

Penentuan Kerapatan Cahaya Pada Sistem VLC (*Visible Light Communication*)

Agung Pambudi^{1)*}, Emilia Roza²⁾, & Kun Fayakun³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Jalan Tanah Merdeka No. 6, Kp Rambutan, Jakarta 13830

Telp No: +62-21-840 0341; Fax No: +62 21 841 1531

E-mail : agungzupat@gmail.com, emilia_roza@uhamka.ac.id, kun_fayakun@uhamka.ac.id

Abstrak – Pada penelitian ini membuat prototype implementasi dari sistem VLC untuk mendapatkan standar kerapatan cahaya dan standar koefisien redaman. VLC adalah sistem komunikasi dengan memanfaatkan cahaya dari LED. Pada sistem komunikasi terbagi menjadi dua yaitu transmittter dan receiver. Transmittter pada penelitian ini menggunakan LED CREE dengan 3 daya yaitu 3watt, 5watt dan 10watt. Receiver pada penelitian menggunakan sel surya dengan kemampuan tegangan output 5v dan arus 200mA. Pengambilan data dengan 5 variasi ketinggian LED dan 10 variasi sudut untuk meletakkan sel surya. Hasil dari data didapatkan tabel akhir yang didalamnya terdapat persamaan eksponensial untuk mendapatkan kerapatan cahaya dengan memasukan besar sudut dan terdapat koefisien redaman cahaya. Tabel akhir dari penelitian ini dapat sebagai referensi dalam membuat sistem VLC.

Kata kunci: Sistem VLC 1, LED CREE 2, Sel Surya 3.

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada saat ini LED (*Dight Emtting Diode*) adalah alat penerangan yang banyak digunakan oleh masyarakat karena memiliki banyak kelebihan seperti menghemat listrik karena beroperasi pada tegangan rendah, ramah lingkungan dan tahan lebih lama [1], tidak hanya itu LED mampu menyala dan mati dalam waktu nano detik yang tidak kelihatan oleh mata. Dari kelebihan itu LED di manfaatkan sebagai media *transmitter* pada sistem VLC (*Visible Light Communication*)[2].

Pada sistem VLC menggunakan sinyal dalam rentang frekuensi cahaya yang terlihat (300nm hingga 700nm). Penggunaan spektrum cahaya yang terlihat memungkinkan penggunaan Pita frekuensi 400THz. Karena gelombang cahaya tidak dapat menembus dinding dan tidak dapat ditangkap oleh siapa pun di luar sehingga informasi aman menjadi kelebihan dari sistem tersebut [3].

Salah satu model LED adalah LED CREE. LED CREE adalah LED yang memiliki nilai lumen yang tinggi menggunakan lensa sferis dimana lensa yang berbentuk setengah bola tersebut dapat merefleksikan cahaya menjadi menyebar sehingga tepat untuk transmitter pada sistem VLC[4]. LED dengan intensitas cahaya yang tinggi akan membuat sinyal yang baik [5].

VLC (*Visible Light Communication*) merupakan teknologi komunikasi yang memanfaatkan pancaran cahaya tampak dari LED, yang sedang di kembangkan menjadi sistem komunikasi *Li-Fi*. Pada penelitian yang di lakukan oleh Arsyad Ramadhan dan tim dari Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional yang berjudul Implementasi *Visible Light Communication* (VLC) pada Sistem Komunikasi [6]. Melakukan perbandingan sinyal *output* dari sel surya dan photodiode sebagai media *receiver*. Pada jurnal menampilkan 2 gambar hasil pembacaan dari oscilloscope dapat dilihat sinyal *output* dari sel surya lebih bagus dibandingkan dengan *output* dari photodiode. karena sel surya memiliki penampang yang lebih luas dibandingkan dengan photodiode. Jadi cahaya yang terurai dapat diterima semua oleh sel surya. Dibandingkan dengan photodiode yang susah untuk memfokuskan cahaya yang dikirim oleh *transmitter*, jadi sel surya lebih baik digunakan sebagai sensor cahaya di bandingkan photodiode pada kondisi cahaya yang terurai. Hasil yang didapat bahwa sel surya lebih baik digunakan sebagai *receiver* atau sensor cahaya dibandingkan photodiode.

Pada tahun 2017 terdapat penelitian dengan judul Implementasi *Visible Light Communication* untuk Pengiriman Sinyal Audio Gitar Akustik Elektrik [5]. Pada penelitian ini menggunakan satu model LED sebagai *transmitter* dan sel surya sebagai *receiver*nya.

Mendapatkan nilai gain rata-rata sistem keseluruhan dengan kondisi jarak 20-140 cm sebesar 16.57 dB. Semakin jauh jarak antara *transmitter* dan *receiver* semakin kecil nilai gain pada sistem keseluruhan. Semakin jauh jarak antara *transmitter* dan *receiver* semakin kecil nilai intensitas cahaya LED. Dari hasil penelitiannya terdapat saran yaitu gunakan LED dengan intensitas cahaya yang besar agar pengiriman sinyal baik.

Dari penelitian sebelumnya dan membaca beberapa referensi penulis akan membuat penelitian dengan menggunakan 3 LED CREE yang memiliki daya berbeda untuk mengetahui kerapatan cahaya dan koefisien redaman cahayanya pada sistem *Visible Light Communication*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka di dapatkannya rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kerapatan cahaya yang di pancarkan LED pada sistem *Visible Light Communication*?
2. Bagaimana redaman cahaya pada sistem *Visible Light Communication*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan adalah :

1. Membuat *prototype* implementasi dari sistem *Visible Light Communication*.
2. Menentukan kerapatan cahaya yang ingin dicapai pada sistem *Visible Light Communication*.
3. Menentukan koefisien redaman cahaya pada sistem *Visible Light Communication*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang di lakukan dalam perancangan antara lain :

1. Sistem komunikasi hanya satu arah.
2. Data yang dikirimkan yaitu sinyal audio.
3. Menggunakan 3 LED CREE yang berbeda dengan daya 3watt, 5watt dan 10 watt berwarna putih sebagai media *transmitter*.
4. Penguat yang digunakan ada 2 yaitu modul PAM8403 sebagai penguat pada *transmitter* dan modul TDA2003 sebagai penguat pada *receiver*
5. Menggunakan sel surya dengan menghasilkan tegangan 5v dan arus 200mA.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat adalah :

1. Cahaya tampak dari LED bisa dimanfaatkan sebagai media *transmitter*.
2. Mendapatkan nilai kerapatan cahaya pada sistem *visible light communication*.

3. Mendapatkan nilai koefisien redaman cahaya pada sistem *visible light communication*.

2 Teori

2.1 Visible Light Communication

Visible Light Communication (VLC) mengacu pada teknologi komunikasi yang memanfaatkan sumber cahaya dengan gelombang tampak sebagai *transmitter*, udara sebagai media transmisi, dan *photodetector* sebagai *receiver* [7]. Perkembangan VLC bisa dibilang cukup cepat dibandingkan dengan teknologi yang lain. Hal ini diakibatkan sejak ditemukannya LED. Pada kasus ini LED memiliki dua fungsi yaitu sebagai penerangan dan sebagai media transmisi. LED dapat menjadi media transmisi karena kemampuan switch dengan kecepatan tinggi sehingga dapat membuat sinyal digital atau 1 dan 0 [8].

