



PERANCANGAN ALAT MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN DATA CENTER BERBASIS MICROCONTROLLER DI PT TELKOM DATA EKOSISTEM

Ilamsyah^{*1}, Abert Tandilintin², Muhammad Rizki Fadlan Nullah³, Lukman Nulhakim⁴

^{1,2,3} Program Studi Sistem Komputer, Universitas Raharja
Jl. Jenderal Sudirman No.40 Modern Cikokol Kota Tangerang

⁴Program Studi Sistem Informasi, STMIK Kuwera
Jl. Kalideres Permai No.3C, RT.1/RW.14, Kalideres, Kec. Kalideres, Kota Jakarta Barat⁴

Email: ^{1*}ilamsyah@raharja.info, ²abert.tandilintin@raharja.info, ³rizki.fadlan@raharja.info,
⁴lukman.kuwera@gmail.com

ABSTRAK

Pusat data (data center) adalah infrastruktur krusial dalam pengelolaan data dan layanan digital, sehingga pemantauan suhu dan kelembapan menjadi faktor penting untuk memastikan stabilitas operasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pemantau suhu dan kelembapan berbasis mikrokontroler di PT Telkom Data Ekosistem. Perangkat ini dibuat dengan tujuan untuk secara akurat mendeteksi berbagai parameter kondisi lingkungan dan menyajikan data tersebut secara langsung atau real-time, sehingga pengguna dapat memantau perubahan yang terjadi dengan cepat dan tepat. Pengembangan sistem menggunakan metode prototyping dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), yang memungkinkan pemantauan dari jarak jauh. Sensor DHT11 digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan, sementara NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengirim data ke platform web untuk ditampilkan secara visual. Hasil penelitian membuktikan bahwa sistem ini mampu mengukur dan menampilkan data suhu serta kelembapan dengan tepat, sekaligus memberikan peringatan jika terjadi perubahan kondisi yang drastis. Dengan implementasi sistem ini, pengelolaan pusat data menjadi lebih optimal, hemat waktu, dan tanggap terhadap risiko gangguan lingkungan.

Kata kunci: *Internet of Things (IoT), Monitoring Suhu, Prototyping.*

1. PENDAHULUAN

Data center adalah sebuah ruangan yang berfungsi untuk menyimpan server komputer serta perangkat jaringan seperti switch, router, storage, dan peralatan penting lainnya. Untuk menjaga keandalan operasionalnya, data center memerlukan standar keamanan yang mencakup pengendalian suhu, kelembapan, akses keamanan, serta perlindungan terhadap bencana alam dan kebakaran. Sebagai penyedia layanan data center yang beroperasi selama 24 jam, NeutraDC secara rutin melakukan pemantauan suhu ruangan data center serta perangkat listrik terkait. Server memiliki peran krusial dalam menyediakan layanan data bagi

komputer client. Suhu yang berada di luar batas toleransi dapat menyebabkan kerusakan pada perangkat keras di data center, terutama jika suhu ruangan terlalu panas akibat sistem pendingin yang tidak berfungsi dengan optimal atau mengalami gangguan tanpa disadari oleh tim operasional data center. Sesuai dengan standar pengelolaan data center yang diatur dalam Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia tahun 2013 mengenai Pedoman Teknis Pusat Data, setiap data center diwajibkan memiliki setidaknya satu sensor untuk mengukur suhu ruangan. Oleh karena itu, pemantauan suhu server secara berkala sangat diperlukan agar setiap penyimpangan suhu

dapat segera terdeteksi dan ditindaklanjuti guna mencegah kerusakan pada server.

Namun, dalam praktiknya, pemantauan dan pengukuran suhu ruangan server secara langsung dan akurat tidak selalu dapat dilakukan dalam semua kondisi. Berbagai faktor, seperti keterbatasan manusia dan kendala geografis atau jarak, dapat menghambat perolehan informasi suhu secara real-time.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Rachman dkk. (2020), dijelaskan bahwa pengendalian suhu ruangan secara jarak jauh menggunakan AC sangat penting bagi administrator server guna mendukung optimalisasi kinerja mesin server [1]. Di sisi lain, penelitian yang dilakukan oleh Fatra (2021) fokus pada pengembangan sistem pemantauan suhu jarak jauh berbasis Internet of Things (IoT). Sistem tersebut dirancang sedemikian rupa agar dapat memantau suhu melalui platform website thingspeak maupun aplikasi android bernama virtuino. Adapun komponen utama dari sistem ini adalah NodeMCU ESP8266 yang berfungsi untuk menerima sinyal dari sensor suhu DHT11 [2].

