2F10%2F2021)) (accessed Aug. 08, 2023).
- [57] Dinas Komunikasi Informatika Statistik dan Persandian Provinsi Kalimantan Utara, “Presiden Sebut KIPI Masa Depan Industri Energi Hijau Indonesia,” 2023. <https://diskominfo.kaltaraprov.go.id/presiden-sebut-ki-pi-masa-depan-industri-energi-hijau-indonesia/> (accessed Apr. 01, 2023).

PROSIDING

Seminar Nasional Teknologi,
Kualitas dan Aplikasi 2023



SEMINAR NASIONAL
TEKNOKA8
Teknologi, Kualitas, dan Aplikasi 2023

ARTIKEL BIDANG TEKNIK MESIN

Aggregates from
anywhere. Anytime. Any City.



SENTUH

ESSANS

UNICOM

herbani
Medika Nusantara

Pengaruh Tingkat Efisiensi Distribusi Penjualan Produk Batik Pamekasan Dengan Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA)

Mita Dwi Purwanti, Indra Cahyadi, & Ika Deefi Anna

Teknik Industri, Universitas Trunojoyo Madura, Jl. Raya Telang, Kec. Kamal, Kab. Bangkalan (69162)

E-mail: 200421100142@student.trunojoyo.ac.id

Abstrak

Batik Pamekasan berada didesa kecil sehingga akses pembeli sulit, selain itu tidak melakukan pengukuran tingkat efisiensi disetiap daerah distribusinya sehingga keuntungannya belum optimal. Tujuan penelitian ini untuk menentukan tingkat efisiensi distribusi penjualan batik Pamekasan dengan metode Data Envelopment Analysis (DEA) dan memberikan usulan perbaikan dalam meningkatkan tingkat efisiensi. Hasil yang diperoleh daerah yang efisien 100% adalah DMU 4, DMU 5, DMU 6, DMU 7, DMU 8 range green. Daerah yang inefisien yaitu DMU 1, DMU 2, skor efisiensinya sebesar 74,8%, 41,7% range red sedangkan DMU 3, DMU 9 skor efisiensinya sebesar 90,99% range amber. Usulan perbaikan membuat aturan pembatasan pembelian produk batik dibawah 500 potong untuk kualitas rendah, pembuatan sentra yang dekat dengan pelanggan sehingga akses pembelian mudah serta menghemat biaya distribusi.

Kata Kunci : distribusi, batik, DMU

Abstract

Batik Pamekasan is located in a small village so that buyer access is difficult, besides that it does not measure the efficiency level in each distribution area so that the profit is not optimal. The purpose of this study is to determine the level of efficiency of Pamekasan batik sales distribution using the Data Envelopment Analysis (DEA) method and provide suggestions for improvement in increasing the level of efficiency. The results obtained for the 100% efficient regions are DMU 4, DMU 5, DMU 6, DMU 7, DMU 8 range green. The inefficient regions are DMU 1, DMU 2, the efficiency score is 74.8%, 41.7% range red while DMU 3, DMU 9 the efficiency score is 90.99% range amber. Proposed improvements make rules limiting the purchase of batik products below 500 pieces for low quality, making centers close to customers so that access to purchases is easy and saves distribution costs.

Keyword: distribution, batik, DMU

1. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman semakin maju, persaingan dalam menguasai pangsa pasar juga sangat ketat dikalangan perusahaan atau pelaku usaha. Perusahaan-perusahaan yang memiliki strategi pemasaran yang tepat akan mudah dalam menguasai pangsa pasar, tidak hanya strategi pemasaran tetapi juga kegiatan distribusi yang efektif dan efisien. Perusahaan memerlukan adanya distribusi pemasaran atau penjualan yang efisiensi untuk menguasai pangsa pasar. Efisiensi distribusi sangat penting dalam meningkatkan penjualan.

Efisiensi merupakan perbandingan antara daya dan hasil. Daya disini yang dimaksudkan adalah tenaga, waktu, biaya, dan pikiran. Perbandingan tersebut dilihat berdasarkan dua hal yaitu pertama dari segi waktu, biaya, dan tenaga yang diminimalkan untuk memperoleh hasil yang telah ditetapkan. Kedua dari

segi hasil, seperti apabila menggunakan tenaga, waktu, dan biaya tertentu memberikan hasil yang sebanyak-banyaknya dari segi kualitas dan kuantitas maka akan disebut efisiensi [1], sedangkan distribusi dapat diartikan sebagai suatu pemasaran yang mempengaruhi kelancaran penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen. Orang yang melakukan distribusi disebut dengan distributor yang menyalurkan produk dari pabrik ke pengecer. Tujuan dilakukan distribusi yaitu untuk memastikan kelancaran produksi dan memastikan produk diterima oleh konsumen dengan baik. Sistem distribusi yang efisiensi akan mendukung kegiatan produksi dan konsumsi, [2] sedangkan efisiensi distribusi yang salah akan membuat pemborosan dan pendapatan yang diperoleh juga sedikit. Pelaku usaha yang melakukan efisiensi distribusi penjualan yang kurang tepat adalah UD. Aneka Batik.

UD. Aneka Batik merupakan salah satu batik asal kabupaten Pamekasan tepatnya pada Banyumas, Klampar, Kec. Proppo, Kabupaten Pamekasan, Jawa Timur 69363. Batik ini berdiri sejak tahun 1995. Aneka Batik mengusung misi untuk menciptakan lapangan kerja. Aneka batik ini buka setiap hari dari jam 06.000-20.00 WIB. Aneka batik disine menyediakan pelatihan, proses pembuatan batik, dan penjualan batik. Sistem produksinya adalah *make to order*. Penjualan dari aneka batik ini melalui saluran distribusi langsung dan tidak langsung. Saluran distribusi langsung biasanya dilakukan dengan menjual batiknya pada saat mengikuti pameran-pameran atau pembeli datang ke sentra UD. Aneka Batik, sedangkan saluran distribusi tidak langsungnya berarti didistribusikan ke beberapa wilayah di Madura.

Berdasarkan hasil observasi dilapangan dan wawancara dengan pemilik UMKM Aneka Batik menunjukkan bahwa batik pamekasan banyak yang belum terkenal di kalangan masyarakat khususnya diluar pulau Madura. Hal tersebut dapat dilihat dari reseller yang dimiliki UD Aneka Batik sangat sedikit di beberapa wilayah rincian seperti Tabel 1.

Tabel 1 Jumlah reseller tiap wilayah

No	Wilayah Distribusi	Jumlah Agen (Reseller)
1	Bangkalan	2
2	Surabaya	3
3	Gersik	1
4	Malang	2
5	Banyuwangi	2
6	Bali	1
7	Sulawesi	1
8	Sumenep	1
9	Bandung	1

Reseller sendiri sangat membantu dalam pemasaran atau penjualan, sehingga sangat penting. Batik ini masih kalah dengan batik Solo maupun Pekalongan. Akses dalam pembelian atau distribusi Aneka Batik masih didalam daerah dan belum memasuki kota. Masalah yang lainnya UD Aneka batik baru memulai usahanya lagi setelah 3 tahun fakum karena COVID-19. Pendapatan yang diperoleh masih terhitung sedikit pada 6 bulan terkahir, tidak seperti Pendapatan tahun-tahun sebelum COVID-19 rincinyanya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Keuntungan UD Aneka Batik

Keuntungan	
Tahun	UD Aeka Batik
2009	Rp 500.000.000
2010	Rp 2.000.000.000
2011	Rp 1.200.000.000
2012	Rp 1.500.000.000
2013	Rp 1.000.000.000
2014	Rp 2.000.000.000
2015	Rp 500.000.000
2016	Rp 1.200.000.000
2017	Rp 500.000.000
2018	Rp 2.000.000.000
2019	Rp 1.000.000.000
2020	Rp -
2021	Rp -
2022	Rp -
2023	Rp 18.000.000

Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan penjualan dan memperluas pasar atau saluran distribusi yang mudah dijangkau oleh pembeli dibutuhkan strategi, sedangkan untuk pasar online sendiri UD Aneka Batik tidak melakukannya, sehingga salah satunya yang dapat dilakukan adalah mengoptimalkan distribusi penjualan batik yang efektif dan efisiensi. Hal tersebut dapat dilakukan apabila kita telah mengetahui apakah saluran distribusi yang sekarang sudah efisiensi, sedangkan UMKM Aneka Batik ini tidak dilakukan pengukuran efisiensi distribusi penjualan batik. Pengukuran efisiensi ini sangat penting karena sangat mempengaruhi keuntungan dari UMKM Aneka Batik.

Pengukuran efisiensi dilakukan dengan menggunakan *frontier analyst* yang dibagi menjadi dua yaitu paramatik dan non paramatik. Pendekatan *frountier* parametrik dapat diukur dengan metode *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) dan *Distribution Free Analysis* (DFA), sedangkan non parametrik diukur menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). [3] Metode DEA dapat diartikan sebagai metode untuk mengukur tingkat efisiensi dari multi faktor yang berasal dari unit yang homogen atau disebut dengan *Decision Making Unit* (DMU). [4] Model DEA yang ada yaitu *conventional model* dan *allocation model*. Pendekatan DEA dengan *conventional model* yaitu model DEA yang hanya menggunakan informasi *input* untuk menentukan tingkat efisiensi. *Conventional model* terdiri dari *charnes-Cooper-Rhodes* (CCR) yang berdasarkan asumsi *Constant Return to Scale* (CRS), dan model *Bankar-Charnes-Cooper* (BCC) yang didasarkan atas *Variable Return to Scale* (VRS). Pendekatan DEA *allocation model* yaitu model yang menggunakan informasi dari *input* juga biaya untuk menentukan tingkat efisiensi. [5]

Pengukuran efisiensi distribusi penjual batik Pamekasan pada UMKM Aneka batik dilakukan dengan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) *conventional model* alasannya karena hanya menggunakan informasi *input* dalam mengukur efisiensi. [5] Metode *Data Envelopment Analysis*

(DEA) dipilih karena dapat menganalisis tingkat efisiensi dari beberapa faktor yang berbeda dengan unit yang homogen. [4] Berdasarkan pernyataan tersebut dengan menggunakan metode DEA dapat mengukur efisiensi dari beberapa daerah distribusi pemasaran yang setara dengan menggunakan *input* atau *output*, sehingga dapat diketahui daerah distribusi mana yang efisiensi dan inefisiensi, selain ini juga mengetahui daerah mana yang seharusnya masih dapat ditingkatkan efisiensinya, dan memberikan usulan untuk memperbaiki daerah distribusi yang inefisiensi menjadi efisiensi.

Berdasarkan permasalahan yang ada sehingga penelitian ini akan mengukur pengaruh tingkat efisiensi distribusi penjualan batik Pamekasan dengan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) studi kasus: UMKM Aneka Batik. Tujuannya untuk mengetahui tingkat efisiensi distribusi penjualan produk batik Pamekasan di tiap daerah, dan memberikan usulan perbaikan pada daerah-daerah yang inefisien menjadi efisien berdasarkan variabel *input* dan *output*.

2. LANDASAN TEORI

Batik adalah bentuk seni kuno yang memiliki mutu tinggi. Kata batik berasal dari dua kata dalam bahasa Jawa yaitu “*amba*” yang berarti tulis dan “*nitik*” yang berarti titik, sehingga dapat diartikan membuat titik atau meneteskan lilin pada suatu kain mori. Proses pembuatan batik pada suatu kain menggunakan alat yang disebut canting yang memiliki karakteristik ujungnya berukuran kecil yang memberikan kesan “orang sedang menulis titik-titik”. Semenjak masuknya era globalisasi, muncullah jenis batik baru yaitu batik cap atau batik cetak, dimana pada proses pembuatan dengan cap yang terbuat dari tembaga. Awalnya budaya membatik merupakan adat istiadat yang diturunkan secara turun temurun, sehingga menyebabkan suatu batik dapat dikenali dari asal daerahnya masing-masing, karena adanya pengaruh luar dari pedagang-pedagang dari luar negeri maka muncullah motif baru seperti motif burung api yang dipopulerkan kaum tionghoa, motif berbunga yang mendapatkan pengaruh budaya eropa. Pakaian batik awalnya hanya dipakai oleh keluarga kerajaan, namun lambat laun menjadi pakaian rakyat. Penggunaan pakaian batik di era modern sering digunakan pakaian sehari-hari masyarakat. [6]

Sistem distribusi merupakan kegiatan untuk menentukan hasil produksi yang dikirim pada konsumen untuk dipasarkan dengan tujuan mempermudah pemasaran produk. Sistem distribusi sangatlah penting dan menjadi faktor keberlangsungan serta keberhasilan perusahaan. Kinerja sistem distribusi yang baik dapat dilihat melalui ketersediaan barang di setiap *distribution center*. Adanya proses distribusi

akan membuat perusahaan mengeluarkan biaya setiap kali adanya pengiriman. Biaya distribusi tersebut adalah biaya simpan, biaya kirim, dan biaya pesan. [7]

Data Envelopment Analysis (DEA) pertama kali ditemukan oleh Charnes Cooper, serta Rhodes pada tahun 1978. *Data Envelopment Analysis* (DEA) dapat diartikan sebagai metode *non-parametric* yang digunakan dalam memperhitungkan efisiensi dari teknik di seluruh unit. Model *Data Envelopment Analysis* (DEA) digunakan untuk alat bantu dalam mengevaluasi dari kinerja sebuah data *Decision Making Unit* (DMU) yang berada dalam rasio *input* dan *output* yang telah berbobot. Rasio tersebut diperoleh dengan adanya nilai efisiensi yang disebut dengan nilai efisiensi (*efficiency score*). [8]

Langkah-langkah untuk menerapkan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) antara lain:

1. Mengidentifikasi *Decision Making Unit* (DMU) ataupun suatu unit yang dilakukan observasi atau penelitian.
2. Menghitung efisiensi pada setiap *Decision Making Unit* (DMU) agar memperoleh target *input* dan *output* untuk mencapai kinerja yang optimal. Cara yang digunakan yaitu dengan melakukan penjabaran bentuk matematis (program linear), selanjutnya akan diselesaikan dengan program linear dalam metode simpleks.
3. Mengidentifikasi *input* dan *output* pembentuk *Decision Making Unit* (DMU).

Efisiensi adalah perbandingan antara *output* dan *input* yang berhubungan dengan *output* maksimal dengan sejumlah *input*. Hal tersebut dapat diartikan apabila ratio *output* besar, maka efisiensi semakin tinggi. Usaha dalam meningkatkan efisiensi dapat dilakukan dengan meminimalkan biaya untuk memperoleh hasil yang diinginkan, atau menggunakan biaya tertentu untuk memperoleh hasil yang banyak. Hal tersebut juga dapat dikatakan dengan menekan pemborosan sekecil mungkin. [9]

Fronter Analyst (*Banxia Software Limite*) memiliki dua jenis aplikasi yang pertama *full version* dan *demonstration version*. Perbedaan antara keduanya tidak begitu jauh hanya pada beberapa fitur tidak dapat digunakan secara lebih dalam tetapi penggunaan model DEA masih dapat digunakan secara keseluruhan salah satunya pada *full version*. *Demonstration version* memiliki fitur yang sama dengan *full version*, tetapi dengan beberapa ketentuan sebagai berikut [10]:

1. Hanya dapat digunakan 12 DMU untuk melakukan pengujian data.
2. Proyek dipulihkan secara ulang setiap kali aplikasi dibuka untuk memastikan apakah proyek tersebut selesai atau tidak dalam melakukan pengujian data. Hal ini dapat memungkinkan pengguna untuk

melakukan edit karena proyek dipulihkan secara ulang.

3. Beberapa tampilan lanjutan tidak tersedia.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilaksanakan dari mulai Agustus hingga Desember 2023 yang dilakukan untuk meningkatkan efisiensi distribusi penjualan batik Pamekasan tempatnya didesa Klampar, Kecamatan Propo, Kabupaten Pamekasan. Pemilihan lokasi tersebut karena merupakan sentra batik yang menjadi pusat batik Pamekasan tempat melakukan distribusi penjualan batik paling banyak di Madura. Langkah yang harus dilakukan yang pertama menentukan studi literatur dan studi lapangan untuk memperoleh rumusan masalah yang ingin diambil. Studi literatur ini mencari informasi melalui internet sumber-sumber sebagai pendukung untuk menyelesaikan masalah. Sedangkan studi lapangan itu melakukan survei secara langsung ke pusat sentra batik Pamekasan untuk mencari data yang dibutuhkan melalui interaksi bersama penjual atau pengrajin batik disana. Selanjutnya melakukan pengambilan data berupa data primer dan data skunder. Data primer diperoleh dengan melakukan wawancara dengan pengrajin batik atau penjual batik disentra batik Pamekasan meliputi data jumlah agen (resaller), jumlah/volume pengiriman, dan biaya distribusi. Selanjutnya keuntungan disetiap reseller. Data sekunder berupa informasi mengenai profil UD Aneka Batik.

Pengolahan data yang dilakukan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). Langkah pertama menentukan *Decision Making Unit* (DMU) yang merupakan reseller atau distributor batik disetiap wilayah, selanjutnya akan mengidentifikasi adanya variabel *input* dan *output*. Variabel *input* dan *output*, disini data *input* adalah data faktor yang mempengaruhi efisiensi distribusi penjualan batik Pamekasan. Sedangkan *output* yaitu aspek yang mempengaruhi distribusi penjualan batik Pamekasan. Data *input* yang digunakan adalah jumlah agen (resaller), jumlah/volume pengiriman, dan biaya distribusi, sedangkan data *output* adalah keuntungan. Selanjutnya melihat data yang digunakan untuk menentukan model DEA yang digunakan. Model DEA yang digunakan adalah BCC menggunakan asumsi (VRS) yang berorientasi pada *input*. Langkah selanjutnya menghitung efisiensi dari tiap DMU dengan *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0*. Pengolahan data dalam *software* tersebut adalah memasukkan data DMU untuk mengetahui *input dan output*. Model yang digunakan adalah *orientation input, return to scale variable*, dan DEA (multi-stage). Setelah diperoleh hasil mana DMU yang tidak efisien dan mana yang efisien. Kemudian

dilakukan analisis sebab akibat yang menyebabkan DMU tersebut tidak efisien kemudian akan dilakukan usulan atau rekomendasi rancangan DMU yang efisien.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dilakukan dari data penentuan *Decision Making Unit* (DMU), penentuan variabel, dan rekapitulasi data variabel *input* dan *output*.

1) Penentuan *Decision Making Unit* (DMU)

Penentuan *Decision Making Unit* (DMU) adalah tahap awal untuk mengukur efisiensi menggunakan model *Data Envelopment Analysis* (DEA). Penentuan DMU yang ditentukan oleh peneliti yang didasarkan hasil observasi serta wawancara ke pada UD. Aneka Batik. DMU pada penelitian ini terdiri dari daerah yang menjadi tempat reseller dari UD. Aneka Batik. Data yang diambil yaitu data distribusi penjualan batik di 9 DMU. Daerah tersebut yaitu dapat dilihat seperti Tabel 3.

Tabel 3 Penentuan *Decision Making Unit* (DMU)

No	Wilayah Distribusi	DMU
1	Bangkalan	DMU 1
2	Surabaya	DMU 2
3	Gersik	DMU 3
4	Malang	DMU 4
5	Banyuwangi	DMU 5
6	Bali	DMU 6
7	Sulawesi	DMU 7
8	Sumenep	DMU 8
9	Bandung	DMU 9

2) Penentuan Variabel

Hasil observasi di lapangan, studi literatur dan wawancara maka terpilih variabel-variabel yang sesuai terkait permasalahan yang dihadapi. Variabel yang digunakan adalah variabel *input* berupa jumlah agen (resaller), Jumlah/volume pengiriman, dan biaya distribusi, sedangkan variabel *output* adalah keuntungan disetiap reseller. Penentuan variabel *input* dan *output* terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Penentuan variabel *input* dan *output*

No	Variabel	Satuan	Jenis Variabel
1	Jumlah Agen	Outlet	<i>Input</i>
2	Jumlah Pengiriman	Potong	<i>Input</i>
3	Biaya Distribusi	Rupiah	<i>Input</i>
4	Keuntungan	Rupiah	<i>Output</i>

3) Rekapitulasi Variabel *Input* Dan *Output*.

Data variabel *input* dan *output* yang digunakan dalam mengukur tingkat efisiensi dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). Rekapitulasi data variabel *input* dan *output* distribusi penjualan produk batik di UD. Aneka Batik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Rekapitulasi data variabel *input* dan *output*

No	Wilayah Distribusi	Input			Output
		Jumlah Agen (Reseller)	Jumlah/Volume Pengiriman	Biaya Distribusi/Ribu	Keuntungan/Ribu
1	Bangkalan	2	500	1416667	198583333
2	Surabaya	3	1000	3166667	146833333
3	Gersik	1	1400	4433333	34566667
4	Malang	2	100	266667	69733333
5	Banyuwangi	2	300	800000	549200000
6	Bali	1	200	1533333	48466667
7	Subawesi	1	100	2100000	47900000
8	Sumenep	1	1500	4250000	445750000
9	Bandung	1	300	2300000	67700000

4) Hasil Kalkulasi

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0* yang termasuk program computer dengan pendekatan model *Data Envelopment Analysis (DEA)* untuk mengukur tingkat efisiensi. Pengolahan data ini juga dilakukan menggunakan *Microsoft Office Excel* sebagai tools yang membantu dalam *input* data pada *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0*. Pengukuran dengan menggunakan model *Bankar-Charnes-Cooper (BCC)* yang didasarkan atas *Variable Return to Scale (VRS)* yang berorientasi berdasarkan *input*.

Hasil kalkulasi pendekatan DEA model BCC yang didasarkan pada asumsi *VRS input Oriented* dengan *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0* untuk memperoleh hasil efisiensi di tiap daerah distribusi penjualan batik. Hasil pengukuran efisiensi pada pengolahan data 9 DMU dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai efisiensi 9 DMU pada distribusi penjual batik di UD Aneka Batik

DMU Pengambilan Data	Skore (%)	Efisiensi	Kondisi	Keterangan
DMU 1	74,8	Inefisien	Red	0-89,99%
DMU 2	41,7	Inefisien	Red	0-89,99%
DMU 3	99,9	Inefisien	Amber	90-99,99%
DMU 4	100	Efisien	Green	100%
DMU 5	100	Efisien	Green	100%
DMU 6	100	Efisien	Green	100%
DMU 7	100	Efisien	Green	100%
DMU 8	100	Efisien	Green	100%
DMU 9	99,9	Inefisien	Amber	90-99,99%

Tabel 6 menunjukkan hasil dari kalkulasi dengan menggunakan metode DEA model BCC yang berdasarkan asumsi *VRS input oriented* dengan *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0*, sehingga diperoleh nilai tingkat efisiensi untuk 9 DMU. Tingkat pengukuran kondisi efisiensi ditunjukkan dengan adanya *traffic light indicator*. *Traffic light indicator* terdapat tiga *range* dari *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0*, yaitu *range green* dengan nilai efisiensi 100% menunjukkan DMU yang sudah efisiensi dengan sempurna dan berhasil mencapai efisiensi yang diharapkan. *Range amber* dengan nilai efisiensi 90-99,99% menunjukkan DMU yang mendekati efisiensi tetapi terdapat *potential improvement* yang perlu dilakukan untuk memperoleh efisiensi 100%. *Range red* dengan nilai efisiensi 0-89,99% menunjukkan DMU yang kurang efisiensi atau tidak mencapai tingkat efisiensi yang diharapkan, sehingga *potential improvement* sangat dibutuhkan untuk mencapai efisiensi 100%. Data menunjukkan 9 DMU dalam pengolahan data terdapat 5 DMU yang

mencapai tingkat efisiensi serta 4 DMU yang masih belum mencapai tingkat efisiensi (inefisiensi). DMU yang berada pada tingkat efisiensi adalah DMU 4, DMU 5, DMU 6, DMU 7 dan DMU 8 dengan skor efisiensi sebesar 100% dan menunjukkan *range green*. Sedangkan DMU yang masih berada pada tingkat inefisiensi yaitu DMU 1, dan DMU 2, dengan skor efisiensi sebesar 74,8%, 41,7% berada *range red* sedangkan DMU 3, dan DMU 9 dengan skor efisiensi sebesar 90,99% berada pada *range amber*. Skor tingkat efisiensi tersebut dipengaruhi oleh variabel *input* yang terdiri dari jumlah agen (reseller), jumlah/volume pengiriman, dan biaya distribusi, serta variabel *output* yaitu keuntungan. Tabel efisiensi yang diperoleh dari *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0* dapat dilihat pada Gambar 1.

Unit name	Score	Efficient	Condition
Bali	100,0%	✓	Green
Bandung	100,0%	✓	Green
Bangkalan	74,8%		Red
Banyuwangi	100,0%	✓	Green
Gersik	100,0%	✓	Green
Malang	100,0%	✓	Green
Subawesi	100,0%	✓	Green
Sumenep	100,0%	✓	Green
Surabaya	41,7%		Red

Gambar 1 Tabel efisiensi 9 DMU dari *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0*

5) Analisis Strategi Usulan Perbaikan

Strategi usulan perbaikan dalam upaya meningkatkan efisiensi dilakukan menggunakan *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0* berdasarkan *potential improvement* variabel *input* pada DMU hasil pengukuran efisiensi. *Potential improvement* akan memperlihatkan nilai presentase minimasi variabel *input* yang akan untuk mencapai efisiensi dari DMU yang optimal. Target yang akan difokuskan pada nilai *potential improvement* DMU-DMU yang tidak efisiensi. Berikut merupakan rincian dari DMU-DMU yang nilai *potential improvement* belum efisiensi.

a. *Potential Improvement* DMU 1

Tabel 7 menunjukkan *potential improvement* pada *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0* pada DMU 1 distribusi penjualan batik UD, Aneka Batik. DMU 1 adalah unit yang dalam pengambilan keputusan yang belum mencapai tingkat efisiensi (inefisiensi) dengan skor efisiensi sebesar 74,8%. Hasil *potential improvement* menunjukkan bahwa jumlah agen (reseller) harus dilakukan minimasi atau penurunan sebesar 25,18% dengan data aktual 2 menjadi 1 outlet, lalu variabel jumlah/ volume pengiriman harus dilakukan minimasi atau penurunan sebesar 58,28% dengan data aktual sebesar 500 menjadi 208,50 potong, kemudian variabel biaya distribusi juga diminimasi atau penurunan sebesar 25,18% dengan nilai aktual sebesar Rp 1.416.667 menjadi Rp. 1.059.896,62, dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi.

Variabel keuntungan yang merupakan *output* tetap karena menggunakan orientasi *input* untuk memperoleh proporsi *output* yang maksimal.

Tabel 7 *Potential improvement* DMU 1 distribusi penjualan batik UD Aneka Batik

DMU 1 (Sekor Efisiensi 74,8%)					
Jenis Variabel	Variabel	Satuan	Aktual	Target	Potential Improvement
Input	Jumlah Agen (Reseller)	Outlet	2	1	-25,18%
	Jumlah/Volume Pengiriman	Potong	500	208,50	-58,28%
Output	Biaya Distribusi/Ribu	Rupiah	1416667	1.059.896,62	-25,18%
	Keuntungan/Ribu	Rupiah	198583333	198.583.333,00	0,00%

b. *Potential Improvement* DMU 2

Tabel 8 menunjukkan *potential improvement* pada *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0* pada DMU 2 distribusi penjualan batik UD, Aneka Batik. DMU 2 adalah unit yang dalam pengambilan keputusan yang belum mencapai tingkat efisiensi (inefisiensi) dengan sekor efisiensi sebesar 41,7%. Hasil *potential improvement* menunjukkan bahwa Jumlah agen (reseller) harus dilakukan minimasi atau penurunan sebesar 58,32% dengan data aktual sebesar 3 menjadi 1 outlet, lalu variabel jumlah/volume pengiriman harus dilakukan minimasi atau penurunan sebesar 78,62% dengan data aktual sebesar 1000 menjadi 213,78 potong, kemudian variabel biaya distribusi juga diminimasi atau penurunan sebesar 58,32% dengan nilai aktual sebesar Rp 3.166.667 menjadi Rp. 1.319.771,14, dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi. Variabel keuntungan yang merupakan *output* tetap karena menggunakan orientasi *input* untuk memperoleh proporsi *output* yang maksimal.

