

## Perancangan Sistem Pengaturan Suhu Ruangan Otomatis Berbasis Hardware Mikrokontroler Berbasis AVR

Indah Purnama Sari<sup>1</sup>, Al-Khowarizmi<sup>1</sup>, Dicky Apdilah<sup>2</sup>, Asrar Aspia Manurung<sup>3</sup>, Mhd Basri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

<sup>2</sup> Fakultas Teknik, Teknik Informatika, Universitas Asahan, Kisaran, Indonesia

<sup>3</sup> Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 19 Juli 2023  
Revisi Akhir: 30 September 2023  
Diterbitkan Online: 30 September 2023

### KATA KUNCI

Air Conditioner; Arduino Mega; DHT11;  
Monitoring Suhu; Pengaturan Suhu Otomatis

### KORESPONDENSI

Phone: +62 822-7683-7886  
E-mail: [indahpurnama@umsu.ac.id](mailto:indahpurnama@umsu.ac.id)

### A B S T R A K



Ruang server adalah ruang di mana server, peralatan komunikasi jaringan termasuk sakelar dan router, dan peralatan operasional lainnya disimpan. Semua perangkat akan berperilaku berbeda di ruang server dengan suhu dan kelembapan tinggi, oleh karena itu penting untuk menjaga kondisi tersebut tetap stabil untuk mencegah kerusakan peralatan yang mudah. Akibatnya, bisnis harus menerapkan standar untuk melindungi fungsionalitas perangkat yang disimpannya. Sebuah gadget yang dapat mengatur dan memantau suhu dan kelembapan secara otomatis telah dibuat untuk mengatasi masalah tersebut. Sistem dibangun dengan menggunakan sensor suhu dan kelembapan yang melacak kondisi suhu di dalam ruangan dan menampilkannya pada website yang dapat dilihat melalui koneksi internet. Hasil dari penelitian ini untuk melacak kondisi suhu di dalam suatu ruangan.

## PENDAHULUAN

Secara berkala, kemajuan teknologi semakin cepat, khususnya di bidang teknologi informasi. Teknologi transmisi data adalah salah satu teknologi yang berkembang pesat dan menjadi lebih cepat dan lebih murah. Pola ini mendorong terciptanya tata cara menghubungkan berbagai perangkat melalui jaringan internet. Internet of Things adalah nama dari teknologi ini. Internet of Things (IoT), yang penggunaannya saat ini semakin umum. Internet of Things memberi kesan bahwa benda-benda di lingkungan dapat berbicara satu sama lain melalui internet. Berkat Internet of Things, gadget ini dapat menggunakan sensor untuk mengumpulkan data dari lingkungan. Jika suatu perangkat dirancang untuk memantau penggunaan listrik, perangkat tersebut kemungkinan akan mengirimkan informasi penggunaan secara berkala ke perangkat lain melalui jaringan internet [1,2,3].

Ruang server adalah ruang yang biasanya digunakan untuk menampung server, peralatan komunikasi jaringan seperti sakelar dan router, dan peralatan lain dengan tujuan fungsional. Mempertimbangkan bahwa semua operasi disimpan di satu area. Ruangan ini harus selalu dalam kondisi yang baik agar semua perangkat berfungsi dengan baik [4,5,6].

IoT digunakan untuk membuat gadget yang secara otomatis dapat mengontrol dan memonitor kelembapan dan suhu. Untuk tujuan menjaga suhu ruangan dan meningkatkan pengoperasian AC, yang dapat mengurangi efek penggunaan yang berlebihan dan dapat memaksimalkan perangkat yang ada. Sistem ini menggunakan sensor suhu dan kelembapan untuk melacak suhu dan tingkat kelembapan ruangan. Hasil ditampilkan pada website yang dapat diakses melalui koneksi internet [7,8,9].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat melacak kondisi suhu di dalam suatu ruangan dan menampilkannya pada website yang dapat dilihat melalui koneksi internet dengan menggunakan hardware mikrokontroler berbasis AVR dan internet of things (IoT) yang menghubungkan ke gadget dimana secara otomatis dapat mengontrol dan memonitor kelembapan dan suhu [10,11,12].

## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu yang berjudul Implementasi Iot Untuk Sistem Kendali AC Otomatis Pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya. Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik, mikrokontroler yang digunakan ATmega 2560, remote AC, LED dan Buzzer sebagai indikator dari orang yang masuk ke dalam ruangan. • Penelitian ini alat dapat bekerja saat mahasiswa masuk ke ruang kelas dan sensor ultrasonik akan menghitung jumlah orang yang masuk ke ruang kelas tersebut. Hasil inputan dari sensor suhu dan sensor ultrasonik akan diproses oleh mikrokontroler ATmega 2560 yang akan mengambil keputusan untuk mengatur suhu ruang kelas. Dan data akan disimpan di dalam Web Server [1,2,3]

Selain itu, penelitian terdahulu juga berjudul Sistem Cerdas Pengatur Suhu Secara Otomatis Sebagai Alternatif Penghematan Energi Listrik. Penelitian ini menggunakan sensor LM35 untuk membaca suhu, mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino UNO, Relay, transformator untuk menentukan putaran kipas, dan LCD sebagai tampilan output. • Penelitian ini memiliki cara kerja saat sensor LM35 membaca suhu ruangan, apabila suhu ruangan berada pada suhu diatas 30°C maka kipas pada AC akan mati dan pada saat Sensor LM35 membaca suhu ruangan berada pada suhu kurang dari 27°C maka kipas AC akan mati [1,2,3].

Pada penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengaturan Temperatur Ruangan Menggunakan Sensor DHT11 Berbasis Mikrokontroler Arduino. Dalam Penelitian ini menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO, Sensor DHT11, Relay dan Liquid Crystal Display (LCD). Penelitian ini membahas tentang kontrol temperatur ruang menggunakan sensor DHT11 berbasis Arduino UNO. Yang mana, putaran motor air conditioner divariasikan menggunakan relay untuk menghemat pemakaian energi listrik sesuai kebutuhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol yang dibuat bekerja dengan baik. Temperatur ruangan diset pada temperatur 20 – 26°C. Jika temperatur ruangan yang dideteksi sensor DHT11 melebihi 26°C maka motor pada AC akan ON dan lampu indikator juga akan menyala. Jika temperatur ruangan di bawah 20°C maka motor pada AC akan OFF [1,2,3].

Penelitian dan pengembangan adalah teknik penelitian yang digunakan untuk membuat item spesifik dan mengevaluasi kemanjurannya. Partamayasa, Suhartana, dan Supriana Perancangan Sistem Pengaturan Suhu Ruangan Otomatis Metode model proses waterfall digunakan dalam penelitian ini untuk merancang sistem pengaturan suhu ruangan otomatis berbasis mikrokontroler. Metode ini melibatkan pelaksanaan tahapan pengembangan dalam urutan yang sistematis dan mengevaluasi hasil pada akhir proses. Setiap langkah diambil untuk menjamin keberhasilan pengembangan sistem. Tahap awal akan melibatkan penentuan kebutuhan sistem, termasuk kebutuhan fungsional dan non-fungsional [13,14].

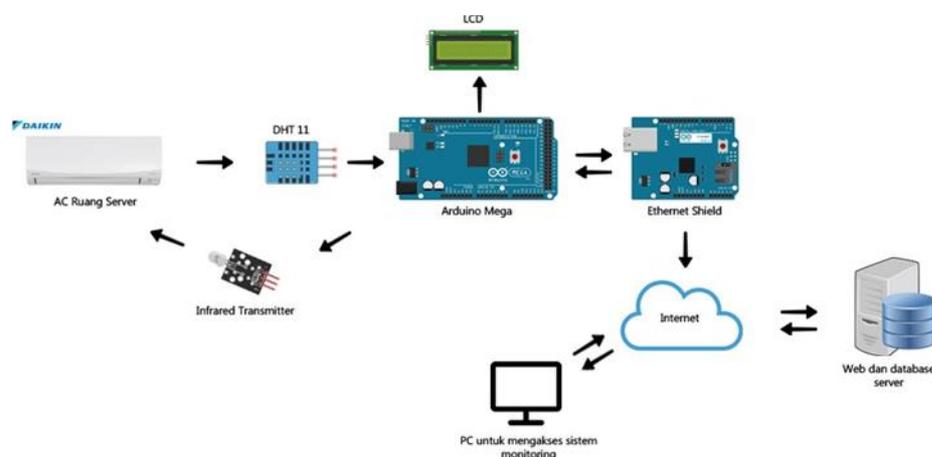
Beberapa usaha dan penelitian terkait dengan pengontrolan suhu sudah dilakukan, beberapa diantaranya yaitu : Penelitian yang dilakukan oleh [15] yang berjudul Rancang Bangun Alat Kontrol Otomatis Pendingin Komputer Berbasis Mikrokontroller ATMEGA8L dengan memanfaatkan rangkaian mikrokontroller ATmega8L yang mengganti saklar manual pendingin tambahan (kipas) [1]. Manfaatnya alat kontrol suhu komputer tersebut secara otomatis menjalankan pendingin komputer untuk pengendalian suhu menjaga kestabilan kinerja hardware pada komputer yang berbasis Mikrokontroller ATmega8L. Komponen-komponen utama, pendukung, dan perangkat lunaknya disesuaikan. Antara lain rangkaian power supply, rangkaian sistem minimum, rangkaian sensor suhu IC LM35 dan rangkaian alat lainnya. Serta perangkat lunak yang digunakan Code Visio Evaluation dan AVR studio. Hasil dari penelitian ini berupa prototype sistem pengontrol suhu otomatis yang ditempatkan didalam casing kompute.