2. LANDASAN TEORI

2.1. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan platform IoT open-source yang menggabungkan perangkat keras dengan sistem I/O dan firmware berbasis bahasa pemrograman Lua. ESP8266, bagian dari seri ESP keluaran Espressif System, lebih mengacu pada firmware ketimbang perangkat kerasnya. NodeMCU dapat dianggap sebagai varian Arduino untuk ESP8266. Selain mendukung Lua, NodeMCU kompatibel dengan Arduino IDE melalui konfigurasi sederhana di board manager, seperti menambahkan URL khusus untuk mengunduh board NodeMCU. Mirip dengan Arduino, NodeMCU adalah mikrokontroler yang telah terintegrasi dengan modul Wi-Fi ESP8266, menjadikannya pilihan yang sangat cocok untuk proyek IoT.



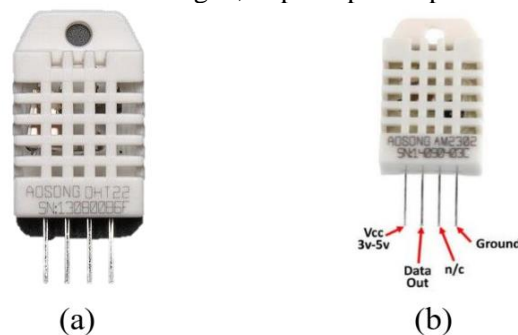
Gambar 1. NodeMCU ESP8266

2.2. Android

Android adalah sistem operasi berbasis Linux untuk perangkat mobile yang mencakup sistem operasi, middleware, dan aplikasi. Sistem ini menawarkan platform terbuka bagi pengembang untuk membuat aplikasi. Dikembangkan oleh Google, Android merupakan sistem operasi open-source yang dirancang untuk perangkat seperti smartphone, tablet, smartwatch, dan perangkat IoT. Berbasis kernel Linux yang dimodifikasi, Android memberikan fleksibilitas, kemampuan kustomisasi, dan kompatibilitas dengan berbagai perangkat keras. Sebagai sistem operasi sumber terbuka, Android tetap menjadi pilihan utama bagi pengguna dan pengembang di seluruh dunia..

2.3. Sensor DHT11

DHT11 adalah modul sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban, menghasilkan output tegangan analog yang dapat diproses lebih lanjut oleh mikrokontroler[6]. Sensor ini kompatibel dan mudah digunakan dengan mikrokontroler seperti NodeMCU. DHT11 memiliki stabilitas tinggi dan fitur kalibrasi yang sangat akurat. Modul DHT11 berfungsi sebagai alat pengindra suhu dan kelembaban relatif, cocok untuk aplikasi pengendalian atau pemantauan suhu dan kelembaban ruangan, seperti pada aplikasi Blynk.



Gambar 2. Sensor DHT11

2.4. Blynk

Blynk adalah platform IoT yang memungkinkan pengguna untuk mengawasi dan mengendalikan perangkat dari jarak jauh melalui aplikasi mobile atau web[7]. Platform ini sangat ramah pengguna, bahkan untuk pemula, dengan beragam fitur yang memudahkan penggunaan. Membuat proyek di Blynk sangat sederhana, dapat diselesaikan dalam waktu kurang dari lima menit melalui metode drag-and-drop. Blynk tidak terikat pada modul atau papan tertentu, memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat dari mana saja selama terhubung ke internet, yang menjadi inti dari konsep IoT (Internet of Things). Platform ini ideal untuk proyek sederhana seperti memantau suhu atau mengendalikan lampu dari jarak jauh[8]. Blynk Inc, sebagai pengembang, telah memperbarui platform

dari Blynk Legacy ke versi terbaru, Blynk IoT 2.0, dengan tampilan yang lebih modern.