Ketika LED berfungsi sebagai *transmitter* maka komponen *photodetector* seperti photodiode dan sel surya dapat berfungsi sebagai *receiver*. Pada penelitian ini menggunakan sel surya. Berdasarkan penelitian sebelumnya sel surya baik digunakan sebagai *photodetector* pada sistem VLC karena dapat menangkap cahaya yang luas. Sel surya akan merubah kedipan LED menjadi sebuah sinyal.

2.2 Light Emitting Diode

Light Emitting Diode (LED) adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya dari perubahan energi listrik [1] dan mengalirkan arus listrik satu arah. Arus listrik hanya mengalir kalau tegangan positif dihubungkan ke kaki yang disebut anode dan tegangan negatif dihubungkan ke kaki yang dinamakan katode.

LED terdiri dari chip semikonduktor yang didoping, sehingga menciptakan sambungan antara bagian P dan bagian N. Sama seperti dioda yang lain LED bekerja dengan arus searah tidak sebaliknya. Ketika LED dialiri tegangan maju yaitu dari Anoda (P) menuju Katoda (N), kelebihan elektron pada N-type material akan berpindah ke wilayah yang memiliki lubang lebih banyak yaitu pada wilayah bermuatan positif (P-type material). Saat elektron bertemu dengan hole akan melepaskan proton dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna). Warna cahaya yang di hasilkan oleh LED sesuai dengan bahan dasar dari LED itu sendiri. LED yang memancarkan cahaya ketika dialiri tegangan maju ini juga dapat digolongkan sebagai Transduser yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi cahaya.

LED memiliki beberapa kelebihan yang di manfaatkan untuk penelitian ini yaitu kemampuan *switch* yang sangat cepat dan tidak terlihat oleh

mata. *Switch* atau mati dan hidup yang sangat cepat dapat membuat sinyal digital sehingga LED dapat di jadikan sebagai *transmitter*.

2.3 Sel Surya

Sel Surya merupakan suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic[9]. Efek *photovoltaic* adalah proses dimana menghasilkan tegangan listrik karena adanya hubungan kontak dua buah elektroda dan memiliki dua sistem dengan menggunakan yang padat atau yang cair saat mendapatkan energi cahaya.

Pada penelitian ini sel surya berfungsi menangkap cahaya yang di hasilkan oleh LED. Sel surya akan merubah cahaya menjadi sebuah sinyal analog dengan memanfaatkan efek *photovoltaic*. Kemudian sinyal akan masuk kerangkaian *amplifier*[2].

2.4 Audio Amplifier

Audio Power amplifier berfungsi sebagai penguat sinyal audio atau suara. Sinyal audio yang diperkuat berasal dari sumber-sumber sinyal yang masih kecil sehingga dapat menggetarkan membran speaker dengan level tertentu sesuai kebutuha [5]. Banyak jenis ic audio *amplifier* yang dapat digunakan. Ic audio *amplifier* di bagi menjadi beberapa kelas ada kelas A,AB,B,D ,H. Dibawah merupakan salah dua dari audio *amplifier*, sebagai berikut:

2.4.1 Modul PAM8403

Modul PAM8403 merupakan modul audio *amplifier* kelas D. Dapat dilihat pada gambar 2-3 bahwa modul tidak dapat diatur sinyal *output* nya. Modul secara otomatis akan memaksimalkan sinyal *output*nya.

Fitur dari PAM8403 yang di jelaskan pada datasheet yaitu *amplifier* kelas D dengan penguat audio 3w, tidak lagi memerlukan filter, bekerja pada THD+N rendah sehingga mencapai reproduksi audio berkualitas tinggi, tegangan input maksimum 0,3 volt dan bekerja pada tegangan maksimum 6,6 volt [10].

2.4.2 Modul TDA 2003

TDA 2003 adalah audio *amplifier* yang dirancang untuk menggerakkan beban berimpedansi rendah [11]. Pada gambar 2-4 terlihat bahwa sinyal *output* dari modul TDA 2003 dapat diatur dengan memutar pontesionya. Sehingga ketika langsung disambungkan dengan speaker pasif bisa kita atur volumenya.

Fitur dari TDA2003 yang di paparkan pada datasheet meliputi *amplifier* kelas AB dengan penguatan 20 watt, hanya membutuhkan komponen eksternal yang sedikit, memiliki perlindungan terhadap

lonjakan tegangan hingga 40 volt, bekerja pada tegangan 8 vot -18 volt (Unisonic technologies co., ltd 4051,2005).

2.5 Baterai

Baterai adalah benda yang menghasilkan sumber energi. Baterai merubah energi kimia menjadi energy listrik [13].Baterai memiliki dua jenis yaitu jenis primer (sekali pakai) dan jenis sekunder.Pada gambar 2-5 adalah contoh baterai li-ion yang dapat di isi ulang atau di pakai kembali dan juga memiliki ukuran yang kecil.

Perbedaan baterai isi ulang dan sekali pakai terdapat pada material kimia penyusunnya. Pada baterai isi ulang material kimianya dapat mengalir terbalik pada saat di isi ulang. Jika baterai dalam keadaan normal maka sama saja dengan baterai sekali pakai yaitu elektron akan mengalir dari kutub negatif ke kutub positif. Pada ssat di disi ulang material baterai sekunder dapat merubah elektron dari kutub positif ke kutub negatif dan terjadi pengisian muatan.

2.6 Modul Step Up

Modul XL6019 adalah salah satu regulator yang termasuk jenis operasi boost konverter, yaitu membuat tegangan *output* lebih tinggi dari tegangan *input* atau sering dibilang modul [13]. Cara menggunakan modul ini dengan mengatur potensio dan dengan menggunakan volt meter atau multimeter untuk mengetahui tengangan *output*.

Fitur dari ic XL6009 yang di jelaskan pada datasheet memiliki tegangan input 5 volt – 32 volt. Kemampuan menaikan tegangan *output* hingga 60 volt dengan tegangan feedback 1,2 volt dan efisiensi hingga 94%. Ic XL6009 dapat mengeluarkan arus sebesar 4 Ampere [14].

2.7 Modul Step Down

Modul LM2596 adalah salah satu regulator penurun tegangan yaitu tegangan *input* lebih besar dari tegangan *output* atau sering dibilang modul *step down*[15]. Potensio yang terdapat pada modul berfungsi sebagai pengatur tegangan *output* dengan menggunakan volt meter atau multimeter untuk menentukan tegangan yang diinginkan.

Fitur pada ic LM2596 sesuai yang dipaparkan didalam datasheet tegangan input maksimal 40 volt. Tegangan *output* yang dapat diturunkan memiliki range 1,2 volt – 37 volt dengan 4% max over line. Pada ic ini dapat menghasilkan arus sebesar 3 ampere [16].