Penelitian yang dilakukan yang berjudul Sistem Kendali Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroller AT89S51 [16]. Penelitian ini dilakukan dengan membuat prototype sistem kendali suhu ruangan menggunakan mikrokontroller AT89S51. Mikrokontroller tersebut merupakan mikrokontroller dengan fasilitas yang bisa dikatakan terbatas. Sistem kerja dari perangkat tersebut adalah Pada saat saklar dinyalakan, komponen-komponen pada implementasi sistem penghangat pada kendali suhu ruangan dengan sensor LM35 berbasis mikrokontroler AT89S51 akan aktif secara hardware maupun secara software. Data hasil pengindraan yang berupa tegangan ( data analog ), dimana untuk setiap kenaikan suhu 10C menghasilkan kenaikan tegangan sebesar 10 mVolt.

### Analisis kebutuhan sistem

Studi ini dibuat berdasarkan pekerjaan sebelumnya yang mengembangkan proyek untuk mengontrol gadget berbasis inframerah melalui jaringan wifi. Kuantitas perangkat yang dapat dikendalikan oleh sinyal infra merah adalah dasar dari hal ini. Masing-masing dapat dikelola secara individual oleh remote yang berbeda. Jadi mikrokontroler AVR, modul Wifi, dan pemancar inframerah digunakan untuk membuat sistem kendali jarak jauh yang dapat mengatur seluruh peralatan.

Menggunakan ponsel, PC, atau tablet yang terhubung ke internet, peneliti ini mampu mengelola beberapa perangkat secara bersamaan [17]. Pada satu chip, mikrokontroler menampung seluruh sistem mikroprosesor. Cara mikrokontroler benar-benar membaca dan menulis data adalah melalui program khusus yang dapat dibuat dan dihapus [18]. Mikrokontroler adalah alat elektronik digital dengan input, output, dan kemampuan kontrol. Sistem dapat diintegrasikan dengan modul DHT11 untuk membaca suhu ruangan dan modul KY-005 untuk mengirimkan sinyal kontrol ke AC menggunakan mikrokontroler. Light Emitting Diode, kadang-kadang dikenal sebagai LED inframerah, adalah sejenis pemancar cahaya inframerah. Ketika energi listrik diterapkan, inframerah, yang terbuat dari semikonduktor gallium arsenide (GaAs), dapat memancarkan cahaya inframerah dan radiasi panas [19].

