

Implementasi Monitoring Suhu Dan Kelembapan Data Center Berbasis Arduino

Supriyadi¹, Susafa²ati²

^{1,2}Universitas Nusa Mandiri, Indonesia

¹supriyadi.spy@nusamandiri.ac.id, ²susafa.suf@nusamandiri.ac.id



Histori Artikel:

Diajukan: 7 Maret 2025

Disetujui: 25 Maret 2025

Dipublikasi: 31 Maret 2025

Kata Kunci:

Sensor, Suhu, Kelembapan, Arduino, Data Center

Digital Transformation

Technology (Digitech) is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak

Sistem monitoring suhu dan kelembapan merupakan komponen penting dalam pengelolaan ruang data center, terutama untuk menjaga kinerja perangkat keras dan mencegah kerusakan akibat kondisi lingkungan yang tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring suhu dan kelembapan menggunakan perangkat Arduino di Dinas Perpustakaan dan Kearsipan Provinsi DKI Jakarta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi langsung terhadap ruang server dan kajian pustaka untuk mengumpulkan data yang relevan. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem yang dapat memantau dan merekam suhu serta kelembapan secara *real-time*, yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan ruang data center. Dengan sistem ini, pengelola dapat mengambil tindakan preventif untuk menjaga kondisi ruang server agar tetap dalam batas yang aman. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan teknologi monitoring di instansi pemerintah dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

PENDAHULUAN

Dalam era digital saat ini, data center memainkan peran yang sangat penting dalam penyimpanan dan pengelolaan informasi. Data center yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data harus dijaga dalam kondisi optimal untuk memastikan kinerja perangkat keras yang baik dan mencegah kerusakan yang dapat disebabkan oleh suhu dan kelembapan yang tidak terkontrol (A. Hermanto dan A. B. Gumelar, 2021). Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan overheating pada perangkat, sedangkan kelembapan yang berlebihan dapat menyebabkan korosi dan kerusakan pada komponen elektronik (A. Kadir, 2017). Oleh karena itu, sistem monitoring suhu dan kelembapan menjadi sangat penting untuk menjaga kondisi lingkungan yang ideal di dalam data center (A. Kadir, 2016).

Dinas Perpustakaan dan Kearsipan Provinsi DKI Jakarta sebagai salah satu instansi pemerintah yang mengelola data dan informasi publik, memerlukan sistem yang efektif untuk memantau kondisi ruang data center mereka. Dengan adanya sistem monitoring yang tepat, pengelola dapat mengambil tindakan preventif untuk menjaga suhu dan kelembapan dalam batas yang aman, sehingga dapat meningkatkan efisiensi operasional dan memperpanjang umur perangkat keras (Pemda DKI, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring suhu dan kelembapan menggunakan perangkat Arduino. Arduino dipilih karena kemudahan penggunaannya, fleksibilitas, dan biaya yang relatif rendah. Sistem ini diharapkan dapat memberikan data yang akurat dan *real-time* mengenai kondisi lingkungan di ruang data center, serta memberikan notifikasi kepada pengelola jika terjadi perubahan yang signifikan.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi monitoring di instansi pemerintah dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga pada dampak yang dapat ditimbulkan terhadap pengelolaan data dan informasi di Dinas Perpustakaan dan Kearsipan Provinsi DKI Jakarta.

STUDI LITERATUR

Teknologi dapat membantu meningkatkan efisiensi, produktivitas, konektivitas, akses informasi, dan kualitas hidup. IoT adalah salah satu contoh bagaimana perkembangan teknologi dapat memberikan dampak positif pada kehidupan manusia untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan, konektivitas, akses informasi, dan kualitas hidup (Papcun & Zolotová, 2019). Pengembangan *Internet of Things* (IoT) Arduino adalah memanfaatkan board dasar Arduino Uno atau Arduino Wifi dan pengembangan *board* yang mendukung seperti Ethernet dan ESP (M. F. Wicaksono dan Hidayat, 2017). Pengembangan mikrokontroler Arduino memberikan dampak positif dalam berbagai bidang, salah satunya pembuatan sistem monitoring suhu dan kelembapan pada data center (Kadir,

2020).