2.8 Gain Amplifier

Gain *amplifier* merupakan seberapa besar penguat menguatkan sinyal input [17]. Dalam perhitungannya

bisa menggunakan power, tegangan, atau arus. Persamaan 2.1 adalah persamaan dengan menggunakan tegangan dalam satuan desibel (dB), sebagai berikut:

$$\text{Gain (dB)} = 20 \log \left(\frac{V_{out}}{V_{in}} \right) \quad (2.1)$$

Dimana :

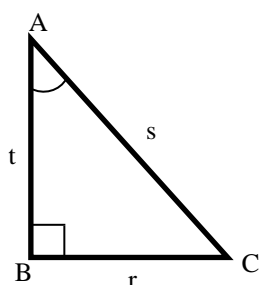
Gain (dB) = besarnya penguatan dengan satuan decibel

V_{out} = tegangan yang keluar (volt)

V_{in} = tegangan yang masuk (volt)

2.9 Fungsi Trigonometri dari Sudut Lancip

Fungsi Trigonometri dari Sudut Lancip merupakan fungsi yang menggunakan sudut lancip untuk mendapatkan panjang sisi segitiga siku-siku (Frank Ayres, Jr. & Robert E. Moyer, 2004). fungsi trigonometri sudut lancip dapat didefinisikan dari gambar 2- 1 dalam bentuk persamaan-persamaan , sebagai berikut :



Gambar 2- 1Segitiga Siku-siku

$$\cos A = \frac{t}{s} \quad (2.2)$$

$$\sin A = \frac{r}{s} \quad (2.3)$$

$$\tan A = \frac{r}{t} \quad (2.4)$$

Dimana :

$\cos A$ = cosinus pada sudut A

$\sin A$ = sinus pada sudut A

$\tan A$ = tangen pada sudut A

t = tinggi dari segitiga (m)

r = alas dari segitiga (m)

s = sisi miring dari segitiga (m)

2.10 Volume Kerucut

Kerucut adalah salah satu bangun ruang yang bentuk alas dan atapnya berbeda (Syahbana,2013) Besar volume kerucut merupakan 1/3 dari volume tabung. Sehingga volume kerucut dengan rumus pada persamaan 2.5, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 1/3 \text{Luas alas} \times \text{tinggi} \\ &= 1/3 \text{Luas lingkaran} \times \text{tinggi} \\ &= 1/3 \pi r^2 t \end{aligned} \quad (2.5)$$

Dimana :

π = konstanta lingkaran dengan nilai 3,14

r = jari-jari dari kerucut (m)

t = tinggi dari kerucut (m)

2.11 Redaman

Redaman merupakan rugi-rugi yang terjadi dalam proses telekomunikasi [20]. Redaman terjadi karena sinyal yang di kirimkan lebih besar dari pada yang di terima. Adapun rumus redaman pada persamaan (2.6), sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{20}{L} \log (V_{out} / V_{in}) \quad (2.6)$$

Dimana :

α = redaman (dB/m)

L = jarak pancaran (m)

V_{out} = tegangan keluar (volt)

V_{in} = tegangan masuk (volt)

2.12 Regresi Linier Sederhana

Regresi merupakan suatu metode statistik yang mengamati hubungan antar variabel terikat Y dengan variabel bebas X. Regresi linier sederhana adalah model regresi yang paling sederhana mencarinya karena hanya memiliki satu variabel bebas X [21]. Persamaan regresi linier sederhana terdapat pada persamaan (2.7), sebagai berikut:

$$Y = A + BX \quad (2.7)$$

Dimana :

Y = variable terikat

A = *intercept*

B = *slope*

X = variable bebas

A dan B adalah koefisien regresi yang dapat di cari dengan persamaan berikut:

$$B = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (2.8)$$

$$A = \frac{\sum Y - B(\sum X)}{n} \quad (2.9)$$

2.13 Regresi Ekponensial

Regresi eksponensial merupakan perkembangan dari persamaan linier sederhana [22]. Bentuk umum model persamaan regresi eksponensial terdapat pada persamaan (2.10), sebagai berikut:

$$y = ae^{bx} \quad (2.10)$$

Dimana:

y = variable terikat

x = variable bebas

a, b = koefisien

Dalam pencarian persamaan regresi eksponensial persamaan (2.10) dapat di formulasikan menjadi persamaan linier dengan fungsi (ln), sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ln y &= \ln ae^{bx} \\ \ln y &= \ln a + \ln e^{bx} \\ \ln y &= \ln a + bx \end{aligned} \quad (2.11)$$

persamaan (2.11) dapat di transformasikan dengan persamaan (2.7) sebagai berikut:

Dimana :

$\ln y = Y$

$\ln a = A$

$b = B$

$X = X$

Sehingga dalam pencarian persamaan regresi eksponensial dapat menggunakan persamaan (2.8) dan (2.9).

2.14 Koefisien Redaman

Dalam sebuah sistem komunikasi pasti terdapat redaman. Secara umum redaman dipengaruhi oleh koefisien redaman, jarak serta daya yang digunakan [20]. Adapun rumusnya pada persamaan (2.12), sebagai berikut:

$$P_{out} = P_{in} e^{-\alpha L} \quad (2.12)$$

Dimana :

P_{out} = daya output (watt)

P_{in} = daya input (watt)

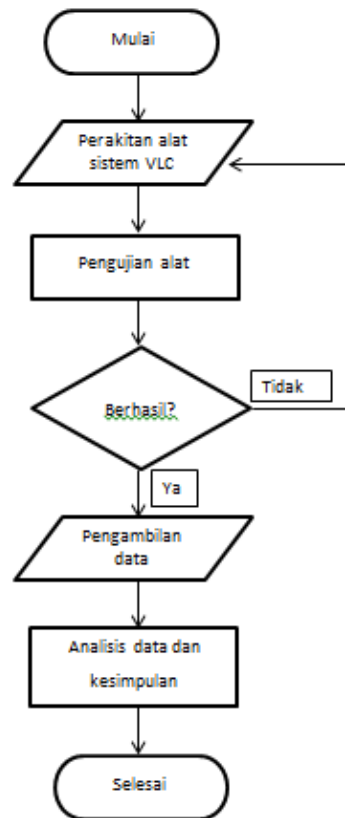
α = koefisien redaman (dB/km)

L = jarak (km)

Bab 3 Metodologi

3.1 Diagram Alur

Pada penelitian ini adapun memiliki proses dan langkah-langkah yang akan dilakukan. Proses dan langkah-langkah penelitian dalam skripsi ini dapat dilihat pada gambar 3-1:

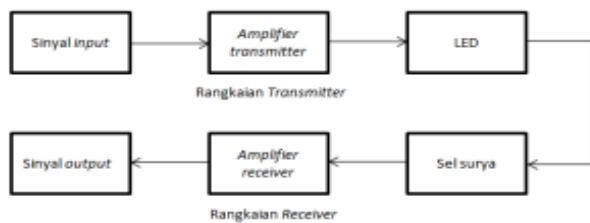


Gambar 3-1 Diagram alur

Pada penelitian dimulai dari perakitan alat sistem VLC. Setelah alat sistem VLC selesai kemudian pengujian alat. Jika alat ada kendala maka akan kembali ke perakitan, sebaliknya jika alat berhasil maka akan pengambilan data. Dikatakan berhasil jika pada receiver terdapat sinyal output. Setelah pengambilan data, data tersebut dianalisis dengan perhitungan sesuai rumus. Hasil dari analisis data kemudian dapat di tarik kesimpulan.

3.2 Perakitan Alat

Prinsip kerja sistem VLC adalah memanfaatkan cahaya LED yang sudah termodulasi dan diterima oleh sel surya yang akan mengubah cahaya menjadi sebuah sinyal informasi.