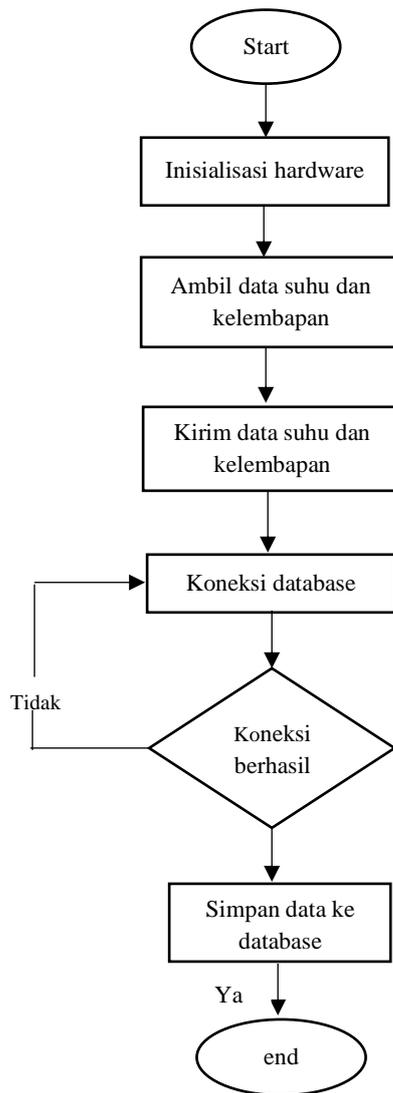


Gambar 1. Gambaran Sistem Secara Umum

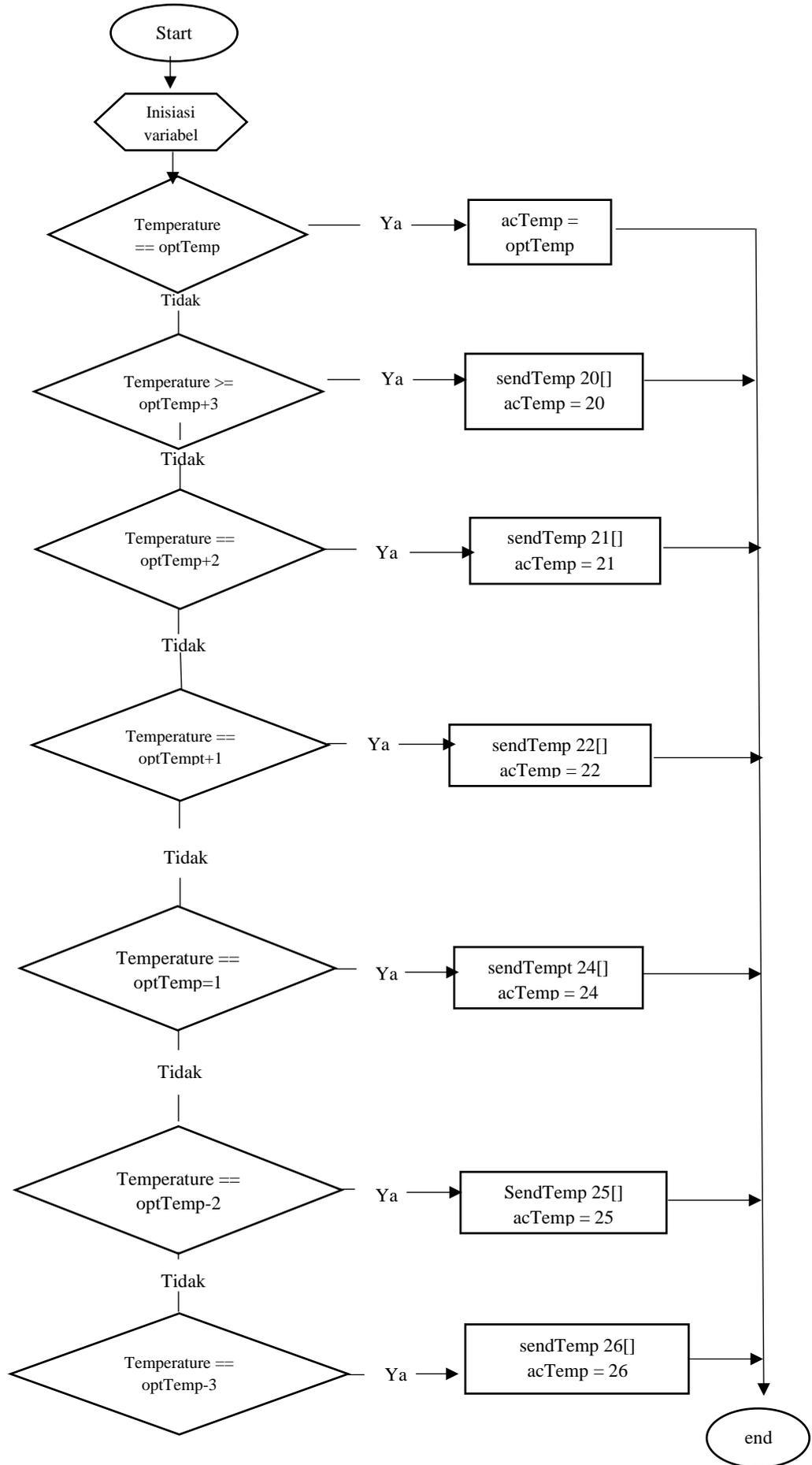
1. Arduino Mega menerima data dari sensor DHT11 tentang suhu dan tingkat kelembaban ruang server.
2. Setelah sensor DHT11 mengirimkan data, Arduino Mega mengolah data tersebut dan mengirimkan respon ke AC melalui modul KY-005 berupa kenaikan suhu atau penurunan suhu.
3. Dengan menggunakan antarmuka Ethernet, Ethernet Shield akan mengirimkan informasi suhu dan kelembaban ke server melalui internet.
4. Data suhu dan kelembaban akan tersimpan di database jika koneksi ke server berhasil. Di server, skrip PHP dibuat untuk melakukan proses ini.
5. Aplikasi online memungkinkan pengguna untuk memantau suhu dan tingkat kelembaban. dimana data dari database yang telah disimpan dengan interval satu jam akan ditampilkan oleh aplikasi.
6. Jika suhu ruangan ditemukan lebih tinggi dari suhu optimal yang dipilih, sistem akan memberi tahu pengguna.

