

PEMANTAUAN SUHU PENDINGIN RUANGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER

M. Fachreza¹⁾, Emilia Roza²⁾, & M. Mujirudin³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

Jl. Tanah Merdeka No.6, Pasar Rebo, Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta.

Email: mfhreza@gmail.com

ABSTRAK

Kenyamanan rumah tidak hanya tergantung pada furnitur dan dekorasi, tetapi juga pada suhu rumah. Suhu yang terlalu panas atau terlalu dingin dapat menciptakan suasana yang tidak nyaman di dalam rumah. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No.261/MENKES/II/1998 Tentang : Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja, kisaran suhu ruangan yang baik adalah 18 °C - 28 °C dan kelembaban 40% - 60% Perpres tersebut juga dikontrol untuk mengatur suhu yang cenderung tinggi atau melebihi 28 °C. Dengan Internet of things (IoT) kita dapat membuat alat pemantauan suhu ruangan menggunakan mikrokontroler yang dapat mengontrol suhu pada Air Conditioner (AC) secara otomatis menyesuaikan standar kenyamanan termal ruangan. Suhu standar kenyamanan termal ruangan berkisar antara 20,5°C – 27,1°C. Pada penelitian ini dibutuhkan beberapa komponen yaitu Mikrokontroler sebagai pusat sistem kendali, Sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban, Sensor Infrared untuk mengirimkan sinyal transmisi ke AC. Dibutuhkan juga software untuk menunjang dalam pembuatan sistem pemantauan suhu ini yaitu, Python IDE, Node-RED dan Web Server. Sistem otomatisasi suhu yang dibuat apabila suhu ruangan < 21°C maka AC akan mati dan ketika suhu pada ruangan > 30°C maka suhu AC akan diturunkan menjadi 25°C. Sistem otomatisasi suhu yang dibuat bertujuan untuk menyesuaikan suhu ruangan agar tetap stabil yaitu 25°C dan meminimalisir penggunaan kinerja AC yang berlebihan. Pada pemantaun nilai selisih yang didapat anatara sensor DHT11 dengan Hygrometer digital bernilai 0,53 dan persentase error bernilai 1,75% untuk ketepatan pengukuran bernilai 98,24%, Nilai ketidakpastian dari pengukuran bernilai 0,24083, Peletakkan sensor infrared yang efisien berjarak kurang dari 210 cm dengan kemiringan 90 °C terhadap AC.

Kata kunci : Mikrokontroler, Raspberry Pi, Air Conditioner, DHT11, Infrared, Web Server

ABSTRACT

The comfort of the home depends not only on furniture and décor but also on the temperature of the house. Temperatures that are too hot or too cold can create an uncomfortable atmosphere in the house. Based on the Decree of the Minister of Health No.261/MENKES/II/1998 On: Occupational Environmental Health Requirements, a good room temperature range is 18°C - 28° C and humidity 40 % - 60% perpres is also controlled to regulate temperatures that tend to be high or exceed 28°C. With the Internet of things (IoT) we can create a room temperature monitoring tool using microcontrollers that can control the temperature on air conditioners (AC) automatically adjusting comfort standards thermal room. The standard temperature of room thermal comfort ranges from 20.5°C – 27.1°C. In this study, several components are needed, namely a microcontroller as the center of the control system, a DHT11 sensor to detect temperature and humidity, infrared sensor to transmit transmission signals to the air conditioner. It also needs software to support the creation of this temperature monitoring system, namely, Python IDE, Node-RED, and Web Server. The temperature automation system is made if the room temperature < 21°C then the ac is off and when the temperature in the room > 30°C then the temperature of the AC will be lowered to 25°C. The temperature automation system aims to adjust the room temperature to remain stable at 25 ° C and minimize the use of excessive

AC performance. In monitoring the difference value obtained between DHT11 sensor with digital Hygrometer is worth 0.53 and error percentage is worth 1.75% for measurement accuracy is 98.24%, uncertainty value of measurement is 0.00673, Efficient infrared sensor laying is less than 210 cm with a slope of 90 °C against AC..

Keywords : Microcontroller, Raspberry PI, Air Conditioner, DHT11, Infrared, Web Server

1. PENDAHULUAN

Kenyamanan rumah tidak hanya tergantung pada furnitur dan dekorasi, tetapi juga pada suhu rumah. Suhu yang terlalu panas atau terlalu dingin dapat menciptakan suasana yang tidak nyaman di dalam rumah. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. 261/MENKES/II/1998 Tentang: Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja, kisaran suhu ruangan yang baik adalah 18°C - 28°C dan kelembaban 40% - 60% Perpres tersebut juga dikontrol untuk mengatur suhu yang cenderung tinggi atau melebihi 28°C, sehingga diperlukan perangkat kendali yang dapat mengendalikan Air Conditioner (AC) secara otomatis dengan menyesuaikan suhu dan kelembapan pada ruangan tersebut.