Tabel 8 *Potential improvement* DMU 2 distribusi penjualan batik UD Aneka Batik

DMU 2 (Sekor Efisiensi 41,7%)					
Jenis Variabel	Variabel	Satuan	Aktual	Target	Potential Improvement
Input	Jumlah Agen (Reseller)	Outlet	3	1	-58,32%
	Jumlah/Volume Pengiriman	Potong	1000	213,78	-78,62%
Output	Biaya Distribusi/Ribu	Rupiah	3166667	1.319.771,14	-58,32%
	Keuntungan/Ribu	Rupiah	146833333	146.833.333,00	0,00%

c. *Potential Improvement* DMU 3

Tabel 9 menunjukkan *potential improvement* pada *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0* pada DMU 3 distribusi penjualan batik UD, Aneka Batik. DMU 3 adalah unit yang dalam pengambilan keputusan yang belum mencapai tingkat efisiensi (inefisiensi) dengan sekor efisiensi sebesar 99,9%. Hasil *potential improvement* menunjukkan bahwa jumlah agen (reseller) tidak mengalami perubahan nilai dalam mencapai target untuk meningkatkan efisiensi, lalu variabel jumlah/ volume pengiriman harus dilakukan minimasi atau penurunan sebesar 85,71% dengan data aktual sebesar 1400 menjadi 200 potong, kemudian variabel biaya distribusi juga diminimasi atau penurunan sebesar 65,41% dengan nilai aktual sebesar Rp 4.433.333 menjadi Rp. 1.533.333,00, kemudian maksimal variabel keuntungan sampai 40,21% dengan nilai aktual Rp.

34.566.667 menjadi Rp. 48.466.667,00 dengan tujuan agar DMU dapat mencapai tingkat efisiensi.

Tabel 9 *Potential improvement* DMU 3 distribusi penjualan batik UD Aneka Batik

DMU 3 (Sekor Efisiensi 99,9%)					
Jenis Variabel	Variabel	Satuan	Aktual	Target	Potential Improvement
Input	Jumlah Agen (Reseller)	Outlet	1	1	0,00%
	Jumlah/Volume Pengiriman	Potong	1400	200,00	-85,71%
Output	Biaya Distribusi/Ribu	Rupiah	4433333	1.533.333,00	-65,41%
	Keuntungan/Ribu	Rupiah	34566667	48.466.667,00	40,21%

d. *Potential Improvement* DMU 9

Tabel 10 menunjukkan *potential improvement* pada *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0* pada DMU 9 distribusi penjualan batik UD, Aneka Batik. DMU 9 adalah unit yang dalam pengambilan keputusan yang belum mencapai tingkat efisiensi (inefisiensi) dengan sekor efisiensi sebesar 99,9%. Hasil *potential improvement* menunjukkan bahwa jumlah agen (reseller) tidak mengalami perubahan nilai dalam mencapai target untuk meningkatkan efisiensi, lalu variabel jumlah/ volume pengiriman harus dilakukan minimasi atau penurunan sebesar 12,35% dengan data aktual sebesar 300 menjadi 262,94 potong, kemudian variabel biaya distribusi juga diminimasi atau penurunan sebesar 27,62% dengan nilai aktual sebesar Rp 2.300.000 menjadi Rp. 1.664.852,64 dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi. Variabel keuntungan yang merupakan *output* tetap karena menggunakan orientasi *input* untuk memperoleh proporsi *output* yang maksimal.

Tabel 10 *Potential improvement* DMU 9 distribusi penjualan batik UD Aneka Batik

DMU 9 (Sekor Efisiensi 99,9%)					
Jenis Variabel	Variabel	Satuan	Aktual	Target	Potential Improvement
Input	Jumlah Agen (Reseller)	Outlet	1	1	0,00%
	Jumlah/Volume Pengiriman	Potong	300	262,94	-12,35%
Output	Biaya Distribusi/Ribu	Rupiah	2300000	1.664.852,64	-27,62%
	Keuntungan/Ribu	Rupiah	67700000	67.700.000,00	0,00%

6) Usulan Perbaikan Peingkatan Efisiensi

Usulan perbaikan atau strategi perbaikan sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi distribusi penjualan produk di UD. Aneka Batik. Variabel *input* dan *output* sangat berhubungan satu sama lainya dan sangat mempengaruhi untuk meningkatkan efisiensi. Hal yang utama untuk meningkatkan efisiensi berdasarkan pada orientasi *input* dimana untuk memenuhi target yang disarankan, selain itu orientasi *input* ini berarti mencari nilai *output* yang optimal atau (maksimal) dengan orientasi *input* yang minimal. Karena variabel *input* dan *output* saling berhubungan sehingga untuk memperoleh efisiensi yang optimal *input* harus dioptimalkan atau diminimalkan. Ada empat DMU yang inefisiensi 2 DMU berada pada *range red* dan 2 DMU *range amber*, sehingga dibutuhkan usulan perbaikan atau strategi. Usulan perbaikan yang digunakan untuk memperbaiki daerah-

daerah yang inefisiensi menjadi efisiensi. penjualan batik UD. Aneka Batik sebagai berikut:

1. Mempertahankan reseller meskipun di beberapa daerah seperti Surabaya dan Bangkalan harus dikurangi jumlah resellernya tetapi potensi pemasaran di daerah tersebut menjanjikan. Hal tersebut sebagai contoh Surabaya merupakan kota yang memiliki penduduk yang banyak sehingga akses untuk memperkosikan produk batik akan mudah, serta peluang penjualannya juga cukup banyak. Selain itu adanya reseller akan memudahkan produk batik ini dikenal oleh kalangan orang banyak. Cara yang dapat dilakukan oleh UD. Aneka Batik untuk melakukan efisiensi pada daerah yang mengalami pengurangan jumlah reseller yaitu dengan mengalihkan *potential improvement* yang disarankan ke jumlah/volume pengiriman atau ke biaya distribusi yang harus dikurangi. Sehingga jumlah reseller tetap dengan tujuan agar mempermudah untuk memperluas pemasaran, dan distribusi penjualan ke daerah yang inefisiensi akan tetap dapat diperbaiki menjadi efisiensi melalui jumlah/volume pengiriman atau ke biaya distribusi.
2. Jumlah/volume pengiriman variabel ini sangat mempengaruhi tingkat keuntungan dan biaya distribusi agar mencapai efisiensi. Oleh karena itu daerah yang inefisiensi salah satunya disebabkan oleh jumlah/volume pengiriman yang terlalu banyak. Hal tersebut dapat dilihat pada daerah yang inefisiensi. Berdasarkan *potential improvement* daerah tersebut harus dilakukan minimasi mencapai efisiensi yang optimal. Cara yang dapat dilakukan oleh UD. Aneka Batik adalah membatasi jumlah permintaan apabila permintaan tersebut dalam jumlah besar tetapi harga yang dibeli berada pada tingkat rendah seperti harga 500-135 ribu. Batas yang disarankan agar distribusi penjualan tersebut efisiensi adalah berada pada 300-500 potong dan aturan tersebut dapat diutarakan pada reseller. Hal ini juga dapat dijadikan strategi bagi UD. Aneka Batik agar konsumen dapat membeli batik yang lainnya yang harganya di atas tersebut atau pada kelas menengah atau dapat juga kelas atas.
3. Biaya distribusi variabel ini juga sangat mempengaruhi tingkat hasil keuntungan dan mencapai efisiensi. Oleh karena itu daerah inefisiensi salah satunya juga disebabkan oleh biaya distribusi yang terlalu besar. Berdasarkan *potential improvement* daerah tersebut harus dilakukan minimasi untuk mencapai peningkatan efisiensi menjadi optimal. Cara yang dapat dilakukan yaitu membatasi atau mengurangi jumlah pengiriman ke daerah-daerah yang biaya distribusinya cukup mahal. Selain itu karena berhubungan dengan

jumlah/ volume pengiriman, maka UD Aneka Batik harus memiliki aturan-aturan dalam pemesanan yang dikirim ke daerah-darrah diluar Madura. Aturan yang dapat dibuat oleh UD. Aneka Batik

- a. Pengiriman diluar pulau Jawa Timur dibatasi jumlah barangnya seperti, dibawah 500 potong untuk kelas rendah, hal tersebut karena pengiriman yang dilakukan oleh UD. Aneka Batik menggunakan Jasa Kantor Pos, sehingga berat dari produk yang dikirim dan jarak yang ditempuh sangat mempengaruhi ongkos kirimnya.
 - b. Pengiriman keluar Jawa Timur dengan kelas menengah keatas tidak ada batas pengiriman, hal tersebut dibuat untuk meningkatkan keuntungan yang jauh lebih besar karena biasanya kelas menengah atas jarang ada yang beli dan jumlah pembelianya sedikit. Selain itu batik kelas menengah atas itu memiliki kualitas yang sesuai dengan harga. Sehingga dibuat tidak ada batasan dalam pembelianya.
 - c. Melakukan pengiriman sendiri menggunakan kendaraan pribadi untuk menghemat biaya distribusinya, apabila permintaan dalam jumlah sedikit atau kurang dari 100 potong, dengan catatan masih berada diwilayah Jawa Timur.
4. Keuntungan merupakan variabel *output* yang harus dioptimalkan atau ditingkatkan. Cara yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan keuntungan serta efisiensi yaitu membuka sentra atau cabang untuk UD. Aneka Batik. Hal tersebut diusulkan peneliti berdasarkan hasil kalkulasi tingkat efisiensi yang *potential improvement* cukup besar pada biaya distribusi. Berdasarkan analisa biaya distribusi ini juga dipengaruhi oleh jumlah/ volume pengiriman. Sehingga lebih efisiensi pembangunan sentra atau cabang UD. Aneka Batik di kota-kota besar yang menjadi langganan UD. Aneka Batik dapat dijadikan solusi. Adanya hal tersebut akan lebih meningkatkan keuntungan UD. Aneka Batik karena biaya distribusi menjadi lebih murah, dan jumlah pembelian yang masih dibatasi dan lebih diutamakan pada batik-batik kelas menengah keatas. Adanya sentra atau cabang yang dibangun dikota akan meningkatkan penguasaan pasar meningkatkan penjualan dan juga keuntungannya menjadi lebih besar.

5 SIMPULAN

Bab lima berisi mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan terkait pengukuran efisiensi distribusi penjualan produk batik Pamekasan dengan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA).

a. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pengukuran efisiensi distribusi penjualan batik Pamekasan dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) studi kasus UD. Aneka Batik yang terdiri dari 9 DMU. Terdapat tiga *range* yang digunakan dalam *Banxia Software Frounter Analyst version 4.0*, yaitu *range green* dengan nilai efisiensi 100%, kemudian *range amber* dengan nilai efisiensi 90-99,99%, dan *range red* dengan nilai efisiensi 0-89,99%. DMU yang berada pada tingkat efisiensi adalah DMU 4, DMU 5, DMU 6, DMU 7 dan DMU 8 dengan skor efisiensi sebesar 100% dan menunjukkan *range green*. Sedangkan DMU yang masih berada pada tingkat inefisiensi yaitu DMU 1, dan DMU 2, dengan skor efisiensi sebesar 74,8%, 41,7% berada *range red* sedangkan DMU 3, dan DMU 9 dengan skor efisiensi sebesar 90,99% berada pada *range amber*. Hasil efisiensi tersebut didasarkan pada variabel *input* yaitu jumlah agen (reseller), jumlah/volume pengiriman, dan biaya distribusi, selain itu juga variabel *output* yaitu keuntungan.
2. Usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi distribusi penjualan batik Pamekasan dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) studi kasus UD. Aneka Batik akan ditunjukkan dari *potential improvement* variabel *input* dan juga *output* berdasarkan hasil pengukuran efisiensi. *Potential improvement* menunjukkan presentase pengoptimalan variabel *input* sebagai target untuk mencapai efisiensi dari DMU. Berdasarkan hasil kalkulasi ada 4 DMU yang belum berada pada tingkat efisiensi (inefisiensi). Hasil *potential improvement* DMU 1,2,3,9 menunjukkan bahwa jumlah agen harus dilakukan minimasi atau penurunan secara berturut-turut sebesar 25,18%, 58,32%, 0,00%, dan 0,00%. Jumlah/volume pengiriman juga harus dilakukan minimasi atau penurunan secara berturut-turut sebesar 58,28%, 78,62%, 85,71%, dan 12,35% pada DMU 1,2,3,9. Biaya distribusi juga harus dilakukan minimasi atau penurunan secara berturut-turut sebesar 25,18%, 58,32%, 65,41%, dan 27,62%, sedangkan pada salah satu daerah yaitu gersik perlu dilakukan maksimalan variabel *output* sebesar 40,21%. Perbaikan yang dilakukan yaitu membuat suatu aturan pembelian di batik di UD Aneka Batik. Usulan membuka sentra atau cabang di daerah-daerah kota yang banyak pelanggan UD. Aneka Batik didasarkan pada pengukuran efisiensi yang telah di analisis.

b. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini, maka saran yang diberikan sebagai berikut:

1. Perbaikan atau usulan mengenai pembuatan sentra atau cabang di daerah kota yang dekat dengan pelanggan UD. Aneka Batik ini selain mempertimbangkan pengukuran efisiensi distribusi yang telah dilakukan sebagai acuan, juga harus mempertimbangkan hal-hal yang lain seperti finansial dan juga perencanaan pembangunannya.
2. Peraturan yang diusulkan mengenai pembatasan pembelian barang batik kualitas rendah sebaiknya juga dicantumkan ke website atau ke laman-laman atau social media yang dimiliki oleh UD. Aneka Batik sehingga dapat sampai ke konsumen dengan cepat dan mudah.
3. Bagi UD. Aneka Batik, pada DMU-DMU yang telah mencapai tingkat efisiensi sebesar 100% untuk selalu mempertahankan tingkat efisiensinya dengan mengoptimalkan penggunaan *input* yang digunakan. DMU-DMU yang belum mencapai tingkat efisiensi (inefisiensi) yang berada pada nilai dibawah 100% perlu adanya penggunaan *input* secara minimum tetapi juga tetap menyesuaikan *potential improvement* yang ada sehingga tingkat efisiensi distribusi penjualan batik meningkat.
4. Bagi peneliti selanjutnya sebaiknya menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) dengan model yang lainnya untuk mengukur efisiensi tetapi tetap disesuaikan dengan data yang digunakan. Selain itu juga variabel yang digunakan lebih bervariasi dan agar hasil dari penelitiannya lebih luas.

KEPUSTAKAAN

- [1] D. H. U. R. Wahyudi, MANAJEMEN PEMBIAYAAN PENDIDIKAN (Pendekatan Prinsip Efisiensi, Efektivitas, Transparansi dan Akuntabilitas), Yogyakarta: CV BUDI UTAMA, 2021.
- [2] D. Amruddin, MANAJEMEN DISTRIBUSI DI ERA DIGITALISASI, Batam: Yayasan Cendikia Mulia Mandiri, 2023.
- [3] L. & A. A. Rabbaniyah, "Analisis efisiensi perbankan syariah di Indonesia metode Stochastic Frontier Analysis," *Conference On Islamic Management Accounting and Economics*, pp. 200-211, 2019.
- [4] T. J. R. D. S. P. O. C. J. & B. G. E. Coelli, An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. In An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis (2nd ed), Springer Science+Business Media, inc, 2005.

- [5] W. W. S. L. M. & T. K. Cooper, Data Envelopment Analysis. In Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models. Applications, References and DEA-Solver Software: Second Edition (2nd ed.), Springer Science+Business Media, LLC, 2007.
- [6] A. A. Trixie, "FILOSOFI MOTIF BATIK SEBAGAI IDENTITAS BANGSA INDONESIA," pp. 1-9, 2020.
- [7] K. Kulsum, "Penjadwalan distribusi produk dengan metode distribution requirement planning (Studi kasus produk air minum dalam kemasan)," *Sains dan Teknologi* , pp. 45-52, 2020.
- [8] C. I. Erliana, PENERAPAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS UNTUK PENGUKURAN EFISIENSI KINERJA PENDIDIKAN SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI, Medan: SEFA BUMI PERSADA, 2020.
- [9] H. A. Susanto, TINGKAT EFISIENSI PRODUKSI DAN PENDAPATAN USAHA KECIL (Studi Pengolahan Ikan Asin Di Kota Pekalongan), Semarang: UNNES PRESS, 2015.
- [10] A. J. M. Hussain, An Introduction to Frontier Analyst Version 4, Banxia Software Ltd, 2010.

Penerapan *Green Productivity* Pada UMKM Aneka Batik Pamekasan

Muhamad Khoirul Alfa, Indra Cahyadi, & Ika Deefi Anna

Teknik Industri, Universitas Trunojoyo Madura, Jl. Raya Telang, Kec. Kamal, Kab. Bangkalan (69162)

E-mail: 200421100032@student.trunojoyo.ac.id

Abstrak

Aneka Batik adalah Usaha Mikro, Kecil dan Menengah yang memproduksi batik tulis khas daerah Pamekasan. Limbah dari perendaman batik dibuang langsung menuju tanah dan selokan. Dampak yang dihasilkan oleh limbah batik ini yaitu menyebabkan adanya pencemaran air dan menyebabkan korosi pada tanah. Salah satu pendekatan yang dapat membantu UMKM Aneka Batik agar mampu menurunkan dampak lingkungan dan meningkatkan produktivitas yaitu dengan penerapan Green Productivity. Dengan penerapan Green productivity kita dapat mengetahui tingkat produktivitas, mengetahui Environmental performance Indicator (EPI) dan mengetahui alternatif solusi perbaikannya. Berdasarkan perhitungan diketahui nilai index EPI yang dihasilkan sebesar -10,382. Untuk meningkatkan nilai EPI solusi alternatif yang digunakan yaitu dengan penggantian pewarna tekstil dengan pewarna alami. Penggantian pewarna ini diperkirakan akan memberikan penghematan sebesar Rp 405.375 dan peningkatan nilai produktivitas sebesar 0,03%.

Kata Kunci : *UMKM, Batik, Green Produktivitas*

Abstract

Aneka Batik is a micro, small and medium enterprise that produces hand-written batik typical of the Pamekasan region. Waste from batik soaking is discharged directly into the ground and sewers. The impact produced by this batik waste is that it causes water pollution and causes corrosion of the soil. One approach that can help Aneka Batik MSMEs to reduce environmental impacts and increase productivity is the application of Green Productivity. With the application of Green productivity we can find out the level of productivity, find out the Environmental performance Indicator (EPI) and find out alternative solutions for improvement. Based on the calculation, it is known that the resulting EPI index value is -10.382. To increase the EPI value, the alternative solution used is to replace textile dyes with natural dyes. This dye replacement is expected to provide savings of Rp 405,375 and an increase in productivity value of 0.03%.

Keyword: *MSME, Batik, Green Productivity.*

1 PENDAHULUAN

Hampir setiap daerah di Indonesia memiliki Batik yang unik, dengan berbagai corak dan motif yang sangat indah, istimewa, dan elegan. Banyak penggemar batik Indonesia di luar negeri terhipnotis dengan keanegaramannya, termasuk batik Pamekasan. Batik Pamekasan adalah salah satu batik Indonesia yang sudah terkenal di seluruh Indonesia karena kualitasnya yang luar biasa dan dapat bersaing dengan batik di berbagai daerah Bupati Pamekasan mengumumkan pada tahun 2021 bahwa Pasar Batik Tulis Pamekasan, yang berlokasi di Pasar 17 Agustus, akan menjadi pusat perdagangan batik tulis terbesar di Asia Tenggara [1].

Pada 24 Juni 2009, Gubernur Jatim H. Soekarwo menetapkan Pamekasan sebagai kota batik karena memiliki potensi batik terbaik di Madura. Tidak ada

keraguan tentang prestasi Batik Pamekasan di Jawa Timur. Seperti yang terjadi pada tahun 2007 dan 2008, batik Pamekasan meraih juara satu di Festival Nusa Dua dan Expo Bali. Selanjutnya, pada tahun 2009, Kabupaten Pamekasan menjadi terkenal sebagai juara dalam kategori pemasaran barang kerajinan yang terbuat dari batik di Expo Indonesia Creative di Batam. Ada banyak prestasi lebih lanjut [2]. Pada tahun 2009, Pamekasan diakui sebagai pusat dari industri kreatif batik dalam regional provinsi Jawa Timur dan pernah mencatatkan rekor Indonesia (Muri) dengan membuat batik tulis sampai ketinggian 1.530 meter. Berdasarkan data dari Disperindag Kabupaten Pamekasan industri batik menjadi penyumbang satu sampai dua persen total industri Kabupaten Pamekasan [3].

Salah satu umkm batik tulis yang ada di pamekasan yaitu UMKM aneka batik. UMKMBatik Aneka terletak di banyumas desa klampar, Kec. Proppo, Kab. Pamekasan. Aneka batik fokus pada pembuatan batik tulis khas madura. Proses pembuatan batik tulis masih dilakukan secara manual tanpa bantuan mesin. Proses produksi batik di UMKM Aneka batik terdiri dari proses pemilihan kain, pencucian kain, pelorotan, meggambar motif, pembantian, penglorotan, pencucian dan penjemuran. Dalam proses pembuatan batik pasti menghasilkan produk sisa yaitu berupa air sisa penglorotan dan pencucian kain batik. Masalah UMKM Aneka batik yaitu pada hasil limbah produksi yang tidak dikelola secara baik. Hasil limbah cair dibuang langsung menuju sawah dan sungai sehingga dapat menyebabkan adanya pencemaran lingkungan. Dampak yang dirasakan oleh warga yaitu adanya bau kurang sedap di area pembuangan limbah, dan termarnya air disekitar pembuangan limbah cair.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi di UMKMAneka batik perlu diterapkannya produksi ramah lingkungan atau green productivity. Dengan penerapan green productivity diharapkan tidak hanya produktivitasnya saja yang dapat naik akan tetapi limbah cair dapat diolah dengan baik sehingga dapat membuat produksi batik yang terus berlanjut.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Batik

Batik merupakan suatu wujud dari seni kuno yang memiliki kualitas yang tinggi. Awal mula kata batik yaitu dari bahasa Jawa yaitu “amba” yang berarti tulis dan “nitik” yang memiliki arti titik, sehingga dapat diartikan dengan proses membuat titik atau meneteskan lilin pada media kain mori. Alat yang dipakai untuk proses pembuatan batik dinamakan canting, yang mempunyai karakteristik pada ujungnya ada pipa berukuran kecil yang memberikan kesan seperti seseorang yang sedang menulis titik-titik. Semenjak masuknya era globalisasi, muncullah jenis batik baru yaitu batik cap atau batik cetak, dimana pada proses pembuatan dengan cap yang terbuat dari tembaga. Batik dapat dikenali asal daerahnya masing-masing dikarenakan proses membatik merupakan adat-istiadat yang diturunkan secara turun-temurun, karena adanya pengaruh luar dari pedagang-pedagang dari luar negeri maka muncullah motif baru seperti motif burung api yang dipopulerkan kaum tionghoa, motif bunga yang mendapatkan pengaruh budaya eropa. Pakaian batik awalnya hanya dipakai oleh keluarga kerajaan, namun lambat laun menjadi pakaian rakyat. Penggunaan pakaian batik di era

modern sering digunakan pakaian sehari-hari masyarakat [4].

2.2 Produktivitas

Persaingan ketat akibat mudahnya pelaku bisnis memasuki pasar yang terjadi pada era globalisasi seperti sekarang menyebabkan setiap perusahaan berlomba-lomba dalam upaya menunjukkan bahwa produk mereka yang terbaik dibandingkan dengan produk produk yang ditawarkan perusahaan lainnya. Produktivitas adalah perbandingan antara masukan dan keluaran, dengan penekanan pada keluaran yang dihasilkan oleh suatu proses yang biasanya, suatu kombinasi dapat digunakan untuk menghasilkan suatu tingkat keluaran tertentu. [5].

Timbulnya produktivitas disebabkan oleh kenalkan *output* yang berbanding terbalik dengan *input*, atau bahkan *output* sama dan mengalami penurunan pada *input*. Perbaikan produktivitas juga bisa dilakukan dari sisi individual dan sisi institusional, perbaikan dari sisi individual sendiri melalui peningkatan kemampuan yang dimiliki karyawan sedangkan perbaikan dari sisi institusional sendiri berhubungan dengan sinergi kerja setiap bagian dalam perusahaan, teknologi pemanjang dalam perusahaan, dan fasilitas-fasilitas yang memberikan peningkatan efisiensi dan elektivitas pekerjaan. Produktivitas juga digunakan sebagai alat ukur untuk mengetahui seberapa efisien dan efektif suatu sistem [6].

Produktivitas yang baik dapat membuat perusahaan lebih kompetitif dalam hal produk yang dijualnya, tetapi ketika perusahaan tidak produktif atau tidak mencapai targetnya, perusahaan juga akan kehilangan daya saing. Artinya satu perusahaan akan memiliki keunggulan dalam persaingan jika sumberdaya perusahaan tersebut kompetitif khususnya sumberdaya manusia [7].

Upaya dalam peningkatan produktivitas juga dilakukan melalui pemberdayaan pekerja atau karyawan, pemberdayaan karyawan akan mampu memfasilitasi kreasi yang memicu integrasi lingkungan dengan kualitas tinggi dan berkemampuan menghasilkan produk dan layanan yang unggul. Sumberdaya manusia merupakan salah satu faktor utama dalam setiap kegiatan operasional perusahaan. Kemampuan sumber daya khususnya manusia sangat berpengaruh terhadap suatu perusahaan, semakin baik kemampuan sumberdaya maka semakin baik hasilnya, begitu juga sebaliknya. Peningkatan produktivitas bisa tercapai ketika perusahaan bisa mengoptimalkan kinerja dari sumber daya yang dimiliki [8].

2.3 Green Productivity

Metode *Green Productivity* merupakan strategi yang dipakai guna meningkatkan nilai produktivitas

dan juga meningkatkan kinerja lingkungan. *Green Productivity* dapat diartikan sebagai produktivitas yang ramah lingkungan guna menjawab isu global mengenai pembangaunan berkelanjutan atau *sustainable development*. *Green Productivity* yang digunakan dengan baik dan benar dapat menyebabkan perubahan yang positif bagi sosial ekonomi. *Green Productivity* berpotensi untuk mengintegrasikan lingkungan kedalam operasi bisnis sebagai sarana dalam usaha meningkatkan produktivitas dan mendapatkan profitabilitas atau arus kas yang lebih baik [9].

3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

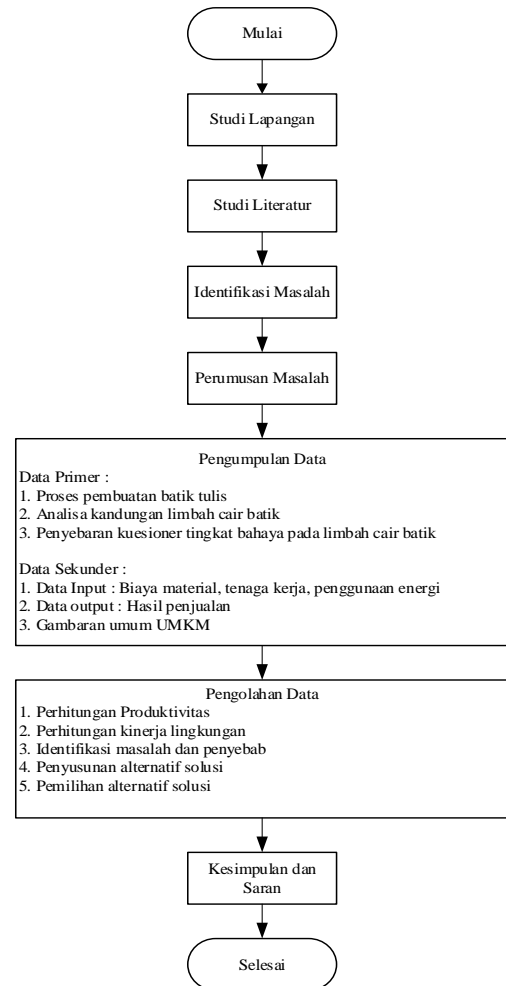
Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2023 sampai bulan Desember 2023. Lokasi penelitian dilaksanakan di UMKM Aneka Batik Pamekasan di Desa Klampar Kecamatan Proppo Kabupaten Pamekasan yang merupakan salah satu sentra industri batik di Kabupaten Pamekasan.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang dipakai dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan, hasil wawancara dengan pemilik UMKM, pekerja dan masyarakat sekitar industri batik Pamekasan. Data primer terdiri dari data proses pembuatan batik, data analisa kandungan senyawa kimia pada limbah batik, dan data penyebaran kuesioner tingkat kepentingan kandungan batik. Data sekunder didapatkan dari hasil penelitian-penelitian terdahulu mengenai batik pamekasan dan data referensi hasil penelitian yang sudah dipublikasikan sebelumnya, data input dan output dari UMKM Aneka Batik .

3.3 Flowchart Penelitian

Flowchart penelitian yang dilakukan sebagai berikut.



Gambar 1 Flowchart penelitian

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Input UMKM Aneka Batik

Data input yang dipakai pada penelitian ini terdiri dari biaya material, biaya energi dan biaya tenaga kerja.

1. Biaya Material

Biaya material yaitu jumlah biaya yang dikeluarkan selama proses produksi. Biaya material terdiri dari biaya kain, pewarna, malam dan pengawet. Berikut merupakan rincian data biaya material UMKM Aneka Batik dalam enam bulan terakhir.