**METODOLOGI**

*Penyimpanan Data dan Pengiriman Sinyal Infrared*



Gambar 2. Flowchart Penyimpanan Data

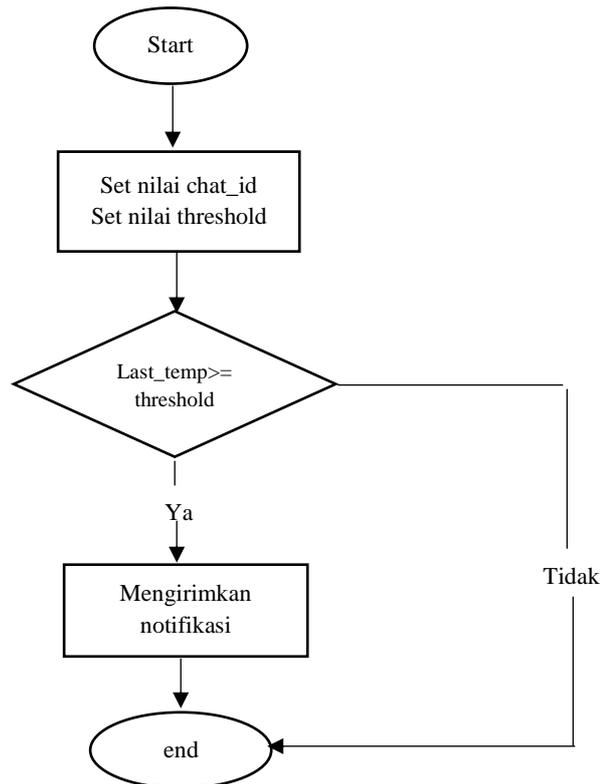


Gambar 3. Flowchart Pengiriman Sinyal Infrared Transmitter

Alur proses penyimpanan data suhu dan kelembaban ke dalam database ditunjukkan pada Diagram Alir Penyimpanan Data (a). Inisialisasi semua perangkat keras, termasuk Arduino Mega, sensor DHT11, dan Ethernet Shield, adalah langkah pertama yang diselesaikan. Sensor akan berfungsi setelah prosedur inisialisasi selesai. Arduino kemudian mengirimkan pembacaan suhu dan kelembaban DHT11 ke server.

Flowchart Pengiriman Sinyal Pemancar Inframerah (b) selanjutnya adalah flowchart yang digunakan oleh aplikasi untuk mengatur sinyal yang akan dikirimkan untuk memodifikasi suhu AC dan suhu yang akan direkam oleh sensor. Suhu ideal yang ditentukan pengguna diakomodasi oleh variabel *optTemp*, yang merupakan variabel. Karena *optTemp* dalam contoh ini memiliki nilai 26 derajat Celcius, sistem akan mengirimkan sinyal yang menunjukkan apakah akan menaikkan atau menurunkan suhu AC untuk menjaga *optTemp* pada level saat ini.

### ***Pengiriman Notifikasi***



Gambar 4. Flowchart Pengiriman Notifikasi

Proses pengiriman notifikasi ketika data suhu dan kelembaban ruang server berada di luar kisaran tipikal ditunjukkan pada diagram alur di atas. Prosedur ini memerlukan perbandingan data suhu terbaru dengan kisaran suhu ideal. Sistem akan memberi tahu Anda jika suhu ruangan melebihi batas. Prosedur ini akan terjadi setiap lima menit sekali.

### ***Perancangan Database***

Program ini menggunakan media penyimpanan database dengan menggunakan dua buah tabel, yaitu:

#### ***Tabel Record***

Data suhu, kelembaban, dan waktu perekaman sensor yang dikirimkan oleh Arduino ke server disimpan dalam tabel record.

Tabel 1. Struktur Tabel Record

Name	Data Type	Data Measurement	Description
Id	int	6	Untuk memberikan identitas pada setiap row
data_recod	Datetime	6	Untuk menyimpan data tanggal dan jam data yang dikirim oleh sensor
Temperature	varchar	6	Untuk menyimpan nilai suhu
Humidity	varchar	6	Untuk menyimpan nilai kelembapan

*Tabel User*

Tabel user berfungsi untuk menyimpan data username, password, email dan waktu pencatatan pendaftaran pengguna.

Tabel 2. Struktur Tabel User

Name	Data Type	Data Measurement	Description
id int 25	Int	25	Untuk memberikan identitas pada setiap row
sys_username	Varchar	25	Untuk menyimpan username
sys_password	Varchar	25	Untuk menyimpan password
email	Varchar	25	Untuk menyimpan data email
register_date	Date time		Untuk menyimpan waktu registrasi

**HASIL DAN PEMBAHASAN***Implementasi**Hardware*

Gambar 5. Implementasi Hardware

Kotak hitam berisi perangkat keras untuk mikrokontroler. Sensor suhu DHT11 dan pemancar infra merah dipasang di atas kotak, sedangkan modul LCD diposisikan di depan.