Data center yang digunakan untuk menampung sistem komputer dan komponen terkait, seperti sistem penyimpanan dan jaringan. Keberadaan data center yang efisien sangat penting bagi organisasi, terutama dalam pengelolaan data dan informasi. Menurut pengelolaan data pemerintah mensyaratkan adanya kontrol lingkungan yang ketat, termasuk suhu dan kelembapan, untuk menjaga integritas dan ketersediaan data. Monitoring suhu dan kelembapan yang efektif dapat mencegah kerusakan perangkat keras dan gangguan operasional yang dapat mengakibatkan kerugian finansial dan reputasi (Salam, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Rizky Fenaldo Maulana, Muhammad Akbar Ramadhan, Wiranti Maharani, Muhamad Iqbal Maulana tahun 2023, mengemukakan ruang data center mempunyai peranan penting dalam menyimpan perangkat server (R. F. Maulana, M. A. Ramadhan, 2023). Server memainkan peran penting dalam infrastruktur Teknologi Informasi (TI) dalam menyajikan data dan informasi. Untuk itu perlu penanganan khusus agar kinerja server tetap optimal dan meminimalisir terjadinya gangguan yang menyebabkan kerugian finansial akibat ketidak optimalan kinerja server. Kendala yang dihadapi Ruang Server IT Telkom Surabaya ialah keterbatasan dalam pemantauan suhu dan monitoring kelembapan secara manual di ruang server IT dan keterbatasan akses informasi secara real time mengenai kondisi ruang server. Oleh karena itu diperlukan pengembangan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IOT.

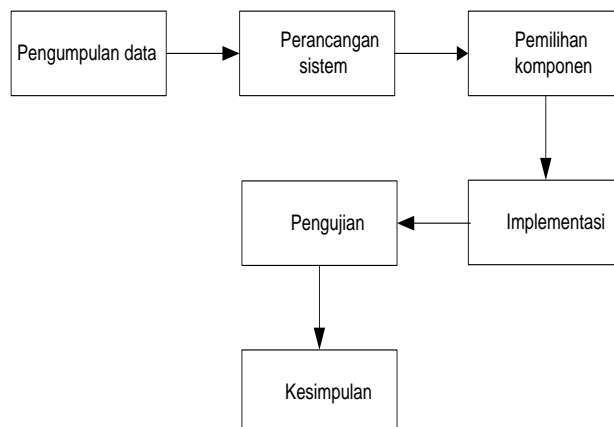
Sistem monitoring suhu dan kelembapan dapat dibangun menggunakan berbagai teknologi, salah satunya adalah perangkat Arduino (H. A. Dharmawan, 2017). Arduino adalah platform open-source yang memungkinkan pengguna untuk mengembangkan berbagai aplikasi elektronik dengan mudah (A. K. Saputro, 2019). Menurut penggunaan sensor DHT (Digital Humidity and Temperature) dalam sistem monitoring ini memungkinkan pengumpulan data suhu dan kelembapan secara akurat. Sensor DHT11 dan DHT22 adalah dua jenis sensor yang umum digunakan, di mana DHT22 memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan DHT11 (J. S. Charles, 2021).

Integrasi sistem monitoring dengan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan jarak jauh dan pengiriman notifikasi secara real-time. Dengan menggunakan modul komunikasi seperti Wi-Fi atau GSM, data yang dikumpulkan dari sensor dapat dikirim ke server dan ditampilkan di antarmuka web. Hal ini memudahkan pengelola data center untuk memantau kondisi lingkungan dari lokasi yang berbeda. Selain itu, sistem ini dapat diintegrasikan dengan aplikasi seperti Telegram Bot untuk memberikan notifikasi otomatis ketika suhu atau kelembapan melebihi batas yang ditentukan.

Berdasarkan hasil penelitian dari jurnal Prasepvianto Estu Broto, Permasalahan yang dibahas dalam jurnal tersebut adalah tentang bagaimana cara membuat sistem monitoring suhu dan kelembapan yang portable berbasis IoT menggunakan Arduino Mega dan ESP32, lalu penyebabnya adalah untuk mengatasi kebutuhan akan sistem monitoring suhu dan kelembapan yang dapat diakses secara portable dan *real-time* melalui jaringan internet (P. E. Broto, 2023). Dengan menggunakan teknologi IoT dan komponen seperti Arduino Mega, ESP32, DHT21, dan RTC DS3231, penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi dalam monitoring suhu dan kelembapan yang efektif dan efisien sehingga untuk mendapatkan solusi yang tepat yaitu pengembangan sistem monitoring suhu dan kelembapan yang portable berbasis IoT menggunakan Arduino Mega dan ESP32. Dengan implementasi teknologi IoT, sistem ini memungkinkan pemantauan suhu dan kelembapan secara *real-time* dari jarak jauh melalui web server (R. Pratama, 2022).