Tabel 1 Biaya Material

Biaya Material	
Bulan	Biaya Material
April	Rp 1,306,250
Mei	Rp 1,828,750
Juni	Rp 1,045,000
Juli	Rp 2,403,500
Agustus	Rp 2,664,750
September	Rp 2,455,750
Total	Rp 11,704,000

2. Biaya Energi

Biaya energi merupakan kebutuhan energi yang digunakan dalam proses pembuatan batik tulis. Biaya energi terdiri dari biaya listrik dan gas LPG. Berikut merupakan biaya energi dari UMKM Aneka Batik dalam enam bulan terakhir.

Tabel 2 Biaya Energi

Biaya Energi	
Bulan	Biaya
April	Rp 350,000
Mei	Rp 370,000
Juni	Rp 340,000
Juli	Rp 390,000
Agustus	Rp 394,000
September	Rp 402,000
Total	Rp 2,246,000

3. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja yaitu biaya yang digunakan untuk membayar gaji karyawan. Sistem pembagian gaji di UMKM Aneka Batik yaitu dilihat dari seberapa rumit proses pembuatannya, kisaran upah dari setiap proses pembuatan batik tulis yaitu antara Rp 50.000 – Rp 150.000 per kainnya. Berikut merupakan biaya tenaga kerja dari UMKM Aneka Batik dalam enam bulan terakhir.

Tabel 3 Biaya Tenaga Kerja

Tenaga Kerja	
Bulan	Biaya
April	Rp 1,250,000
Mei	Rp 1,750,000
Juni	Rp 1,000,000
Juli	Rp 2,300,000
Agustus	Rp 2,550,000
September	Rp 2,350,000
Total	Rp 11,200,000

4.2 Data Output UMKM Aneka Batik

Data output diperoleh dari hasil penjualan yang dilakukan pada UMKM Aneka Batik. Berikut merupakan data output penjualan dari UMKM Aneka Batik.

Tabel 4 Data Output

No	Bulan	Jumlah Penjualan Kain	Output
1	April	25	Rp 3,375,000
2	Mei	35	Rp 4,725,000
3	Juni	20	Rp 2,700,000
4	Juli	46	Rp 6,575,000
5	Agustus	51	Rp 7,250,000
6	September	47	Rp 7,075,000
	Total	224	Rp 31,700,000

4.3 Perhitungan Produktivitas

Perhitungan produktivitas digunakan untuk mengetahui sejauh mana produktivitas yang dihasilkan oleh UMKM Aneka Batik. Berikut merupakan produktivitas pada UMKM Aneka Batik.

Tabel 5 Perhitungan Produktivitas

Bulan	Output	Total Input	Produktivitas Total
April	Rp 3,375,000	Rp 2,906,250	1.16
Mei	Rp 4,725,000	Rp 3,948,750	1.20
Juni	Rp 2,700,000	Rp 2,385,000	1.13
Juli	Rp 6,575,000	Rp 5,093,500	1.29
Agustus	Rp 7,250,000	Rp 5,608,750	1.29
September	Rp 7,075,000	Rp 5,207,750	1.36
Total	Rp 31,700,000	Rp 25,150,000	7.43

Berdasarkan tabel 5 diketahui bahwa produktivitas UMKM Aneka Batik relatif meningkat setiap bulan, akan tetapi mengalami penurunan pada bulan Mei dan setelah itu mengalami peningkatan dan sama pada setiap bulannya. Sehingga dapat disimpulkan tidak adanya masalah pada produktivitas pada UMKM Aneka Batik.

4.4 Perhitungan Dampak Lingkungan

1. Uji Laboratorium

Sebelum dilakukannya proses perhitungan dampak lingkungan, limbah cair batik perlu diuji terlebih dahulu di laboratorium. Proses pengujian dilakukan pada laboratorium terpadu UTM. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan menguji kandungan limbah apakah sudah sesuai dengan standar yang berlaku. Berikut merupakan hasil uji laboratorium pada limbah cair batik tulis.

Tabel 6 Hasil Uji Laboratorium

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu	Metode Pengujian
1	BOD	Mg/L	512	60	APHA 5210 B, 23rd Edition, 2017
2	COD	Mg/L	2090	150	APHA 5220 D, 23rd Edition : 2017
3	TSS	Mg/L	2035	50	APHA 2540 A.D, 23rd Edition : 2017
4	Phenol	Mg/L	1.43	0.5	MU 2.12 (Discrete Photometry)
5	Krom	Mg/L	0	1	MU 2.07 (Discrete Photometry)
6	Amonia	Mg/L	0.29	8	MU 2.05 (Discrete Photometry)
7	Sulfida	Mg/L	0.006	0.3	SNI 6989.70-2009
8	Minyak dan Lemak	Mg/L	2	3	APHA 5520 A.C, 23rd Edition : 2017
9	Ph	-	10	6,0-9,0	SNI 6989.11-2019

Berdasarkan tabel 6 diketahui terdapat beberapa senyawa yang melebihi baku mutu yaitu pada BOD, COD, TSS, Phenol dan PH. Jadi perlu adanya alternative solusi untuk dapat mengurangi dampak yang disebabkan oleh limbah cair batik.

2. Perhitungan Environmental Performance Indicator (EPI)

Proses perhitungan nilai Environmental Performance Indicator (EPI) dimulai dengan proses

penyebaran kuesioner kepada laboran, hal ini supaya menjamin validitas data perhitungan dikarenakan laboran merupakan orang yang kompeten di dalam bidang kimia lingkungan. Proses penyebaran kuesioner digunakan untuk mengetahui tingkat bahaya dari masing-masing bahan kimia yang terkandung dalam limbah cair batik.

a. Perhitungan Matrik Perbandingan Berpasangan

Tabel 7 Perhitungan Matrik Perbandingan Berpasangan

Parameter	BOD	COD	TSS	Phenol	Krom	Amonia	Sulfida	Minyak dan Lemak	Ph
BOD	1.00	1.59	1.82	1.26	2.88	2.62	1.59	2.29	1.26
COD	0.63	1.00	2.29	2.62	3.91	3.30	1.82	3.63	2.00
TSS	0.55	0.44	1.00	2.52	2.62	3.30	3.30	2.88	1.59
Phenol	0.79	0.38	0.40	1.00	1.59	1.26	1.26	3.56	1.59
Krom	0.35	0.26	0.38	0.63	1.00	1.26	1.26	2.88	1.26
Amonia	0.38	0.30	0.30	0.79	0.79	1.00	1.26	1.59	1.26
Sulfida	0.63	0.55	0.30	0.79	0.79	0.79	1.00	2.29	0.79
Minyak dan Lemak	0.44	0.28	0.35	0.28	0.35	0.63	0.44	1.00	1.26
Ph	0.79	0.50	0.63	0.63	0.79	0.79	1.26	0.79	1.00
Total	5.56	5.29	7.47	10.53	14.74	14.96	13.18	20.92	12.01

b. Perhitungan Penentuan Bobot Parameter

Tabel 8 Perhitungan Penentuan Bobot Parameter

Parameter	BOD	COD	TSS	Phenol	Krom	Amonia	Sulfida	Minyak dan Lemak	Ph	Wi
BOD	0.18	0.30	0.24	0.12	0.20	0.18	0.12	0.11	0.10	0.17
COD	0.11	0.19	0.31	0.25	0.27	0.22	0.14	0.17	0.17	0.20
TSS	0.10	0.08	0.13	0.24	0.18	0.22	0.25	0.14	0.13	0.16
Phenol	0.14	0.07	0.05	0.09	0.11	0.08	0.10	0.17	0.13	0.11
Krom	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.14	0.10	0.08
Amonia	0.07	0.06	0.04	0.08	0.05	0.07	0.10	0.08	0.10	0.07
Sulfida	0.11	0.10	0.04	0.08	0.05	0.05	0.08	0.11	0.07	0.08
Minyak dan Lemak	0.08	0.05	0.05	0.03	0.02	0.04	0.03	0.05	0.10	0.05
Ph	0.14	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05	0.10	0.04	0.08	0.08
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

c. Perhitungan Indeks EPI

Tabel 9 Perhitungan Nilai Indeks EPI

Parameter	Bobot (Wi)	Standar	Hasil Uji	Pi	Indeks EPI
BOD	0.17	60	512	-7.533	-1.296
COD	0.20	150	2090	-12.933	-2.619
TSS	0.16	50	2035	-39.700	-6.501
Phenol	0.11	0.5	1.43	-1.860	-0.197
Krom	0.08	1	0	1.000	0.079
Amonia	0.07	8	0.29	0.964	0.068
Sulfida	0.08	0.3	0.006	0.980	0.075
Minyak dan Lemak	0.05	3	2	0.333	0.017
Ph	0.08	6,0 - 9,0	10	-0.111	-0.009
Total EPI					-10.382

Berdasarkan hasil perhitungan indeks EPI yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai indeks EPI yang dihasilkan sebesar -10,038 dimana termasuk kategori tidak baik dan perlu dilakukannya perbaikan, guna mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh limbah cair yang dihasilkan.

4.5 Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan yang dapat digunakan yaitu dengan penggantian zat pewarna yang digunakan. Penggunaan zat pewarna kimia dinilai tidak baik untuk lingkungan dikarenakan kandungan dari zat pewarna kimia yang susah diurai. Pergantian zat pewarna kimia dengan pewarna alami diharapkan mampu mengurangi dampak lingkungan yang disebabkan oleh limbah cair batik. Salah satu pewarna alami yang dapat digunakan yaitu dengan

penggunaan pewarna alami dari daun *Indigora Tinctoria*. Harga pewarna ini tentunya lebih murah jika dibandingkan dengan pewarna kimia, akan tetapi dalam proses penggunaannya dibutuhkan jumlah yang relatif lebih banyak dari pewarna kimia. Pewarna alami ini berpotensi menurunkan konsentrasi limbah yang akan berpengaruh pada lingkungan, karena sisa limbah cair pewarna alami lebih mudah terurai dan lebih ramah lingkungan. Untuk menggunakan pewarna alami ini dibutuhkan bahan pendukung seperti gula aren dan kapur tohor agar memperoleh warna yang lebih pekat. Berikut merupakan perhitungan biaya dari penggunaan daun *Indigora Tinctoria*.

a. Biaya Bahan Baku

Tabel 10 Biaya Bahan Baku Pewarna Alami

Nama	Harga
Indigofera Tinctoria (Kg)	Rp 34,000
Kapur Tohor (Kg)	Rp 1,500
Gula Aren (Kg)	Rp 8,000

Tabel 10 merupakan biaya bahan baku dari pewarna alami. Harga per kilogram dari indigora tinctoria yaitu sebesar Rp 34.000. Harga dari kapur tohor sebesar Rp 1.500 dan harga gula aren sebesar Rp 8.000.

b. Biaya per 1 yart kain

Tabel 11 Biaya Per 1 Yart Kain

Kebutuhan 1 Yart Kain			
Nama	Kebutuhan	Satuan	Harga
Indigofera Tinctoria (Kg)	100	Gram	Rp 3,400
Kapur Tohor (Kg)	50	Gram	Rp 75
Gula Aren (Kg)	50	Gram	Rp 400
Total			Rp 3,875

Tabel 11 menunjukkan kebutuhan dalam 1 yart kain. Kebutuhan indigora tinctoria dalam satu yart kain sebesar Rp 3.400. kebutuhan kapur tohor dalam satu yart kain sebesar Rp 75. Kebutuhan gula aren dalam satu yart kain sebesar Rp 400. Total kebutuhan pada pembuatan 1 yart kain batik yaitu sebesar Rp 3.875.

c. Perbandingan dengan pewarna kimia

Pada perbandingan biaya yang digunakan kami memisalkan penjualan yang dilakukan pada bulan September yaitu sebesar 47 kain batik yang tejual.

Tabel 12 Perbandingan Biaya Pewarna Kimia Dengan Pewarna Alami

Keterangan	Nama	Harga	Total (47)	Penghematan
Biaya Penggunaan Pewarna alami	Indigofera Tinctoria	Rp 3,400	Rp 182,125	Rp 405,375
	Kapur Tohor	Rp 75		
	Gula Aren	Rp 400		
Biaya penggunaan pewarna sitetis	Pewarna	Rp 7,500	Rp 587,500	
	Pengawet	Rp 5,000		

Tabel 12 merupakan tabel perbandingan biaya dari menggunakan bahan pewarna kimia dengan menggunakan bahan pewarna alami. Berdasarkan tabel 12 diketahui bahwa total biaya menggunakan bahan pewarna alami sebesar Rp 182.125 dan pada

penggunaan bahan kimia yaitu sebesar Rp 587.500. dapat disimpulkan dengan adanya pergantian penggunaan pewarna kimia ke pewarna alami dapat menghemat total Rp 405.375.

d. Perhitungan Produktivitas Menggunakan Pewarna alami

Perhitungan produktivitas kami asumsikan pada input dan output pada bulan September.

Tabel 13 Perhitungan Produktivitas Menggunakan Pewarna Alami

Pewarna Kimia	September	Rp 7.075.000	Rp 2.455.750	Rp 402.000	Rp 2.350.000	Rp 5.207.750	1,36
Pewarna Alami	September	Rp 7.075.000	Rp 2.344.125	Rp 402.000	Rp 2.350.000	Rp 5.096.125	1,39
Peningkatan produktivitas							0,03

Tabel 13 merupakan tabel perhitungan produktivitas pada penggunaan bahan kimia dan pada penggunaan bahan alami. Produktivitas yang dihasilkan dari penggunaan bahan pewarna kimia sebesar 1,36. Perhitungan produktivitas menggunakan bahan alami diperoleh nilai sebesar 1,39. Berdasarkan perhitungan produktivitas pada tabel 13 diketahui bahwa terjadi peningkatan 0,03 % nilai produktivitas dengan melakukan pergantian penggunaan pewarna kimia ke pewarna alami.

5 SIMPULAN

Berikut merupakan simpulan yang diperoleh berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan.

1. Tingkat produktivitas pada UMKM Aneka Batik relatif stabil, yang berada pada angka produktivitas 1,16% - 1,39% dan sempat terjadi penurunan pada bulan Mei dan setelah bulan Mei mengalami kenaikan dan konstan pada bulan selanjutnya. Rata-rata produktivitas dari UMKM Aneka Batik yaitu sebesar 1,24% dan dapat diambil simpulan bahwa produktivitas UMKM Aneka Batik stabil dan mampu ditingkatkan lagi supaya memperoleh keuntungan yang maksimal kedepannya.
2. Nilai perhitungan index *Enviromental Performance Indicator* (EPI) pada limbah cair batik UMKM Aneka Baik adalah sebesar - 10,382 . Hal ini berarti tingkat kinerja lingkungan pada UMKM Aneka Batik masih kurang baik dan perlu ditingkatkan lagi.
3. Solusi yang dipakai yaitu dengan menggunakan zat pewarna alami (*Indigora Tinctoria*). Dengan penggunaan pewarna alami dapat meningkatkan produktivitas yang

awalnya sebesar 1,36% menjadi 1,39% meningkat 0,03% dan dapat menghemat sebesar Rp 405.375.

KEPUSTAKAAN

- [1] Hidayah, L. W., Zakhrah, A., & Rohaniyah, J. (2022). Pengenalan Bahansa Inggris Dasar Bagi Pengrajin Batik Pamekasan Dalam Menggunakan Aplikasi Tik-tok Sebagai Sarana E-Marketing. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, Vol 02 No 01
- [2] Prasetyaningrum, M. E., & Trilaksono, A. (2020).Perkembangan Batik Tulis di Desa Klampar Kabupaten Pamekasan Tahun 2009-2017. *Avatara, e-Jurnal Pendidikan Sejarah*, Volume 8, No. 01.
- [3] Amelia, B. S., & Zakik. (2023). Pengentasan Kemiskinan Melalui Pembangunan Industri Kreatif Batik di Kabupaten Pamekasan (Studi Kasus Pada Sentra Industri Batik Klampar). *Buletin Ekonomika Pembangunan*, 83-99.
- [4] Trixie , A. A. (2020). Filosofi Motif Batik Sebagai Identitas Bangsa Indonesia. *Folio*.
- [5] Panjaitan, M. (2018). Pengeruh Lingkungan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja karyawan. *Jurnal Manajemen*, Volume 3 Nomor 2: 1-5.
- [6] Hutagalung, I., & Kartikasari , V. (2020). Perbaikan Produktivitas Melalui *Green Productivity*. *Journal Of Industrial* , Volume 02, Nomor 1, hal 27-32.
- [7] Budiman, I., & Bagia, I. (2021). Analisis Ketidaktercapaian Standar Peoduktivitas Kerja karyawan UMKM Pengerajin Tenun Bali Sutra Alam. *Jurnal Manajemen dan Bisnis* , 65-73.
- [8] Wahyuningsih, S. (2019). Pengaruh Pelatihan Dalam Meningkatkan Produktivitas Kerja karyawan. *Jurnal Warta Edisi* 60, 91-96.
- [9] APO. (2006). *Handbook On Green Productivity*. Asian Productivity Organization.

Integrasi Panel Surya Dengan Modul Termoelektrik Sebagai Sistem Pendingin Ruangan Bertenaga Surya

Nazilul Muttaqin Nautica¹⁾, Rifky^{1*)}

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika,
Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
Jl. Tanah Merdeka No.6, Rambutan, Ciracas, Jakarta Timur, DKI Jakarta 13830.
*Email: rifky@uhamka.ac.id

Abstrak

Energi surya sebagai energi terbarukan dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga sistem pendingin ruangan. Sistem pendingin ruangan tersebut mendapat pasokan energi listrik hasil konversi energi radiasi cahaya matahari melalui panel surya. Kemudian sistem generator surya tersebut diintegrasikan dengan modul termoelektrik untuk memproduksi kondisi dingin dalam sistem pendingin. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mendapatkan sebanyak mungkin penyerapan kalor oleh pendingin termoelektrik dalam ruangan sistem pendingin, temperatur terendah yang dapat dicapai, dan koefisien kinerja sistem pendingin. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan model pendingin ruangan yang digunakan adalah kotak pendingin dengan volume 0,25 m³. Sel surya sebagai sumber listrik dihadapkan ke arah utara untuk mendapatkan intensitas cahaya matahari lebih banyak dengan rentang waktu lebih panjang. Produk luaran sel surya yang berupa tenaga listrik dan energi listrik tersebut disuplai ke sistem pendingin termoelektrik yang dirangkai seri. Ketika termoelektrik diberikan daya listrik maka akan timbul perubahan temperatur di kedua sisinya. Sisi dingin akan menyerap kalor dari ruang pendingin, sedangkan sisi panas akan melepas kalor ke lingkungan. Penggunaan heatsink pada sisi dingin untuk mendapatkan penyerapan kalor yang lebih besar. Setelah dilakukan uji coba alat, pengambilan data dan pengolahan data didapat daya keluaran sel surya secara keseluruhan sebesar 413,23 W. Sementara termoelektrik mencapai temperatur terendah 24,6 °C. Adapun beban kalor keseluruhan adalah 416,70 W dengan koefisien kinerja sistem pendingin sebesar 1,01.

Kata kunci: pendingin ruangan, sel surya, termoelektrik.

1 PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia mempunyai target bauran energi baru terbarukan 23% dan 31% masing-masing pada tahun 2025 dan 2050 [1]. Target tersebut juga didukung oleh lokasi geografis Indonesia yang terletak di kawasan garis katulistiwa yang mempunyai paparan sinar matahari sepanjang tahun [2]. Kondisi tersebut dapat dimanfaatkan karena radiasi sinar matahari dapat dikonversi menjadi energi listrik secara langsung. Saat ini manusia menghasilkan listrik dengan mengubah energi termal menjadi energi mekanik terlebih dahulu kemudian dikonversi menjadi energi listrik, sedangkan energi surya langsung mengkonversi energi listrik melalui fenomena fotovoltaik [3], sehingga biaya untuk menghasilkan energi listrik dapat ditekan. Energi matahari ditaksir akan memenuhi 45% permintaan energi dunia pada tahun 2050 [4]. Permintaan energi tersebut digunakan untuk menghidupkan berbagai mesin dan peralatan elektronik seperti pendingin ruangan, telepon seluler, laptop. Indonesia yang merupakan negara beriklim tropis dimana hampir di seluruh bangunan seperti rumah, perkantoran, ruko, dan industri membutuhkan pendingin ruangan.

Saat ini pendingin ruangan mempunyai peran yang sangat penting dalam suatu bangunan [5]. Hampir diseluruh sisi bangunan biasanya dipasang alat pendingin, hal ini untuk menunjang aktivitas pada bangunan tersebut. Pengaplikasian pendingin tidak terbatas hanya pada ruangan, tetapi dapat digunakan untuk mendinginkan komoditas seperti budi daya hasil perikanan, pertanian, dan perkebunan. sebagian besar sistem pendingin memakai sistem pendingin konvensional yang mana pendingin konvensional menggunakan fluida refrigeran sebagai penyerap panas, sedangkan penggunaan refrigeran yang berkepanjangan akan berdampak buruk kepada lingkungan [6] seperti gas rumah kaca dan pemanasan global [7].

Fluida refrigeran yang biasa dipakai seperti R22, R32, R290, R410A, R125, R134A, R407C memiliki potensi pemanasan global dan kerusakan ozon yang sangat tinggi. Pada skala global refrigeran mempunyai potensi dampak buruk bagi kesehatan manusia [8] melalui siklus hidupnya [9]. Selain memiliki dampak pada lingkungan dan kesehatan manusia, dari fluida refrigeran juga memiliki dampak negatif pada sisi ekonomi.

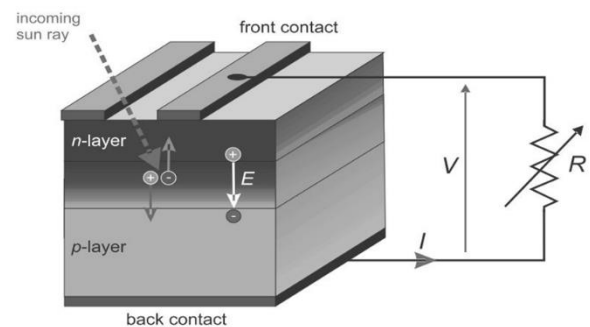
Ditinjau dari segi ekonomi, dampak yang ditimbulkan ketika menggunakan sistem pendingin konvensional adalah tagihan listrik yang membengkak karena konsumsi listriknya yang relatif tinggi [10]. Pada suatu bangunan 60% dari total energi dikonsumsi oleh pendingin ruangan [5]. Jika penggunaan pendingin konvensional terus meningkat tanpa ada teknologi pendingin yang baru dan konsumsi listriknya lebih rendah, maka akan terjadi peningkatan permintaan energi karena pada tahun 2040 kebutuhan pendingin ruangan akan tumbuh dari 10% menjadi 30% [5].

Berdasarkan masalah dan temuan tersebut, perlu upaya untuk meminimalisir penggunaan refrigeran dengan mengganti teknologi pendingin menggunakan pendingin termoelektrik. Termoelektrik adalah semikonduktor yang memanfaatkan efek Peltier untuk menghasilkan perbedaan temperatur pada kedua sisinya [11]. Pemanfaatan termoelektrik sebagai pendingin ruangan mempunyai beberapa alasan yaitu tidak menggunakan fluida refrigeran [6], tidak bergerak [11], ukuran relatif kecil [12], tidak mempunyai potensi gas rumah kaca [13], dan ramah terhadap lingkungan [14]. Sementara penggunaan rangkaian seri pada termoelektrik karena di beberapa penelitian menunjukkan temperatur yang lebih rendah dari rangkaian paralel [15]. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan penyerapan kalor pada ruang pendingin oleh termoelektrik dan sel surya sebagai pemasok energi listriknya. Berdasarkan penjelasan tersebut maka perlu adanya penelitian yang memfokuskan pada sistem pendingin yang tidak mempunyai efek buruk terhadap lingkungan serta listriknya disuplai oleh energi terbarukan.

Energi terbarukan adalah energi yang didapatkan dari sumber energi terbarukan, sedangkan sumber energi terbarukan adalah sumber energi yang dapat digunakan dalam waktu yang lama dan dapat dipulihkan dalam jangka waktu yang singkat [16]. Salah satu energi terbarukan yang berkembang pesat adalah energi surya. Energi surya berasal dari reaksi fusi nuklir inti matahari. Energi surya yang sampai ke bumi dalam dua bentuk yaitu panas dan cahaya. Waktu yang dibutuhkan cahaya matahari untuk sampai ke bumi adalah 8 menit 20 detik. Bumi menerima energi matahari sebesar $2,164 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$ dari total energi yang matahari pancarkan sebesar $6,316 \times 10^7 \text{ W/m}^2$ berdasarkan perhitungan hukum Planck [17]. Pada saat radiasi matahari memasuki atmosfer bumi, sebagian tersebar dan sebagian diserap. Radiasi yang mengenai partikel dan tersebar ke segala arah disebut sebagai radiasi difusi, sebagian radiasi lainnya kembali ke atmosfer dan sebagian lagi mencapai tanah [18]. Radiasi yang tiba di permukaan bumi langsung dari matahari disebut radiasi langsung

atau sorotan. Selain penyerapan radiasi tersebut, radiasi matahari masih dipencarkan oleh molekul, debu, gas [19]. Dalam pengembangannya radiasi matahari dapat dimanfaatkan dengan teknologi sel surya yang secara umum dibagi menjadi empat jenis yaitu fotovoltaik konvensional, konsentrasi fotovoltaik, dan teknologi termal surya serta teknologi energi surya-hidrogen [11].

Sel surya ialah perangkat yang dapat mengkonversi radiasi energi matahari menjadi energi listrik arus searah yang dinilai dalam satuan watt atau kilowatt. Konversi energi pada panel surya menggunakan fenomena fotovoltaik [2]. Fotovoltaik mempunyai dua suku kata yaitu “foto” dan “voltaik” yang masing-masing memiliki arti cahaya dan listrik [11]. Gambar 1 merupakan mekanisme kerja sel surya. Ketika modul sel surya terkena sinar matahari maka akan menghasilkan tegangan listrik. Hal ini karena sel surya adalah semikonduktor yang mempunyai dua jenis lapisan yaitu tipe p (positif) dan tipe n (negatif) [20]. Semikonduktor tipe p dikatakan positif karena mempunyai lubang (*hole*) yang banyak, sedangkan semikonduktor tipe n dikatakan negatif karena muatan negatifnya lebih banyak. Besar kecilnya listrik yang dihasilkan suatu modul sel surya tergantung intensitas cahaya, material sel surya, kondisi lingkungan seperti temperatur, serta jangkauan cahaya yang datang [21], [22].



Gambar 1 Mekanisme kerja sel surya.

Energi listrik yang didapatkan dari radiasi energi matahari disebut sebagai daya masukan hasil dari perkalian intensitas matahari dengan luas permukaan panel surya, sedangkan listrik yang dihasilkan fotovoltaik disebut sebagai daya keluaran yang didapat dari pengukuran voltase dan ampere listrik [23]. Daya masukan dan daya keluaran masing-masing dapat diukur dan dihitung dengan persamaan berikut [11]:

$$P_{in} = I_v \times A \quad (1)$$

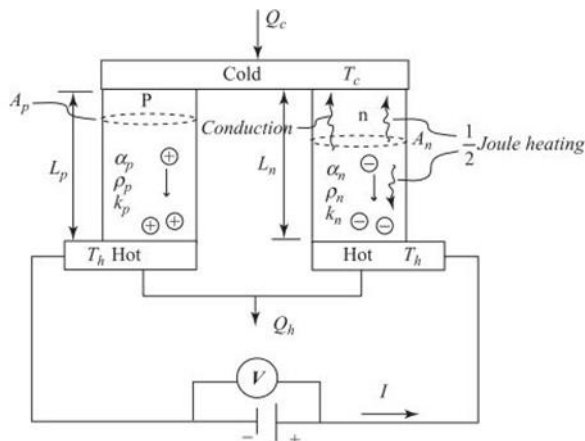
$$P_{out} = V \times I \quad (2)$$

Untuk menghitung efisiensi panel surya dengan membandingkan daya keluaran yang dihasilkan dengan daya masukan yang didapat. Persamaan yang dipakai sebagai berikut [24].

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (3)$$

Termoelektrik pada dasarnya adalah fenomena termal dan listrik. Ketika termoelektrik diberi arus DC maka akan terjadi perbedaan temperatur yang salah satu sisinya akan dingin (kalor diserap) dan sisi satunya akan menjadi panas (kalor dilepas) maupun sebaliknya [25]. Penyebab salah satu sisi termoelektrik menjadi dingin karena berpindahnya elektron dari tingkat energi yang lebih rendah (tipe p) pada sel semikonduktor ke tingkat energi yang lebih tinggi (tipe n).