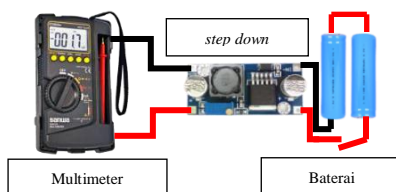
Gambar 3-2 diagram blok sistem VLC

Pada gambar 3-2 terlihat bahwa sistem VLC terbagi menjadi dua yaitu rangkaian *transmitter* dan rangkaian *receiver*. Sinyal *input* yang berupa sinyal audio masuk ke *Amplifier transmitter* kemudian sinyal termulasi oleh cahaya LED di transmisikan diterima oleh sel surya dan mengubah menjadi sinyal informasi setelah itu masuk ke *Amplifier receiver* menjadi sinyal *output*.

3.3 Pengambilan Data Amplifier pada Transmitter

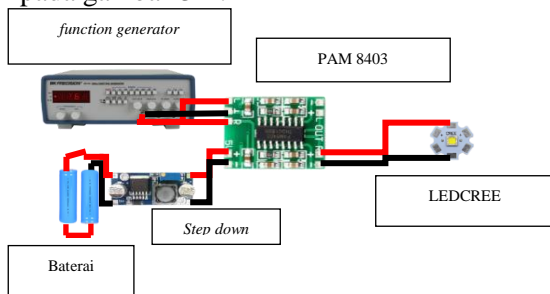
Tujuan dari pengujian *amplifier* ini adalah mengetahui *gain* dari modul pam8403 yang berfungsi sebagai penguat pada *transmitter*. Langkah-langkah pengambilan data sebagai berikut:

1. Siapkan rangkaian dan alat-alatnya seperti *function generator*, *oscilloscope*, dan multimeter.
2. Atur tegangan pada *step down* yang sudah terpasang baterai dengan multimeter sebesar 5V karena modul pam8403 bekerja pada tegangan tersebut, bisa di lihat pada gambar 3-3



Gambar 3-3 Skematik Menentukan Tegangan Pada Step

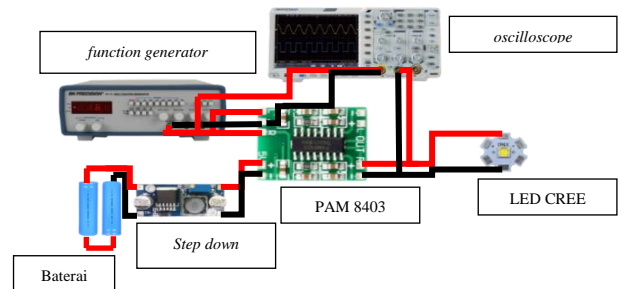
3. Sambungkan *step down* dengan modul pam8403.
4. Sinyal input yang digunakan pada pengambilan data menggunakan *function generator* yang disambungkan dengan modul pam8403 seperti pada gambar-3-4.



Gambar 3-4 Skematik function generator disambungkan dengan modul pam8403

5. On kan switch pada rangkaian.

6. Atur frekuensi yang sudah di tetapkan pada function generator, terdapat 10 variasi frekuensi.
7. Jika LED CREE sudah menyala maka rangkaian berfungsi baik.
8. Kemudian pasangkan oscilloscope secara paralel pertama pada sinyal input melihat frekuensi dan Vp-p, kedua pada sinyal output melihat frekuensi dan Vp-p seperti gambar 3-5.



Gambar 3-5 Skematik pemasangan oscilloscope untuk melhat sinyal pada pam8403

9. Mencatat pada tabel 3-1 yang sudah di tetapkan, diulangi dengan 10 frekuensi yang berbeda.

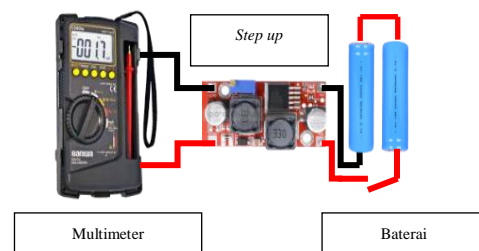
Tabel 3-1 Contoh Tabel Pengambilan Data Amplifier Pada Transmitter

No.	frekuensi (Hz)	Vp-p in (volt)	Vp-p out (volt)
1.	20	1,280	9,400
2.	50	1,280	9,400
3.	100	1,280	9,400

3.4 Pengambilan Data Amplifier pada Receiver

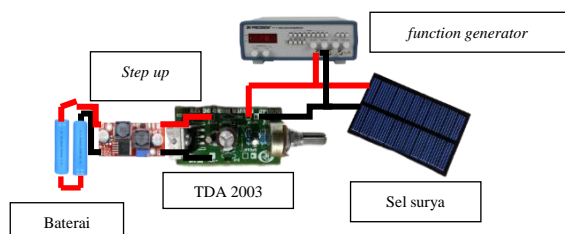
Tujuan dari pengambilan data *amplifier* ini adalah mengetahui *gain* dari modul TDA2003 yang berfungsi sebagai penguat pada *receiver*. Langkah – langkah pengambilan data sebagai berikut:

1. Siapkan rangkaian dan alat-alatnya seperti *function generator*, *oscilloscope*, dan multimeter.
2. Atur tegangan pada *step up* yang sudah terpasang baterai dengan multimeter sebesar 12V karena modul TDA2003 bekerja pada tegangan tersebut, dapat dilihat pada gambar-3-6.



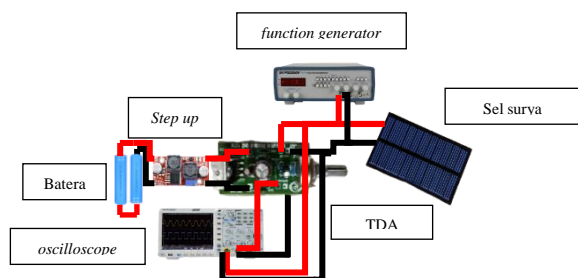
Gambar 3-6 Skematik menentukan tegangan pada step up

3. Sambungkan step up dengan modul TDA2003.
4. Sinyal *input* yang digunakan pada pengujian menggunakan *function generator* yang disambungkan dengan modul TDA2003 seperti pada gambar-3-7.



Gambar 3-7 Skematik function generator disambungkan dengan modul TDA2003

5. On kan switch pada rangkaian
6. Atur frekuensi yang sudah ditetapkan pada *function generator*, terdapat 10 variasi frekuensi yang berbeda.
7. Kemudian pasang *oscilloscope* secara paralel pertama pada sinyal *input* melihat frekuensi dan V_{p-p} , kedua pada sinyal *output* melihat frekuensi dan V_{p-p} , dapat di lihat pada gambar-3-8.