Selain untuk menjaga suhu dan kelembapan sesuai dengan standar kenyamanan termal, Pemantauan suhu dan kelembapan pada pendingin ruangan juga bertujuan untuk meringankan kinerja Air Conditioner (AC) yang nantinya dapat meminimalisir dampak dari penggunaan yang berlebihan dan dapat mengoptimalkan perangkat yang ada. Sering kali kita membiarkan air conditioner (AC) menyala setiap saat yang dapat menyebabkan menambahnya tagihan listrik akibat air conditioner (AC) yang dinyalakan setiap waktu.

Menurut penelitian (Rozaq et al., 2019) Peningkatan konsumsi daya AC didasarkan pada lamanya waktu kompresor bekerja/menyala untuk mendinginkan ruangan sesuai suhu yang kita atur dan waktu kompresor berhenti/mati setelah AC berhasil mendinginkan ruangan sesuai dengan suhu yang kita atur pada AC. Jika suhu tidak mencapai suhu yang kita atur, maka AC akan lebih boros, hal ini terjadi ketika suhu disetel ke 18°C dan 19°C. Menerapkan mode hemat daya ke peralatan AC dapat menghemat konsumsi daya dengan membatasi pengaturan suhu peralatan AC, yang hanya dapat beroperasi pada kisaran suhu 24°C hingga 27°C.(Ramschie et al., 2018)

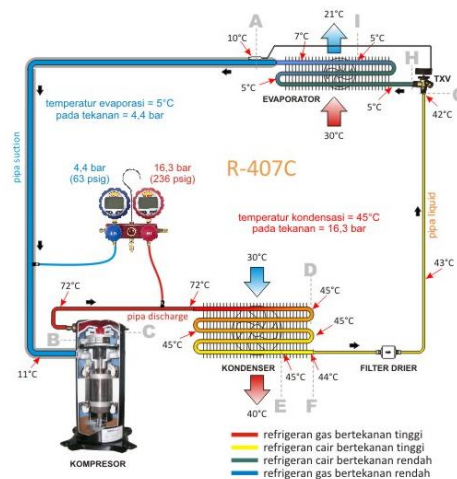
Maka dari itu penelitian yang saya lakukan adalah untuk melengkapi alat Pemantauan suhu pendingin ruangan menggunakan mikrokontroler. Dengan Raspberry Pi 3 Model B+ sebagai controller serta sensor DHT11 yang dapat membaca suhu dan kelembapan di dalam ruangan dan Infrared untuk mengirim sinyal transmisi ke AC. Saya akan membuat sistem pemantauan suhu yang sangat praktis dengan menyesuaikan suhu sesuai standar kenyamanan termal, ketika suhu melebihi 30°C maka AC akan menurunkan suhunya menjadi 25°C dan bila suhu melebihi ambang batas bawah 21°C maka AC akan dimatikan. Sistem ini membutuhkan komunikasi Wireless LAN yang terhubung antara mikrokontroler dan smartphone melalui jaringan lokal area yang sama. Melakukan pemantauan suhu ruangan dan mengendalikan air conditioner (AC) dari jarak yang jauh dengan Web Server yang dapat di akses melalui PC/Laptop dan Smartphone.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Air Conditioner (AC)

Penelitian ini menggunakan Air Conditioner (AC) bermerk Panasonic CS-LN5UKJ, memiliki spesifikasi ½ Pk, 1 Fasa, Tegangan 220V dan Frekuensi 50Hz. Air Conditioner (AC) adalah sebuah perangkat elektronik yang memiliki fungsi mendinginkan udara di sekitar dengan mengatur kenaikan pada suhunya. Komponen-komponen pada sistem pendingin ruangan adalah kompresor, kondensor, receiver atau dryer, expansion valve dan evaporator.

Untuk mendukung sistem pengkondisian udara diperlukan gas pendingin atau refrigerant untuk mendinginkan udara. Menggunakan gas pendingin sebagai bahan sirkulasi, Hal ini dikarenakan bahan ini bersifat volatil dan bentuknya dapat berubah-ubah yaitu berupa cairan dan gas. Panas di dalam tabung kondensor berasal dari gas refrigeran yang dikompresi oleh kompresor untuk memanaskan material pada katup ekspansi, pipa sirkulasi gas refrigeran berkurang, sehingga tekanannya naik dan tabung evaporator menjadi lebih dingin.(Industri, 2017)



Gambar 1. Prinsip Kerja AC

2.2. Standar Kenyamanan Termal Ruang

Kenyamanan termal manusia pada suatu ruangan bersifat subyektif tergantung dari kondisi fisik seseorang, seperti usia, jenis kelamin, warna kulit dan kemampuan beradaptasi serta kondisi lingkungan. Tetapi kenyamanan ini memiliki standar yang sama disetiap tempat yang harus dipenuhi oleh suatu bangunan.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia dengan nomor dokumen SNI 03-6572-2001 daerah kenyamanan termal untuk daerah tropis seperti Indonesia dibagi menjadi 3 daerah yaitu sejuk nyaman, nyaman optimal dan hangat nyaman (Industri, 2017). Berikut adalah tabel pembagian daerah kenyamanan termal untuk daerah tropis :