Pada tingkat energi yang lebih tinggi (tipe n) terjadi perpindahan elektron ke tingkat energi yang lebih rendah (tipe p) akibat sisi panas termoelektrik melepaskan panas ke lingkungan [25]. Semakin besar kalor yang dilepaskan sisi panas ke lingkungan, maka kalor yang diserap sisi dingin semakin besar pula, sehingga proses pendinginan ruang disekitarnya (ruang kotak pendingin) menjadi lebih efektif menjadi dingin. Proses pelepasan kalor dan kalor penyerapan kalor dengan penjelasan perpindahan elektron pada p-n junction secara skema dideskripsikan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Perpindahan elektron pada termoelektrik.

Pada sistem pendingin ruang termoelektrik terjadi dua jenis perpindahan kalor yaitu perpindahan kalor konduksi dan konveksi [11]. Perpindahan kalor konduksi terjadi ketika partikel bervibrasi akibat interaksi antar partikel [26]. Perpindahan kalor konduksi pada fluida terjadi akibat interaksi antar molekul ketika molekul tersebut bergerak secara acak. Sedangkan perpindahan kalor pada benda padat

terjadi akibat getaran yang dilakukan oleh molekul serta pergerakan energi akibat elektron bebas. Proses perpindahan kalor konduksi terjadi tanpa diikuti oleh perpindahan molekul tersebut. Nilai minus merupakan teori hukum termodinamika yaitu energi yang lebih tinggi akan berpindah ke energi yang lebih rendah dalam skala suhu. Adapun persamaan yang dipakai untuk menghitung perpindahan kalor konduksi disebut hukum Fourier, persamaannya sebagai berikut [26]:

$$q = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \quad (4)$$

Sementara perpindahan kalor konveksi terjadi ketika ada perpindahan molekul antara benda padat dengan fluida yang sedang bergerak [26]. Perpindahan kalor konveksi merupakan gabungan dari perpindahan kalor konduksi dan gerakan fluida. Apabila kecepatan fluida semakin tinggi, maka laju perpindahan kalor konveksi juga tinggi. Perpindahan kalor konveksi meliputi perpindahan kalor dan massa. Adapun untuk mencari laju perpindahan kalor konveksi dengan menggunakan persamaan pendinginan Newton [27]:

$$q = hA (T_w - T_{\infty}) \quad (5)$$

Perpindahan kalor konduksi terjadi pada *heatsink* sisi dingin yang menyalurkan kalor melalui plat aluminium dan dibuang ke lingkungan oleh *heatsink* sisi panas hasil penyerapan kalor pada ruang pendingin. Sementara perpindahan kalor konveksi terjadi dari *heatsink* sisi dingin ke ruang pendingin. Pada suatu ruangan perpindahan kalor konveksi terjadi secara alami. Perpindahan kalor konveksi secara alami disebabkan oleh gaya apung suatu fluida akibat perbedaan temperatur antara permukaan dan fluida sehingga berkurangnya densitas fluida tersebut [26]. Selain perpindahan kalor, juga diikuti perpindahan massa partikel, sehingga terjadi transfer kalor dan massa. Analisis perpindahan kalor konveksi menggunakan analisis pelat vertikal, baik untuk kalor transmisi antar dinding di dalam ruang pendingin maupun kalor transmisi antara dinding bagian dalam dengan lingkungan [11], [21]. Pada perpindahan kalor konveksi dikenal adanya bilangan tak berdimensi yaitu Nusselt, Grashoff, Rayleigh, dan Prandtl [27]:

$$Nu_x = \frac{hx}{k} \quad (6)$$

$$Gr_x = \frac{g \cdot \beta (T_w - T_{\infty}) x^3}{\nu^2} \quad (7)$$

$$T_f = \frac{T_w + T_{\infty}}{2} \quad (8)$$

$$Ra = Gr \cdot Pr \quad (9)$$

Pada konveksi bebas pelat vertikal berlaku persamaan (8) dan (9) dimana rentang nilai Ra menentukan penggunaannya [27]:

$$\overline{Nu} = 0,68 + \frac{0,670 Ra^{1/4}}{\left[1 + \left(\frac{0,492}{Pr}\right)^{9/16}\right]^{4/9}} \text{ untuk } Ra_L < 10^9 \quad (10)$$

$$\overline{Nu}^{1/2} = 0,825 + \frac{0,387 Ra^{1/6}}{\left[1 + \left(\frac{0,492}{Pr}\right)^{9/16}\right]^{8/27}} \quad (11)$$

untuk $10^{-1} < Ra_L < 10^{12}$

Adapun beban kalor transmisi tiap dinding dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [28]:

$$q = U \cdot A \cdot \Delta T \quad (12)$$

Selanjutnya kalor yang hilang akibat dari perpindahan kalor dari ruang pendingin ke lingkungan. Kalor yang hilang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$q = \frac{T_{lingkungan} - T_{ruang pendingin}}{\left(\frac{\Delta x}{k \cdot A}\right)_{Styrofoam} + \left(\frac{\Delta x}{k \cdot A}\right)_{Aluminium} + \left(\frac{\Delta x}{k \cdot A}\right)_{Styrofoam} + \left(\frac{\Delta x}{k \cdot A}\right)_{Triplek}} \quad (13)$$

Sementara kinerja sistem pendingin termoelektrik dihitung dengan persamaan berikut [11]:

$$CoP = \frac{qc}{P_{in}} \quad (14)$$

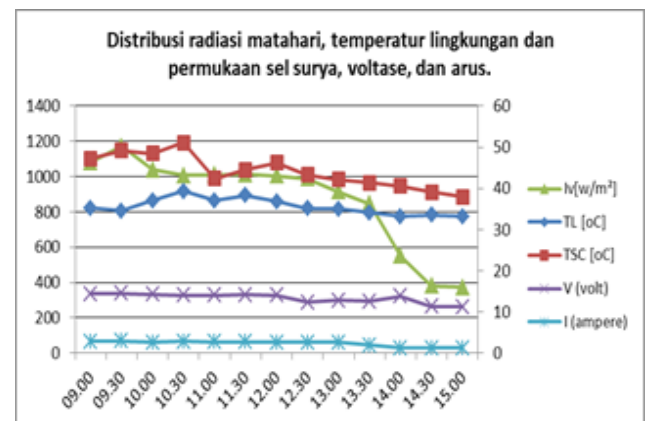
2 METODOLOGI PERANCANGAN

Ruang pendingin memiliki beberapa lapisan dinding. Susunan dinding depan, samping, belakang yaitu *styrofoam*, aluminium, *styrofoam*, dan triplek. Dinding bawah hanya memiliki tiga lapisan dinding yaitu *styrofoam*, aluminium, dan *styrofoam*. Sementara dinding atas yang juga merupakan sistem pendingin termoelektrik memiliki susunan *heatsink*, termoelektrik, aluminium, *heatsink*, dan *styrofoam*. Jenis termoelektrik yang digunakan adalah TEC 1-12706 yang mempunyai dimensi 40 mm x 40 mm x 3,8 mm dengan bahan Al_2O_3 . Jumlah termoelektrik yang digunakan sebanyak 3 modul dan dirangkai seri. Jenis sel surya yang digunakan adalah *polychristaline* 100 wp dengan ukuran 1020 mm x 670 mm. Sel surya dihadapkan 30° dari permukaan horizontal ke arah utara. Ruang pendingin yang digunakan memiliki volume $0,25 \text{ m}^3$.

Pengukuran dilakukan selama enam jam dimulai dari pukul 09.00 WIB–15.00 WIB dengan pengambilan data dilakukan setiap 30 menit. Semua data seperti intensitas matahari, arus, tegangan, kecepatan angin, kelembaban udara, dan temperatur diukur sepanjang waktu penelitian. Energi matahari dikonversi menjadi energi listrik arus searah oleh sel surya yang kemudian disimpan di aki melalui *solar charge controller*. Pada saat yang bersamaan energi listrik juga dihubungkan ke sistem pendingin termoelektrik.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

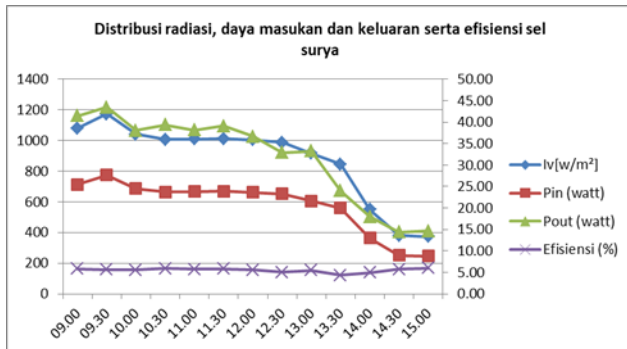
Pada sistem pendingin ruangan ini, sel surya digunakan sebagai konverter energi matahari menjadi energi listrik. Gambar 3 di bawah menjelaskan intensitas radiasi matahari yang diterima sel surya serta temperatur lingkungan dan permukaan sel surya yang mempengaruhi. Pada gambar 3 tampak arus dan tegangan yang dihasilkan sel surya semakin menurun ketika intensitas radiasi matahari juga menurun [29], [30], [31], akan tetapi penurunannya tidak signifikan. Penurunan intensitas radiasi matahari tersebut dipengaruhi oleh cuaca yang mendung dan gerimis [21]. Temperatur sel surya dan lingkungan cenderung menurun disebabkan oleh cuaca pada saat penelitian pukul 13.30 WIB mendung dan disertai gerimis.



Gambar 3 Distribusi radiasi matahari, temperatur, tegangan, dan arus.

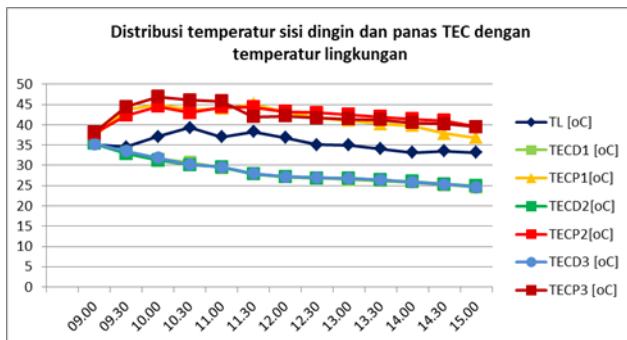
Pada gambar 4 disajikan kinerja dari sel surya yang dipengaruhi oleh radiasi matahari. Gambar 4 menunjukkan grafik distribusi radiasi matahari, daya masukan dan keluaran, serta efisiensi panel surya. Radiasi matahari, daya masukan, dan daya keluaran menggambarkan pola yang sama. Ketika radiasi matahari cenderung menurun, daya masukan dan daya keluaran juga menurun [30]. Sementara efisiensi panel surya mendapatkan hasil yang relatif konstan. Kinerja

sel surya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu intensitas matahari [11], temperatur lingkungan dan temperatur permukaan panel surya [32].



Gambar 4 Distribusi radiasi matahari, daya masukan, daya keluaran, dan efisiensi sel surya.

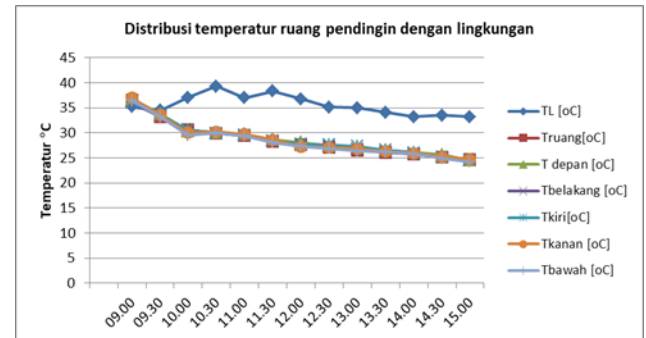
Sementara distribusi temperatur pada tiap pasangan termoelektrik dan *heatsink* dapat dilihat pada gambar 5. Pada gambar 5 tampak bahwa temperatur sisi panas termoelektrik meningkat signifikan seiring berjalannya waktu [6], akan tetapi pada pukul 11.30 WIB temperatur sisi panas cenderung menurun seiring menurunnya temperatur lingkungan [11]. Menurunnya temperatur lingkungan disebabkan oleh cuaca yang mendung dan gerimis pada pukul 13.30 WIB. Sementara sisi dingin termoelektrik menunjukkan penurunan temperatur dikarenakan penyerapan kalor pada ruang pendingin yang dindingnya dilapisi oleh isolator.



Gambar 5 Distribusi temperatur termoelektrik dengan lingkungan.

Adapun distribusi temperatur pada tiap dinding ruang pendingin disajikan pada gambar 6. Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa temperatur ruang pendingin masing-masing menggambarkan pola yang sama. Adapun temperatur lingkungan menurun disebabkan oleh cuaca, akan tetapi tidak membuat penurunan temperatur ruang pendingin turun secara signifikan karena dipengaruhi oleh penyerapan kalor dinding ruang pendingin [21]. Sisi ruang pendingin dengan temperatur terendah dicapai oleh sisi bawah yakni 24,2°C. Kondisi tersebut terjadi karena sisi

bawah berhadapan langsung dengan *heatsink* dan kipas [11] atau berdekatan dengan *heatsink* dan kipas [33].



Gambar 6 Distribusi temperatur ruang pendingin dengan lingkungan.

Adapun beban kalor total dari sistem pendingin ruang termoelektrik sepanjang waktu penelitian dapat dilihat dibawah ini:

$$q_c = q_{hilang} + q_{transmisi}$$

$$q_c = 171,16 \text{ W} + 245,54 \text{ W}$$

$$q_c = 416,70 \text{ W}$$

Sementara energi listrik yang membangkitkan termoelektrik yang dipasok oleh sel surya sepanjang waktu penelitian didapat sebesar 413,23 W. Adapun koefisien kinerja sistem pendingin ruang termoelektrik didapat dengan membandingkan total beban kalor dengan total energi listrik yang membangkitkan termoelektrik. Perhitungan koefisien kinerja dapat dilihat di bawah ini:

$$CoP = \frac{q_c}{P_{in}}$$

$$CoP = \frac{416,70 \text{ W}}{413,23 \text{ W}}$$

$$CoP = 1,01$$

4 SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pendingin ruangan termoelektrik yang dirangkai seri dengan sel surya sebagai sumber listriknya, didapat hasil daya keluaran sel surya secara keseluruhan sebesar 413,23 W. Temperatur terendah ruang pendingin yang dicapai sebesar 24,2°C. Sementara beban keseluruhan ruang pendingin sebesar 416,70 W dengan CoP yang dicapai oleh sistem pendingin termoelektrik sebesar 1,01.

Sebagai perbaikan untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk memperhatikan dan memperbaiki

celah antara sistem pendingin termoelektrik dengan rangka dan ruang pendingin.

KEPUSTAKAAN

- [1] M. K. Usman, S. Syarifudin, and S. S. Budi, "Upaya Peningkatan Pengetahuan Energi Terbarukan Di SMK Ma'Arif NU Talang Kota Tegal," *J. Pengabd. Masy. Bumi Raflesia*, vol. 3, no. 2, pp. 374–378, 2020, doi: 10.36085/jpmbr.v3i2.915.
- [2] R. Hidayat *et al.*, "Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Aplikasi Beban Rendah (600 W)," *J. INTEKNA Inf. Tek. dan Niaga*, vol. 17, no. 1, pp. 29–36, 2017, doi: 10.31961/intekna.v17i1.490.
- [3] Rifky, A. Fikri, and M. Mujirudin, "Roofs and Walls of Buildings as a Media for Converting Solar Thermal Energy into Electrical Energy," in *Procedia of Engineering and Life Science*, 2021, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, doi: 10.21070/pels.v1i1.793.
- [4] Y. S. Gaos *et al.*, "The performance of solar collector CPC (compound parabolic concentrator) type with three pipes covered by glass tubes," in *Renewable Energy Technology and Innovation for Sustainable Development*, 2017, pp. 020022–1–020022–9, doi: 10.1063/1.4979238.
- [5] R. C. P. Sigalingging, "Studi Dampak Penggunaan Insulasi pada Bangunan Rumah Tinggal terhadap Konsumsi Energi Pendingin Ruangan," *J. Sci. Appl. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 418–426, 2021, doi: 10.35472/jsat.v5i2.610.
- [6] Mirmanto, R. Sutanto, and D. K. Putra, "Unjuk Kerja Kotak Pendingin Termoelektrik dengan Varuasi Laju Aliran Massa Air Pendingin," *J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 44–49, 2018, doi: 10.22441/jtm.v7i1.2307.
- [7] O. B. Tsvetkov, Y. A. Laptev, A. V. Sharkov, V. V. Mitropov, and A. V. Fedorov, "Alternative Refrigerants with Low Global Warming Potential for Refrigeration and Air-Conditioning Industries," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 905, no. 1, pp. 5–9, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/905/1/012070.
- [8] R. Pratama and L. Parinduri, "Penanggulangan Pemanasan Global," *Bul. Utama Tek.*, vol. 15, no. 1, pp. 91–95, 2019.
- [9] M. Xue, N. Kojima, L. Zhou, T. Machimura, and A. Tokai, "Trade-Off Analysis Between Global Impact Potential and Local Risk: A Case Study of Refrigerants," *J. Clean. Prod.*, vol. 217, pp. 627–632, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.01.293.
- [10] Mirmanto, S. Syahrul, and Y. Wirdan, "Experimental Performances of a Thermoelectric Cooler Box with Thermoelectric Position Variations," *Eng. Sci. Technol. an Int. J.*, vol. 22, no. 1, pp. 177–184, 2019, doi: 10.1016/j.jestch.2018.09.006.
- [11] Rifky and Y. S. Gaos, "Pengembangan Model Pendingin Kabin City Car Bertenaga Surya Menggunakan Photovoltaics (PV) dan Thermoelectric (TEC)," *Teknobiz*, vol. 10, no. 1, pp. 34–40, 2020.
- [12] A. F. Moazzez, G. Najafi, B. Ghobadian, and S. S. Hoseini, "Numerical Simulation and Experimental Investigation of Air Cooling System Using Thermoelectric Cooling System," *J. Therm. Anal. Calorim.*, vol. 139, no. 4, pp. 2553–2563, 2019, doi: 10.1007/s10973-019-08899-x.
- [13] E. S. Jeong, "Optimization of thermoelectric modules for maximum cooling capacity," *Cryogenics (Guildf.)*, vol. 114, no. November 2020, p. 103241, 2021, doi: 10.1016/j.cryogenics.2020.103241.
- [14] H. F. Putra, D. Suprayogi, T. A. Ajiwiguna, and M. Eng, "Pengembangan Kotak Pendingin Berbasis Termoelektrik dengan Memanfaatkan Heatpipes sebagai Komponen Pelepas Kalor," in *e-Proceeding of Engineering*, 2018, vol. 5, no. 3, pp. 5801–5808.
- [15] H. Ananta, Y. A. Padang, and M. Mirmanto, "Unjuk Kerja Kulkas Termoelektrik dengan Rangkaian Seri dan Paralel pada Beban Air 1500 ml," *Din. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 80–86, 2017, doi: 10.29303/d.v7i2.157.
- [16] M. Azhar and D. A. Satriawan, "Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional," *Adm. Law Gov. J.*, vol. 1, no. 4, pp. 398–412, 2018, doi: 10.14710/alj.v1i4.398-412.
- [17] H. S. Lee, *Thermal Design: Heat Sinks, Thermoelectrics, Heat Pipes, Compact Heat Exchangers, and Solar Cells*, First Edit. Canada: John Wiley & Sons, Ltd, 2010.
- [18] Z. Sen, "Solar Energy in Progress and Future Research Trends," *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 30, no. 4, pp. 367–416, 2004, doi: 10.1016/j.pecs.2004.02.004.
- [19] C. A. Siregar, A. M. Siregar, M. Daud, and M. D. Nasution, "Pemetaan Potensi Radiasi Matahari Berdasarkan Perhitungan Matematika di Sumatera Utara," in *Seminar*

- Nasional Teknologi Edukasi dan Humaniora*, 2021, vol. 1, pp. 72–77, doi: <https://doi.org/10.53695/sintesa.v1i1.207>.
- [20] P. Harahap, “Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya terhadap Daya yang Dihasilkan dari Berbagai Jenis Sel Surya,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 73–80, 2020, doi: 10.30596/rele.v2i2.4420.
- [21] Rifky and O. Heriyani, “Car Cabin Cooling System Using Solar Energy,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012055, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012055.
- [22] Muchammad and E. Yohana, “Pengaruh Suhu Permukaan Photovoltaic Module 50 Watt Peak Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Menggunakan Reflektor Dengan Variasi Sudut Reflektor 00, 500, 600, 700, 800,” *Rotasi*, vol. 12, no. 3, pp. 14–18, 2010.
- [23] E. Saputra, D. Purwanto, S. R. Rahim, and A. I. Bakhtiar, “Peningkatan Performa Panel Surya dengan Sistem Pendingin untuk Mereduksi Panas Permukaan,” *J. Media Mesin*, vol. 23, no. 1, pp. 28–35, 2021.
- [24] R. Pido, S. Himran, and Mahmuddin, “Analisa Pengaruh Pendinginan Sel Surya Terhadap Daya Keluaran dan Efisiensi,” *Teknologi*, vol. 19, no. 1, pp. 31–38, 2018.
- [25] A. T. A. Salim and B. Indarto, “Studi Eksperimental Karakterisasi Elemen Termoelektrik Peltier Tipe TEC,” *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng.)*, vol. 3, no. 1, pp. 179–182, 2018, doi: 10.32486/jeecae.v3i1.211.
- [26] Y. A. Cengel and A. J. Ghajar, *Heat and Mass Transfer Fundamentals & Applications*, Fifth Edit. New York: McGraw-Hill Education, 2015.
- [27] J. P. Holman, *Heat Transfer*, Tenth Edit. New York: McGraw-Hill, 2010.
- [28] Hengki, M. Rahmat, and S. P. Sutisna, “Analisa Efisiensi Energi Alat Pendingin Portable di Sepeda Motor,” *MEKANIKA*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, 2020.
- [29] M. Usman, “Analisis Intensitas Cahaya terhadap Energi Listrik yang Dihasilkan Panel Surya,” *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 52–57, 2020, doi: 10.30591/polektron.v9i2.2047.
- [30] M. M. Aboelmaaref *et al.*, “Design and Performance Analysis of A Thermoelectric Air-Conditioning System Driven by Solar Photovoltaic Panels,” *J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–14, 2020, doi: 10.1177/0954406220976164.
- [31] D. Liestyowati, I. Rachman, E. Firmansyah, and M. Mujiburrohman, “Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berkapasitas 100 WP dengan Inverter 1000 Watt,” *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 5, pp. 623–634, 2022, doi: 10.55123/insologi.v1i5.1027.
- [32] A. Asrori and E. Yudiyanto, “Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal,” *Flywheel J. Tek. Mesin Untirta*, vol. V, no. 2, pp. 68–74, 2019.
- [33] A. Silfiyati, “Kaji Eksperimental Distribusi Temperatur pada *Portable Cold Storage* dengan Termoelektrik TEC1-12706,” Sepuluh Nopember Institute Of Technology, 2016.

Kajian Potensi Bahan Bakar Dengan Komposisi Sekam Padi Tempurung Kelapa Untuk Bahan Baku Biomassa

Andi Saidah¹⁾, Muktar Sinaga²⁾, Amma Muliya Romadoni³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, Jln. Sunter Permai Raya Sunter Agung Podomoro, Telp. 021-64715666 Fax 6410287, Mobile 0822-9741-9382
Website: www.uta45jakarta.ac.id, E-mail: andisaidah19@gmail.com

Abstrak

Tempurung kelapa dan sekam padi sebagai bahan alternatif bahan baku untuk mengurangi penggunaan energi an organik, dari hasil penelitian sebelumnya sekam padi mempunyai nilai kalor yang rendah, sehingga untuk menaikkan nilai kalornya maka perlu ditambahkan bahan lain yang mempunyai nilai kalor yang lebih baik, alternatif lain sebagai pendukung adalah tempurung kelapa. Metode penelitian yang dilakukan dengan pengujian eksperimen, dimulai dengan proses pembakaran menjadi arang, proses penghalusan material (mesh), proses pencetakan, dan proses pengeringan, proses uji lab briket. Pada proses pencampuran, material perekatnya adalah perekat dedak dengan konsentrasi 1,3. Tujuan dari Pengujian ini untuk menganalisa nilai kalor, kadar air, dan jumlah abu yang terkandung didalam briket, hasil penelitian didapatkan nilai kalor sekam padi dedak sebesar 4375,42 Kalori/gram, kandungan air 23,43%, kandungan debu 33,79% , dan untuk tempurung kelapa sekam padi nilai kalornya 5925,96 Kalori/gram, kandungan air 19,4%, kandungan debu 18,3%.

Kata kunci: Briket Biomassa, dedak, sekam padi, tempurung kelapa

Abstract

Coconut shells and rice husks as alternative raw materials to reduce the use of inorganic energy, from the results of previous research, rice husks have a low calorific value, so to increase the calorific value it is necessary to add other materials that have a better calorific value, other alternatives as The support is coconut shell. The research method was carried out using experimental testing, starting with the burning process to become charcoal, the process of refining the material (mesh), the molding process, and the drying process, the briquette lab test process. In the mixing process, the adhesive material is bran adhesive with a concentration of 1.3. The aim of this test was to analyze the calorific value, water content and amount of ash contained in the briquettes. The research results showed that the calorific value of rice bran husks was 4375.42 Calories/gram, air content 23.43%, dust content 33.79%, and for rice husk coconut shell the calorific value is 5925.96 calories/gram, water content 19.4%, dust content 18.3%

Keyword: Biomass briquettes, bran, rice husk, coconut shell

1 PENDAHULUAN

Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan diantaranya dapat dijadikan sebagai sumber energi yang dapat diperbaharui sehingga sumber energi dari biomassa tersebut dapat menyediakan sumber energi yang berkelanjutan. Salah satu langkah awal untuk mengetahui potensi sumber daya energi yang bisa dikembangkan untuk menjadi sumber energi terbarukan adalah dengan cara melakukan pendataan [1].

Indonesia memiliki potensi biomassa yang bisa digunakan sebagai sumber energi dikarenakan jumlahnya sangat melimpah. Indonesia memiliki potensi biomassa sebesar 146,7 juta ton per tahun. Dimana potensi Biomassa yang berasal dari sampah di tahun 2020 diperkirakan sebanyak 53,7 juta ton [2]. Adapun limbah yang berasal dari hewan dan

tumbuhan bisa dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai biomassa. Tanaman pangan dan perkebunan menghasilkan limbah yang cukup besar, yang dapat dipergunakan untuk keperluan lain seperti bahan bakar nabati[3].

Briket merupakan salah satu jenis biomass berbentuk arang, yang diolah lebih lanjut menjadi tampilan dan *finishing* menarik, yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak tanah dan LPG untuk memenuhi kebutuhan energi alternatif sehari-hari. Briket mempunyai banyak keunggulan yaitu arang yang dikemas dengan baik ini memiliki nilai lebih ekonomis di pasar tradisional, panas yang lebih tinggi, tidak berbau, bersih dan tahan lama. Salah satu bahan baku briket yang banyak dijadikan sebagai bahan utama dalam pembuatan briket adalah sekam padi, karena Sekam padi merupakan limbah yang belum

dimanfaatkan secara optimal. Nilai kalor briket sekam padi maupun tempurung kelapa mengalami penurunan masing-masing 9.72% dan 7.21% jika dibandingkan dengan bahan bakunya [4].

Untuk membuat sekam padi sebagai bahan baku biomassa diperlukan perekat[5], dan yang sering digunakan adalah tepung kanji, tepung sagu, dan tanah liat, semen, natrium silikat dan tetes tebu. Dan untuk penelitian ini menggunakan dedak sebagai perekat [3].

2. LANDASAN TEORI

Beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan ampas kelapa dan sekam padi dengan cara penelitian merebus air hingga mendidih, sebelum dilakukan perebusan air dinyalakan dulu stopwatch, setelah mendidih stopwatch dimatikan. Dan hasilnya diperoleh data sekitar 200 gram, dengan komposisi briket arang dengan komposisi 90% arang serbuk gergajian kayu dan 10% arang tempurung kelapa memberikan hasil terbaik untuk kadar air 3,51%, dan nilai kalor 6522,84 kal/g [6],

Briket arang hasil pengujian sesuai standar SNI dapat dilihat pada table berikut ini.

Tabel 1. Hasil pengujian briket sesuai standar SNI No.1/6235/2000 [7]

No.	Parameter	Standar (SNI)	Hasil Uji
1	Kadar air (%)	≤ 8	1,2
2	Kadar abu (%)	≤ 8	7,5
3	Kadar karbon (%)	≥ 77	76,6
4	Nilai kalor (kal/g)	≥ 5000	6878,5
5	Kadar zat terbang (%)	≤ 15	14,8

Tabel 2. Perbandingan Kualitas Briket Arang Tempurung Kepala[8]

No.	parameter	Sinar Matahari	Try dryer Berbahan bakar biomassa	Jepang
1	Kadar air	15,89%	6,39%	8%
2	Kadar abu	2,57%	2,65%	8%
3	Kadar karbon	77,32%	85,83%	77%

3 METODOLOGI PENELITIAN

Tahap-tahap Metodologi yang dihasilkan supaya menghasilkan data yang lebih baik diantaranya[9] :

3.1. Tahap persiapan dan pembuatan briket

3.1.1. Penyiapan bahan baku pembuatan briket.

Sampel tempurung kelapa yang digunakan dari kelapa tua yang ukuran diameternya cukup besar sekitar 20 – 30 cm, dan berwarna kuning kecoklatan dan

bercangkang keras[10]. Untuk sekam padi diambil yang sudah kering terbentuk dari sekam mahkota yang menyelimuti biji pada bagian dorsal sedangkan lainnya membungkus ventral[11].