Gambar 3-8 Skematik pemasangan oscilloscope untuk melihat sinyal pada TDA 2003

8. Mencatat pada tabel 3-2 yang sudah di tetapkan, diulangi dengan 10 frekuensi yang berbeda.

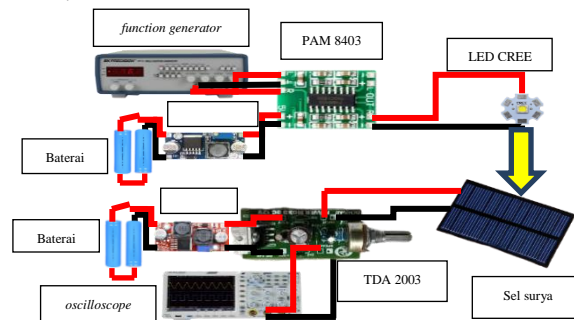
Tabel 3-2 Contoh Tabel Pengambilan Data Amplifier Pada Receiver

No.	frekuensi (Hz)	V_{p-p} in (volt)	V_{p-p} out (volt)
1.	20	1,280	9,400
2.	50	1,280	9,400
3.	100	1,280	9,400

3.4 Pengambilan Data Tegangan yang Dikeluarkan LED CREE

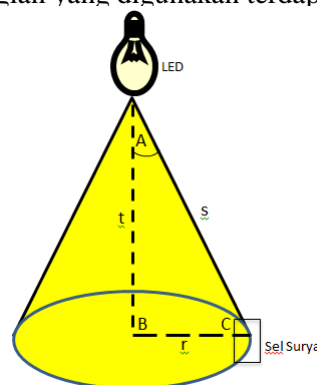
Tujuan dari pengambilan data adalah menentukan kerapatan cahaya dengan membandingkan tegangan *output* pada *receiver* dengan volume pancaran. Langkah-langkah pengambilan data sebagai berikut:

1. Siapkan rangkaian dan alat-alatnya seperti *function generator*, *oscilloscope*, meteran, dan busur. skema rangkaian seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3-9 Skematik pemasangan oscilloscope pada perangkat keseluruhan

2. Atur ketinggian (t) LED dengan menggunakan meteran dapat di lihat pada gambar 3-10. Ketinggian yang digunakan terdapat 5 variasi.



Gambar 3-10 Skematik peletakan LED CREE dengan sel surya

3. Posisikan sel surya sesuai sudut (A) yang diinginkan dengan menggunakan busur dapat dilihat pada gambar 3-10, dalam satu ketinggian ada 10 variasi sudut yang digunakan.
4. On kan switch pada rangkaian *transmitter* dan *receiver*.
5. Sinyal *input* yang digunakan pada pengujian menggunakan *function generator* sambungkan pada rangkaian *transmitter*.
6. Atur frekuensi yang sudah ditetapkan pada *function generator*.

- Kemudian pasang *oscilloscope* secara paralel titik yang sudah di tentukan seperti pada gambar-3-9.
- Mencatat hasil data pada tabel 3-3 yang sudah di tetapkan, diulangi langkah ketiga hingga 10 variasi sudut kemudian diulangi dengan merubah ketinggian hingga 5 variasi ketinggian pada langkah kedua.

Tabel 3-3 Contoh Tabel Pengambilan Data Pada Sistem VLC

No.	Besar Sudut	Vp-p Tepat pada LED CREE (volt)	Vp-p Output Receiver (volt)
1.	5	11,60	10,60

3.5 Menghitung Gain Amplifier

Gain Amplifier merupakan kemampuan penguat dalam menguatkan sinyal input. Penelitian ini terdapat dua penguat pada *transmitter* dan pada *receiver*. Jika data sinyal input dan sinyal *output* sudah di dapat maka *gain* sudah bisa dihitung dengan satuan desibel (dB) dengan rumus persamaan 2.1 :

$$\text{Gain (dB)} = 20 \log (V_{out} / V_{in})$$

3.6 Menghitung Volume Pancaran

Volume pancaran berfungsi untuk menghitung kerapatan cahaya. Pancaran dari LED CREE berbentuk kerucut sehingga mencari volume kerucut. Tetapi tidak bisa langsung menghitung volumenya karena yang diketahui hanya sudut dan ketinggiannya. Maka terlebih dahulu mencari pajang jari-jari dan panjang sisi miringnya dengan rumus trigonometri. Langkah-langkah mencarinya sebagai berikut:

Mencari panjang sisi miring dengan menggunakan persamaan 2.2 :

$$\begin{aligned} \cos A &= \frac{t}{s} \\ s &= \frac{t}{\cos A} \end{aligned}$$

Kemudian mencari panjang jari-jari dengan menggunakan persamaan 2.3 :

$$\begin{aligned} \tan A &= \frac{r}{t} \\ r &= \tan A \times t \end{aligned}$$

Setelah semua sudah didapat kemudian menghitung volume pancaran yang berbentuk kerucut dengan menggunakan persamaan 2.5:

$$\text{Volume} = 1/3\pi r^2 \times t$$

3.7 Menghitung Kerapatan Cahaya

Kerapatan cahaya pada penelitian ini merupakan perbandingan tegangan *output* dari *receiver* dengan volume pancaran. Tegangan *output* didapat dari pengambilan data dan volume pancaran didapat dari perhitungan . Maka bisa langsung menghitung kerapatan cahayanya yaitu :

$$\text{Kerapatan cahaya} = \frac{\text{teganagan output receiver}}{\text{volume pancaran}}$$

3.8 Menghitung Redaman Cahaya

Redaman pada penelitian ini mengetahui rugi-rugi cahaya yang terjadi pada sistem VLC. Menghitung redaman pada penelitian ini menggunakan nilai tegangan sehingga rumus yang digunakan persamaan 2.6 :

$$\alpha = \frac{20}{L} \log \left(\frac{V_{out}}{V_{in}} \right)$$

3.9 Menghitung Persamaan Regresi Eksponensial

Menghitung persamaan regresi eksponensial dalam penelitian ini ada dua yaitu persamaan regresi eksponensial dari kerapatan dan persamaan regresi eksponensial redaman. Dalam menghitungnya dengan cara yang sama, sebagai berikut:

Langkah pertama yaitu mencari persamaan regresi linier sederhana dengan persamaan (2.7),(2.8) dan (2.9):

$$\begin{aligned} Y &= A + BX \\ B &= \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \\ A &= \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan persamaan regresi linier maka transformasikan ke persamaan regresi eksponensial:

$$\begin{aligned} \ln a &= A \\ a &= e^A \\ b &= B \\ y &= a e^{bX} \end{aligned}$$

3.10 Membuat Grafik

Grafik yang dibuat adalah hasil perhitungan kerapatan cahaya dan redaman cahaya serta perhitungan regresi persamaan eksponensial dari kerapatan cahaya dan redaman cahaya.

3.11 Koefisien Redaman

Dari hasil perhitungan regresi eksponensial redaman cahaya mendapatkan persamaan yang akan ditransformasikan dengan persamaan koefisien redaman. Langkah untuk mentransformasikannya sebagai berikut :

Hasil persamaan regresi eksponensial adalah persamaan (2.10):

$$y = ae^{bx}$$

persamaan koefisien redaman adalah persamaan (2.12):

$$P_{out} = P_{in} e^{-\alpha L}$$

α adalah koefisien redaman tranformasikan dengan b pada perasamaan regresi eksponensial, dapat dilihat dibawah :

$$\begin{aligned} -\alpha &= b \\ \alpha &= -b \end{aligned}$$

dari hasil transformasi maka hasil dari b dikalikan dengan negatif.