Table 1. Standar Kenyamanan Termal

Daerah Kenyamanan Termal	Temperatur Efektif
Sejuk Nyaman	20,5° C – 22,8° C
Nyaman Optimal	22,8° C – 25,8° C
Hangat Nyaman	25,8° C – 27,1° C

2.3. Mikrokontroler

Pada penelitian ini, penulis menggunakan Raspberry Pi 3 Model B+ sebagai controller. Raspberry Pi ini disebut juga sebagai mini komputer karena spesifikasinya yang mampu digunakan dalam mengelola dan menjalankan aplikasi pemrograman. Raspberry Pi sering digunakan untuk kebutuhan berbasis Internet of Things (IoT) karena dilengkapi dengan 40 pin GPIO, 4 port USB 2.0, Wireless LAN dan Bluetooth. Fungsi mikrokontroler pada penelitian ini yaitu sebagai pusat pengendali komponen yang terdapat pada sistem. Sistem yang dibuat yaitu berupa pemantauan dan pengendali remote kontrol otomatis terhadap Air Conditioner (AC).



Gambar 2. Raspberry Pi 3 Model B+

2.4. Sensor DHT11 dan Inframerah

Sensor DHT11 adalah sensor dengan fungsi kalibrasi Sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor DHT11 untuk pembacaan suhu dan kelembaban dengan spesifikasi range temperatur error $0-50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, kelembaban $20-90\% \text{ RH} \pm 5\% \text{ RH error}$, dan tegangan input DC 5 volt. (Saptadi, 2015)

Secara umum, peralatan rumah tangga yang dikendalikan dari jarak jauh menggunakan media komunikasi inframerah (IR). Misalnya, saat Anda menekan tombol pada remote control TV, pulsa switching 38 kHz dikirim ke sensor cahaya inframerah di TV Anda. Universal IR memiliki karakteristik operasi dengan tegangan 2.7 - 5.5 volt, dengan jangkauan penerimaan 10 s/d 15 meter, dengan sudut deteksi mencapai 70 derajat (Yunardi, 2017). LED transmitter digunakan sebagai sinyal pengirim data untuk mengendalikan air conditioner (AC) dan Universal IR digunakan sebagai penerima sinyal dari air conditioner (AC).



Gambar 3. Sensor DHT11 dan Inframerah

2.5. Metode Spesifikasi Perhitungan Alat

Untuk mengetahui spesifikasi suatu alat yang dibuat, hal pertama yang harus dilakukan yaitu menghitung standar deviasi. Standar deviasi merupakan ukuran penyebaran yang menunjukkan standar penyimpangan atau deviasi data terhadap rata-ratanya (PANGESTI, 2014). Perhitungan standar deviasi ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum(xn - \bar{xn})^2}{n - 1}}$$

Dimana :

s = Standar Deviasi

xn = Nilai hasil pengukuran

\bar{xn} = Nilai rata-rata hasil pengukuran

n = Banyaknya data

Setelah standar deviasi didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung ketidakpastian suatu alat. Ketidakpastian merupakan perkiraan atau taksiran rentang nilai pengukuran, dimana nilai sebenarnya dari obyek yang diukur terletak. Perhitungan ketidakpastian ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$\text{Ketidakpastian} = \frac{\text{Standar Deviasi}}{\sqrt{n}}$$

Setelah nilai standar deviasi dan ketidakpastian didapatkan, langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan besar error pengukuran. Error pengukuran merupakan penyimpangan nilai dari suatu pengukuran terhadap harga sebenarnya, dapat dinyatakan dalam prosen error. Perhitungan prosen error ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$\text{error \%} = \left| \frac{yn - xn}{yn} \right| \times 100\%$$

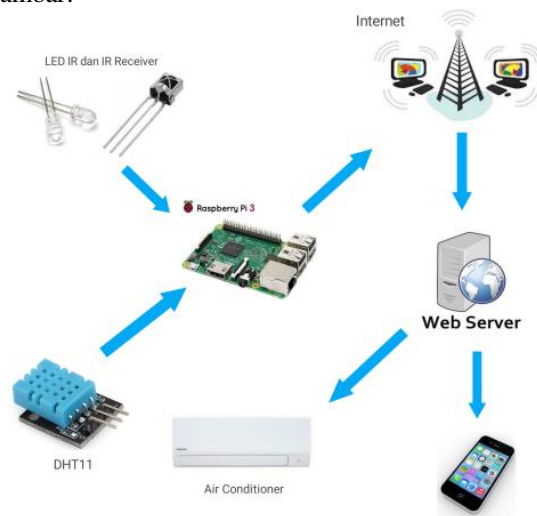
Setelah nilai standar deviasi, ketidakpastian, dan besar error diketahui, langkah selanjutnya adalah menghitung prosentasi nilai presisi. Nilai presisi merupakan keterdeteksian hasil pengukuran yang dilakukan berulang-ulang terhadap rata-rata pengukuran. Perhitungan prosen presisi ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\text{Presisi \%} = 100\% - \left(\left| \frac{xn - \bar{xn}}{\bar{xn}} \right| \times 100\% \right)$$