3.1.2. Proses pengeringan bahan alternatif.

Tempurung kelapa, Sekam padi yang didapat dari hasil pertanian dikeringkan kemudian diproses menggunakan *crusser* pemotong[12].

3.1.3. Bahan Pengikat

Bahan perekat yang digunakan adalah dedak yang dicampurkan dengan tempurung kelapa dan sekam yang telah dimesh ukuran dari bahan perekat sekitar 10% campuran[13].

3.2. Pembuatan briket

3.2.1. Tahap Karbonasi

Proses karbonisasi dilakukan dengan menggunakan tungku karbonisasi dengan cara sebanyak 1000gram bahan baku yang sudah disiapkan dalam tungku karbonisasi yang memiliki ukuran diameter 30 cm dan tinggi 65 cm dipanaskan selama 3 jam[14].



Gambar 1. Tempurung kelapa yang sudah dikarbonasi



Gambar 2. Sekam padi (sudah dikarbonasi)

4. Tahap penghancuran (*crushing*)

Arang tempurung kelapa dihancurkan secara manual menggunakan penumbuk dari batu dengan menggunakan mesh ukuran 35 dan 50[15].

5. Pembuatan perekat

Bahan perekat yang dipakai adalah dedak dengan komposisi 10% dari berat total bahan briket, kemudian ditambahkan air untuk membasahi dedak hingga tercampur dengan rata.



Gambar 3. Dedak padi

3.3. Tahap pencampuran

Pencampuran serbuk arang Tempurung Kelapa (T) dengan serbuk arang sekam padi (s) yang sudah disaring dilakukan dengan perbandingan: 20%, 30%, dan 40%, menurut mesh 35 dan 50.

Setelah perekat dicampur dengan air dengan perbandingan volume 1:16, selanjutnya dicampur dengan bahan briket dan aduk sampai merata, kemudian ditimbang sesuai ukuran yang sesuai dengan standar [16].

3.4. Tahap pembuatan

Bahan yang sudah dicampur, dimasukkan kedalam cetakan yang sudah disiapkan, dan ditekan hingga padat.



Gambar 4. Briket alternatif

4 DATA HASIL PENELITIAN

Berikut ini sifat-sifat dari berbagai bahan bakar alternative yang sudah diuji:

Tabel 1. Kualitas Briket tempurung kelapa, sekam padi, dedak, dan batubara.

Jenis-jenis Briket	Massa Briket yang terbakar (g)	Waktu penyalaan sampai menjadi abu (detik)	Kecepatan pembakaran (g/detik)
Temp. Kelapa	235,57	118,17	135,60
Sekam padi	247,55	107,85	137,80
Dedak	243,95	57,52	116,20
Briket non karbonasi	246	84	177

Dari tabel 1 diatas terlihat bahwa lama penyalaan sampai menjadi abu dan kecepatan pembakaran dalam satuan gram per detik untuk masing-masing

jenis briket adalah sebagai berikut: untuk briket dari cangkang kelp. memberikan nyala sangat besar jika dibuat perbandingan sama bahan bakar yang lain yaitu dari penyalaan sampai menjadi abu yaitu sebesar 118,17 detik, kemudian laju bakar adalah 137,80 gr/s, dan penyalaan dengan laju sangat singkat yaitu dedak sekitar 57,52 det. dengan kecepatan pembakaran 116,20 grm/detik.

Tabel 2. Parameter yang dianalisa dari tempurung kelapa, sekam padi, dan dedak

Parameter Analisa	Tempurung Kelapa	Sekam padi	Dedak
Volatile matter,%	67,35	53,43	47,5
Kandungan air	14,34	19,54	21,23
Kandungan abu	11,45	27,67	29,56
Nilai kalor,kal/g	5826,8	4303,82	4172,84

Dari table 2 terlihat bahwa nilai kalor paling tinggi adalah sekam padi sebesar 5826,8 kal/g dengan kandungan air 14,34%, dan abu sebesar 11,45%. Sedangkan yang terendah nilai kalornya adalah dedak sebesar 4172,84 cal/gram, kadungan water 21 persen, kandungan abu sebanyak 29,56%. Untuk zat aditif yang mengahsikan energi atau panas (volatile matter) yang paling tinggi nilainya adalah tempurung kelapa sebesar 67,35%, dan yang rendah dedak dengan nilai volatile matter sebesar 47,5%.

Tabel 3. Parameter yang dianalisa dari campuran tempurung kelapa ditambah dedak

No.	Jenis yang dianalisa	Sek-pdi + dedak	Sekam padi + Temp.klp
1	Kadar air	23,43%	19,4%
2	Kandungan debu	33,79%	18,3%
3	Nilai kalor	4375,42 Kal/gram	5925,96 kal/gram

Dari tabel 3 terlihat bahwa kadar air sekam padi ditambah dedak yang mempunyai kalori sebesar 4375,42 kal/g, sedangkan campuran antara sekam padi dengan tempurung kelapa sebesar 5925,96 kal/g. ini berarti nilai kalor. Ini berarti campuran tempurung kelapa dengan sekam padi masih lebih efektif digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

5 KESIMPULAN

Dari beberapa pengamatan yangtelah dibuat, maka dapat disimpulkan:

1. Harga kalori biomassa tergantung pada komposisi perbandingan campuran antara pengikat dan matriknya
2. lama proses pembakaran tergantung pada kandungan abu, ukuran briketnya, dan nilai

penekanan yang diberikan pada saat proses pembuatan

3. Nyala api yang dihasilkan briket tergantung pada kandungan air, ukuran briket, dan campuran dari briket tersebut

KEPUSTAKAAN

- [1] Esmar Budi, "Pemanfaatan Briket Arang Tempurung Kelapa Sebagai Sumber Energi Alternatif," *J. Sarwahita*, vol. 14, no. 1, 2017, doi: <https://doi.org/10.21009/sarwahita.141.10>.
- [2] Esmar Budi, "Tinjauan Proses Pembentukan dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar," *J. Penelit. Sains*, vol. 14, no. 4(B), 2011, doi: <https://doi.org/10.56064/jps.v14i4.201>.
- [3] Daut Patabang, "Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi Dengan Variasi Bahan Perekat," *J. Mek.*, vol. 3, no. 2, p. 286, 2012, [Online]. Available: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Mekanikal/article/view/1115/891>.
- [4] Soni Sisbudi Harsono, "Inovasi Teknologi Pembuatan Asap Cair Dari Tempurung Kelapa Di Kabupaten Situbondo," *War. Pengabd.*, vol. 11, no. 4, pp. 157–169, 2017, [Online]. Available: <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/92334>
- [5] Y. A. P. M. Afif Almu, Syahrul, "Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyampung (*Calophyllum Inophyllum*) Dan Abu Sekam Padi," *Din. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, 2014, doi: <https://doi.org/10.29303/dtm.v4i2.61>.
- [6] L. D. Yaumal Arbi, Eka Rahmatul Aidha, "Analisis Nilai Kalori Briket Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Di Kecamatan Sipora Utara Kabupaten Mentawai," *J. Pendidik. Teknol. Kejur.*, vol. 1, no. 3, 2018, [Online]. Available: <http://jptk.ppj.unp.ac.id/index.php/jptk/article/view/21>
- [7] Agus Dwi Putra, "Studi Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Pembangkit Listrik Biomassa Di PT. Kurnia Luwuk Sejati," *UNTAN*, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/21947/17610>
- [8] Y. A. Almu, M. A., Syahrul, & Padang, "Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Dan Abu Sekam Padi," *Din. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, 2014, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/58370-ID-none.pdf>
- [9] Nita Sasmita, 2017", Upaya peningkatan Nilai Kalor Biomassa Dedak Padi (Rice Bran) Dengan Proses Fermentasi Effective Microorganism (EM4). <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/7280/1/Nita%20Sasmita.pdf>
- [10] Othman, N.F., & Shamsuddin, A.H., 2003, Coal Combustion Studies Using Thermogravimetry Analysis, TNB Research Sdn. Berhad, Jurnal Mekanikal, Bil. 15, 97 – 107.
- [11] Norman Iskandar*, Sri Nugroho dan Meta Fanny Feliana., Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI, Jurnal Momentum, Vol. 15, No. 2, Hal. 103-108(2019).
- [12] Tjatur Udjiyanto, Teguh Sasono, Bambang Puguh Manunggal. Potensi Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif PLTBm di Sumatra Barat, Jurnal Energi, vol. 11, no. 1, hal 11-18(2021).
- [13] Junianto Seno Tangke Allo, Andri Setiawan1 Ari Susandy Sanjaya, Pemanfaatan Sekam Padi Untuk Pembuatan Biobriket Menggunakan Metode Pirolisa. Jurnal Chemurgy, Vol. 02, No.1, Juni 2018.
- [14] Husnawati Yahya, Kajian Beberapa Manfaat Sekam Padi Di Bidang Teknologi Lingkungan: sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Pertanian Bagi Masyarakat Aceh Di Masa Akan Datang, Prosiding Seminar Nasional Biotik 2017, ISBN: 978-602-60401-3-8
- [15] Maryono, Sudding Rahmawati, Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji, Jurnal Chemica Vol. 14 Nomor 1 Juni 2013, 74 – 83.
- [16] Muhammad Rif'an Mannani, Rancang Bangun Alat Pres Briket Dengan Kapasitas Tekanan 4 Ton, skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta tahun 2018.

Pengaruh Performa Termal pada *Double Serpentine Minichannel Liquid Cold Plate* dengan Fluida Kerja Air

Litania Kusumaningrum, Indro Pranoto*

Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika No.2 Kampus UGM, Yogyakarta 55281, Indonesia, Fax +62-274-589659

*E-mail: indro.pranoto@ugm.ac.id

Abstrak

Temperatur merupakan penyebab utama kegagalan dari elektronik dan kendaraan electric vehicle (EV). Kondisi tersebut menyebabkan *thermal runaway*, yaitu kondisi dimana jumlah panas yang dihasilkan baterai terus bertambah sehingga tidak terkontrol. Untuk menanggulangi kondisi tersebut, diperlukan sistem pendingin yang efektif, salah satunya dengan liquid minichannel cold plate. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan performa dari double serpentine dengan fluida air pada sebuah sistem pendingin liquid cold plate. Penelitian ini menggunakan double serpentine liquid minichannel cold plate dengan dimensi $104 \times 80 \times 11$ mm dengan material aluminium. Menggunakan lebar saluran 0,5 mm dengan kedalaman 4 mm, sehingga didapat diameter hidrolis sebesar 0,889 mm. Variasi flow rate yang digunakan adalah 1 LPM; 1,25; dan 1,5 LPM. Selain itu, penelitian ini memvariasikan daya dari 10 W hingga 90 W dengan kenaikan 20 W. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa flow rate mempengaruhi koefisien perpindahan kalor. Semakin besar nilai flow rate maka semakin tinggi nilai koefisien perpindahan kalor yang dihasilkan. Peningkatan nilai koefisien ini mempengaruhi penurunan temperatur permukaan. Peningkatan tersebut ditunjukkan pada kondisi 1 LPM nilai (\bar{h}) bernilai $0,39 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$; 1,25 LPM nilai (\bar{h}) bernilai $0,44 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$; sedangkan untuk 1,5 LPM nilai (\bar{h}) bernilai $0,52 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$. Selain itu, flow rate juga mempengaruhi peningkatan pressure drop. Peningkatan tersebut ditunjukkan pada kondisi 1 LPM nilai pressure drop sebesar 137,89 kPa; 1,25 LPM sebesar 165,47 kPa, dan 1,5 LPM sebesar 199,94 kPa.

Kata kunci: liquid cold plate, serpentine, sistem pendingin, volume flow rate, pressure drop

Abstract

Temperature is the main cause of failure of electronics and electric vehicles (EV). This condition causes *thermal runaway*, which is a condition where the amount of heat generated by the battery continues to increase so that it is not controlled. To overcome this condition, an effective cooling system is needed, one of which is a liquid minichannel cold plate. The purpose of this research is to determine the performance of double serpentine with water fluid in a liquid cold plate cooling system. This research uses a double serpentine liquid minichannel cold plate with dimensions $104 \times 80 \times 11$ mm with aluminum. Using a channel width of 0.5 mm with a depth of 4 mm, so as to obtain a hydraulic diameter of 0.889 mm. The flow rate variations used are 1 LPM; 1.25; and 1.5 LPM. In addition, this study varies the power from 10 W to 90 W with an increase of 20 W. The results of this study show that the flow rate affects the heat transfer coefficient. The greater the flow rate value, the higher the heat transfer coefficient value produced. The increase in the value of this coefficient affects the decrease in surface temperature. The increase is shown in the condition of 1 LPM value (\bar{h}) worth $0,39 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$; 1.25 LPM value (\bar{h}) worth $0,44 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$; while for 1.5 LPM value (\bar{h}) worth $0,52 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$. In addition, the flow rate also affects the increase in pressure drop. The increase is shown in the condition of 1 LPM pressure drop value of 137,89 kPa; 1.25 LPM of 165,47 kPa, and 1.5 LPM of 199,94 kPa.

Keywords: liquid cold plate, serpentine, cooling system, mass flow rate, pressure drop

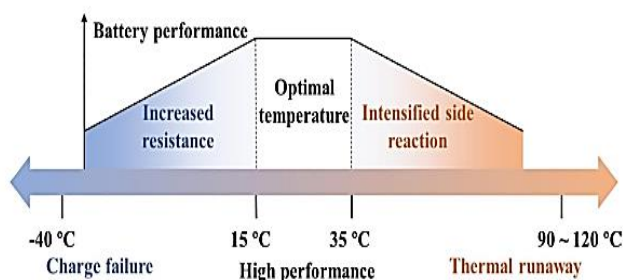
1 PENDAHULUAN

Pengaplikasian baterai saat ini sudah mulai banyak, tidak hanya pada elektronik, tetapi dapat diaplikasikan pada kendaraan listrik. Desain bateraipun juga dibuat ringkas mungkin dengan fungsi yang optimal. Namun, efek yang sering terjadi dan masih menjadi tugas para peneliti yaitu semakin ringkas dan

optimal desain baterai, maka temperaturnya akan semakin meningkat hingga menyebabkan *thermal runaway*, yaitu kondisi dimana jumlah panas yang dihasilkan tidak terkontrol. Efek tersebut berpengaruh pada umur masa pakai baterai karena bekerja diluar temperatur optimal[1]. Temperatur optimal untuk bekerja antara $15^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C}$ dengan selisih perbedaan 5°C [2].

Simbol Bilangan

A	luas penampang (m^2)	k_2	konduktivitas termal bahan pada T_2 ($W/m.K$)
A_s	luas permukaan perpindahan kalor (m^2)	L	panjang saluran (m)
a	lebar saluran <i>channel</i> (mm)	m	suku pangkat bilangan <i>Reynolds</i>
b	kedalaman saluran <i>channel</i> (mm)	\dot{m}	Laju aliran massa (kg/s)
c_c	panas jenis fluida dingin ($kJ/kg.K$)	\dot{m}_c	aliran massa jenis fluida dingin (kg/s)
c_h	panas jenis fluida panas ($kJ/kg.K$)	\dot{m}_h	aliran massa jenis fluida dingin (kg/s)
c_{pf}	kapasitas panas spesifik ($J/kg.K$)	n	aliran massa jenis fluida dingin (kg/s)
D_h	diameter hidrolis (mm)	Δp	suku pangkat bilangan <i>Prandtl</i>
h	koefisien perpindahan kalor konveksi ($W/m^2.K$)	\dot{Q}	<i>pressure drop</i> (N/m^2)
k	konduktivitas termal ($W/m^2.K$)	q''	Laju perpindahan kalor (W)
k_f	konduktivitas termal fluida ($W/m.K$)	$T_{w,av}$	fluks kalor (W/m^2)
k_1	konduktivitas termal bahan pada T_1 ($W/m.K$)	T_f	rata-rata suhu permukaan <i>channel</i> (K)
		T_s	temperatur fluida (K)
			temperatur permukaan (K)



Gambar 1 Suhu Optimal Baterai Beroperasi (Yue dkk., 2021)

Metode pendinginan baterai telah banyak digunakan antara lain, pendinginan dengan udara, cairan, PCM, atau pun dengan pipa panas [3]. Dari beberapa metode yang telah dilakukan, pendinginan dengan menggunakan cairan atau *liquid* masih lebih efektif karena kapasitas pembuangan kalor lebih baik sehingga banyak peneliti mengadopsi metode ini [4].



Gambar 2 Efek dari Thermal Runway (Wu dkk., 2019)

Penelitian yang dilakukan oleh Vasileiadou [5] dengan menggunakan pendinginan cairan *ethanol-water* pada *square mini channel*. Fluida yang dipakai adalah *ethanol* 5%. Penelitian tersebut meneliti tentang efek penambahan *ethanol* pada air terhadap laju perpindahan kalor untuk sistem pendinginan.

Penelitian Wu [6] yang membahas manajemen termal pada *baffled cold plate* juga menggunakan metode pendinginan cairan. Penelitian tersebut

dilakukan secara numerik. Cairan yang digunakan adalah fluida air.

Dalam beberapa dekade terakhir, berbagai upaya peneliti meningkatkan sistem pendinginan dengan cairan, salah satunya dengan menggunakan *liquid cold plate system*. Optimasi sistem tersebut dapat berupa saluran, geometri, serta fluida kerja. Dengan [7] melakukan analisis saluran pendingin terhadap kinerja sistem manajemen termal dengan menggunakan tipe saluran *serpentine*. Jumlah saluran dan tata letak saluran dioptimasi guna mendapatkan hasil yang paling baik. Hasil dari optimasi saluran tersebut dapat menurunkan temperatur hingga 26 °C.

Penelitian tentang optimasi *liquid cold plate system* juga dilakukan oleh Gorzin [8] mengubah saluran bergeometri lurus menjadi *marze serpentine*. Fluida kerja yang digunakan adalah air murni. Hasil menunjukkan *channel* dengan bergeometri *marze serpentine*, temperatur pelat dapat berkurang sekitar 11,2%.

Selain Upaya optimasi sistem pendingin yang telah dilakukan peneliti di atas, Upaya optimasi dapat pula dilakukan dengan memodifikasi desain tunggal menjadi ganda seperti yang dilakukan Zou [9]. Upaya tersebut menghasilkan menggunakan desain ganda dapat menurunkan temperatur baterai lebih tinggi dibandingkan dengan Tunggal, serta menurunkan tekanan pompa sebesar 73,88%.

Dari penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, maka dalam penelitian ini, akan menganalisa perpindahan kalor dari *liquid minichannel cold plate* bergeometri *double serpentine* dengan menggunakan fluida kerja air murni. Koefisien serta penurunan tekanan akan diteliti terhadap laju perpindahan panas.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Heat transfer coefficient

Perhitungan perpindahan kalor pada *liquid cold plate*. Menurut *Newton's law of cooling* persamaannya sebagai berikut:

$$\dot{Q} = h \cdot A_s \cdot (T_s - T_f) \quad (1)$$

$$h = \frac{q''}{(T_s - T_f)} \quad (2)$$

Nilai T_s diperoleh dari Persamaan

$$\sum R_{th} = \frac{\Delta T}{q''} \quad (3)$$

$$\sum R_{th} = \frac{T_w - T_s}{q''} \quad (4)$$

2.2 Pressure drop

Analisa aliran dalam pipa atau saluran perlu mengetahui *pressure drop*[10]. Dalam menentukan *pressure drop*, perlu memperhitungkan kesetimbangan antara fluida dalam pipa atau saluran dengan tegangan geser dinding karena adanya perbedaan tekanan, *Pressure drop* untuk aliran melintasi *liquid minichannel cold plate system* dapat diperkirakan (mengabaikan kerugian kecil) menggunakan Persamaan

$$\Delta p = P_{in} - P_{out} \quad (5)$$

2.3 Bilangan Reynolds (Re)

Dalam menentukan tipe aliran fluida, diperlukan bilangan *Reynolds*. Bilangan ini adalah perbandingan gaya – gaya inersia terhadap viskositasnya. persamaannya dapat ditulis sebagai berikut

$$Re = \frac{\rho_f U_m D_h}{\mu_f} = \frac{U_m D_h}{\nu_f} \quad (6)$$

Dengan persamaan diameter hidrolik (D_h):

$$D_h = \frac{2(a \times b)}{a + b} \quad (7)$$

Ada 3 tipe jenis aliran menurut hasil bilangan *Reynolds*, yaitu: laminar, transisi, dan turbulen. Untuk aliran di dalam saluran, maka penentuannya adalah laminar dengan $Re < 2300$, turbulen dengan $Re > 4000$, sedangkan transisi diantara $2300 < Re < 4000$.

2.4 Resistensi termal

Persamaan aliran kalor identik dengan Persamaan aliran listrik yang menyatakan bahwa arus listrik adalah tegangan dibagi dengan tahanan listrik. persamaan arus listrik dapat dinyatakan sebagai berikut

$$I = \frac{V}{R} \quad (8)$$

Dimana I , R , V adalah masing – masing adalah arus listrik yang mengalir, tegangan, dan tahanan.

Bila konduktivitas termal bahan berubah terhadap temperatur, maka harga k dapat diambil harga reratanya sehingga:

$$\dot{Q} = -k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (9)$$

$$k = \frac{k_1 + k_2}{2} \quad (10)$$

Sehingga besarnya laju perpindahan kalor dengan satuannya dapat dinyatakan sebagai berikut

$$\dot{Q} = \frac{T_1 - T_2}{R} \quad (11)$$

Dimana besarnya resistensi termal dengan satuannya (K/W)

$$R_{cond} = \frac{L}{kA} \quad (12)$$

$$R_{conv} = \frac{1}{hA} \quad (13)$$

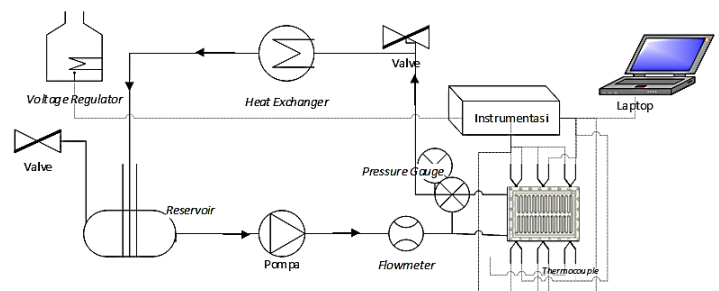
2.5 Gabungan resistensi

Perpindahan kalor melalui dinding dengan kedua sisi dikenai konveksi diilustrasikan oleh Cengel, dkk (2015) sebagai berikut

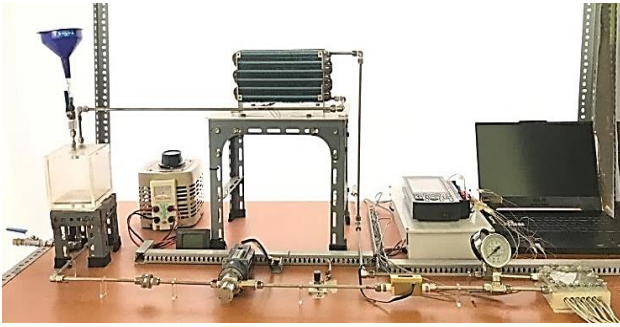
$$R_{total} = R_{conv,1} + R_{wall} + R_{conv,2} \quad (14)$$

3 METODOLOGI PENELITIAN

Eksperimen ini menggunakan pompa, *flowmeter*, *voltage regulator* sebagai *heater*, *heat exchanger*, serta menggunakan instrumentasi salah satunya *data logger*. Sistem *loop* tertutup digunakan dalam penelitian ini. Dikatakan demikian karena keluaran sistem mempengaruhi sistem. Misalnya, ketika pompa dihidupkan, fluida dari *reservoir* mengalir ke sistem plat dingin melalui *flowmeter*. Kemudian, *heater* menyuplai *block heater* dengan panas, yang kemudian diteruskan ke plat dingin atau *channel*. Fluida yang mengalir di plat dingin menyerap panas dan kemudian didinginkan kembali di *heat exchanger* sebelum masuk ke reservoir untuk disirkulasikan kembali. Gambar 3 dan 4 menunjukkan skema dan foto fasilitas eksperimen *liquid cold plate system*.

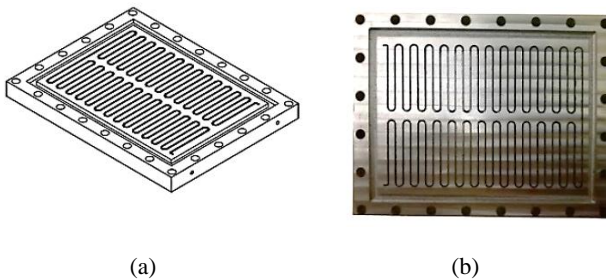


Gambar 3 Skema Fasilitas Eksperimen Liquid Cold Plate



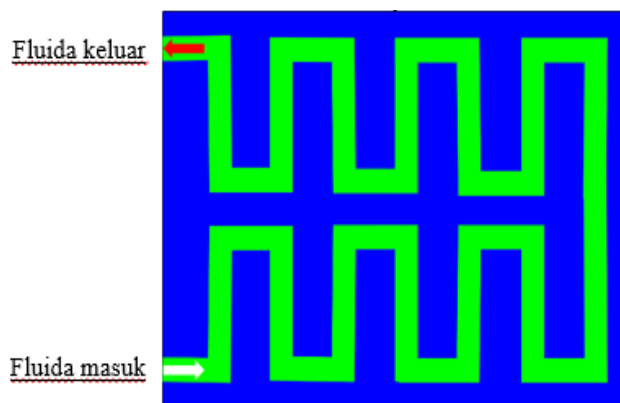
Gambar 4 Foto Fasilitas Alat

Penelitian ini menggunakan *cold plate* dengan ukuran 80 mm × 104 mm dengan ketebalan 6 mm. Material yang digunakan adalah berbahan aluminium. Menggunakan desain *channel* dengan geometri *double serpentine*. Diameter hidrolis (dh) yang digunakan adalah 0,889 mm diperoleh dari perhitungan lebar saluran adalah 0,5 mm dan kedalaman saluran 4 mm. Saluran *inlet* dan *outlet* dibuat sejajar seperti yang terlihat pada Gambar 5 a dan 5 b.



Gambar 5 (a) 3D Channel, (b) Channel

Skema aliran yang digunakan pada penelitian ini terlihat seperti pada Gambar 6 dengan peta aliran masuk dan keluarnya. Untuk fluida masuk dapat dilihat berwarna putih, sedangkan untuk aliran keluar berwarna merah yang memvisualisasikan fluida tersebut merupakan aliran panas karena telah menyerap panas dari *block heater*.



Gambar 6 Skema Aliran pada Channel

Fluida kerja yang digunakan pada eksperimen ini adalah air murni yang dideionisasi (*aquades*).