METODE

Metodologi penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang sistematis untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan kelembapan. Berikut adalah langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini:



Gambar 1. Tahapan kerangka penelitian

Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang akurat dan rinci tentang kebutuhan dan karakteristik ruang server Dinas Perpustakaan dan Kearsipan provinsi DKI Jakarta, peneliti melakukan pengamatan langsung dilokasi data center Dispusip dan mengamati ruang server secara langsung. Selain itu, peneliti juga melakukan kajian pustaka yaitu mengumpulkan dan menganalisis data dari penelitian-penelitian sebelumnya serta artikel jurnal yang relevan dengan topik ini. Informasi dari studi literatur ini digunakan untuk melengkapi dan memperkuat hasil observasi lapangan. Dengan menggabungkan kedua metode ini, peneliti berharap bisa mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang topik ini.

Perancangan Sistem

Setelah memahami teori yang ada, langkah selanjutnya adalah merencanakan sistem yang akan dibangun. Pada tahap ini, dilakukan analisis kebutuhan untuk menentukan spesifikasi sistem yang diinginkan. Diagram Sequence (Diagram Alur) dan arsitektur sistem akan dibuat untuk menggambarkan alur kerja sistem secara keseluruhan. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua aspek penting telah dipertimbangkan sebelum tahap implementasi dimulai.

Pemilihan Komponen

Pemilihan komponen yang tepat sangat penting untuk keberhasilan sistem. Dalam penelitian ini, komponen yang digunakan meliputi:

1. Arduino Uno



Gambar 2. Papan Arduino ((Nurhasanah et al., 2018)

Pada gambar 2 yaitu Arduino Uno R3 termasuk seri terakhir dan terbaru dari seri Arduino USB. Arduino adalah sebuah platform elektronik yang bersifat open source serta mudah digunakan, salah satu platform yang sangat populer dalam pengembangan proyek *Internet of Things* (IoT). Dengan Arduino, para pengembang dapat dengan mudah membuat perangkat IoT yang dapat terhubung dengan internet serta berinteraksi dengan berbagai sensor dan aktuator. Sebagai mikrokontroler utama yang akan mengolah data dari sensor.

2. Sensor DHT22:



Gambar 3. Sensor Suhu DHT22 ((J. S. Charles, 2021)

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Sensor bekerja setelah mendeteksi perubahan dalam lingkungan fisik atau kimia yang ingin diukur. Perubahan ini bisa berupa suhu, tekanan, cahaya, suara, kelembapan, gerak, atau konsentrasi zat kimia tertentu.

Pada gambar 3 merupakan salah satu sensor suhu yang sering digunakan dalam project Arduino sensor DHT22 atau AM2302. Sensor ini merupakan salah satu yang memiliki kinerja yang bagus, respon yang cepat, dan anti-*interference capabilities*. Memiliki ukuran yang kecil tetapi dapat melakukan transmisi sinyal sampai 20 meter membuat DHT22 dapat diaplikasikan pada berbagai aplikasi pengukuran suhu dan kelembapan. Untuk mengukur suhu dan kelembapan.

3. Modul Wi-Fi ESP32:

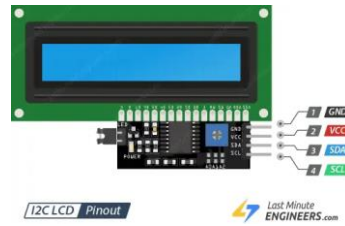


Gambar 4. NodeMCU ESP32

Pada gambar 4 merupakan NodeMCU sebuah board elektronik yang berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (WiFi). Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun controlling pada proyek IOT. Kelebihan utama mikrokontroler ini ialah harganya yang relatif murah, mudah diprogram, memiliki jumlah pin

I/O yang memadai, serta memiliki adapter WiFi internal untuk mengakses jaringan Internet. Untuk menghubungkan sistem ke internet dan mengirimkan data ke server.

4. LCD Display:



Gambar 5. LCD 16 x2 with 12c pinout ((P. E. Broto, 2023)

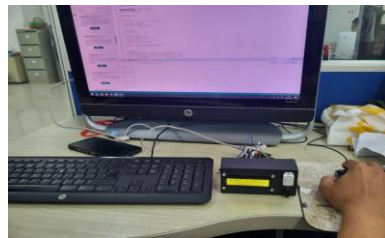
Liquid Crystal Display (LCD) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan. Pada gambar 5 merupakan salah satu jenis LCD yang memiliki dua baris dengan setiap baris terdiri atas enam belas karakter yang akan digunakan. Keunggulan lain adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah walaupun berada di bawah terang sinar matahari. Dibawah sinar matahari yang remang remang atau dalam kondisi gelap, sebuah lampu yang berupa led harus dipasang dibelakang layar tampilan. Untuk menampilkan data suhu dan kelembapan secara lokal.