Bab 4 Hasil Dan Pembahasan

4.1 HASIL PENGAMBILAN DATA AMPLIFIER PADA TRANSMITTER

Hasil 10 kali pengukuran bernilai sama dengan tegangan *input* 1,280 volt dan tegangan *output* 9,4 volt. Pada frekuensi 20Hz-20kHz tidak mempengaruhi tegangan *output amplifier transmitter*.

4.2 HASIL PENGAMBILAN DATA AMPLIFIER PADA RECEIVER

Hasil 10 kali pengukuran bernilai sama dengan tegangan *input* 1,280 volt dan tegangan *output* 11,4 volt. Pada frekuensi 20Hz-20kHz tidak mempengaruhi tegangan *output amplifier Receiver*.

4.3 PERHITUNGAN GAIN AMPLIFIER PADA TRANSMITTER

Vp-p *input* yang berasal dari *function generator* sebesar 1,280 v dan Vp-p *output* dari modul PAM8403 sebesar 9,400 v kemampuan *gain* sebesar 17,3184 dB.

4.4 PERHITUNGAN GAIN AMPLIFIER PADA RECEIVER

Vp-p *input* yang berasal dari *function generator* sebesar 1,280 v dan Vp-p *output* dari modul TDA2003 sebesar 11,400 v kemampuan *gain* sebesar 18,9939 dB. Dari hasil gain TDA2003 memiliki gain lebih besar di dibandingkan dengan modul PAM8403 dengan selisih 1,6755 dB.

4.5 Perhitungan Persamaan Regresi Eksponensial Pada Kerapatan Cahaya

Tabel 4-1 Hasil Persamaan Regresi Eksponensial Dari Kerapatan Cahaya

Persamaan Regresi Eksponensial Dari Kerapatan Cahaya			
	3w	5w	10w
0,6m	$y = 7547,0618e^{-0,1554x}$	$y = 8766,6529e^{-0,1427x}$	$y = 8051,2370e^{-0,1363x}$
0,8m	$y = 1813,6755e^{-0,1392x}$	$y = 3176,9837e^{-0,1405x}$	$y = 3627,3104e^{-0,1414x}$
1m	$y = 527,0968e^{-0,1330x}$	$y = 1184,4767e^{-0,1407x}$	$y = 1482,8940e^{-0,1405x}$
1,2m	$y = 198,3771e^{-0,1262x}$	$y = 385,7403e^{-0,1322x}$	$y = 513,2262e^{-0,1403x}$
1,4m	$y = 123,5961e^{-0,1267x}$	$y = 203,8157e^{-0,1332x}$	$y = 349,7880e^{-0,1401x}$

Data pada tabel 4-1 menunjukkan bahwa semakin tinggi posisi LED CREE nilai koefisien b semakin besar. Koefisien b berbanding lurus dengan tinggi dari posisi LED CREE.

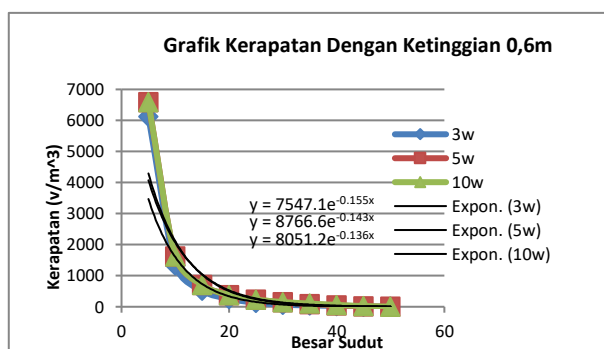
4.6 Perhitungan Persamaan Regresi Eksponensial Pada Redaman Cahaya

Tabel 4-2 Hasil Persamaan Regresi Eksponensial Dari redaman Cahaya

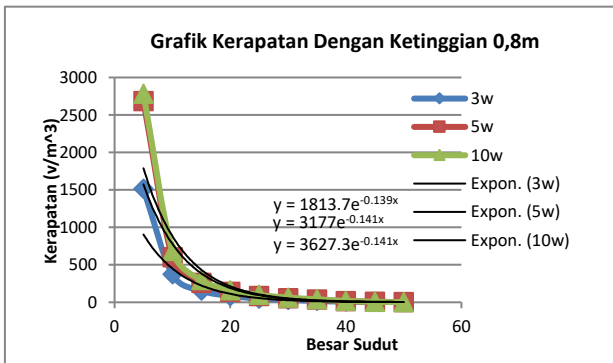
Persamaan Regresi Eksponensial Dari redaman Cahaya			
	3w	5w	10w
0,6m	$y = -1,5547e^{0,0571x}$	$y = -0,0520e^{0,1083x}$	$y = -0,0542e^{0,0904x}$
0,8m	$y = -5,0106e^{0,0191x}$	$y = -0,5127e^{0,0585x}$	$y = -0,0384e^{0,1067x}$
1m	$y = -8,1035e^{0,0081x}$	$y = -2,1485e^{0,0310x}$	$y = -0,7648e^{0,0494x}$
1,2m	$y = -9,5130e^{0,0023x}$	$y = -4,9696e^{0,0115x}$	$y = -3,3070e^{0,0225x}$
1,4m	$y = -8,3025e^{0,0021x}$	$y = -5,3647e^{0,0094x}$	$y = -2,5798e^{0,0225x}$

Hasil persamaan redaman cahaya pada tabel 4-2 ini akan ditransformasikan untuk mendapatkan koefisien redaman.

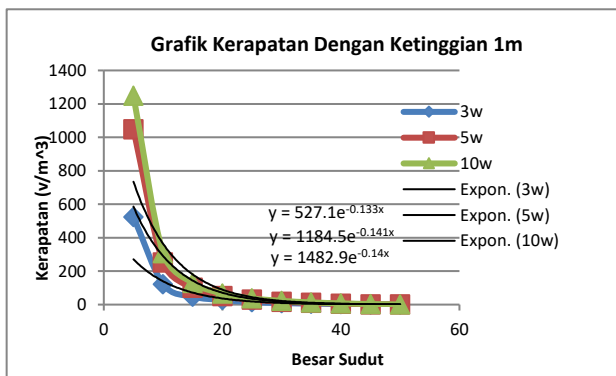
4.7 Grafik Kerapatan Cahaya



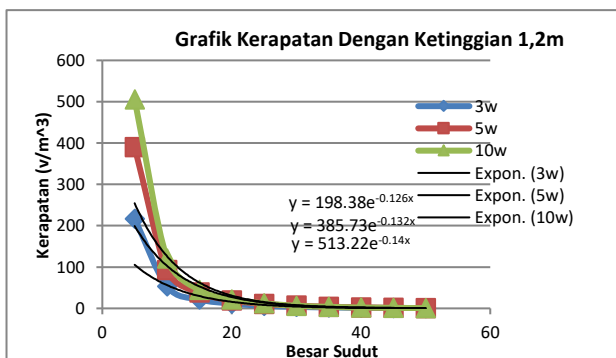
Gambar 4-1 Grafik Kerapatan Dengan Ketinggian 0,6m