3. METODE PERANCANGAN

3.1 Desain Skema Sistem

Desain skema sistem merupakan tahapan penyusunan proses, data, aliran proses dan hubungan antara data yang bekerja untuk menjalankan sebuah sistem. Berikut merupakan gambaran dari desain skema sistem seperti pada gambar.

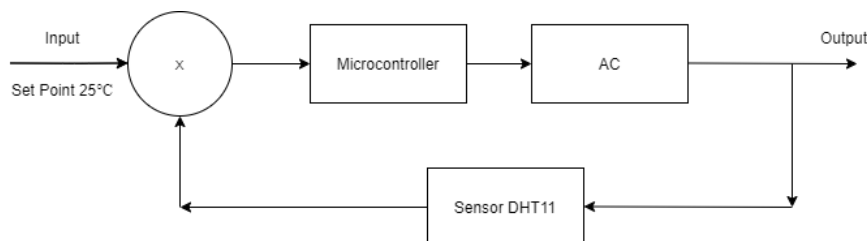


Gambar 4. Desain Skema Sistem

Skema desain sistem pada penelitian ini dengan menggunakan Raspberry Pi 3 Model B+ sebagai mikrokontroler, Sensor DHT11, LED IR dan IR Receiver sebagai komponen untuk memantau suhu dan kelembapan pada pendingin ruangan dan kendali air conditioner. Air Conditioner yang akan di kontrol dijadikan sebagai objek yang akan diteliti dan Internet sebagai akses Raspberry Pi ke Web server dengan menggunakan Local Area Network (LAN) dengan IP Address 192.168.43.130 yang terdaftar. Smartphone digunakan untuk mengakses Node-RED dan Web server sebagai media untuk memantau suhu dan mengontrol AC.

3.2 Blok Diagram Sistem

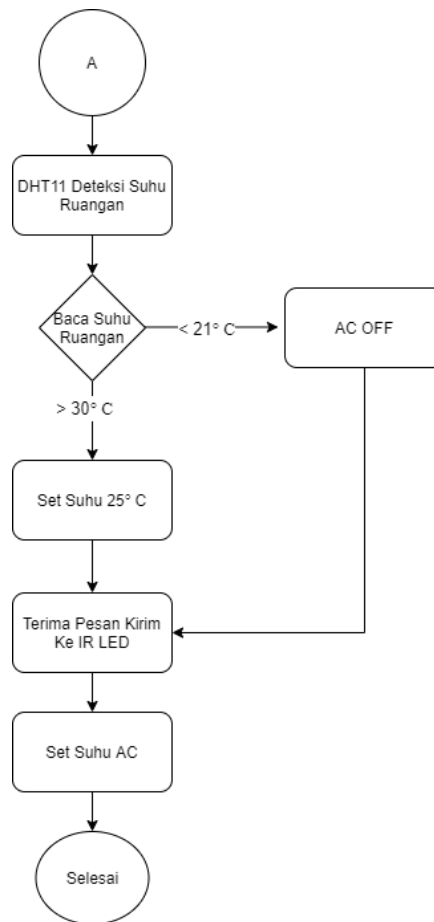
Diagram blok ini adalah gambaran dasar mengenai sistem yang akan dirancang. Tiap bagian blok sistem memiliki fungsi masing-masing. Adapun blok diagram yang akan dirancang yaitu seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Blok Diagram Sistem

Set point suhu atau input diatur 25°C terlebih dahulu agar kendali sistem kendali dapat berjalan. Komunikasi antar hardware dan software menggunakan Node-RED yang terintegrasi dengan Home Assistant. Mikrokontroler akan melakukan proses dari inputan yang masuk dan mengirimkan perintah untuk mengatur AC, AC sebagai plant atau tujuan untuk tercapainya output yang diinginkan, setelah itu sensor DHT11 sebagai pengukuran yang bertujuan untuk membandingkan pembacaan dari output dan input lalu melakukan feedback ke sistem sehingga terukurnya nilai suhu yang diatur akan tercapai. Dengan demikian suhu yang terbaca akan dikendalikan oleh AC yang bekerja sesuai dengan sistem kendali.