2.5. Flowchart

Flowchart adalah alat visual yang menampilkan proses dan logika pengolahan data atau informasi secara sistematis, serta menggambarkan tahapan dan urutan prosedur dalam suatu program. Flowchart membantu analis dan programmer untuk memecah masalah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan mendukung analisis berbagai alternatif dalam pengembangan program[10].

2.6. Prototyping

Metode prototyping adalah pendekatan pengembangan sistem yang melibatkan pembuatan model awal atau prototipe dari sistem yang akan dibuat. Prototyping adalah metode pengembangan perangkat lunak di mana pengguna turut mengevaluasi rancangan sistem[11]. Prototipe ini membantu memahami kebutuhan pengguna dan mendeteksi potensi masalah sejak dini. Metode ini menghasilkan prototipe sistem yang memungkinkan interaksi antara pengembang dan pengguna selama proses pengembangan sistem informasi. Untuk memastikan keberhasilan pembuatan prototipe, aturan harus ditentukan sejak awal, dan baik pengembang maupun pengguna harus sepakat bahwa prototipe dibuat untuk memenuhi kebutuhan awal[12].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode Prototyping, yang merupakan pendekatan pengembangan sistem dengan membuat model awal (*prototipe*) sebagai dasar perancangan sebelum implementasi penuh dilakukan. Metode ini memungkinkan proses iteratif antara pengembang dan pengguna untuk memastikan sistem yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan. Dengan menggunakan metode ini, sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Data Center dapat dikembangkan secara bertahap melalui perbaikan berkelanjutan berdasarkan masukan dari pengguna hingga mencapai bentuk akhir yang optimal. Tahapan penelitian dengan metode prototyping dijelaskan melalui gambar berikut :



Gambar 3. Tahapan Penelitian dengan *Prototyping*

Berdasarkan gambar di atas, tahap awal yang disebut Identifikasi Kebutuhan melibatkan analisis untuk memahami permasalahan yang ada dan menetapkan spesifikasi awal sistem yang akan dikembangkan. Pada tahap ini, data dikumpulkan melalui observasi, yang memanfaatkan panca indra, terutama mata, untuk memperoleh informasi[13]. Selain itu, dilakukan studi literatur dengan membaca, mencatat, dan mengolah bahan penelitian[14], serta wawancara, yaitu proses komunikasi langsung antara pewawancara dan sumber informasi untuk menggali data terkait fitur dan fungsionalitas yang diinginkan. Tahap ini diikuti oleh Pembuatan Prototipe Awal[15]. yaitu tahap di mana pengembang menciptakan sebuah model awal atau rancangan dasar yang menggambarkan bagaimana sistem akan bekerja. Prototipe ini biasanya belum memiliki semua fitur secara lengkap, tetapi cukup untuk memberikan gambaran tentang tampilan dan interaksi dasar dalam system. Setelah prototipe awal selesai, dilakukan Evaluasi Prototipe oleh Pengguna untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna terkait desain dan fungsionalitas sistem. Pengguna akan menguji prototipe dan memberikan masukan mengenai aspek-aspek yang dirasa kurang sesuai atau perlu diperbaiki. Berdasarkan masukan yang diperoleh dari evaluasi, dilakukan Perbaikan Prototipe dengan cara menyempurnakan desain, menyesuaikan fitur, serta memperbaiki kesalahan atau kelemahan yang ditemukan pada tahap sebelumnya. Selanjutnya, setelah prototipe dinyatakan telah memenuhi kebutuhan pengguna, sistem akan masuk ke tahap Pengembangan dan Implementasi Sistem, yaitu proses di mana prototipe diubah menjadi sistem yang lebih matang dengan kode yang lebih stabil serta fitur yang lebih lengkap. Setelah sistem dikembangkan dan diterapkan, tahap terakhir adalah Pengujian dan Pemeliharaan, yang bertujuan untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan harapan tanpa adanya bug atau kendala teknis yang signifikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tahapan penelitian diatas, berikut ini adalah penjelasan dari tiap tahapan tersebut