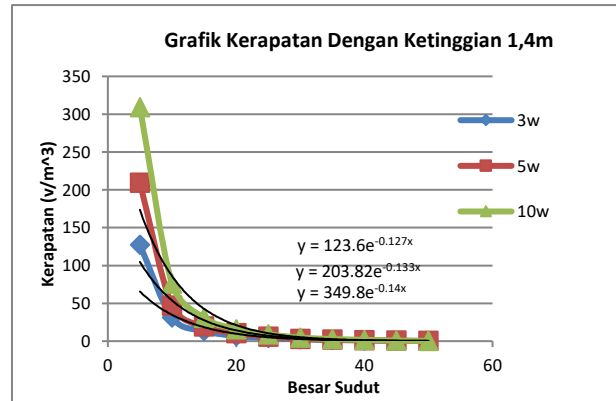
Gambar 4- 2 Grafik Kerapatan Dengan Ketinggian 0,8m



Gambar 4- 4 Grafik Kerapatan Dengan Ketinggian 1m



Gambar 4-5 Grafik Kerapatan Dengan Ketinggian 1,2m

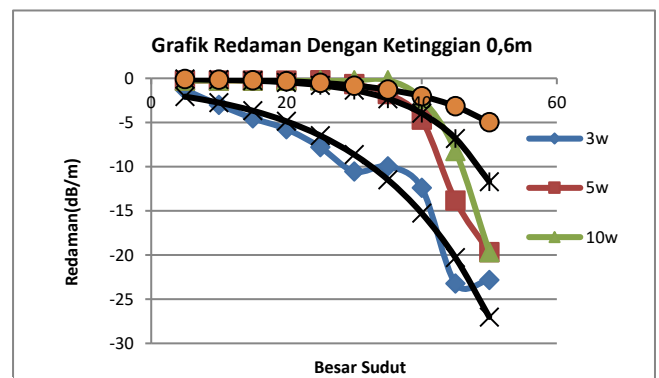


Gambar 4-8 Grafik Kerapatan Dengan Ketinggian 1,4m

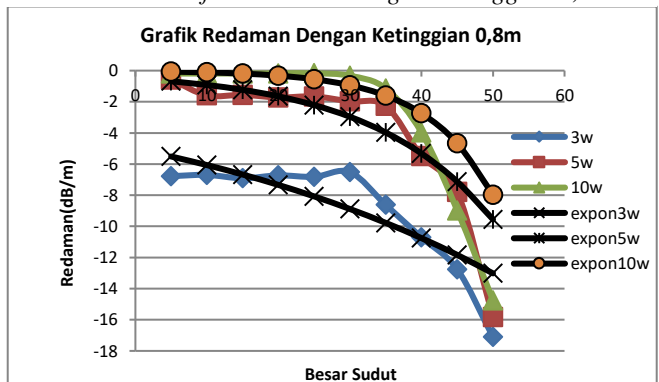
Hasil persamaan regresi kerapatan cahaya dengan ketinggian 0,6m, 0,8m, 1m, 1,2m, 1,4m, dengan perhitungan dan hasil dari grafik mempunyai persamaan yang sama. Sehingga mendapatkan kerapatan cahaya dengan memberikan besarnya sudut pada variabel X.

4.8 Grafik Redaman Cahaya

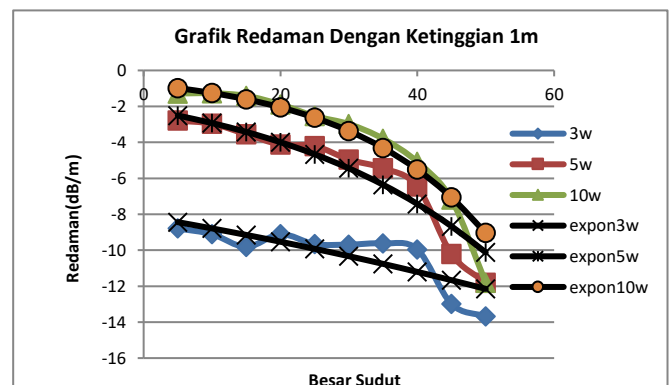
Grafik redaman cahaya tidak bisa langsung mendapatkan persamaan eksponensial karena syarat persamaan eksponensial nilai Y harus positif. Sehingga mendapatkan persamaan eksponensial dengan regresi eksponensial. Begitu juga dengan mendapatkan grafik dengan memasukan nilai variabel X.



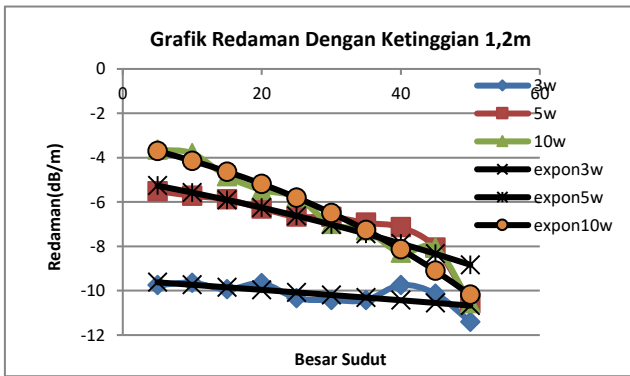
Gambar 4-3 Grafik Redaman Dengan Ketinggian 0,6m



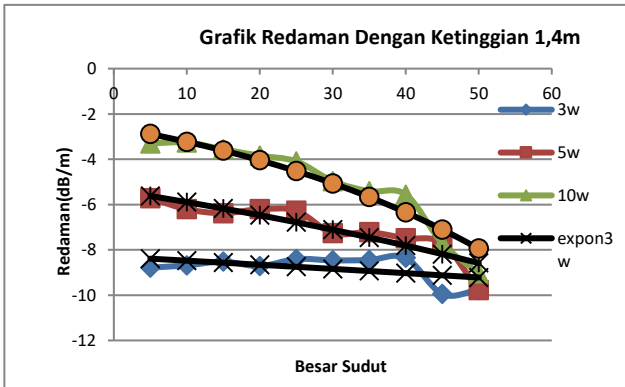
Gambar 4-6 Grafik Redaman Dengan Ketinggian 0,8m



Gambar 4-7 Grafik Redaman Dengan Ketinggian 1m



Gambar 4-9 Grafik Redaman Dengan Ketinggian 1,2m



Gambar 4-10 Grafik Redaman Dengan Ketinggian 1,4m

4.9 Hasil Analisa Data

Dari tabel 4-99 adalah hasil dari analisa data dimana terdapat persamaan eksponensial dari kerapatan cahaya dan koefisien redaman cahaya. Rumus pada tabel 4-99 bisa menjadi referensi untuk mencari nilai kerapatan cahaya dan koefisien redaman pada sistem VLC dengan memasukkan nilai x (besar sudut yang ingin diketahui). Satuan dari kerapatan cahaya adalah volt/m³.