3.3 Diagram Alir Otomatisasi Suhu

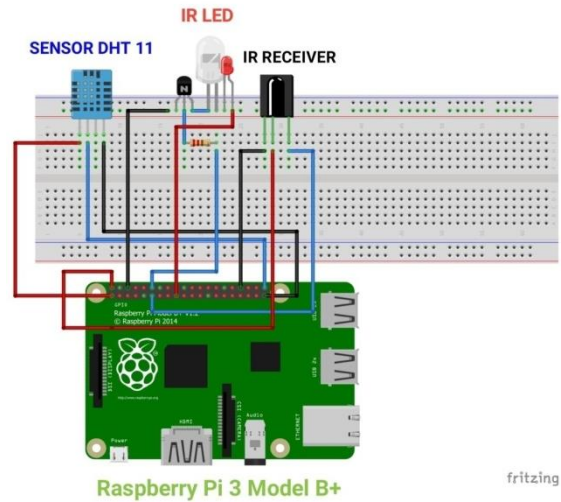


Gambar 6. Diagram Alir Suhu

Gambar diatas menjelaskan tentang awal flowchart program yang dituliskan pada software Node-Red untuk DHT11 dan Inframerah. Untuk tercapainya suhu yang stabil pada ruangan yaitu 25°C dan tercapainya suhu dan kelembapan yang sesuai dengan skala Standar Kenyamanan Termal yaitu $20,5^{\circ}\text{C} - 27,1^{\circ}\text{C}$. DHT11 akan membaca suhu pada ruangan dan otomatis menyesuaikan suhunya sesuai dengan standar kenyamanan termal, ketika suhu berada dibawah 21°C maka sistem akan mengirim sinyal ke AC untuk dimatikan apabila suhu ruangan melebihi 30° akan mengirim sinyal ke AC untuk mengatur suhunya menjadi 25°C .

3.4 Perancangan Perangkat Keras

Berikut merupakan skema rangkaian dengan sensor-sensor yang terhubung pada pin Raspberry Pi. Kabel berwarna merah merupakan VCC atau Volt, Kabel berwarna biru untuk data dan kabel berwarna hitam untuk Ground. Raspberry Pi sendiri membutuhkan sumber tegangan listrik sebesar 5V - 12V dengan menggunakan adaptor yang dihubungkan dari listrik PLN 220V.



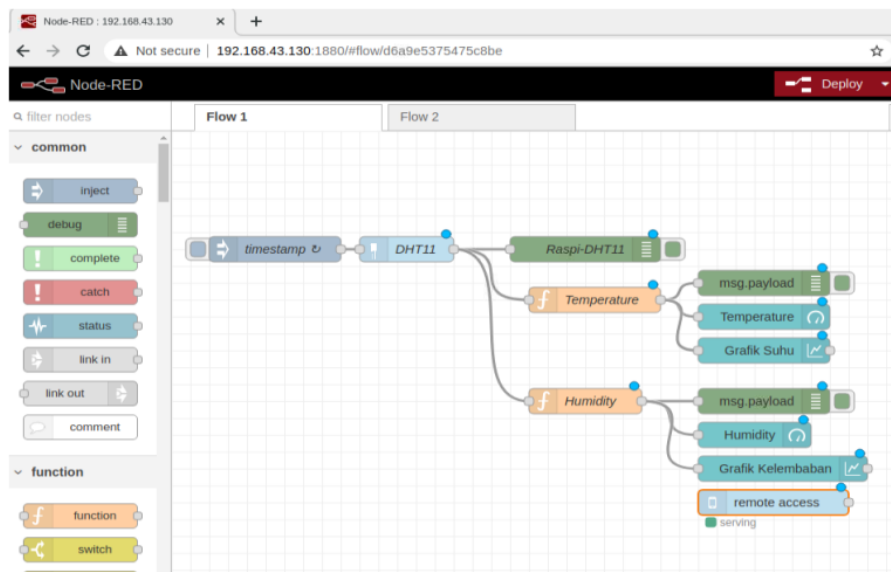
Gambar 7. Perancangan Perangkat Keras

Tabel 2. Pin Pada Mikrocontroller

Komponen	Pin	Input
Sensor DHT11	Pin 7 (GPIO4)	Pin 1 (VCC 5 volt)
LED IR	Pin 12 (GPIO18)	-
IR Receiver	Pin 11 (GPIO17)	Pin 2 (VCC 3,3 Volt)

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Setelah membuat program pada sensor DHT11 langkah selanjutnya adalah membuat flow pada Node-RED untuk membuat pemrograman secara visual. Pada Raspberry Pi jalankan Node-RED lalu buka browser untuk mengakses Node-Red dengan memasukkan IP Address <http://192.168.43.130:1880/>. Buat Flow yang menghubungkan sensor-sensor seperti pada gambar berikut.