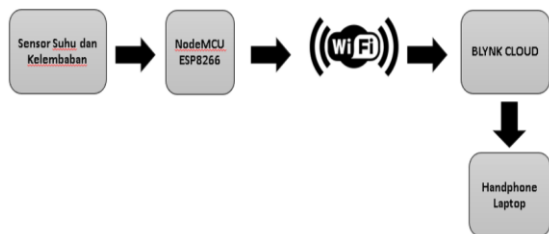
1. Pengumpulan Kebutuhan

Pada tahap ini, analisis kebutuhan awal dilakukan melalui komunikasi langsung dengan pengguna. Observasi dimanfaatkan untuk mengumpulkan data dan informasi melalui pengamatan langsung di lokasi penelitian, yaitu PT Telkom Data Ekosistem, untuk memperoleh informasi yang relevan dengan penelitian. Untuk mendapatkan informasi tambahan dan memperjelas

informasi yang telah didapat saat tahap pengamatan, maka penulis melakukan wawancara langsung kepada Head Section Data center di perusahaan PT Telkom Data Ekosistem. Studi Pustaka dilakukan untuk mencari sumber dari buku-buku serta dokumen-dokumen yang berkaitan dengan permasalahan laporan skripsi ini dan digunakan sebagai landasan teori skripsi.

2. Pembuatan Prototipe Awal

Tahap ini merupakan langkah krusial dalam pengembangan sistem, di mana model awal sistem mulai dirancang. Pada tahap ini, pengembang menciptakan prototipe sederhana yang memberikan gambaran dasar dari sistem yang akan dibuat. Meskipun prototipe ini belum mencakup semua fitur utama secara lengkap, ia sudah menggambarkan struktur dasar dan alur kerja sistem. Proses dimulai dengan memilih teknologi, alat, dan komponen yang akan digunakan untuk membangun prototipe. Dalam penelitian ini, perangkat keras seperti NodeMCU ESP8266 dan sensor DHT11 menjadi komponen utama untuk sistem pemantauan suhu dan kelembaban. Kemudian, perangkat lunak atau pemrograman awal dikembangkan untuk mengintegrasikan komponen-komponen tersebut agar dapat menjalankan fungsi dasarnya. Hasil dari prototipe ini adalah diagram blok yang digunakan sebagai alat bantu untuk memudahkan penulis dalam menjelaskan desain perangkat keras. Alur kerja dan cara kerja perangkat keras dijelaskan dalam diagram blok berikut:



Gambar 4. Diagram Blok Rangkaian

3. Evaluasi Prototipe oleh Pengguna

Pengguna menguji prototipe dan memberikan umpan balik terkait desain, fitur, atau fungsionalitas yang perlu diperbaiki. Setelah merancang rangkaian, tahap berikutnya adalah pengujian rangkaian tersebut dengan menggunakan beberapa sampel, dilakukan dengan mengatur suhu AC di suatu ruangan. Berikut adalah hasil pengujian alat pada berbagai suhu AC yang telah ditentukan.

Tabel 1. Hasil pengujian alat pengukur suhu

No.	Suhu	Kelembaban	Peringatan
1	28°C	58%	-
2	29 °C	57%	Suhu Tidak Aman
3	28 °C	63%	Kelembaban Tidak Aman

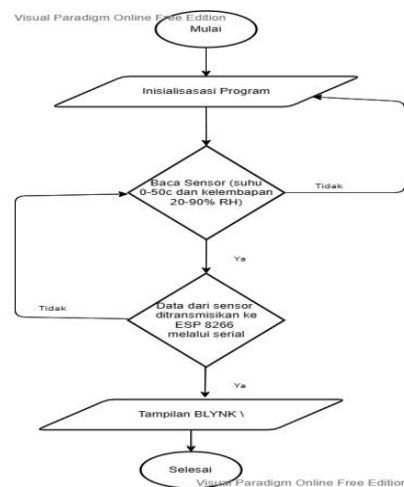
4	29 °C	63%	Suhu Tidak Aman Kelembaban Tidak Aman
---	-------	-----	--