*Menu Log in*

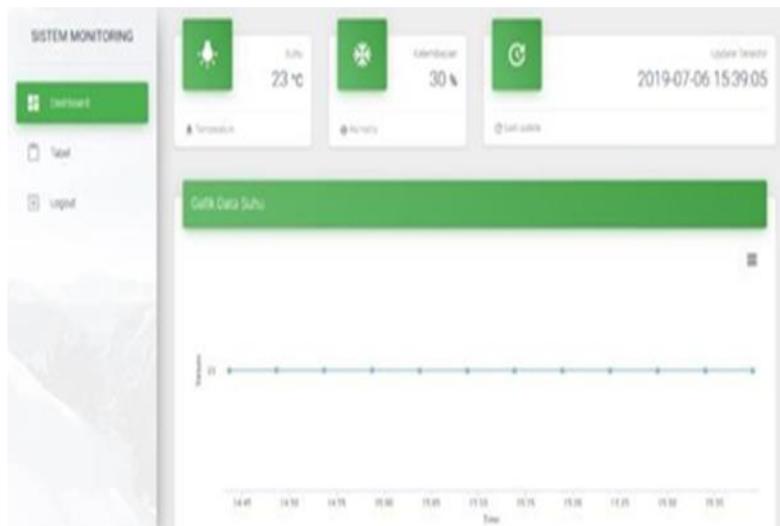


Gambar 6. Tampilan log in system

Halaman pertama yang dilihat pengguna saat mengakses situs web adalah halaman login. Untuk mengakses sistem pemantauan, pengguna harus memasukkan nama pengguna dan kata sandi yang ditambahkan sebelumnya.

*Menu Dashboard*

Saat pengguna masuk ke sistem, dasbor adalah opsi pertama yang mereka lihat. Suhu terkini, kelembapan terakhir, dan terakhir kali data diperbarui semuanya tercantum di menu dasbor. Selain itu, ada dua grafik pada menu ini, satu menampilkan data suhu dan yang lainnya menampilkan data kelembapan. Selain menggunakan API Telegram, menu dasbor juga berfungsi sebagai peringatan. Ketika suhu di bawah batas yang telah ditentukan, kartu suhu, kelembapan, pembaruan terakhir, dan label grafik akan berwarna merah. Sebaliknya, ketika suhu berada di atas batas yang telah ditentukan, kartu suhu, kelembapan, pembaruan terakhir, dan label grafik semuanya akan berwarna hijau.



Gambar 7. Dashboard ketika Suhu Memenuhi Kondisi Nilai Optimal



Gambar 8. Dashboard ketika Suhu Diatas

**Menu Tabel**

Tampilan menu Tabel ini memberikan detail setiap nilai suhu dan kelembaban yang telah disimpan sebelumnya. Pengguna dapat menggunakan kata kunci tertentu untuk mencari data menggunakan opsi pencarian di menu tabel. seperti melihat pada waktu tertentu.



Gambar 9. Menu Tabel

**Fitur Pengiriman Notifikasi**

Informasi waktu nyata dapat diakses dari API Telegram menggunakan teknik Webhook, juga disebut sebagai callback. Teknik webhook menggunakan link URL tambahan yang dikirim bersamaan dengan link URL yang telah disediakan berdasarkan waktu yang telah ditentukan [5], sehingga data yang dikirimkan dapat segera diterima pada saat yang sama.



Gambar 10. Notifikasi dari sistem

Ketika suhu yang tercatat oleh sensor melebihi dari batas yang ditentukan, sistem akan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi telegram kepada pengguna.

**Pengujian**

Pengujian dilakukan selama tujuh hari, mulai tanggal 8 Juni hingga 14 Juni 2022, dengan membandingkan informasi yang diterima sistem dari sensor DHT11 dengan suhu yang dilaporkan oleh thermometer untuk perbandingan suhu dan hygrometer untuk perbandingan kelembaban. Dengan demikian, perhitungan digunakan untuk menentukan tingkat akurasi pembacaan suhu sistem:

$$Akurasi = \frac{\text{Memenuhi kriteria}}{\text{Sudah diuji}} \times 100\%$$

Sedangkan untuk menghitung rata-rata pembacaan sensor, digunakan perhitungan:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum fx}{N}$$

Setelah masing-masing data pengujian setiap hari didapatkan, maka data tersebut dirata-ratakan secara keseluruhan untuk mendapatkan hasil akhir.

### ***Pengujian Akurasi Pembacaan Suhu***

Tabel 3. Pengujian Akurasi Pembacaan Suhu

No	TestingTime	Temperature Reading Accuracy	Average Sensor Readings
1	8 Dec 2022	91,67%	23,09
2	9 Dec 2022	95,84%	23,09
3	10 Dec 2022	100,10%	23,00
4	11 Dec 2022	91,67%	23,09
5	12 Dec 2022	91,67%	23,09
6	13 Dec 2022	100,00%	23,00
7	14 Dec 2022	100,00%	23,00

Berdasarkan percobaan yang dilakukan, diperoleh hasil akurasi pembacaan suhu sebesar 95,84% dengan rata-rata pembacaan nilai suhu oleh sistem selama pengamatan adalah 23,06 derajat celsius.