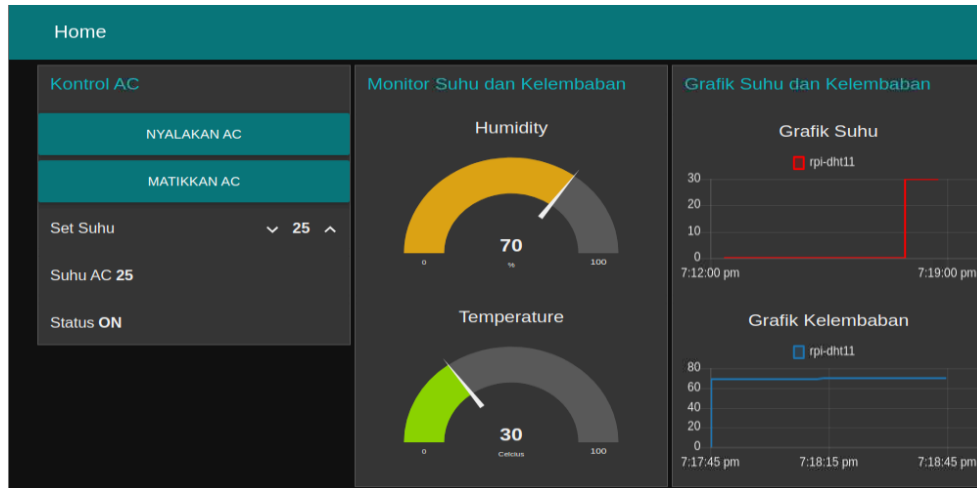


Gambar 8. Flow pada Node-Red

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Perangkat Lunak

Pada Raspberry Pi jalankan Node-RED lalu buka browser dengan memasukkan <http://192.168.43.130:1880/ui/>. Berikut merupakan User Interface yang dapat dilihat pada gambar.



Gambar 9. User Interface

Gambar menunjukkan tampilan user interface Node-Red pada laptop dan smartphone. Saat pertama kali AC di nyalakan, Sistem otomatis mengatur suhu pada AC 25°C. Ada 3 buah bagian tampilan interface yaitu Kontrol AC, Monitor Suhu dan Kelembaban, Grafik Suhu dan Kelembaban. Pada bagian kontrol AC kita dapat menyalakan atau mematikan AC serta mengatur volume untuk menaikkan atau menurunkan suhu pada AC. Untuk memantau suhu dan kelembaban dapat diamati pada bagian monitor dan jika ingin mengamati kenaikan suhu yang terjadi pada waktu sebelumnya dapat dilihat pada bagian grafik.

4.2 Pengujian Jarak Sensor Inframerah

Dilakukan pengujian sensor infrared bertujuan untuk mengetahui jarak maksimal sinyal infrared dapat diterima oleh AC dan derajat peletakkan sensor infrared.

Table 3. Pengujian Jarak Sensor Inframerah

Jarak Sensor terhadap AC (cm)	Keterangan
10	Sinyal diterima
30	Sinyal diterima
50	Sinyal diterima
70	Sinyal diterima
90	Sinyal diterima
110	Sinyal diterima
130	Sinyal diterima
150	Sinyal diterima
170	Sinyal diterima
190	Sinyal diterima
210	Sinyal diterima
230	Sinyal tidak diterima

Berdasarkan pada Tabel penempatan sensor yang paling efisien agar AC dapat menerima sinyal infrared adalah berjarak 50 cm dibawah AC. Jika peletakkan terlalu dekat dibawah AC maka DHT11 hanya membaca suhu keluaran dari AC tersebut. Jika penempatan sensor infrared terlalu jauh melebihi jarak 210 cm maka AC tidak dapat menerima sinyal dari sensor infrared.

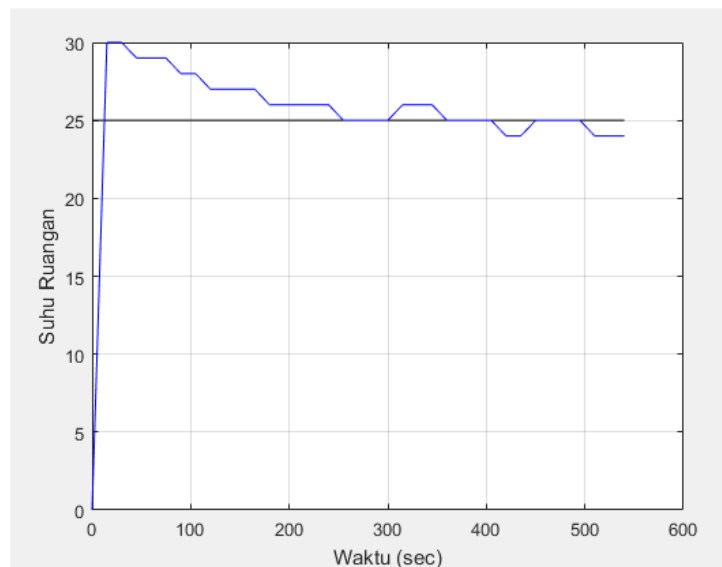
4.3 Hasil Pengujian Ketika Suhu Ruangan >30°C

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur kondisi ruang terlebih dahulu, Kondisi ruangan diatur melebihi 30°C dengan set up point 25°C.