4. Penyempurnaan Prototipe

Tahap Penyempurnaan Prototipe dalam metode Prototyping merupakan proses iteratif di mana prototipe awal diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan masukan yang diperoleh dari pengguna. Setelah prototipe pertama diuji, pengguna akan memberikan umpan balik mengenai kelebihan dan kekurangan sistem, baik dari segi fungsionalitas maupun tampilan antarmuka. Umpan balik ini dianalisis secara mendalam untuk mengidentifikasi bagian mana yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan agar sistem dapat bekerja lebih optimal. Pada tahap ini, dilakukan berbagai modifikasi, baik dalam aspek perangkat keras maupun perangkat lunak. Jika terdapat kekurangan dalam pengolahan data dari sensor, maka algoritma pemrosesan diperbaiki agar lebih akurat dan responsif. Selain itu, jika terdapat ketidaksesuaian dalam tampilan antarmuka atau kendala dalam interaksi pengguna, maka perancangan UI/UX diperbaiki agar lebih intuitif dan mudah digunakan. Proses ini juga mencakup optimalisasi kinerja sistem, seperti meningkatkan efisiensi daya, memperbaiki konektivitas antara komponen, serta memastikan bahwa sistem dapat berjalan dengan lebih stabil.

5. Pengembangan dan Implementasi Sistem

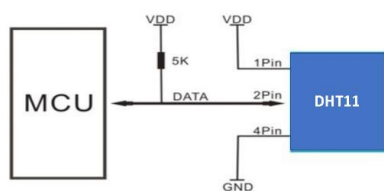
Setelah prototipe disetujui, sistem dikembangkan dengan mengacu pada model yang telah disempurnakan. Untuk menggambarkan alur proses kerja alat, digunakan flowchart sebagai alat bantu. Berikut adalah flowchart alat pemantauan suhu dan kelembaban.



Gambar 5. Flowchart alat pemantauan suhu dan kelembaban

Flowchart di atas menggambarkan alur kerja sistem pemantauan suhu dan kelembaban berbasis ESP8266 menggunakan sensor serta aplikasi Blynk sebagai tampilan data. Proses dimulai dengan menjalankan sistem pemantauan suhu dan kelembaban. kemudian Sistem melakukan inisialisasi, termasuk mengatur parameter sensor dan komunikasi dengan ESP8266. Jika proses inisialisasi gagal, sistem akan kembali mencoba hingga berhasil. Jika berhasil sistem membaca data suhu dalam rentang 0–50°C dan kelembaban dalam rentang 20–90% RH menggunakan sensor yang telah dipasang. Jika pembacaan gagal, sistem akan mengulangi proses ini hingga mendapatkan data yang valid. Data suhu dan kelembaban yang telah diperoleh dikirimkan ke ESP8266 melalui komunikasi serial. Jika proses pengiriman data gagal, sistem akan kembali membaca sensor dan mencoba mengirimkan ulang. Data yang telah dikirim ke ESP8266 kemudian ditampilkan pada aplikasi Blynk, yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk memantau suhu dan kelembaban secara real-time.

Setelah data berhasil ditampilkan, proses pemantauan berlanjut sesuai dengan siklus pemantauan yang telah ditetapkan. Alat pemantauan suhu dan kelembaban menggunakan sensor suhu DHT-11 dan Board NodeMCU ESP8266. Gambar rangkaian sensor suhu DHT-11 dan Board NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Sedangkan fungsi pin untuk Sensor suhu DHT-11 dan Board NodeMCU ESP8266 secara berurutan seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 6. Koneksi Sensor DHT-11