### ***Pengujian Akurasi Pembacaan Kelembapan***

Tabel 4. Pengujian Akurasi Pembacaan Kelembapan

No	TestingTime	Humidity Reading Accuracy	Average Sensor Readings
1	8 Dec 2022	83,34%	33,25%
2	9 Dec 2022	87,50%	32,84%
3	10 Dec 2022	83,34%	33,25%
4	11 Dec 2022	95,84%	31,34%
5	12 Dec 2022	100,00%	31,00%
6	13 Dec 2022	95,84%	33,05%
7	14 Dec 2022	95,84%	34,09%

Berdasarkan hasil percobaan, akurasi pembacaan kelembapan adalah 91,67%, dan pembacaan tingkat kelembapan rata-rata sistem selama pengamatan adalah 32,69%.

### ***Pengujian Infrared Transmitter***

Tabel 5. Pengujian Infrared Transmitter

No	Testing Time	Accuracy of Infrared Signal Delivery Readings
1	8 Dec 2022	100,00%
2	9 Dec 2022	100,00%
3	10 Dec 2022	100,00%
4	11 Dec 2022	95,83%
5	12 Dec 2022	100,00%
6	13 Dec 2022	100,00%
7	14 Dec 2022	100,00%

Berdasarkan temuan penelitian, ketika sensor mendeteksi suhu yang lebih tinggi dari suhu optimal yang telah ditentukan, maka sistem akan mengirimkan respon ke AC untuk menurunkan suhu, dengan tingkat akurasi respon ke AC mencapai 99,40%.

### ***Pengujian Pengiriman Notifikasi***

Sistem dapat mengirimkan notifikasi kepada pengguna sesuai dengan desain dasar, sesuai dengan hasil pengujian pengiriman notifikasi. Tingkat akurasi transmisi notifikasi sistem ditentukan oleh hasil eksperimen:

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= \frac{\text{Memenuhi kriteria}}{\text{Sudah diuji}} \times 100\% \\ &= \frac{15}{15} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Hasilnya, 100% notifikasi sistem disampaikan secara akurat kepada pengguna.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Dengan tingkat keberhasilan sebesar 99,40%, sistem yang dibuat mampu mengatur AC secara otomatis sehingga suhu ruangan terjaga rata-rata 23,06 derajat Celcius. Sistem juga dapat membaca suhu ruangan dengan tingkat akurasi 95,84%, dan dapat membaca pembacaan kelembaban dengan tingkat akurasi 91,67% dan kelembaban rata-rata 32,69%.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] G. Yanto, "LOGIKA FUZZY UNTUK KENDALI SUHU RUANGAN PADA AIR CONDITIONER (AC) DI RUANG DOSEN STMIK INDONESIA PADANG," FISITEK: Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi, vol. 1, no. 2, pp. 23-32, 2017.
- [2] M. N. D. B. Rendra and A. D. Y. Anggara, "IMPLEMENTASI IOT UNTUK SISTEM KENDALI AC OTOMATIS PADA RUANG KELAS DI UNIVERSITAS SERANG RAYA," Jurnal PROSISKO, vol. 6, no. 1, pp. 69-72, 2019.
- [3] M. Pineng and Silka, "SISTEM CERDAS PENGATUR SUHU SECARA OTOMATIS SEBAGAI ALTERNATIF PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK," Seminar Hasil Penelitian (SNP2M), pp. 18-22, 2018.
- [4] M. R. Fauzi and H. Mukhtar, "Rancang Bangun Sistem Pengaturan Temperatur Ruangan Menggunakan Sensor DHT11 Berbasis Mikrokontroler Arduino," 1 th Celsecitech-UMRI 2016, vol. 1, pp. 122-126, 2016.
- [5] K. D. KW,ST and Z. Novardi, "PENERAPAN INFERENSI FUZZY UNTUK KENDALI SUHU RUANGAN PADA PENDINGIN RUANGAN (AC)," Seminar Nasional Informatika 2010 (semnasIF 2010), pp. 22-27, 2010.
- [6] P. Handoko, "SISTEM KENDALI PERANGKAT ELEKTRONIKA MONOLITIK BERBASIS ARDUINO UNO R3," Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017, pp. 1-11, 2017.
- [7] D. A. Bohn, "Environmental Effect on the Speed of Sound," Journal Audio Engineering, vol. No. 4, p. 36, 1988.
- [8] H. Purwanto, M. Riyandi, D. W. w. Astuti and I. W. A. W. Kusuma, "Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan JSN-SR04T Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air," SISMETRIS, vol. 10, pp. 718-719, 2019.
- [9] E. J. Morgan, "HC-SR04 Ultrasonik Sensor," DataSheet, p. 2, 2014.
- [10] D. A. O. Turang, "Pengembangan Sistem Relay Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile," Seminar Nasional Informatika Yogyakarta, 2015.
- [11] "Infra Merah : Teori Infra Merah & Prinsip Kerja Infra Merah," Elektronika Digital, 10 Mei 2015. [Online]. Available: <http://zoniaelektro.net/infra-merahmedia-komunikasi-cahaya/>. [Accessed 4 September 2021].
- [12] I. G. B. P. Raditya, RANCANG BANGUN SISTEM PENGATUR TEMPERATUR KERJA PENDINGIN RUANGAN MENGGUNAKAN KONTROL LOGIKA FUZZY DENGAN RASPBERRY PI, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017 .
- [13] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A., & Batubara, I.H (2021). "Optimization of the FP-Growth Algorithm in Data Mining Techniques to Get the Electric Power Theft Pattern for the Development of Smart City". *4th International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE)*, 2021, 293-298.