Table 4. Pengujian Suhu >30°C

Waktu (s)	Suhu (°C)	Waktu (s)	Suhu (°C)	Waktu (s)	Suhu (°C)	Waktu (s)	Suhu (°C)
0	0	150	27	300	25	450	25
15	30	165	27	315	26	465	25
30	30	180	26	330	26	480	25
45	29	195	26	345	26	495	25
60	29	210	26	360	25	510	24
75	29	225	26	375	25	525	24
90	28	240	26	390	25	540	24
105	28	255	25	405	25		
120	27	270	25	420	24		
135	27	285	25	435	24		

Berikut merupakan gambar grafik dari suhu pada Tabel 4.



Gambar 10. Grafik Suhu

Set point yang diberikan pada sistem sebesar 25°C. Pada gambar grafik diatas dengan menggunakan perhitungan pada Matlab terlihat bahwa besarnya nilai waktu naik (RiseTime) yang dicapai adalah 34,5 detik, Waktu penetapan (SettlingTime) NaN atau tidak terdeteksi, Waktu penetapan min (SettlingMin) 24 detik, Waktu penetapan max (SettlingMax) 30 detik, lonjakan maksimum (Overshoot) terjadi di detik-detik awal sistem sebesar 20% lalu turun seiring waktu sejajar dengan nilai set point, lonjakan minimum (Undershoot) bernilai 0, Puncak tertinggi dari suhu (Peak) 30°C pada waktu (PeakTime) 15 detik. Dengan demikian pada set up point 25°C sistem dapat bekerja dengan cukup baik.

4.4 Hasil Pengujian Pemantauan Suhu AC

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan suhu yang dihasilkan pada sensor DHT11 dengan suhu Hygrometer Digital. Pengujian dilakukan pagi hari pada pukul 06.00 – 08.00 WIB. atau dilakukan dengan waktu durasi 2 jam. Saat pertama kali AC dihidupkan, Sistem akan otomatis mensetting AC pada suhu 25° C dan akan membaca suhu setiap 10 menit serta. Mikrokontroler juga akan menyesuaikan suhu ketika suhu melebihi ambang batas atau dibawah ambang batas.

Tabel 5. Pemantauan Suhu AC

No	Pemantauan Suhu Pagi Hari			
	Waktu	Suhu DHT11(°C)	Kelembapan (%)	Suhu Hygrometer (°C)
1	06.00	25	50	25,2
2	06.10	25	54	25,7
3	06.20	25	55	25,7
4	06.30	25	57	25,9
5	06.40	26	57	26,2
6	06.50	26	58	26,2
7	07.00	26	58	26,4
8	07.10	26	59	26,5
9	07.20	26	60	26,5
10	07.30	26	60	26,5
11	07.40	26	64	26,6
12	07.50	26	66	26,8
13	08.00	26	66	26,8

Pada pukul 06.00 – 08.00 WIB suhu mengalami kenaikan dari 25°C hingga 26°C untuk pembacaan nilai sensor suhu DHT11. Pada pembacaan nilai suhu hygrometer yaitu 25,2° C hingga 26,8°C. Tidak terjadinya kenaikan atau penurunan suhu secara signifikan yang terjadi sehingga sistem otomatisasi suhu tidak bekerja dan masih termasuk kategori standar kenyamanan termal ruang.

4.5 Perhitungan Error dan Presisi

Berikut merupakan hasil perhitungan dari pengukuran sensor DHT11 yang dibandingkan dengan perhitungan hasil pengukuran Hygrometer.

Table 6. Perhitungan Error dan Presisi

No	Hasil Pengukuran			Nilai Perhitungan	
	Suhu DHT11	Suhu Hygrometer	Selisih	Error	Presisi
1	25	25,2	0,2	0,7%	99,3%
2	25	25,7	0,7	2,7%	97,3%
3	25	25,7	0,7	2,7%	97,3%
4	25	25,9	0,9	3,4%	96,6%
5	26	26,2	0,2	0,7%	99,3%
6	26	26,2	0,2	0,7%	99,3%
7	26	26,4	0,4	1,5%	98,5%
8	26	26,5	0,5	1,8%	98,2%
9	26	27,5	0,5	1,8%	98,2%
10	26	27,5	0,5	1,8%	98,2%
11	26	27,6	0,6	2,2%	97,8%
12	26	27,8	0,8	1,4%	98,6%
13	26	27,8	0,8	1,4%	98,6%
Rata – rata			0,53	1,75%	98,24%

Berdasarkan hasil tabel data diatas kita dapat menyimpulkan rata-rata selisih antara pengukuran suhu hygrometer dan DHT11 bernilai 0,53. Rata-rata error atau kesalahan pada pengukuran bernilai 1,75% dan rata-rata presisi atau ketepatan pengukuran bernilai 98,24%.