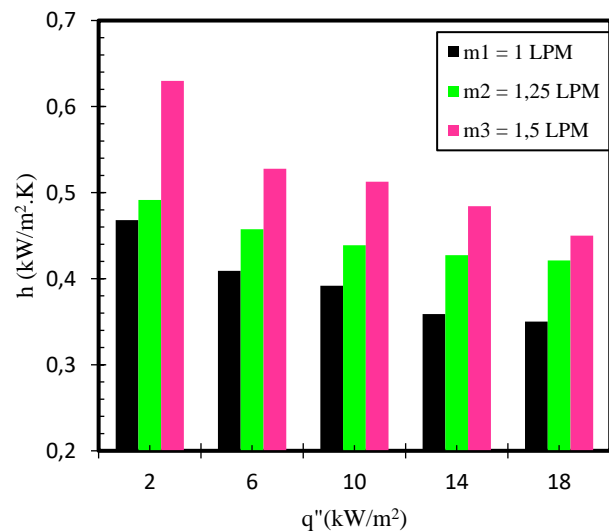
Tabel 1 Properties Air pada temperature 30°C dengan tekanan 1 atm
(Ganjar dan Cangel, 2015)

Sifat	Nilai
Titik didih (°C)	100
Massa jenis (kg/m ³)	996,0
Kalor jenis (kJ/kg.K)	4,178
Konduktivitas termal (W/m.K)	0,615
Viskositas dinamik (kg/m.s)	$0,798 \times 10^{-3}$
Bilangan Prandtl	5,42
Tegangan Permukaan (N/m)	$7,12 \times 10^{-2}$
Difusivitas termal (m ² /s)	$0,148 \times 10^{-6}$

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Heat transfer coefficient

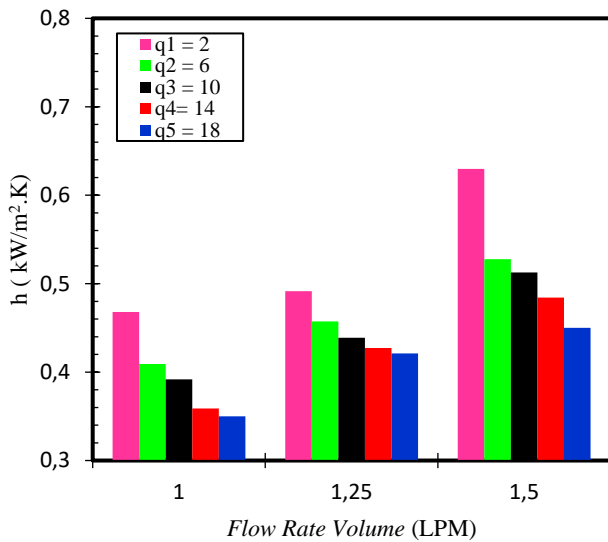
Hubungan antara koefisien perpindahan kalor dengan *heat flux* ditunjukkan pada Gambar 7. Dapat dilihat, hubungan tersebut linear antara pertambahan nilai koefisien perpindahan kalor dengan *heat flux* nya. Fenomena tersebut dapat terjadi karena ketika *heat flux* meningkat, panas yang dihasilkan pun juga berbanding lurus. Oleh karena itu, untuk menjaga temperatur tetap stabil, jumlah panas yang ditransfer juga meningkat sehingga dapat mengatasi peningkatan panas yang terjadi.



Gambar 7 Koefisien Perpindahan Kalor dengan Fluks Kalor

Hubungan antara koefisien perpindahan kalor dengan laju aliran dapat dilihat pada Gambar 7. Koefisien perpindahan kalor (h) menurun seiring dengan pertambahannya fluks kalor. Penurunan nilai h tersebut dapat disebabkan karena perbedaan temperatur antara permukaan dengan fluida kerja meningkat sehingga mempengaruhi nilai h . Namun, hasil yang didapatkan berbanding terbalik dengan bertambahnya

laju aliran, yaitu koefisien perpindahan kalor meningkat dengan meningkatnya laju aliran. Peningkatan laju aliran mempengaruhi banyaknya fluida kerja yang baru ke plat pendingin sehingga mempercepat perpindahan kalor.

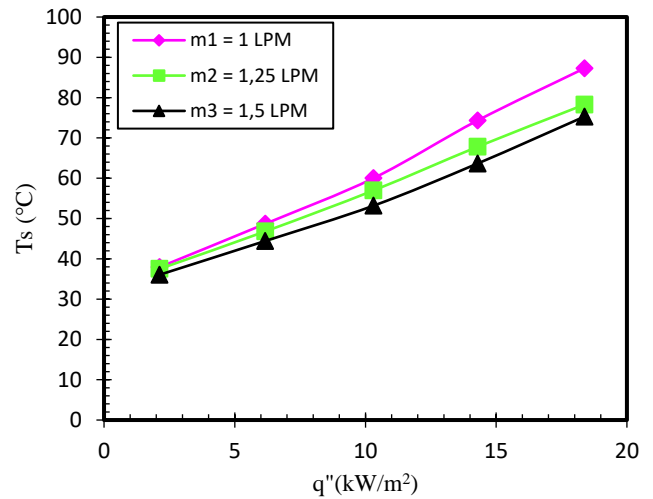


Gambar 8 Koefisien Perpindahan Kalor dengan Laju Aliran

Saat laju aliran sebesar 1,25 LPM, koefisien perpindahan kalor meningkat sebesar 13% dan pada laju aliran 1,5 LPM, nilai h meningkat sebesar 31, 68%. Peningkatan ini berbanding terbalik dengan bertambahnya nilai fluks kalor. Ketika nilai fluks kalor (q'') bernilai 6 kW/m² persentase penurunan h sebesar 12,2%, ketika nilai $q'' = 14$ kW/m² persentase penurunan h sebesar 20%, ketika nilai $q'' = 18$ kW/m² persentase penurunan h sebesar 23% pada laju aliran 1 LPM. Penurunan persentase tersebut juga terjadi pada laju aliran 1,25 LPM dan 1,5 LPM.

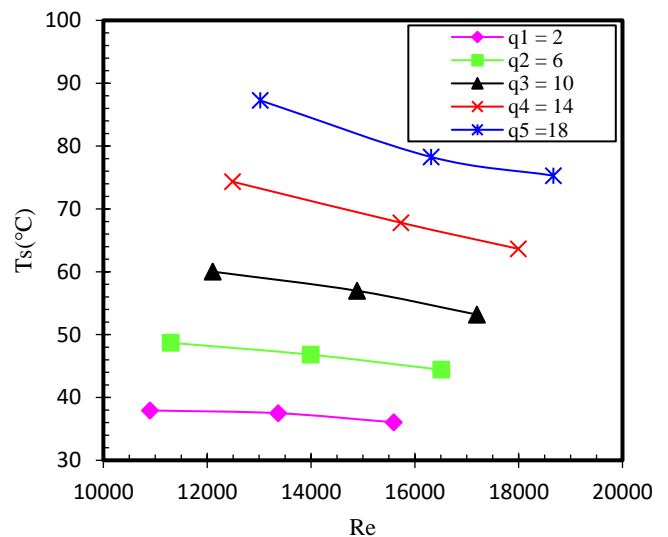
4.2 Temperatur permukaan

Hubungan antara temperatur permukaan *channel* (T_s) dan fluks kalor (q'') ditunjukkan Gambar 9, di mana temperatur permukaan *channel* meningkat seiring dengan bertambahnya fluks kalor.



Gambar 9 Temperatur Permukaan dengan Heat Flux

Hubungan tersebut sesuai dengan hukum *Fourier* yang menjelaskan fluks kalor berbanding lurus dengan konduktivitas termal dan temperatur permukaan. Temperatur permukaan (T_s) diperoleh dari perbedaan suhu dinding dengan perkalian *heat flux* dan tahanan termal dinding. Pada kecepatan aliran Fluida m_1 1 LPM, nilai T_s rata-rata adalah 61,65°C. Laju aliran fluida m_2 1,25 LPM, nilai T_s rata-rata adalah 57,46°C, sedangkan saat laju aliran fluida m_3 1,5 LPM, nilai T_s rata-rata adalah 54,52°C. Jika dibandingkan dengan grafik T_s dengan bilangan *Reynolds*, memiliki gradien menurun. Semakin bertambahnya bilangan *Reynolds*, temperatur permukaan semakin menurun dapat dilihat pada Gambar 10.

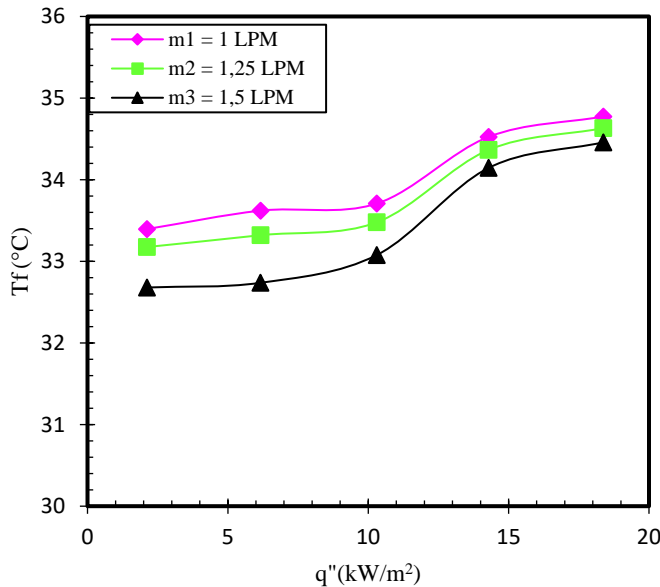


Gambar 10 Hubungan Temperatur Permukaan dengan Bilangan Reynolds

Hal tersebut dapat terjadi karena laju aliran meningkat seiring dengan menurunnya temperatur permukaan. Meningkatnya bilangan *Reynolds* menunjukkan lapisan batas kecepatan meningkat dan berdampak langsung pada *thermal boundary layer* dan menurunkan suhu permukaan *channel*. Selain itu, peningkatan bilangan *Reynolds* dipengaruhi oleh kecepatan aliran.

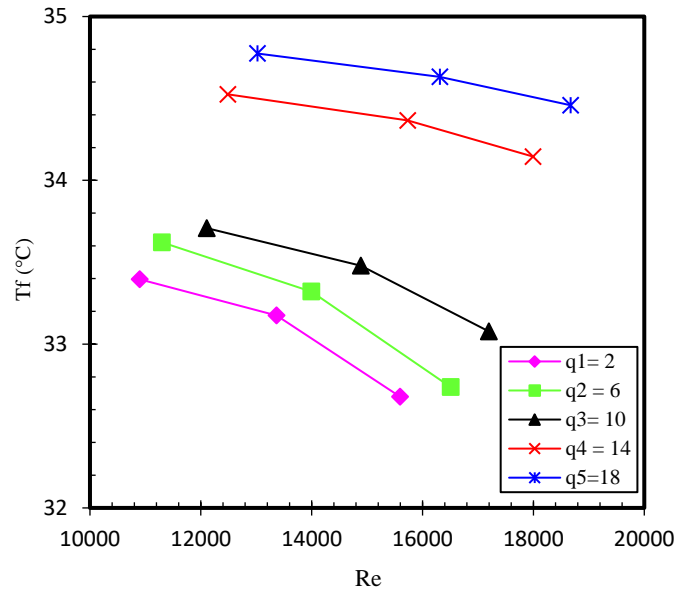
4.3 Temperatur fluida

Gambar 11 menunjukkan bahwa semakin tinggi laju aliran fluida, semakin rendah temperatur fluida kerja. Menurut *Law of Cooling Newton*, koefisien perpindahan panas dapat dihitung dengan membagi nilai *heat flux* dengan perbedaan suhu permukaan dan suhu fluida. Dengan fluks kalor konstan, nilai koefisien perpindahan panas akan meningkat seiring dengan semakin kecil perbedaan suhu permukaan dan fluida. Hal ini sesuai dengan persamaan kesetimbangan energi, yang berarti bahwa jumlah energi yang berasal dari dan ke suatu sistem akan meningkat seiring dengan laju aliran fluida



Gambar 11 Hubungan Temperatur Fluida dengan Heat Flux

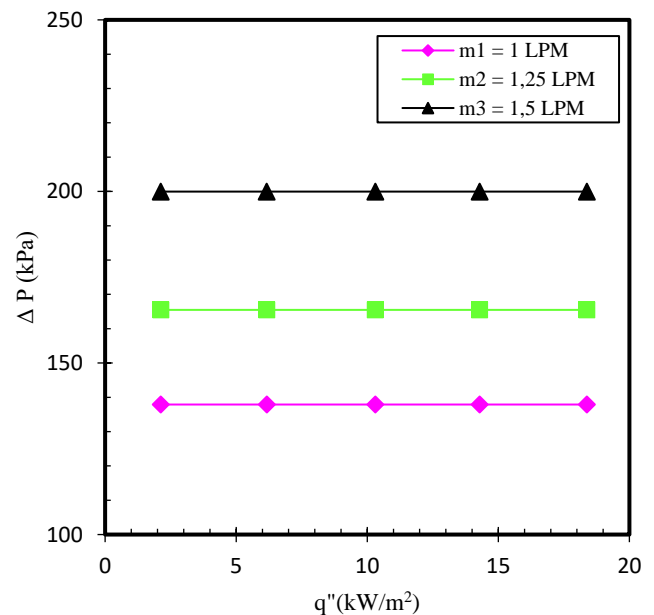
Hasil eksperimen menunjukkan bahwa temperatur fluida (T_f) rata-rata adalah 34°C untuk laju aliran \dot{m}_1 , yang berarti 33,7°C untuk laju aliran \dot{m}_2 , dan 33,6°C untuk laju aliran \dot{m}_3 .



Gambar 12 Hubungan Temperatur Fluida dengan Bilangan Reynolds

Gambar 12 menunjukkan bahwa pada *heat flux* konstan, temperatur fluida akan menurun seiring dengan meningkatnya bilangan *Reynolds*. Kondisi ini dapat dijelaskan bahwa karena lapisan batas kecepatan meningkat, *thermal boundary layer* berkurang, yang menyebabkan temperatur fluida menurun. Selain itu, temperatur fluida menurun sebesar 3,28 % sebagai akibat dari peningkatan bilangan *Reynolds* yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran.

4.4 Pressure drop

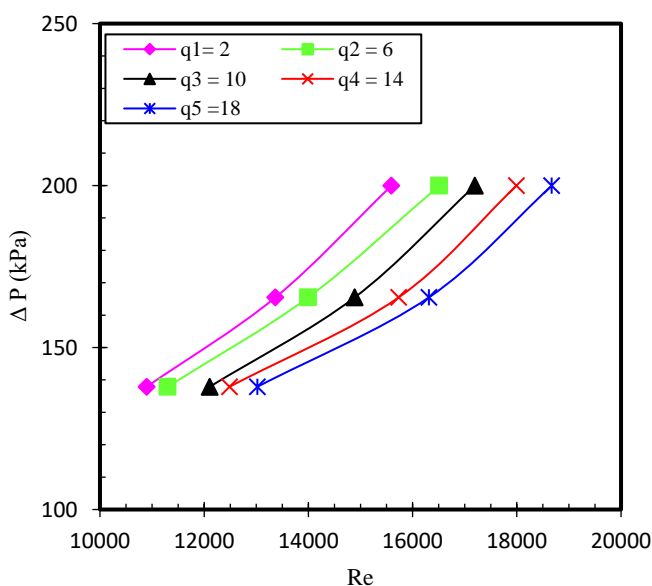


Gambar 13 Pressure Drop dengan Heat Flux

Fluida biasanya mengalami penurunan tekanan saat melewati pipa atau saluran. Menurut hukum kedua Newton, tekanan, elevasi, dan percepatan dapat menyebabkan penurunan tekanan. Penurunan tekanan

atau *pressure drop* dibagi menjadi *minor* dan *major losses*. *Major losses* biasanya disebabkan oleh gesekan, sedangkan *minor losses* biasanya disebabkan oleh *fitting* (seperti *elbow*, *valve*, dan lainnya), serta akibat perbedaan elevasi atau ketinggian. Kekasaran permukaan pipa sangat halus, sehingga kehilangan akibat gesekan dapat diabaikan selama eksperimen. Selain itu, *pressure drop* yang disebabkan oleh elevasi dianggap tidak ada karena *channel* berada pada posisi lurus dan sejajar. Oleh karena itu, *pressure drop* yang disebabkan oleh sambungan pipa, belokan, dan perubahan ukuran penampang dianggap sebagai *minor losses*.

Hubungan antara *pressure drop* dengan bilangan *Reynolds* dapat dilihat pada Gambar 14. Pada grafik tersebut, menunjukkan bahwa pada *heat flux* konstan, *pressure drop* atau penurunan tekanan meningkat seiring dengan penambahan *heat flux*. Penambahan *heat flux* berbanding lurus dengan meningkatnya bilangan *Reynolds*. Peristiwa tersebut data dijelaskan dengan penambahan *heat flux* mengakibatkan temperatur permukaan meningkat sehingga mempengaruhi nilai viskositas menjadi menurun. Penurunan viskositas tersebut dapat meningkatkan laju aliran serta bilangan *Reynolds* yang berakibat nilai *pressure drop* meningkat.



Gambar 14 Pressure Drop dengan Bilangan Reynolds.

Ketika nilai fluks kalor (q'') bernilai 6 kW/m^2 didapatkan kenaikan persentase bilangan *Reynolds* sebesar 3,6%, ketika nilai $q'' = 10 \text{ kW/m}^2$ didapatkan persentase kenaikan bilangan *Reynolds* 11%, ketika nilai $q'' = 14 \text{ kW/m}^2$ didapatkan persentase kenaikan bilangan *Reynolds* 14,5%, ketika nilai $q'' = 18 \text{ kW/m}^2$ didapatkan persentase kenaikan bilangan *Reynolds*

19,5%. Kenaikkan ini juga terjadi pada laju aliran 1,2 LPM dan 1,5 LPM.

5 KESIMPULAN

Eksperimen ini menggunakan *channel* bergeometri *double serpentine* pada *minichannel liquid cold plate* dengan fluida yang dipakai adalah air murni yang telah dideionisasi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan variasi laju aliran 1; 1,25; dan 1,5 LPM, serta variasi daya *heater* adalah 10 – 90 W dengan kenaikan 20 W, maka dapat disimpulkan :

1. Nilai rata – rata temperatur permukaan (T_s) dengan laju aliran 1 LPM diperoleh $61,65^\circ\text{C}$, laju aliran 1,25 LPM diperoleh $57,46^\circ\text{C}$, sedangkan laju aliran 1,5 LPM diperoleh $54,52^\circ\text{C}$ sehingga meningkatkan laju aliran fluida kerja dapat menurun temperatur permukaan.
2. Nilai rata – rata temperatur fluida (T_f) dengan laju aliran 1 LPM diperoleh 34°C , laju aliran 1,25 LPM diperoleh $33,7^\circ\text{C}$, sedangkan laju aliran 1,5 LPM diperoleh $33,6^\circ\text{C}$ sehingga meningkatkan laju aliran fluida kerja dapat menurun temperatur fluida.
3. Nilai koefisien perpindahan kalor rata-rata (\bar{h}) untuk laju aliran 1 lpm didapatkan $0,39 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$, laju aliran 1,25 LPM didapatkan $0,44 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$, sedangkan pada laju aliran 1,5 LPM diperoleh $0,52 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$. jadi, efektivitas nilai koefisien perpindahan kalor dapat diperoleh dengan meningkatkan laju aliran fluida kerja.
4. Nilai *pressure drop* (ΔP) pada laju aliran 1 LPM didapatkan 137,89 kPa, laju aliran 1,25 LPM 165,47 kPa, sedangkan pada laju aliran 1,5 LPM didapatkan 199,94 kPa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada Program Magister Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada dan tim peneliti *Thermal Management System* Laboratorium Perpindahan Kalor dan Massa Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan tempat, dana, dan fasilitas guna terselesaikan penelitian ini.

KEPUSTAKAAN

- [1] W. G. Alshaer, M. A. Rady, S. A. Nada, E. Palomo Del Barrio, and A. Sommer, "An experimental investigation of using carbon foam-PCM-MWCNTs composite materials for thermal management of electronic devices under pulsed power modes," *Heat Mass Transf. und Stoffuebertragung*, vol. 53, no. 2, pp. 569–

- 579, 2017.
- [2] X. W. Tian *et al.*, “Free-shape modeling and optimization for cold plates with tree-like channels,” *Int. J. Mech. Sci.*, vol. 245, no. October 2022, p. 108076, 2023.
- [3] Y. Zhang *et al.*, “Performance comparison between straight channel cold plate and inclined channel cold plate for thermal management of a prismatic LiFePO₄ battery,” *Energy*, vol. 248, p. 123637, 2022.
- [4] O. S. Osman, R. M. El-Zoheiry, M. Elsharnoby, and S. A. Nada, “Performance enhancement and comprehensive experimental comparative study of cold plate cooling of electronic servers using different configurations of mini-channels flow,” *Alexandria Eng. J.*, vol. 60, no. 5, pp. 4451–4459, 2021.
- [5] P. Vasileiadou, K. Sefiane, T. G. Karayiannis, and J. R. E. Christy, “Flow boiling of ethanol / water binary mixture in a square mini-channel,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 127, pp. 1617–1626, 2017.
- [6] C. Wu, Z. Wang, Y. Bao, J. Zhao, and Z. Rao, “Investigation on the performance enhancement of baffled cold plate based battery thermal management system,” *J. Energy Storage*, vol. 41, no. March, p. 102882, 2021.
- [7] T. Deng, G. Zhang, and Y. Ran, “International Journal of Heat and Mass Transfer Study on thermal management of rectangular Li-ion battery with serpentine-channel cold plate,” *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 125, pp. 143–152, 2018.
- [8] M. Gorzin, A. A. Ranjbar, and M. J. Hosseini, “Experimental and numerical investigation on thermal and hydraulic performance of novel serpentine minichannel heat sink for liquid CPU cooling,” *Energy Reports*, vol. 8, pp. 3375–3385, 2022.
- [9] W. Zuo, Y. Zhang, E. Jiaqiang, J. Li, Q. Li, and G. Zhang, “Performance comparison between single S-channel and double S- channel cold plate for thermal management of a prismatic LiFePO₄ battery,” *Renew. Energy*, vol. 192, pp. 46–57, 2022.
- [10] Y. Yunus, “Studi Eksperimental Thermal Performance dan Pressure Drop pada Serpentine Mini Channel Cold Plate dengan Fluida Kerja Air,” pp. 2–3, 2022.

Pengaruh Rasio Massa Air dan Udara Terhadap Unjuk Kerja Forced Draft Wet Cooling Sudut Inklinasi Splash Fill Berlubang

Khairul Umurani¹⁾, Ahmad Syuhada²⁾, M.I. Maulana²⁾, Zahrul Fuadi⁴⁾

¹⁾Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

²⁾Syiah Kuala University, Banda Aceh 23111, Indonesia

⁴⁾Department of Mechanical and Industrial Engineering, Universitas Syiah Kuala
khairulumurani@umsu.ac.id*, ahmadsyuhada@usk.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara eksperimental kinerja menara pendingin basah paksa dengan menggunakan fill percikan berlubang miring bertingkat. Temperatur air panas diatur pada 60 oC; Packing memiliki sudut kemiringan 15o, 20o, 25o dan rasio perforasi 2,6%, yang terdiri dari lima tingkat isian pelat galvanis. Laju aliran air $\pm 0,0917$ kg/s, lima variasi laju aliran udara adalah 0,02033, 0,02631, 0,02995, 0,03770, dan 0,04261 kg/s. Temperatur air panas masuk adalah 60 °C. Pada penelitian ini terlihat bahwasanya rasio massa air dan massa udara mempengaruhi kinerja cooling tower.

Kata kunci: sudut kemiringan, unjuk kerja, perforsi

Abstract

This study aims to experimentally analyse the performance of a forced wet cooling tower (WTC) using multilevel inclined perforated splash fill. The hot water temperature is set at 60 C; Packing has an inclination angle of 15o, 20°, 25° and a perforation ratio of 2.6%, which consists of five levels of galvanised plate fill. The water flow rate is ± 0.0917 kg/s, and the five variations of air flow rate are 0.02033, 0.02631, 0.02995, 0.03770, and 0.04261 kg/s. The inlet hot water temperature is 60 C. In this study, it can be seen that the ratio of water mass and air mass affects the performance of the cooling tower

Ketwod: personal computer, automation, future trends, expert systems (keywords 3 to 5 words)

1 PENDAHULUAN

Menara pendingin digunakan pada pembangkit listrik, peralatan industri, industri perminyakan, dan industry manufaktur untuk mendinginkan suhu air pendingin dan menghilangkan panas proses. Cooling tower memainkan peran penting digunakan dalam banyak aplikasi proses di industri untuk ketersediaan pasokan energi [1] sehingga keandalan menara ini sangat penting dengan cara yang sesuai dengan persyaratan lingkungan [2] Banyak studi yang telah melakukan evaluasi karakteristik kinerja berdasarkan parameter input, seperti laju aliran air dan udara, ketinggian menara, dan suhu air masuk, faktor lingkungan, faktor desain menara pendingin, menjadi dasar dari banyak penelitian menara pendingin. Kinerja menara pendingin ditunjukkan oleh parameter-parameter seperti Range, efektivitas, ϵ , koefisien perpindahan panas dan massa global, K_a , dan laju penguapan, M_{ev} . Karakteristik menara [3][4][5][6]

Menara pendingin, beroperasi melalui kontak langsung antara air hangat dan udara tak jenuh, yang menyebabkan perpindahan panas dan perpindahan massa karena perbedaan suhu dan konsentrasi uap [7].

Menara pendingin aliran paksa mekanis menggunakan fill tetesan, film, dan percikan [8]. Jenis fill memiliki dampak yang signifikan terhadap kinerja menara pendingin [9]. Fill gelombang-S 20 mm, gelombang-S 26 mm, dan fill gelombang lipat miring 30 mm dapat meningkatkan kapasitas pendinginan menara secara signifikan [10]. Aliran berlawanan memberikan kinerja menara yang lebih baik daripada aliran silang [11]. Jarak rusuk mempengaruhi perpindahan panas yang lebih baik [12]. Pemberian lubang perforasi pada Winglet dapat meningkatkan penyerapan kalor oleh udara [13]. Dalam kondisi angin silang, perbedaan suhu pendinginan dan efektivitas pendinginan untuk fill yang tidak seragam lebih besar daripada fill yang seragam [14]. Penggunaan axial fan menunjukkan bahwa kinerja super-large natural draft wet cooling towers (S-NDWCT) meningkat dalam kondisi angin silang dan tidak ada angin [15]. Peningkatan laju aliran udara dalam packing menara menyebabkan penurunan resistansi sehingga kapasitas penampungan cairan meningkat [16]. Pemilihan bahan fill yang tepat dapat mengoptimalkan kinerja sistem [17]. Lemouari et.al [18] melakukan penelitian

pengaruh dua rezim operasi kontak udara/air di dalam menara, yaitu Rezim Pellicular (PR) dengan laju aliran air yang rendah dan Rezim Gelembung dan Dispersi (BDR). dengan laju aliran air yang relatif lebih besar. Rezim BDR memberikan efisiensi yang lebih tinggi daripada Rezim Pellicular. Metode gabungan merkel dan poppe dan pengaturan aliran balik serta aliran paralel memberikan prediksi akurat untuk suhu air dan udara keluar [19]. Penggunaan fluida nano meningkatkan kinerja menara pendingin dibandingkan dengan air [20]. Suhu air masuk yang lebih tinggi dan laju aliran air yang lebih rendah menghasilkan peningkatan efisiensi pendinginan [21]. *Range cooling tower* menentukan potensi menara untuk mengakomodasi beban panas. Oleh karena itu, bila *approach* menurun, memaksa kipas harus menghasilkan aliran udara yang relatif lebih banyak hal ini akan meningkatkan laju penguapan air [22]. Tinggi *packing* mempengaruhi kinerja pendinginan dibandingkan dengan peningkatan koefisien resistansinya [23]. Selanjutnya unjuk kerja dapat ditingkatkan dengan meningkatkan ketinggian *cooling tower* dan menggunakan *eliminator* dengan desain yang benar sehingga berbagai jenis kerugian dapat dikurangi [24]. Mengoptimalkan kapasitas pendinginan dan kebisingan percikan air, meningkatkan rasio jumlah tetesan air 3mm dapat mengurangi suhu air keluar sebesar 0,22 °C, sementara *sound pressure level* (SPL) tetap tidak terpengaruh [25]. Penurunan suhu air merupakan parameter yang paling penting untuk mengevaluasi kinerja menara pendingin [26]. Susunan *fill* yang tidak seragam meningkatkan kinerja pendinginan dalam kondisi tanpa angin dan arah angin yang berlawanan [27]. Kenaikan bilangan Merkel dan penurunan suhu air keluar menara, memiliki dampak yang signifikan pada pengoperasian pembangkit listrik yang hemat biaya dan aman [28]. Penggunaan *fill inclined-corrugated contact elements* (ICCE) memberikan efisiensi pendinginan maksimum, karena memberikan nilai koefisien perpindahan panas dan massa yang relatif lebih tinggi serta penurunan tekanan yang lebih rendah [29]. Lee, Chien & Wang, Yu Jen [30] mengusulkan sebuah metode analitis baru dan akurat untuk menghitung suhu bola basah berbanding terbalik dari kelembaban relatif (atau suhu titik embun) dan suhu udara dengan kesalahan absolut rata-rata sebesar 0,025 °C. Ramkumar dan Ragupath [31] menunjukkan bahwa metode Taguchi dapat digunakan dalam optimalisasi kinerja menara pendingin aliran balik dengan andal. Pra-pendinginan udara masuk umumnya memainkan peran yang lebih besar dalam meningkatkan kinerja termal menara di bawah angin silang. [32]. Dari paparan diatas ada banyak fator yang mempengaruhi kinerja *wet cooling*

tower. Dari beberapa factor tersebut terlihat bahwa *fill* merupakan salah satu komponen yang mempengaruhi kinerja *cooling tower*. Kritisal review yang telah dilakukan pada beberapa penelitian terkait *fill* pada *cooling tower* serta konstruksi *cooling tower*, namun tidak satu pun dari studi yang disebutkan di atas melakukan penelitian eksperimental unjuk kerja sistem pelat terjun berlubang multi tingkat. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa secara eksperimental kinerja *forced draft wet cooling tower* diwujudkan oleh tiga parameter penting seperti range, tingkat, penguapan air, dan efektivitas yang dipengaruhi kecepatan udara, sudut kemiringan *fill* dengan menggunakan *packing* berlubang.