	Persamaan Eksponensial Kerapan Cahaya (volt/m ³)			Koefisien Redaman (dB/m)		
	3w	5w	10w	3w	5w	10w
0,6 m	y=7547,0618e ^{-0,155x}	y=8766,6529e ^{-0,1427x}	y=8051,2370e ^{-0,136x}	0,0571	0,1083	0,1083
0,8 m	y=1813,6755e ^{-0,1392x}	y=3176,9837e ^{-0,140x}	y=3627,3104e ^{-0,141x}	0,0191	0,0585	0,1067
1m	y=527,0968e ^{-0,1330x}	y=1184,4767e ^{-0,140x}	y=1482,8940e ^{-0,140x}	0,0081	0,0310	0,0494
1,2 m	y=198,3771e ^{-0,1262x}	y=385,7403e ^{-0,1322x}	y=513,2262e ^{-0,1403x}	0,0023	0,0115	0,0225
1,4 m	y=123,5961e ^{-0,1267x}	y=203,8157e ^{-0,1332x}	y=349,7880e ^{-0,1401x}	0,0021	0,0094	0,0225

Tabel 4-1 Hasil Analisa Data

5 Kesimpulan

1. Prototape implementasi sistem VLC dapat dilihat skemanya pada gambar 3- 1 dan hasil data dapat dilihat pada tabel 4-3 sampai dengan tabel 4-7 yang menunjukkan bahwa sistem VLC berhasil.
2. Hasil analisa dari pengolahan data dapat disimpulkan jika hasil kerapatan cahayanya besar maka V_{p-p} output dari receiver juga besar. Dapat dilihat pada tabel 4-15 sampai dengan tabel 4-29. Satuan dari kerapatan cahaya yaitu volt/m³. Kemudian dari kerapatan cahaya didapat persamaan eksponensial yang menghasilkan grafik pada gambar 4-1 sampai dengan gambar 4-5. Dapat dilihat semakin besar daya LED CREE grafik kerapatan cahayanya semakin besar. Dan Bentuk grafiknya yang dihasilkan dari semua persamaan eksponensial semakin besar sudut maka semakin kecil kerapatan cahayanya. Dari persamaan eksponensial dapat mencari kerapatan cahaya dengan memasukkan nilai x dapat dilihat pada tabel 4-99.
3. Hasil analisa dari pengolahan data dapat disimpulkan jika hasil redaman cahayanya besar maka V_{p-p} output dari receiver hasilnya kecil. Dapat dilihat pada tabel 4-30 sampai dengan tabel 4-44. Satuan dari redaman cahaya yaitu dB/m. Dari redaman cahaya didapat persamaan eksponensial yang menghasilkan grafik pada gambar 4-6 sampai dengan gambar 4-10. Dapat dilihat semakin besar daya LED CREE grafik redaman cahayanya semakin kecil. Dan Bentuk grafiknya yang dihasilkan dari semua persamaan eksponensial semakin besar sudut maka semakin besar redaman cahayanya. Dari persamaan eksponensial yang didapat ditransformasikan untuk mendapatkan koefisien redaman cahayanya dapat dilihat pada tabel 4-99.

Kepustakaan

[1] D. Suhardi, "PROTOTYPE CONTROLLER LAMPU PENERANGAN LED (LIGHT EMITTING DIODE) INDEPENDENT BERTENAGA SURYA Prototype Lamp Lighting Controller LED (Light Emitting Diode) Independent Solar Jika kita perhatikan cadangan energi dari bahan minyak bumi di Indonesia diper," *Jurna GAMMA*, vol. 10, no. September, pp. 116–122, 2014.

[2] B. Jagadeeswari, C. S. Anusha, D. Monisa, and M. Preethi, "Audio Transmission using Li-Fi

- Technology,” pp. 1008–1011, 2019.
- [3] A. Gupta and S. A. Hafiz, “Wireless Data Transfer using Solar Panel in Li-Fi Technology,” vol. 7, no. 8, pp. 75–79, 2018.
- [4] Cree, “Cree® XLamp® XM-L LED Datasheet,” p. 5, 2017.
- [5] B. Naztin, S. Hadiyoso, and T. N. Damayanti, “IMPLEMENTASI VISIBLE LIGHT COMMUNICATION UNTUK PENGIRIMAN Pendahuluan,” vol. 3, no. 3, pp. 2121–2132, 2017.
- [6] D. N. ARSYAD RAMADHAN.D, LITA LIDYAWATI, “Implementasi Visible Light Communication (VLC) Pada Sistem Komunikasi,” *J. Elkomika – 14*, vol. 1, no. 1, pp. 13–25, 2013.
- [7] G. I. Rinaldi, D. Darlis, and H. Putri, “(Implementation Of Visible Light Communication (VLC) for voice,” no. Vlc.
- [8] P. P. Salian, S. Prabhu, P. Amin, S. K. Naik, and M. K. Parashuram, “Visible light communication,” *Proc. - 2013 Texas Instruments India Educ. Conf. TIIEC 2013*, pp. 379–383, 2013.
- [9] B. H. Purwoto, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 01, pp. 10–14, 2018.
- [10] PAM, “PAM8403,” pp. 1–12, 2008.
- [11] S. K. Bambang Tri Wahyu Utomo, “PERANCANGAN PENGENDALI MODEL TANGAN ROBOT MENGGUNAKAN VOLUME SUARA MANUSIA | Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia,” vol. 1, no. 1, pp. 29–42, 2006.
- [12] “Unisonic technologies co., ltd 4051,” *Unisonic Technol.*, vol. 2, no. Dim, pp. 1–6, 2005.
- [13] R. Raban, E. Kurniawan, and U. Sunarya, “Desain Dan Implementasi Charger Baterai Portable Menggunakan Modul Ic XI6009E1 Sebagai Boost Converter Dengan Memanfaatkan Tenaga Surya,” vol. 2, no. 2, pp. 1900–1908, 2015.
- [14] XLSEMI, “XL6009 Datasheet,” pp. 1–8, 2020.
- [15] A. Elmayah, A. P. R. Moustafa, and F. Eltohamy, “Design and Implementation of Power Distribution Module of Low Earth Orbit Small Satellite,” vol. 12, no. 3, pp. 37–45, 2017.
- [16] National Semiconductors, “LM2596 SIMPLE SWITCHER Power Converter Step-Down Voltage Regulator,” no. July, pp. 1–20, 2003.
- [17] I. Christanto, “Mono Amplifier Class D menggunakan Semikron SKHI 22B dan IGBT Module Semikron SKM75GB128DN,” vol. 1, no. 1, pp. 29–36, 2013.
- [18] P. D. FRANK AYRES, JR. and P. D. ROBERT E. MOYER, *SCHAUM'S OUTLINE OF THEORY AND PROBLEMS OF ORGANIC CHEMISTRY, Third Edition*. 2004.
- [19] A. Syahbana, “ALTERNATIF PEMAHAMAN KONSEP UMUM VOLUME SUATU BANGUN RUANG Ali Syahbana Program Studi Pendidikan Matematika Universitas PGRI Palembang,” vol. 03, pp. 1–7, 2013.
- [20] G. p. Agrawal, *Fiber-Optic Communication System*. TEXAS: A WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION, 1992.
- [21] A. Hijriani, K. Muludi, and E. A. Andini, “Implementasi Metode Regresi Linier Sederhana Pada Penyajian Hasil Prediksi Pemakaian Air Bersih Pdam Way Rilau Kota Bandar Lampung Dengan Sistem Informasi Geografis,” *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 2, p. 37, 2016.
- [22] M. Wibowo, “PEMODELAN STATISTIK HUBUNGAN DEBIT DAN KANDUNGAN SEDIMEN SUNGAI Contoh Kasus di Das Citarum – Nanjung,” *J. Teknol. Lingkungan*, vol. 2, no. 3, pp. 255–260, 2000.