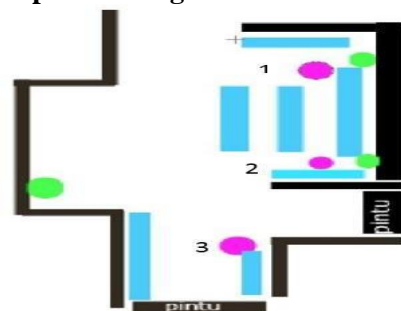


Gambar 7 GPIO NodeMCU ESP8266

Gambar di atas menunjukkan diagram pinout dari development board berbasis ESP8266, yang memiliki peran penting dalam penelitian Perancangan Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban Data Center. ESP8266 digunakan

sebagai mikrokontroler utama dalam sistem monitoring suhu dan kelembaban karena memiliki fitur komunikasi Wi-Fi yang memungkinkan pengiriman data secara real-time ke platform pemantauan. Dalam penelitian ini, beberapa pin pada board digunakan untuk menghubungkan sensor suhu dan kelembaban, seperti DHT11 atau DHT22, ke sistem. Misalnya, pin GPIO akan digunakan untuk menerima data dari sensor, sementara pin daya (3.3V atau 5V) digunakan untuk memberikan suplai energi ke sensor. Selain itu, koneksi serial melalui TXD dan RXD memungkinkan komunikasi dengan perangkat lain atau modul tambahan jika diperlukan.

6. Pengujian dan Pemeliharaan
Pengujian pada Ruang Server



Gambar 8. Ilustrasi posisi alat pada Ruang

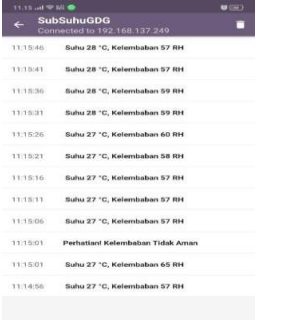
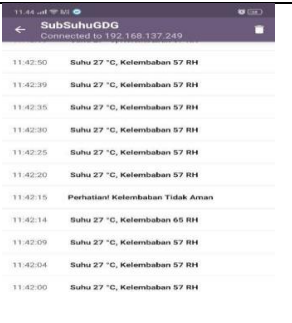
Gambar di atas merupakan ilustrasi tata letak ruangan Data Center di PT Telkom Data Ekosistem yang memiliki luas 20m x 15m. Ruangan ini dirancang untuk menampung berbagai perangkat server yang memerlukan pengaturan suhu dan kelembaban yang stabil agar dapat beroperasi dengan optimal. Untuk mendapatkan data suhu dan kelembaban rata-rata di dalam ruangan, alat diletakkan di beberapa titik strategis sesuai dengan ilustrasi pada gambar. Dalam gambar tersebut, warna biru menunjukkan posisi server yang berderet di beberapa bagian ruangan. Server ini menghasilkan panas selama pengoperasiannya, sehingga memerlukan sistem pendinginan yang baik. Warna hijau menandakan lokasi pemasangan AC ruangan yang berfungsi sebagai sistem pendingin utama guna menjaga kestabilan suhu dan mencegah overheating pada perangkat server. Sementara itu, titik-titik berwarna merah jambu menunjukkan lokasi pengujian alat pemantau suhu dan kelembaban. Titik-titik ini dipilih secara strategis di beberapa bagian ruangan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh mencerminkan kondisi suhu dan kelembaban secara merata. Dengan menempatkan sensor pada berbagai posisi, dapat diketahui distribusi suhu dan efektivitas sistem pendinginan dalam menjaga suhu ruangan tetap dalam batas toleransi yang aman bagi perangkat server.

Melalui implementasi ini, diharapkan dapat diperoleh data yang akurat untuk mengevaluasi efisiensi sistem pendingin dan menentukan langkah-langkah optimal dalam meningkatkan kinerja pengaturan suhu di Data Center. Hal ini penting untuk memastikan operasional Data Center berjalan tanpa gangguan akibat fluktuasi suhu yang tidak terkontrol, sehingga keberlangsungan layanan yang disediakan oleh PT Telkom Data Ekosistem tetap terjaga dengan baik.

Pengujian Local Website

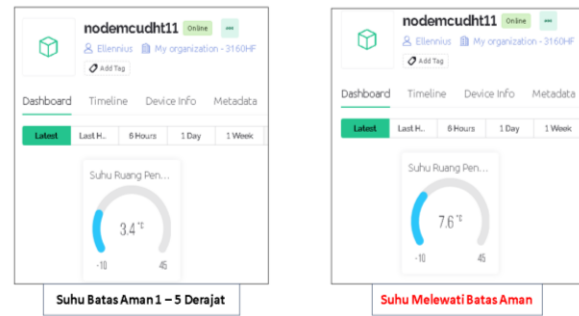
Dalam pengujian ini, digunakan server website di mana mikrokontroler yang terhubung ke internet mengakses domain website tujuan, dan data dari sensor dikirim ke server tersebut. Data diunggah secara otomatis dengan tampilan real-time, serta tersedia laporan pada database website. Data ini dapat dilihat melalui peramban web.