2 LANDASAN TEORI

Perforasi

Perforasi adalah rasio mencerminkan seberapa banyak luas lubang yang menempati luasan pada sebuah pelat, yang dinyatakan dalam persen. Dalam penitian ini diameter lubang adalah $d = 10$ mm jumlah lubang (n) = 72 buah, Lebar pelat = 470 mm panjang pelat = 500 mm. maka perforasi = 2,4%. Susunan lubang adalah selang-seling (*staggered*)

$$P = \frac{n \frac{\pi}{4} d^2}{pl} \times 100\%$$

(1) Range

Kinerja WCT akan dianalisis secara rinci, dan dengan demikian beberapa variabel harus diperhatikan. Range, seperti yang didefinisikan oleh persamaan 2 sebagai perbedaan antara suhu air masuk (T_{wi}) dan suhu air keluar (T_{wo}), adalah salah satu parameter utama yang menggambarkan kinerja *wet cooling*.

$$Range = T_{wi} - T_{wo}$$

(2) Laju kehilangan penguapan air

Massa air yang menguap bersama udara harus diperiksa karena pendinginan evaporatif adalah fenomena perpindahan panas utama dalam menara pendingin; Laju penguapan air m_{ev} dapat dihitung dengan dari persamaan (3) dimana m_a adalah laju aliran massa udara ω_o kelembaban mutlak udara keluar menara dan ω_i adalah kelembaban mutlak udara masuk menara.

$$m_{ev} = m_a (\omega_o - \omega_i)$$

(3) Efektivitas

Efektivitas menara pendingin menggambarkan sebagai rasio range aktual terhadap *range* ideal atau sebagai perbedaan antara range aktual dan

approach. Nilai efektivitas *cooling tower* (ε) ditentukan dari persamaan (4) juga digunakan untuk menunjukkan efisiensi yang menentukan batas pendinginan menara.

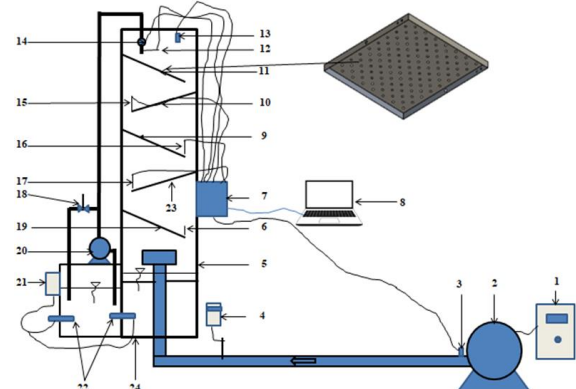
$$e = \frac{T_{wi} - T_{wo}}{T_{wi} - T_{wb1}} \quad (4)$$

Dimana T_{wbi} suhu bola basah udara lingkungan

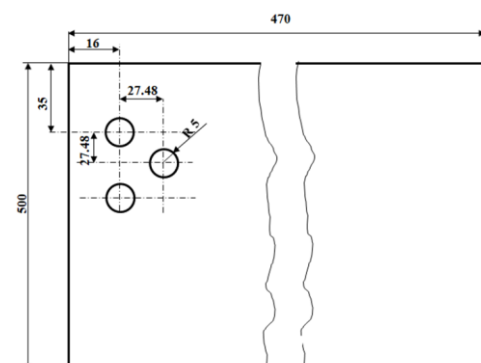
3 METODOLOGI PENELITIAN

Tahap pertama dari penelitian ini melibatkan pengumpulan data eksperimen untuk setiap variasi sudut inklinasi, L/G yang dipasang di dalam menara pendingin *forced draft*. *Fill* terbuat dari plat galvalum dengan ukuran panjang 500 mm lebar 470 mm tebal 0.3 mm. Mengacu pada Gambar 2. pelat dibuat berlubang dengan ukuran diameter lubang 10 mm dengan susunan selang seling (*staggered*) jumlah lubang 72.. Kemiringan sudut *fill* dapat diatur sebesar 15°, 20°, 25°. Tinggi menara 3000 mm, tinggi tiap tingkat 500 mm. Mengacu pada Gambar 1. mula-mula, air di dalam tangki (24) dipanaskan oleh heater (22) kapasitas 5000 Watt hingga mencapai suhu $60 \pm 1,5$ C suhu ini dipertahankan selama percobaan melalui pengontrol suhu digital (21). Setelah suhu air tercapai, pompa sirkulasi air (20) dan *blower* sentrifugal (2) dinyalakan. Air panas kemudian dimasukkan dari atas menara pendingin suhu air panas diukur menggunakan termokopel (12) sebagai data suhu air panas masuk menara dan didistribusikan tiap tingkat menara melewati *fill* tingkat 1(11) *fill* tingkat 2 (10) *fill* tingkat 3(9) *fill* tingkat 4 (23) dan terakhir ke *fill* tingkat 5 (19) dan suhu air keluar tingkat pertama, kedua, ketiga, keempat, kelima diukur menggunakan termokopel (15, 16, 17, 6,) sebagai data suhu air keluar tiap tingkat *fill*. Laju aliran massa air, m_w diukur dengan menggunakan YF-S201 *water flow sensor* (14) dengan akurasi 10% dan dipertahankan sebesar ± 5.5 liter/menit dengan mengatur katup bypass (18). Air tersebut bersentuhan dengan udara yang dihisap dari bagian bawah menara pendingin yang dialirkan oleh *blower* sentrifugal dengan diameter *eye impeller* 120 mm 1 HP 3 Fasa putaran maksimum 1440 rpm, variasi putaran diatur oleh pengatur frekwensi (1). Kondisi udara pada saat masuk menara direkam menggunakan sensor kelembaban relatif dht 11 (3) data yang direkam adalah suhu bola kering dan kelembambaban relatif yang diambil sebagai data udara masuk menara. Saat udara bergerak ke atas udara akan melewati setiap tingkat *fill* kemudian udara akan dipanaskan dan dilembabkan. Udara hangat yang lembab selanjutnya dialirkan keatas menara dan suhu serta kelembaban relative diukur menggunakan dht 11(13) data yang

direkam adalah suhu bola kering dan kelembambaban relatif yang diambil sebagai data udara keluar menara dan udara hangat tersebut dibuang ke lingkungan sekitar. Suhu Air yang turun pada tingkat kelima diukur menggunakan termokopel (6) sebagai data suhu air keluar menara pendingin. Air yang telah didinginkan ditampung ke tangki penampungan (24) kemudian dipanaskan kembali kemudian dialirkan lagi ke menara. Suhu, laju aliran air, kelembaban dan suhu udara pada kondisi masuk dan keluar di semua lokasi yang relevan direkam menggunakan Arduino Mega board (7) bersama dengan sistem akuisisi data yaitu PLX-DAQ kemudian data direkam menggunakan personal computer (8). Sedangkan, laju aliran massa udara, m_a diukur dengan menggunakan Hot wire Anemometer Benetech tipe GM8903 (4) dengan akurasi $\pm 3\% \pm 0,1$ dan lima tingkat laju aliran massa udara dipertahankan 0.02033, 0.02631, 0.02995, 0.03770, dan 0.04261 kg/s. Sudut kemiringan *fill* ditata sebesar 15, 20, 25 derajat. Sensor kelembaban dht 11 (3,13) ini memiliki rentang jarak pengukuran kelembaban relative (RH) 20% - 90% dengan keakurasian sensor kelembaban $\pm 5\%$, rentang jarak pengukuran suhu 0 - 50 °C akurasi sensor suhu $\pm 2^\circ\text{C}$. Data suhu *wet bulb*, entalpi, kelembaban mutlak udara masuk dan keluar diperoleh dari table. Setelah data penelitian dikumpulkan, berbagai parameter kinerja seperti (range, laju penguapan dan, efektivitas) dihitung dan dianalisa.



Gambar1. Research test rig

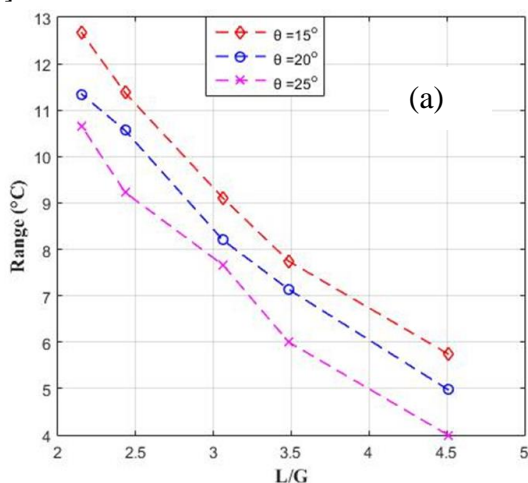


Gambar 2. Desain *fill*

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Range

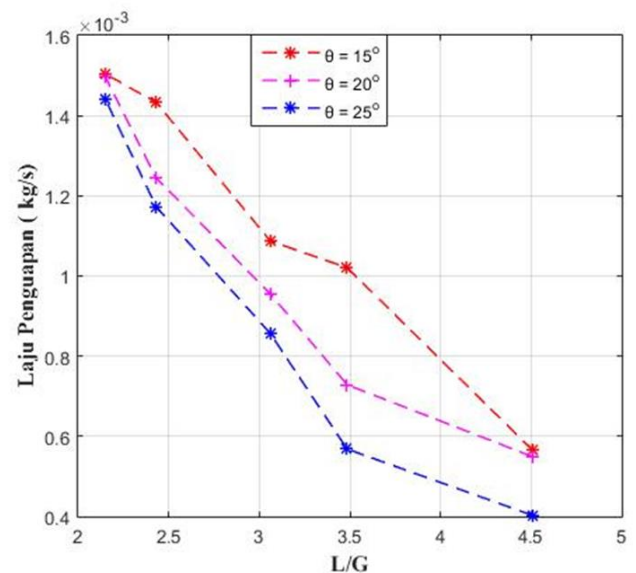
Gambar. 3 menunjukkan trend range untuk variasi L/G dan konfigurasi sudut inklinasi fill $15^\circ, 20^\circ, 25^\circ$. Range cooling tower merupakan kemampuan menara untuk mendinginkan air panas menjadi air dingin didefinisikan sebagai perbedaan antara suhu air masuk dan air keluar menara. Pada sudut inklinasi 15° L/G = 4.51 range minimum sebesar 5.02 C range maksimum terjadi pada L/G 2.15 sebesar 11.45 C. Pada sudut inklinasi 20° L/G = 4.51 range minimum sebesar 4.12 C range maksimum terjadi pada L/G 2.15 sebesar 10.49 C. Pada sudut inklinasi 25° L/G = 4.51 range minimum sebesar 3.18 C range maksimum terjadi pada L/G 2.15 sebesar 9.56 C. Range air meningkat secara gradual dengan peningkatan laju aliran udara dengan laju aliran air yang tetap atau penurunan rasio L/G untuk semua sudut inklinasi fill. Perubahan tren ini dimungkinkan karena terjadinya perpindahan panas yang disebabkan kontak langsung air panas yang mengalir dari atas menara dengan aliran massa udara yang menuju keatas menara. Peningkatan laju aliran udara memungkinkan udara masuk lebih besar untuk kontak dengan air di dalam menara pendingin dan peningkatan resistensi perpindahan panas pada sisi air meningkatkan efek perpindahan panas kontak dan perpindahan panas penguapan pada saat yang bersamaan yang dapat dikaitkan dengan nilai kejenuhan udara. Setiap penurunan nilai laju aliran massa udara terlihat dari meningkatnya nilai L/G maka beda suhu air masuk dan suhu air keluar dari wet cooling tower (range) untuk setiap sudut inklinasi fill mempunyai trend yang semakin menurun. Range maksimum terjadi pada L/G 2.15 dan sudut inklinasi 15° . Alasan ini dikarenakan area permukaan kontak frontal yang lebih besar antara udara dan air. memungkinkan transfer panas yang lebih efisien dan range lebih signifikan yang sama juga dikemukakan oleh [9].



Gambar 3. Pengaruh L/G terhadap Range

4.2 Laju kehilangan penguapan air

Gambar 4 menunjukkan pengaruh rasio L/G dan variasi sudut inklinasi fill terhadap laju kehilangan penguapan air. Pada L/G = 4.51 laju kehilangan penguapan air sebesar 0.00057 kg/s untuk L/G = 2.15 laju kehilangan penguapan air sebesar 0.0015 kg/s untuk sudut inklinasi fill 15° . Untuk sudut inklinasi 20° L/G = 4.51 menghasilkan laju kehilangan penguapan air sebesar 0.00055 kg/s untuk L/G = 2.15 laju kehilangan penguapan air sebesar 0.0015 kg/s. Kehilangan laju penguapan air pada sudut inklinasi 25° pada L/G = 4.51 adalah sebesar 0.00040 kg/s sedangkan untuk L/G = 2.15 laju penguapan air 0.00144 kg/s. Meningkatnya kecepatan udara atau penurunan rasio L/G cenderung meningkatkan laju penguapan air, karena massa udara yang bersentuhan dengan air akan lebih tinggi. Hal ini, pada gilirannya, meningkatkan penguapan air. Hal yang sama juga dikemukakan oleh [9],[32],[34]. Pengaruh L/G menunjukkan fakta bahwa ketika L/G meningkat beban laten dan sensible air di menara menurun. Energi sensible air akan ditransfer ke udara dan air menguap dengan menyerap panas laten sehingga suhu air akan menurun tetapi akan menaikkan kelembaban dan temperature udara keluar menara. Laju penguapan air maksimum terjadi pada sudut inklinasi 15° dan L/G = 2.15

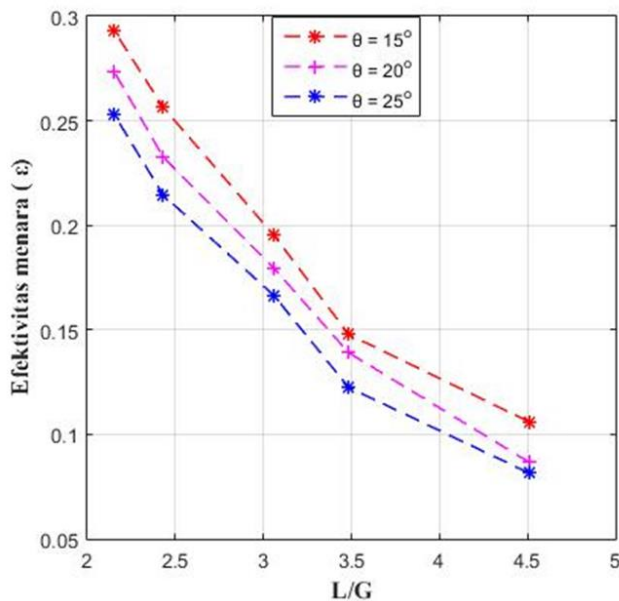


Gambar 4. Pengaruh L/G terhadap laju penguapan air

4.3 Efektivitas

Kemampuan fill untuk mendinginkan air secara efektif ditunjukkan oleh efektivitas pendinginannya.. Hasil uji coba menunjukkan bahwa range meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan udara. Efek variasi rasio laju aliran massa air terhadap dan laju aliran massa udara (L/G) pada efektivitas, ϵ dapat

dilihat pada Gambar 5. Seperti yang disajikan, efektivitas (ϵ) tampak menurun dengan menurunnya laju aliran massa udara atau meningkatnya L/G. Setiap kenaikan L/G dari 2.15 menjadi 4.16 atau kenaikan 109.5% akan menyebabkan penurunan efektivitas dari 0.32 menjadi 0.14 atau 56.3% untuk sudut inklinasi 15°, untuk kondisi L/G yang sama untuk sudut inklinasi 20° terjadi penurunan efektivitas dari 0.31 menjadi 0.12 atau 60.87% dan untuk sudut inklinasi 25° penurunan efektivitas dari 0.28 menjadi 0.08 atau 67.35%. Dengan mengacu pada persamaan (6) terlihat bahwa efektivitas, ϵ berbanding lurus dengan range, dan berbanding terbalik dengan approach, jadi trennya sama dengan tren range. Tren serupa ini juga sama seperti yang dilaporkan K.Singh [33]. Tren ini berlaku untuk ketiga jenis sudut inklinasi *fill*.



Gambar 5 Pengaruh L/G terhadap efektivitas

5 SIMPULAN

Darft forced wet colling tower dibangun dengan perforated inclined splash fill percobaan dilakukan dengan memvariasikan kecepatan udara, sudut inklinasi. Dari hasil percobaan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: sebagai berikut:

1. Range air pendingin, R, menurun dengan peningkatan rasio aliran massa air-udara, L/G. Nilai R maksimum terjadi pada sudut inklinasi 15°
2. Laju kehilangan penguapan air meningkat dengan menurunnya rasio L/G. Laju penguapan maksimum terjadi pada sudut inklinasi 15o

3. Efektivitas cooling tower meningkat dengan menurunnya rasio L/G. Efektivitas maksimum terjadi pada sudut inklinasi 15o

KEPUSTAKAAN

- [1] R. McElveen, K. Lyles, B. Martin, and W. Wasserman, "Reliability of Cooling Tower Drives: Improving Efficiency with New Motor Technology," *IEEE Ind. Appl. Mag.*, vol. 18, no. 6, pp. 12–19, 2012, doi: 10.1109/MIAS.2012.2210090.
- [2] Z. Zhang, M. Gao, Z. Dang, S. He, and F. Sun, "An exploratory research on performance improvement of super-large natural draft wet cooling tower based on the reconstructed dry-wet hybrid rain zone," *Int. J. Heat Mass Transf. J.*, vol. 142, pp. 1–13, 2019.
- [3] C. G. Cutillas, J. R. Ramírez, and M. L. Miralles, "Optimum design and operation of an HVAC cooling tower for energy and water conservation," *Energies*, vol. 10, no. 3, pp. 1–27, 2017, doi: 10.3390/en10030299.
- [4] R. K. Singla, K. Singh, and R. Das, "Tower characteristics correlation and parameter retrieval in wet-cooling tower with expanded wire mesh packing," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 96, pp. 240–249, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.11.063>.
- [5] A. Zargar et al., "Numerical analysis of a counter-flow wet cooling tower and its plume," *Int. J. Thermofluids*, vol. 14, no. February, 2022.
- [6] B. K. Naik and P. Muthukumar, "A novel approach for performance assessment of mechanical draft wet cooling towers," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 121, pp. 14–26, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.04.042>.
- [7] P. Navarro, J. Ruiz, A. S. Kaiser, and M. Lucas, "Effect of fill length and distribution system on the thermal performance of an inverted cooling tower," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 231, p. 120876, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2023.120876>.
- [8] K. Singh and R. Das, "An experimental and multi-objective optimization study of a forced draft cooling tower with different fills," *Energy Convers. Manag.*, vol. 111, pp. 417–430, 2016, doi: 10.1016/j.enconman.2015.12.080.
- [9] S. Shetty, S. S. Salins, and S. Kumar, "Influence of packing configuration and flow rate on the performance of a forced draft wet cooling tower," *J. Build. Eng. j*, vol. 72, no. February, pp. 1–20, 2023.

- [10] J. Yang, Z. Jia, H. Guan, S. He, and M. Gao, "Influence of three different pitches fillings on the cooling performance of wet cooling towers under crosswind," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 220, p. 119760, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.119760>.
- [11] P. J. Grobbelaar, H. C. R. Reuter, and T. P. Bertrand, "Performance characteristics of a trickle fill in cross- and counter- flow configuration in a wet-cooling tower," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 50, pp. 475–484, 2013.
- [12] Umurani, K., Rudi Nasution, A., & D. I. (2021). Perpindahan Panas Dan Penurunan Tekanan Pada Saluran Segiempat Dengan Rusuk V 90 Derajat. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 4(1), 37–46.
- [13] Umurani, K., & Muharnif, M. (2019). Pengaruh Diameter Lubang Pembangkit Vorteks Winglet Melengkung Terhadap Unjuk Kerja Apk Tipe Kompak Studi Eksperimental. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 2(1), 84–93. <https://doi.org/10.30596/rmme.v2i1.3072>
- [14] Y. Zhou, K. Wang, M. Gao, Z. Dang, S. He, and F. Sun, "Experimental study on the drag characteristic and thermal performance of non-uniform fillings for wet cooling towers under crosswind conditions," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 140, no. May, pp. 398–405, 2018.
- [15] Y. Zhou, M. Gao, G. Long, Z. Zhang, Z. Dang, and S. He, "Experimental study regarding the effects of forced ventilation on the thermal performance for super-large natural draft wet cooling towers," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 155, no. March, pp. 40–48, 2019.
- [16] Z. Cui, Q. Du, J. Gao, and R. Bie, "Optimum design of a deep cooling tower for waste heat and water recovery from humid flue gas," *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 49, no. May, p. 103317, 2023, doi: [10.1016/j.csite.2023.103317](https://doi.org/10.1016/j.csite.2023.103317).
- [17] S. Kumar et al., "Estimation of performance parameters of a counter flow cooling tower using biomass packing," *Therm. Sci. Eng. Prog. J.*, vol. 44, no. February, pp. 1–11, 2023.
- [18] M. Lemouari, M. Boumaza, and A. Kaabi, "Experimental analysis of heat and mass transfer phenomena in a direct contact evaporative cooling tower," *Energy Convers. Manag.*, vol. 50, no. 6, pp. 1610–1617, 2009, doi: [10.1016/j.enconman.2009.02.002](https://doi.org/10.1016/j.enconman.2009.02.002).
- [19] P. Navarro, J. Ruiz, M. Hernández, A. S. Kaiser, and M. Lucas, "Critical evaluation of the thermal performance analysis of a new cooling tower prototype," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 213, no. January, p. 118719, 2022, doi: [10.1016/j.applthermaleng.2022.118719](https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.118719).
- [20] P. Imani-mofrad, Z. Heris, and M. Shanbedi, "Experimental investigation of filled bed effect on the thermal performance of a wet cooling tower by using ZnO / water nanofluid," *Energy Convers. Manag. J.*, vol. 127, pp. 199–207, 2016.
- [21] K. Singh and R. Das, "A feedback model to predict parameters for controlling the performance of a mechanical draft cooling tower," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 105, pp. 519–530, 2016, doi: [10.1016/j.applthermaleng.2016.03.030](https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.03.030).
- [22] S. T. Dehaghani, H. Ahmadikia, and H. Ahmadikia, "Retrofit of a wet cooling tower in order to reduce water and fan power consumption using a wet / dry approach," *Appl. Therm. Eng.*, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.07.069>.
- [23] B. Yang, X. Liu, Z. Zhao, J. Song, and C. Chen, "The analysis of the influence of packing and total pressure on cooling performance of the cooling tower," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018, vol. 170, no. 3, pp. 1–8. doi: [10.1088/1755-1315/170/3/032020](https://doi.org/10.1088/1755-1315/170/3/032020).
- [24] J. Liao, X. Xie, H. Nemer, D. E. Claridge, and C. H. Culp, "A simplified methodology to optimize the cooling tower approach temperature control schedule in a cooling system," *Energy Convers. Manag.*, vol. 199, no. June, p. 111950, 2019, doi: [10.1016/j.enconman.2019.111950](https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.111950).
- [25] L. Jiang et al., "The effects of water droplet diameter distribution in the rain zone on the cooling capacity and water-splashing noise for natural draft wet cooling towers," *Int. J. Therm. Sci.*, vol. 164, no. August 2020, 2021, doi: [10.1016/j.ijthermalsci.2021.106875](https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2021.106875).
- [26] Z. Zhang, D. Zhang, Q. Han, F. Wu, M. Gao, and S. He, "Numerical simulation on the three kinds of water droplet diameter treatments in rain zone of wet cooling towers," *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 170, pp. 1–11, 2021.
- [27] D. Lyu, F. Sun, and Y. Zhao, "Impact mechanism of different fill layout patterns on the cooling performance of the wet cooling tower with water collecting devices," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 110, pp. 1389–1400, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.08.190>.
- [28] K. Chen, F. Sun, L. Zhang, X. Chen, and X. Zhang, "A sensitivity-coefficients method for

predicting thermal performance of natural draft wet cooling towers under crosswinds,” vol. 206, no. August 2021, 2022.

- [29] A. V Dmitriev, I. N. Madyshev, V. V Kharkov, O. S. Dmitrieva, and V. E. Zinurov, “Experimental investigation of fill pack impact on thermal-hydraulic performance of evaporative cooling tower,” *Therm. Sci. Eng. Prog.*, vol. 22, p. 100835, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2020.100835>.
- [30] C. Lee and Y. J. Wang, “A novel method to derive formulas for computing the wet-bulb temperature from relative humidity and air temperature,” *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, vol. 128, pp. 271–275, 2018, doi: [10.1016/j.measurement.2018.06.042](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.06.042).
- [31] R. Ramkumar and A. Ragupathy, “Optimization of cooling tower performance with different types of packings using Taguchi approach,” *J. Brazilian Soc. Mech. Sci. Eng.*, vol. 37, no. 3, pp. 929–936, 2015, doi: [10.1007/s40430-014-0216-1](https://doi.org/10.1007/s40430-014-0216-1).
- [32] H. Ma, L. Cai, F. Si, and J. Wang, “Exploratory research on annular-arranged moist media to improve cooling capacity of natural draft dry cooling tower and thermo-flow characteristics of its radiators,” *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 172, p. 121123, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2021.121123>.
- [33] K. Singh and R. Das, “An experimental and multi-objective optimization study of a forced draft cooling tower with different fills,” *Energy Convers. Manag.*, vol. 111, pp. 417–430, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.12.080>.
- [34] B. K. Naik, V. Choudhary, P. Muthukumar, and C. Somayaji, “Performance Assessment of a Counter Flow Cooling Tower - Unique Approach,” in *Energy Procedia*, 2017, vol. 109, no. November 2016, pp. 243–252. doi: [10.1016/j.egypro.2017.03.056](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.056).
- [35] H. Ma, L. Cai, and F. Si, “Numerical study on the effects of layout compactness of the annular-aligned moist media on thermo-hydraulic performance of an indirect dry cooling tower,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 213, p. 118649, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.118649>.

Konversi Energi Surya Menjadi Sistem Pendingin Menggunakan Photovoltaic dan Pendingin Termoelektrik yang Dipasang Paralel

Muhammad Isya Ramdhany¹⁾, Rifky^{2)*}

^{1,2)}Program Studi Fakultas Teknik Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

³⁾Jl Tanah Merdeka no.6 Rambutan Ciracas Jakarta Timur DKI Jakarta 13830

E-mail: rifky@uhamka.ac.id

Abstrak

Hasil konversi energi surya menjadi energi listrik oleh sistem fotovoltaik dapat dimanfaatkan untuk sistem pendingin. Sistem pendingin tersebut adalah perpaduan sistem fotovoltaik dengan sistem pendingin termoelektrik. Energi listrik yang dihasilkan sistem fotovoltaik diubah oleh pendingin termoelektrik menjadi perbedaan temperatur di kedua sisi-sisinya. Pada sisi panas termoelektrik akan dibuang panasnya sebanyak-banyaknya, agar sisi dinginnya dapat menyerap panas sebanyak mungkin. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan koefisien kinerja pendingin dan temperatur yang serendah mungkin dari ruang pendingin. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimental/percobaan. Sebelum dilakukan pengujian dan pengambilan data terlebih dahulu dibuat perangkat penelitian. Perangkat penelitian yang digunakan penelitian ini adalah satu rangka untuk panel surya dan satu rangka untuk pendingin. Rangka panel surya pada bagiannya atasnya diletakan sel surya sedangkan pada rangka pendingin diletakan ruang pendingin yang dindingnya dilapisi styrofoam, alumunium, styrofoam, dan triplek (dari bagian dalam keluar). Penelitian ini menggunakan modul termoelektrik tipe TEC-12706 dalam jumlah tiga buah dan diberi tiga kipas. Data yang diambil terdiri dari data intensitas cahaya matahari, kecepatan angin, temperatur lingkungan, kelembaban udara, temperatur sisi dingin dan temperatur sisi panas termoelektrik, arus dan tegangan listrik yang masuk ke termoelektrik dan temperatur ruang pendingin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien kinerja (CoP) ruang pendingin yang didapat adalah 1,33 dan temperatur terendah yang didapat pada ruang pendingin 22,2°C

Kata kunci: energi, radiasi, photovoltaic, termoelektrik, pendingin

1 PENDAHULUAN

Sejak dahulu energi termal surya telah dimanfaatkan manusia dalam kehidupannya untuk keperluan pengeringan hasil pertanian dan perikanan. Kemudian energi termal surya tersebut dikumpulkan dan terakumulasi oleh sistem terkonsentrasi sehingga dapat digunakan menjadi berbagai keperluan termasuk generator listrik. Konversi energi termal surya menjadi energi listrik melalui proses termal-mekanikal ini adalah konversi tidak langsung. Berkembangnya teknologi semikonduktor menghasilkan konversi langsung energi surya tepatnya energi cahayanya menjadi energi listrik melalui sistem sel surya atau sistem fotovoltaik. Sistem fotovoltaik ini adalah sistem konverter energi dengan metode paling populer dan dikenal luas untuk menghasilkan energi terbarukan dimana sistem ini mengubah cahaya surya menjadi tenaga listrik [1],[2]. Sistem fotovoltaik termasuk salah satu sistem pendukung penggunaan Energi Baru dan

Terbarukan (EBT). Teknologi energi baru dan terbarukan (EBT) jenis ini bebas dari polusi saat beroperasi, dapat meminimalisasi terjadinya pemasanan global, berkontribusi dalam menekan biaya operasional pembangkitan energi, memerlukan biaya perawatan dan pemeliharaan cenderung dapat diminimalkan, dan memiliki kerapatan daya keluaran tertinggi jika dibandingkan dengan jenis EBT lainnya.