- [14] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A., & Batubara, I.H. (2021). "Cluster Analysis Using K-Means Algorithm and Fuzzy C-Means Clustering For Grouping Students' Abilities In Online Learning Process". *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering*, 2(1), 139-144.
- [15] Sari, I.P., Batubara, I.H., & Al-Khowarizmi, A. (2021). "Sensitivity Of Obtaining Errors In The Combination Of Fuzzy And Neural Networks For Conducting Student Assessment On E-Learning". *International Journal of Economic, Technology and Social Sciences (Injects)*, 2(1), 331-338.
- [16] Sari, I.P., Fahroza, M.F., Mufit, M.I., & Qathrunad, I.F. (2021). "Implementation of Dijkstra's Algorithm to Determine the Shortest Route in a City". *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering*, 2(1), 134-138.
- [17] Batubara, I.H., Saragih, S., Syahputra, E., Armanto, D., Sari, I.P., Lubis, B.S., & Siregar, E.F.S. (2022). "Mapping Research Developments on Mathematics Communication: Bibliometric Study by VosViewer". *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan* 14(3), 2637-2648.
- [18] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A.K., & Batubara, I.H. (2021). "Analisa Sistem Kendali Pemanfaatan Raspberry Pi sebagai Server Web untuk Pengontrol Arus Listrik Jarak Jauh". *InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, 6 (1), 99-103.
- [19] Sari, I.P., Basri, Mhd., Ramadhani, F., & Manurung, A.A. (2023). "Penerapan Palang Pintu Otomatis Jarak Jauh Berbasis RFID di Perumahan". *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(1), 16-25.
- [20] Batubara, I.H., & Sari, I.P. (2021). "Penggunaan software geogebra untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa". *Scenario (Seminar of Social Sciences Engineering and Humaniora)*, 398-406
- [21] Sari, I.P., & Batubara, I.H. (2020). "Aplikasi Berbasis Teknologi Raspberry Pi Dalam Manajemen Kehadiran Siswa Berbasis Pengenalan Wajah". *JMP-DMT* 1(4), 6.
- [22] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A.K., Ramadhani, F., & Sulaiman, O.K. (2023). "Implementation of the Selection Sort Algorithm to Sort Data in PHP Programming Language". *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering*, 4(1).
- [23] Batubara, I.H., Sari, I.P., Hariani, P.P., Saragih, M., Novita, A., Lubis, B.S., & Siregar, E.F.S. (2021). "Pelatihan Software Geogebra untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Matematika SMP Free Methodist 2". *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(3), 854-859.
- [24] Ramadhani, F., Satria, A., & Sari, I.P. (2023). "Implementasi Metode Fuzzy K-Nearest Neighbor dalam Klasifikasi Penyakit Demam Berdarah". *Hello World Jurnal Ilmu Komputer* 2 (2), 58-62.
- [25] Sari, I.P., Batubara, I.H., & Basri, M. (2022). "Implementasi Internet of Things Berbasis Website dalam Pemesanan Jasa Rumah Service Teknisi Komputer dan Jaringan Komputer". *Blend Sains Jurnal Teknik* 1 (2), 157-163.
- [26] Sitompul, D.N., Harahap, T.H., & Sari, I.P. (2023). "Application of The Sales and Purchase Program Using The Rapid Application Development Model". *Al'adzkiya International of Computer Science and Information Technology (AIOCSIT) Journal* 4(1).
- [27] Sulaiman, O.K., Sari, I.P., & Satria, A. (2021). "Implementation Data Mining For Level Analysis Traffic Violation By Algorithm Association Rule". *Al'adzkiya International of Computer Science and Information Technology (AIOCSIT) Journal* 2(2).
- [28] Apdilah, D., Sulaiman, O.K., & Sari, I.P. (2021). "OPTIMIZATION OF THE FUZZY C-MEANS CLUSTER CENTER FOR CREDIT DATA GROUPING USING GENETIC ALGORITHMS". *Al'adzkiya International of Computer Science and Information Technology (AIOCSIT) Journal* 2(2).