Tabel 2. Pengujian Local Website

No	Pengujian dengan local website	Hasil Pengujian
1		Pada pengujian di titik 1, suhu yang terukur berkisar 27°C dengan kelembaban sekitar 57%.
2		Pada pengujian di titik 2, suhu yang terbaca sekitar 27°C dengan tingkat kelembaban mencapai kurang lebih 57%.
3		Pada pengujian di titik 3, suhu yang terukur sekitar 26°C dengan kelembaban berkisar pada angka 62%.

Untuk menampilkan hasil pengukuran suhu menggunakan tampilan antarmuka dari sistem monitoring suhu berbasis NodeMCU dan sensor DHT11. Pada antarmuka tersebut, terdapat

pengukuran suhu ruang yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan angka digital.



Gambar 10. Hasil pengujian suhu aman 1°-5°C dan suhu 7°C diatas batas aman

Gambar sebelah kiri menunjukkan kondisi suhu ruangan sebesar 3,4°C, yang masih berada dalam rentang batas aman (1–5°C). Label di bawahnya menegaskan bahwa suhu masih dalam kondisi aman. Gambar sebelah kanan menunjukkan kondisi suhu ruangan sebesar 7,6°C, yang berarti telah melebihi batas aman. Label di bawahnya berwarna merah, menandakan bahwa suhu sudah melampaui ambang batas yang ditetapkan.

Secara keseluruhan penelitian ini tidak hanya menggunakan mikrokontroler ESP8266, tetapi juga mengintegrasikan alat monitoring ke dalam lingkungan operasional PT Telkom Data Ekosistem, yang merupakan data center dengan kebutuhan pengelolaan suhu dan kelembaban yang sangat penting. Dengan melakukan pengujian di beberapa titik dalam ruangan dan mempertimbangkan distribusi suhu dan kelembaban yang lebih akurat, penelitian ini menghasilkan solusi yang lebih aplikatif dan dapat langsung diterapkan dalam operasional data center. Lebih jauh, penelitian ini menawarkan signifikansi lebih dengan memanfaatkan pemantauan berbasis antarmuka real-time, memungkinkan operator untuk mengakses data suhu dan kelembaban dengan akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan sistem berbasis ThingSpeak atau Virtuino. Dengan integrasi sistem yang dapat dikembangkan lebih lanjut, seperti penambahan notifikasi otomatis saat terjadi anomali suhu dan kelembaban, penelitian ini memberikan solusi yang lebih responsif dan siap untuk diimplementasikan dalam manajemen lingkungan data center yang lebih luas.

4. PENUTUP

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki kemampuan yang andal dalam memantau suhu dan kelembaban secara real-time dengan tingkat akurasi yang lebih unggul dibandingkan pendekatan konvensional. Tujuan