4.6 Perhitungan Standar Deviasi dan Ketidakpastian

Table 7. Perhitungan Standar Deviasi dan Ketidakpastian

No	Hasil Pengukuran			Nilai Perhitungan	
	Suhu DHT11	Suhu Hygrometer	Selisih (y)	$D = y - \bar{y}$	D^2
1	25	25,2	0,2	-0,33	0,1089
2	25	25,7	0,7	0,17	0,0289
3	25	25,7	0,7	0,17	0,0289
4	25	25,9	0,9	0,37	0,1369
5	26	26,2	0,2	-0,33	0,1089
6	26	26,2	0,2	-0,33	0,1089
7	26	26,4	0,4	-0,13	0,0169
8	26	26,5	0,5	-0,03	0,0009
9	26	26,5	0,5	-0,03	0,0009
10	26	26,5	0,5	-0,03	0,0009
11	26	26,6	0,6	0,07	0,0049
12	26	26,8	0,8	0,27	0,0729
13	26	26,8	0,8	0,27	0,0729
Rata – rata			0,53	-	-
Jumlah			-	-	0,6917
Standar Deviasi			-	-	0,86833
Ketidakpastian			-	-	0,24083

Berdasarkan perhitungan tersebut, memiliki nilai standar deviasi 0,86833 maka nilai ketidakpastian dari sensor DHT11 adalah 0,24083. Hal ini berarti bahwa alat tersebut memiliki nilai perkiraan atau rentang pengukuran sebesar 0,24083.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan dari pemantauan suhu pendingin ruangan menggunakan mikrokontroler, maka dapat dibuat kesimpulan yaitu sebagai berikut.

1. Berdasarkan data hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem otomatisasi suhu pada AC dapat berjalan dengan baik. Suhu pada ruangan yang terbaca sudah stabil dibawah ambang batas 30°C dan termasuk kategori standar kenyamanan termal ruang yaitu berkisar antara 20,5°C – 27,1°C. Hal ini dapat meminimalisir dampak penggunaan kinerja yang AC yang berlebihan dengan tercapainya suhu yang stabil pada ruangan.
2. Besarnya nilai waktu naik (RiseTime) yang dicapai adalah 34,5 detik, Waktu penetapan (SettlingTime) NaN atau tidak terdeteksi, Waktu penetapan min (SettlingMin) 24, Waktu penetapan max (SettlingMax) 30, lonjakan maksimum (Overshoot) terjadi di detik-detik awal sistem sebesar 20% lalu turun seiring waktu sejajar dengan nilai set point, lonjakan minimum (Undershoot) bernilai 0, Puncak tertinggi dari suhu (Peak) 30°C pada waktu (PeakTime) 15 detik. Dengan demikian pada set up point 25°C sistem dapat bekerja dengan cukup baik.
3. Pada pemantauan nilai selisih yang didapat bernilai 0,53 dan persentase error bernilai 1,75% untuk ketepatan pengukuran bernilai 98,24%, Hal ini sesuai dengan spesifikasi range temperatur error dari DHT11 yaitu 0-50 °C ± 2 °C , Nilai ketidakpastian dari pengukuran bernilai 0.86833, Hal ini berarti bahwa alat tersebut memiliki nilai perkiraan atau rentang pengukuran sebesar 0.24083.

DAFTAR PUSTAKA

- Industri, F. T. (2017). *Rancang bangun sistem pengatur temperatur kerja pendingin ruangan menggunakan kontrol logika fuzzy dengan raspberry pi*.
- PANGESTI, A. T. (2014). *Monitoring Pada of Temperature Using Peltier Element With Monitoring System on Android*. 14–15.
- Ramschie, A., Makal, J., & Ponggawa, V. (2018). Penerapan Mode Hemat Listrik Pada Peralatan Penyejuk Udara. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 9, 1–8.
- Rozaq, M. A., Sukoco, I. H. B., & Nugroho, D. (2019). *Analisa Pengaruh Setting Suhu Air Conditioner Terhadap Konsumsi Energi Listrik Pada Air Conditioner Kapasitas 5 Pk Type Psf 5001*. 354–369.
- Saptadi, A. H. (2015). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22 Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino. *Jurnal Informatika, Telekomunikasi Dan Elektronika*, 6(2). <https://doi.org/10.20895/infotel.v6i2.73>
- Yunardi, R. T. (2017). Analisa Kinerja Sensor Inframerah dan Ultrasonik untuk Sistem Pengukuran Jarak pada Mobile Robot Inspection. *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 6(1), 33. <https://doi.org/10.36055/setrum.v6i1.1583>