Selain sistem fotovoltaik yang dapat mengubah energi cahaya menjadi energi listrik secara langsung, ada teknologi lain yang sama-sama berbasis teknologi material yang dapat mengkonversi energi termal menjadi energi listrik secara langsung, yaitu modul termoelektrik. Modul termoelektrik merupakan perangkat yang terdiri dari material termoelektrik. Modul termoelektrik memiliki kemampuan mengubah perbedaan temperatur antara kedua sisi-sisinya (sisi panas dan sisi dingin) menjadi tegangan listrik dan sebaliknya. Perangkat ini mampu mengubah tegangan listrik menjadi perbedaan temperatur yang dapat

dimanfaatkan sisi panasnya atau sisi dinginya. Oleh karena itu modul termoelektrik dapat berfungsi sebagai generator listrik, pompa kalor, atau sumber tenaga pendingin. Pendingin termoelektrik merupakan pengubah energi listrik menjadi penyerapan kalor dari sekitarnya [3]. Hal ini disebabkan modul termoelektrik pada pendingin termoelektrik dapat menyerap kalor pada sisi dinginya dan melepaskan kalor melalui sisi panasnya [4].

Melalui kedua perangkat di atas, yakni sistem fotovoltaik dan pendingin termoelektrik dapat dipadukan untuk memberi kontribusi bagi alternatif penggunaan EBT dan teknologi pendingin yang ramah lingkungan. Seperti diketahui bahwa ini sistem pendingin untuk pendingin ruangan menggunakan sistem pendingin konvensional. Cairan yang digunakan pada sistem pendingin tersebut adalah cairan refrigeran, dimana penggunaan cairan ini memiliki pengaruh terhadap kerusakan lingkungan. Cairan refrigeran memberikan sumbangsih bagi penipisan lapisan ozon dan meningkatkan pemanasan global [5].

Pemanasan global dapat mengakibatkan perubahan iklim dengan terjadinya peningkatan suhu permukaan bumi. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini menitikberatkan untuk pendingin ruangan berbasis termoelektrik yang memanfaatkan fotovoltaik sebagai sumber listrik dari energi surya sehingga menjadi alat yang ramah lingkungan.

2 DASAR TEORI

Panel surya atau yang disebut dengan *photovoltaic* merupakan salah satu perangkat converter energi dapat mengubah energi matahari menjadi tenaga listrik. Masukan daya listrik yang berasal dari intensitas cahaya matahari dapat dihitung besarnya dengan persamaan [3].

$$P_{in} = I_v \cdot A \quad (1)$$

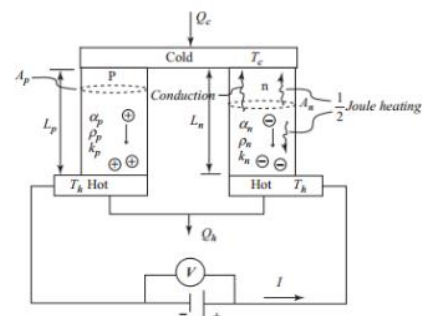
Sementara rumusan tegangan dan arus listrik menghasilkan persamaan daya listrik, dihitung dengan menggunakan persamaan [3].

$$P_{out} = V \cdot I \quad (2)$$

Beberapa besaran pada sistem fotovoltaik, diantaranya tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}), arus hubung singkat (I_{sc}), dan faktor pengisian (FF), yang ketiganya merupakan karakteristik eksternal yang dihasilkan oleh kinerja fotovoltaik [3]. Persamaan berikut digunakan sebagai besaran untuk menentukan efisiensi *photovoltaic*, dimana persentase dari jumlah daya keluaran maksimum yang dihasilkan oleh *photovoltaic* dibandingkan daya masukannya, yang dirumuskan berikut ini [8].

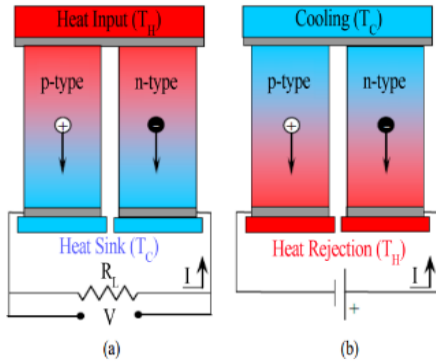
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (3)$$

Secara harfiah termoelektrik terikat fenomena termal dan listrik. Energi termal bisa berubah menjadi energi listrik karena adanya keterikatan dari termoelektrik secara langsung [3]. Pada perangkat termoelektrik ini mampu membantu pendinginan dengan menyelesaikan proses pendingin. Adapun gambar rangkaian listrik pendingin termoelektrik dapat diperlihatkan dibawah ini.



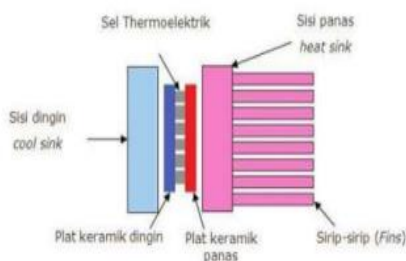
Gambar 1 Rangkaian listrik termoelektrik

Pada gambar 1 menjelaskan sebuah prinsip kerja rangkaian listrik pendingin termoelektrik yang memiliki dua tipe sel semikonduktor sisi rendah (p) dan sisi tinggi (n) bertujuan untuk meningkatkan elemen Peltier menjadi dingin [3]. Dari penggunaannya, modul termoelektrik dapat diklarifikasinya menjadi generator atau pembangkit listrik (TEG) dan sebagai pendingin atau pompa kalor (TEC). Perbedaan dari keduanya dibandingkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Aplikasi modul termoelektrik sebagai (a) generator listrik dengan prinsip efek Seebeck dan (b) pendingin atau pompa kalor dengan prinsip efek Peltier

Pada generator termoelektrik dan pendingin termoelektrik adalah dua fusi perangkat pada termoelektrik dimana keduanya berfungsi untuk mengurangi gradien temperatur yang digunakan [3]. *Thermoelectric generator* merupakan jenis pembangkit energi berdasarkan efek Seebeck yang pada dasarnya menyatakan bahwa jika dua bahan logam dihubungkan dalam ruang dengan perbedaan suhu arus listrik atau gaya gerak listrik akan mengalir melalui materialnya [9]. Sedangkan pada *Thermoelectric Cooler* memiliki dua sisi yang mengacu pada modul TEC yang menjadi bagiannya, satu sisi akan menjadi dingin dan sisi lainnya menjadi panas jika listrik 12V DC dialirkan [10]. Pada gambar 3 merupakan susunan dasar termoelektrik yang terdiri dari elemen-elemen Peltier dan Heatsink dapat ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 3 Susunan pendingin termoelektrik

Pada gambar diatas menjelaskan tentang komponen susunan pendingin termoelektrik, dimana pada bagian yang didinginkan dapat disambungkan ke sisi modul termoelektrik pendingin (elemen Peltier) secara langsung dan panas yang diperoleh sisi panas elemen Peltier

akan didistribusikan ke lingkungan udara luar baik secara konveksi ataupun melalui media lainnya [11], misalnya *heatsink* atau kipas. Pada perpindahan panas mempelajari tentang bagaimana energi ditransfer antara benda dan bahan sebagai akibat dari perubahan temperatur. Panas berpindah dari tempat atau material yang memiliki temperatur lebih tinggi menuju tempat atau material yang mempunyai temperatur yang lebih rendah.

Perpindahan panas dapat digunakan untuk mengamati perpindahan energi termal dari satu benda atau material ke benda atau material lain serta untuk memahami bagaimana hal ini terjadi [12]. Perpindahan panas yang terjadi pada sistem pendingin ruang berbasis pendingin termoelektrik terdiri dari mekanisme perpindahan panas konduksi dan perpindahan panas konveksi. Perpindahan panas konduksi terjadi karena pelat alumunium yang menyerap panas ke arah panas sistem termoelektrik (rangkaiannya modul termoelektrik) dan panas pada sisi dingin termoelektrik yang diserap heatsink dari ruang pendingin. Panas konduksi adalah panas yang dipindahkan melalui padatan, dimana panas yang dihasilkan tidak diikuti oleh perpindahan partikel [4]. Adapun rumusan mencari hitungan perpindahan konduksi melalui persamaan berikut.

$$q = -k \times h \frac{\partial T}{\partial x} \tag{4}$$

Sementara perpindahan panas konveksi terjadi diantara sirip-sirip *heatsink* yang masuk ke ruang pendingin. Pada persamaan perpindahan panas secara konveksi yang dibuat dengan hukum pendinginan Newton dengan menggunakan perumusan berikut [3].

$$H = h A \Delta T \tag{5}$$

Pada perpindahan konveksi terdapat bilangan tak berdimensi yang terdiri dari Bilangan Prandtl (Pr), Bilangan Nusselt (Nu), Bilangan Grashof (Gr), dan Bilangan Rayleigh dapat dihitung dengan persamaan berikut [3].

$$Nu_x = \frac{hx}{k} \tag{6}$$

$$Gr_x = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_W - T_{\infty}) x^3}{\nu^2} \quad (7)$$

$$T_f = \frac{T_W + T_{\infty}}{2} \quad (8)$$

$$Ra = GrPr \quad (9)$$

Sementara untuk mencari perumusan konveksi bebas (alami) dapat digunakan dengan rumusan berikut [3].

$$\overline{Nu} = 0,68 + \frac{0,670Ra^{1/4}}{[1 + (\frac{0,492}{Pr})^9]^{1/4}} \quad \text{Untuk } Ra_L < 10^9 \quad (10)$$

$$\overline{Nu}^{1/2} = 0,825 + \frac{0,387Ra^{1/6}}{[1 + (\frac{0,492}{Pr})^9]^{1/4}} \quad \text{untuk } 10^{-1} < Ra_L < 10^{12} \quad (11)$$

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan panas yang disebabkan oleh pancaran gelombang elektromagnetik dalam bentuk sinar atau radiasi [4] dari sumber radiator bertemperatur tinggi. Besarnya perpindahan panas radiasi dapat dihitung dengan persamaan berikut [13].

$$q_{emitted} = \sigma AT^4 \quad (12)$$

Panas yang hilang merupakan salah nilai panas yang beralih dari pendingin ruangan ke lingkungan atau yang disebut kalor hilang. Kalor hilang pada sistem pendingin dihitung menggunakan prinsip perpindahan panas konduksi pada dinding datar dengan beberapa lapisan material pada dinding yang dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q = \frac{T_{lingkungan} - T_{ruang pendingin}}{\left(\frac{\Delta x}{k_A}\right)_{styrofoam} + \left(\frac{\Delta x}{k_A}\right)_{Aluminium} + \left(\frac{\Delta x}{k_A}\right)_{styrofoam} + \left(\frac{\Delta x}{k_A}\right)_{Triplek}} \quad (13)$$

Pada perpindahan panas memiliki beban panas transmisi atau kalor transmisi akibat dari terjadinya perpindahan panas konduksi dan konveksi dalam ruang pendingin dan melintasi seluruh dinding pendingin hingga ke luar ruang pendingin. Untuk menghitung beban kalor transmisi digunakan persamaan dibawah ini.

$$q = U \cdot A \cdot \Delta T \quad (14)$$

Adapun untuk menentukan koefisien perpindahan panas menyeluruh pada dinding pendingin dan penutup pendingin dipakai persamaan berikut.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{in}} + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \dots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + \frac{1}{h_{out}}} \quad (15)$$

Sistem pendingin berfungsi sebagai penjaga temperatur atau mempertahankan temperatur dalam keadaan yang diinginkan dalam kondisi dingin. Kebutuhan pendingin udara dan ruangan harus menyediakan mesin pendingin yang digerakan oleh listrik dan termal [3],[14]. Pada penelitian ini sistem pendingin berupa kotak pendingin yang menggunakan sistem termoelektrik sebagai sumber pendingin. Tenaga listrik yang dibutuhkan sistem ditransferkan ke sistem *Thermoelectric Cooler* yang dipasang dari hasil konversi energi cahaya surya menjadi listrik dan ditransformasi oleh generator PV.

Prinsip kerja sistem pendingin berbasis pendingin termoelektrik berawal pada arus DC yang dialirkan ke elemen Peltier dengan beberapa rangkaian semikonduktor yang menyebabkan elemen Peltier menjadi sistem pendingin [4]. Koefisien kinerja CoP merupakan rasio koefisien pemanasan atau pendinginan yang ditawarkan untuk persyaratan kinerja Peltier dalam aplikasi pendingin termoelektrik [14]. Untuk menentukan perhitungan kinerja pendingin ditentukan dengan persamaan berikut [3].

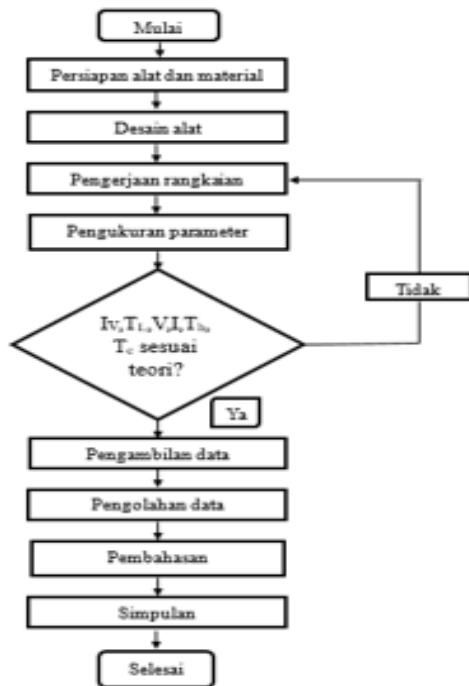
$$CoP = \frac{q_c}{P_{in}} \quad (16)$$

3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimental yang lebih dulu dilakukan perancangan alat penelitian. Material yang digunakan yaitu plat aluminium, *styrofoam* dan triplek sebagai isolator. Rangka sel surya menggunakan bahan baja untuk meletakkan panel surya, sementara rangka dengan kotak pendingin menggunakan material baja yang didalam dindingnya dilapisi dengan *styrofoam*, aluminium dan pada bagian luar dilapisi dengan *styrofoam* dan triplek. Sebelum dilakukan uji coba (eksperimen) dengan mengamati hasil pengukuran variabel masukan dengan variabel keluaran, maka sistem pendingin dirangkai lebih dulu. Perangkaian sistem fotovoltaiik, sistem pendingin termoelektrik, dan ruang pendingin (kotak pendingin). Sistem modul pendingin termoelektrik terdiri dari tiga modul

termoelektrik yang dilekatkan *heatsink* baik sisi panas maupun sisi dinginnya dan diantara celahnya (ukuran modul termoelektrik lebih kecil *heatsink*, sehingga ada celah) diselipkan isolator *styrofoam*. Untuk memperbesar pembuangan panas pada sisi panas sistem termoelektrik, maka dipasangkan kipas. Setelah sistem pendingin beserta kotak pendingin selesai disusun, maka dilanjutkan dengan menggabungkannya dengan fotovoltaiik.

Metodologi penelitian yang digunakan penelitian ini skemanya digambarkan pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4 Diagram alir penelitian

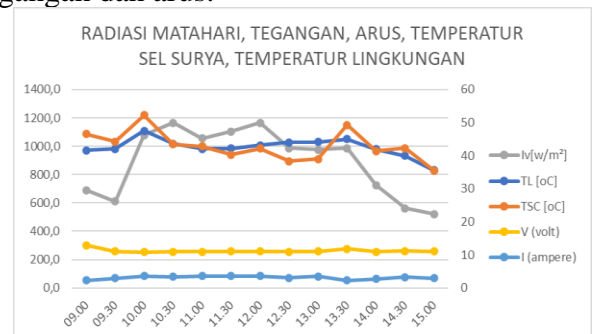
Pengamatan dan pengukuran terhadap variabel data masukan dan data luaran yang dihasilkan dilakukan dengan teliti sekaligus dilakukan korelasinya untuk mengetahui validitas dan reabilitas data. Data masukan sistem pendingin yang diperoleh adalah intensitas radiasi surya, kelembaban udara, temperatur (lingkungan, sisi atas dan sisi bawah panel surya, sisi panas termoelektrik, sisi dingin termoelektrik, *heatsink*), sementara data luaran yang didapat adalah temperatur ruang pendingin baik temperatur sisi-sisi dalam semua dinding kotak pendingin maupun temperatur tengah ruang kotak pendingin.

Pemeriksaan pada komponen yang sudah disiapkan dan sambungan antar komponen lainnya adalah kegiatan untuk persiapan

pengambilan data yang sesungguhnya. Pada saat pengambilan data alat yang sedang digunakan dan diukur dicatat hasilnya. Setelah semua data sudah didapat kemudian dilakukan pengolahan data.

4 TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Seperti yang sudah diulas diatas, pada sistem pendingin kotak pendingin berbasis pendingin termoelektrik ini keadaan panel surya sebagai perangkat yang menyediakan energi listrik untuk sistem. Sebagaimana diketahui bahwa pada sistem sel surya dalam mengoperasikan proses konversi energi dimana relasi antara masukan energi dan yang menghasilkan keluaran energi dipengaruhi banyak faktor (sebagai variabel control atau variabel moderator) yang salah satunya ialah temperatur. Gambar 5 memperlihatkan adanya relasi radiasi matahari, temperatur sel surya, temperatur lingkungan, tegangan dan arus.

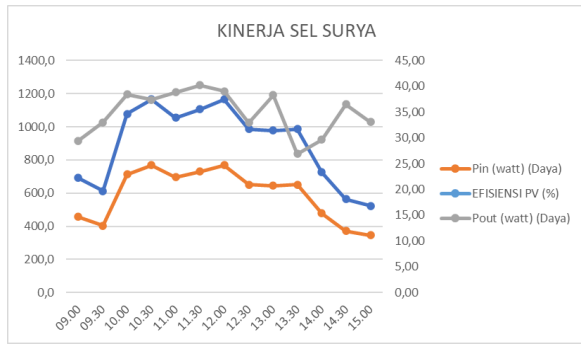


Gambar 5 Radiasi matahari, tegangan, arus, temperatur sel surya, temperatur lingkungan

Pada Gambar 5, terlihat intensitas matahari meningkat saat tengah hari (pukul 10.00 – 12.00) dan menurun setelahnya. Pola intensitas cahaya matahari cenderung sesuai dengan pola grafik temperatur lingkungan. Hal ini berarti kondisi cuaca cukup mendukung saat pengambilan data. Demikian pula halnya dengan temperatur permukaan panel surya. Luaran dari sel surya adalah tegangan listrik dan arus listrik yang cenderung konstan. Namun, secara umum antara intensitas cahaya matahari dengan tegangan listrik dan arus listrik memiliki pola kecenderungan yang sesuai. Intensitas cahaya matahari berkorelasi linier dengan tegangan dan arus yang dihasilkan sel surya [3].

Untuk kinerja sel surya juga menghasilkan pengukuran besaran masukan dan besaran luaran

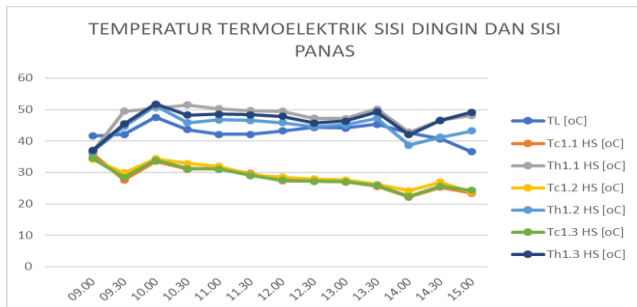
secara lengkap dapat diperlihatkan pada Gambar 6 dibawah ini



Gambar 6 Daya (p_{in},p_{out}) sel surya, efisiensi sel Surya

Pada Gambar 6 di atas memperlihatkan bahwa intensitas cahaya matahari yang diterima sel surya yang memberikan daya masukan, sehingga hasil konversinya adalah daya luaran memiliki pola grafik yang sesuai. Demikian pula dengan efisiensi, dimana efisiensi dipengaruhi oleh daya luaran dan daya masukan [3].

Tenaga listrik dari panel surya yang diterima rangkaian sistem modul pendingin termoelektrik mengakibatkan perbedaan temperatur antara sisi panas dan sisi dingin setiap modul termoelektrik. Adapun temperatur yang dapat dicapai sisi-sisi panas dan sisi-sisi dingin setiap modul termoelektrik diperlihatkan pada Gambar 7 dibawah ini.

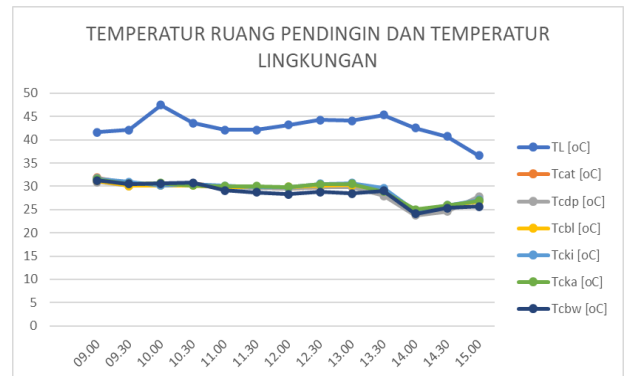


Gambar 7 Temperatur pada sistem termoelektrik (paralel)

Pada Gambar 7 di atas menunjukkan bahwa tidak ada kesesuaian dalam pola grafik temperatur lingkungan dengan temperatur sisi panas dan sisi dingin semua pasangan TEC-heatsink. Hal ini dapat dijelaskan bahwa sistem pendingin tidak dipengaruhi panas dari luar atau sangat kecil pengaruh panas luar terhadap ruang pendingin. Semua temperatur cenderung memiliki harga temperatur yang seragam.

Kondisi ini disebabkan temperatur sisi dingin hanya dipengaruhi oleh pasokan daya listrik yang masuk ke termoelektrik [3].

Sisi dingin setiap modul termoelektrik menyerap kalor dari ruang pendingin. Melalui heatsink yang menempel proses penyerapan kalor diperbesar distribusinya. Sementara kalor yang merambat pada materian modul termoelektrik secara konduksi dan kalor dibuang ke udara luar melalui sisi panas setiap modul termoelektrik. Heatsink mendistribusikan buangan kalor tersebut, sedangkan kipas memperbesar proses pembuangan kalor. Adanya kipas yang membuang kalor sebanyak-banyaknya, maka efeknya adalah semakin besar kalor yang dapat dihisap atau diserap dari ruang pendingin, sehingga ruang kotak pendingin menjadi semakin dingin. Temperatur yang dicapai sisi-sisi dinding ruang dan ruang tengah kotak pendingin yang dibandingkan dengan temperatur lingkungan ditunjukkan pada Gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8 Temperatur ruang pendingin dan temperatur lingkungan

Pada Gambar diatas diperlihatkan bahwa temperatur semua sisi-sisi dalam sistem pendingin memiliki nilai yang cenerung homogen. Hal ini dapat dijelaskan bahwa temperatur ruang pendingin pada sisi-sisi dalamnya hanya dipengaruhi oleh temperatur sisi-sisi dingin termoelektrik yang distribusinya dibantu oleh heatsink.

Sementara pengubahan energi dalam ruang pendingin kotak pendingin, baik perpindahan panas konduksi dan perpindahan panas konveksi maupun penyerapan kalor pada sisi-sisi dingin semua modul termoelektrik sampai penentuan kinerja sistem diuraikan melalui perhitungan

terlebih dahulu [3] yang hasilnya adalah sebagai berikut:

1. Besar kalor yang hilang dari ruang pendingin ke lingkungan melalui kelima dinding ruang pendingin adalah:
 $Q = 73,467 \text{ W}$, dengan rata-rata kalor yang hilang setiap proses adalah $5,651 \text{ W}$.
2. Beban transmisi, ruang pendingin, yakni akibat adanya perpindahan kalor konduksi dan konveksi, sebesar:
 $Q_{\text{transmisi}} = 530,71 \text{ W}$, dengan rata-rata kalor yang di trasmisi ke dinding dari waktu ke waktu adalah $40,824 \text{ W}$.
3. Koefisien kinerja (CoP) sistem pendingin sebesar:
 $1,33$.

5 SIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian sistem pendingin pada kotak pendingin berbasis pendingin termoelektrik yang sudah dilakukan, bahwa temperatur yang dicapai ruang pendingin terendah sebesar $22,2 \text{ }^\circ\text{C}$ dengan koefisien kinerja pendingin (CoP) yang diperoleh sistem pendingin sebesar $1,33$.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] J. Hu, W. Chen, D. Yang, B. Zhao, H. Song, and B. Ge, "Energy performance of ETFE cushion roof integrated photovoltaic/thermal system on hot and cold days," *Appl. Energy*, vol. 173, pp. 40–51, 2016, doi: 10.1016/j.apenergy.2016.03.111.
- [2] Y. H. Yau and K. S. Lim, "Energy analysis of green office buildings in the tropics - Photovoltaic system," *Energy Build.*, vol. 126, pp. 177–193, 2016, doi: 10.1016/j.enbuild.2016.05.010.
- [3] R. Rifky and Y. Sirodz, "Pengembangan Model Pendingin Kabin City Car Bertenaga Surya Menggunakan Photovoltaics (PV) dan Thermoelectric (TEC)," *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister ...*, vol. 10, no. 1, pp. 34–40, 2020, [Online]. Available: <http://103.75.102.195/index.php/teknobiz/article/view/1359>.
- [4] Rifky and O. Heriyani, "Car Cabin Cooling System Using Solar Energy," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012055, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012055.
- [5] D. I. Saputra and A. Aziz, "Analisa Perpindahan Panas Kotak Pemanas Dan Pendingin Yang Menggunakan Modul Termoelektrik Sebagai Sumber Kalor," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 18, no. 1, p. 32, 2019, doi: 10.31258/jst.v18.n1.p32-37.
- [6] M. I. Rafiq, "Analisa Aliran Kalor Pada Sistem Pendingin Menggunakan Modul Termoelektrik Cooler Dengan Tipe Silinder," p. 6, 2021.
- [7] R. Harahap and Suherman, "Sistem Pendinginan Aktif Versus Pasif DiMeningkatkan Output Panel Surya," *J. Sain, Energi, Teknol. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 79–87, 2021.
- [8] Hendri, "Pengujian dan perhitungan beban panas pada kotak pendingin yang menggunakan elemen pendingin termoelektrik dengan sumber energi surya," 2015.
- [9] Rifky, A. Fikri, and M. Mujirudin, "Roofs and Walls of Buildings as a Media for Converting Solar Thermal Energy into Electrical Energy," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 1, 2021, doi: 10.21070/pels.v1i1.793.
- [10] W. K. Li, J. H. Chang, M. Amani, T. F. Yang, and W. M. Yan, "Experimental study on transient supercooling of two-stage thermoelectric cooler," *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 14, no. May, p. 100509, 2019, doi: 10.1016/j.csite.2019.100509.
- [11] J. S. Sumbodo, M. R. Kirom, and P. Pangaribuan, "Efektivitas Pendingin Menggunakan Termoelektrik pada Panel Surya Effectiveness of Thermoelectric Cooling on Solar Panel," vol. 5, no. 3, pp. 3895–3902, 2018.
- [12] A. T. Agus Salim and B. Indarto, "Studi Eksperimental Karakterisasi Elemen Termoelektrik Peltier Tipe TEC," *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng.)*, vol. 3, no. 1, pp. 179–182, 2018, doi: 10.32486/jeecae.v3i1.211.
- [13] A. Walujodjati, "Perpindahan Panas Konveksi Paksa," *J. Ilm. MOMENTUM*, vol. 2, no. 2, pp. 21–24, 2006.
- [14] A. R. P. Wahyudi, "Sistem Pendingin Thermo Electric Cooler (Tec) Berbasis Tenaga Surya," *J. Pembang. Wil. Kota*, no. 3, pp. 82–91, 2018.