utama penelitian, yakni merancang sistem berbasis mikrokontroler untuk pemantauan kondisi lingkungan pada beberapa titik dalam ruang data center, berhasil dicapai dengan baik. Keunggulan sistem ini terletak pada kemampuannya menyajikan data secara langsung melalui antarmuka yang mudah diakses oleh administrator, sehingga memungkinkan deteksi dini terhadap perubahan kondisi yang dapat mengganggu kinerja server. Hal ini menjadikan sistem tersebut sebagai alat penting dalam mendukung efisiensi dan kestabilan operasional data center. Kontribusi signifikan dari penelitian ini juga tercermin pada penerapannya dalam ekosistem Internet of Things (IoT), melalui integrasi pemantauan suhu dan kelembaban dengan teknologi mikrokontroler dan komunikasi nirkabel. Dibandingkan penelitian terdahulu yang cenderung bersifat umum atau terfokus pada salah satu variabel, sistem ini menawarkan solusi yang lebih spesifik dan tepat sasaran untuk kebutuhan pengelolaan lingkungan data center berskala besar. Ke depan, sistem ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut dengan menerapkan teknologi edge computing dan machine learning guna meningkatkan kecerdasan dalam menganalisis pola-pola perubahan suhu dan kelembaban secara lebih prediktif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Rachman, Abizar. Zainal Arifin. Septya Maharani. 2020. Sistem Pengendali Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Air Conditioner (AC) Dan NodeMCU V3 ESP8266. Prosiding SAKTI (Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi). Universitas Mulawarman
- [2]. Fatra, Deni. Ahmad Syazili. 2021. SISTEM MONITORING SUHU JARAK JAUH PADA RUANG SERVER BERBASIS INTERNET OF THINGS. Bina Darma Conference on Computer Science
- [3]. Wuarbanaran. Ignasius Loyola. 2022. PERANCANGAN SISTEM SMART KEY SEPEDA MOTOR BERBASIS NODEMCU ESP8266. Jurnal Lentera Widya. Institut Desain dan Bisnis Bali
- [4]. Irawan, Barda, and Perani Rosyani. "Perancangan Aplikasi Pengenalan Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Cianjur Berbasis Android." TIN: Terapan Informatika Nusantara 2.8 (2022): 521-526.
- [5]. Ditha, Ratrie Lara. Sri Tita Faulina, Wisnumurti. 2023. RANCANG BANGUN APLIKASI LAYANAN PENGADUAN PADA DINAS PENDIDIKAN KABUPATEN OKU BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ANDROID STUDIO. Jurnal Informatika dan Komputer (JIK). VOL.14, No.2, Hal 25-35, Desember 2023
- [6]. Rohman, Agung Dwi Fathur. Josep Dedy Irawan, Deddy Rudhistiar. 2021. RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN KAMAR KOSONG PADA HOTEL DAMPAK COVID-19 BERBASIS IOT. Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (JATI). Vol. 5 No. 2, September 2021. Institut Teknologi Nasional
- [7]. Rakhmawati, Puji Utami. Rizdania, Sumantri. 2024. Analisis Komunikasi Platform Internet of Things Aplikasi Blynk. Seminar Nasional Tenoka Vol 9 Tahun 2024.
- [8]. Arief, Azran Budi. Wardi, Miftahul Ulum Harahap. 2024. RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI OTOMATIS DAN MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN PADA RUMAH BURUNG WALET BERBASIS BLYNK. JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan) Vol. 12 No. 2. tahun 2024
- [9]. Nurdin, Nurdin, and Gusti Agung Wisnu Eka Putra. "Implementasi Sistem Informasi Simpan Pinjam Berbasis Multi User." Jurnal Elektronik Sistem Informasi dan Komputer 4.1 (2020): 35-46.
- [10]. Zalukhu, gustinus,Swingly Purba²,Dedi Darma. 2023. PERANGKAT LUNAKAPLIKASI PEMBELAJARAN FLOWCHART. Jurnal Teknologi Informasi dan Industri, Vol. 4, No. 1,September2023
- [11]. Zen, M., Budi Utomo, R., & Hamdi, N. (2023). Sistem Informasi Penjadwalan Mata Pelajaran Berbasis Web Menggunakan Metode Prototyping Pada SMKN 9 Medan. RESOLUSI: Rekayasa Teknik Informatika Dan Informasi, 3(3), 80–87
- [12]. Makbul, M., 2021. Metode pengumpulan data dan instrumen penelitian
- [13]. Syafitri, E. R., & Nuryono, W. I. R. Y. O., 2020. Studi Kepustakaan Teori Konseling Dialectical Behavior Therapy. Jurnal BK Universitas Negeri Surabaya, 11, 53-59.
- [14]. Yusuf, A. M. (2020). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan
- [15]. Kustanto, Prio. Bram Khalil Ramadhan, Achmad Noe'man. 2024. Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Media Pembelajaran Interaktif. Journal of students research in computer science. Vol. 5 No. 1 (Mei 2024)