HASIL

Implementasi dan Pengujian

Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem monitoring suhu dan kelembapan ruang data center menggunakan perangkat Arduino di Dinas Perpustakaan dan Kearsipan Provinsi DKI Jakarta. Hasil menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat memantau kondisi lingkungan secara real-time, meningkatkan keandalan dan akurasi perangkat keras, serta memudahkan pemeliharaan dan dokumentasi teknis untuk referensi di masa depan. Selain itu, dokumentasi yang dihasilkan berfungsi sebagai panduan penggunaan dan pemeliharaan system. Sistem akan dipasang di ruang data center dan dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik dalam kondisi nyata. Pengujian ini mencakup pengamatan terhadap akurasi pengukuran suhu dan kelembapan serta respons sistem terhadap perubahan kondisi lingkungan. Proses ini meliputi:

1. Compile Program



Gambar 6. Proses Compile Program

Tahap selanjutnya pada gambar 6 adalah melakukan compile program menggunakan software Arduino IDE sesuai scenario pada simulator pada tahap konstruksi. Program ini berfungsi untuk mengontrol pengambilan data dari sensor, mengolah data tersebut, dan mengirimkannya ke aplikasi monitoring dan mengirimkan notifikasi melalui telegram sesuai dengan kondisi yang telah disiapkan. Konfigurasi jaringan juga dilakukan pada tahap ini untuk memastikan bahwa sistem dapat berkomunikasi dengan jaringan internet dan database. Setelah pemrograman dan konfigurasi selesai, sistem diintegrasikan dengan platform monitoring yang telah disiapkan. Platform ini dapat berupa aplikasi web atau mobile yang memungkinkan pengguna untuk memantau suhu dan kelembapan secara *real-time*. Data yang dikirimkan oleh mikrokontroler ditampilkan dalam bentuk yang mudah dipahami, seperti grafik atau tabel, dan notifikasi dapat diatur untuk memberi peringatan jika kondisi lingkungan melampaui batas yang ditentukan.

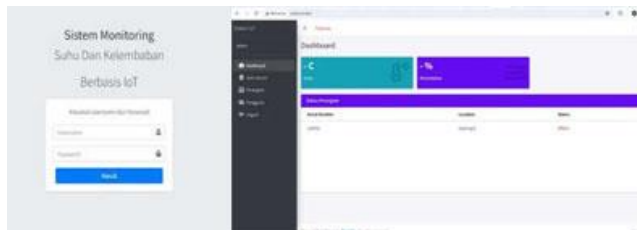
2. Pemasangan alat



Gambar 7. Pemasangan Alat

Pada gambar 7 alat monitoring suhu dan kelembaban ditempatkan didalam ruang data center untuk dapat dilakukan monitoring. Penempatan alat monitoring suhu disesuaikan dengan kondisi ruangan dengan tujuan alat dapat mengirim data suhu dan kelembaban sesuai dengan kondisi ruangan.

3. Integrasi web monitoring



Gambar 8. Tampilan web

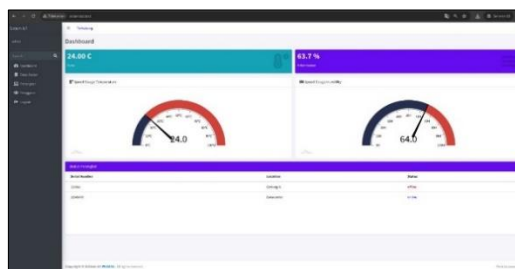
Pada gambar 8, sistem diintegrasikan dengan platform monitoring yang telah disiapkan. Platform ini dapat berupa aplikasi web atau mobile yang memungkinkan pengguna untuk memantau suhu dan kelembaban secara *real-time*. Data yang dikirimkan oleh mikrokontroler ditampilkan dalam bentuk yang mudah dipahami, seperti grafik atau tabel, dan notifikasi dapat diatur untuk memberi peringatan jika kondisi lingkungan melampaui batas yang ditentukan. yang berhasil memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi lingkungan secara *real-time*, mengambil tindakan preventif jika diperlukan, dan menjaga kinerja optimal dari infrastruktur atau sistem yang diawasi.

PEMBAHASAN

Sistem pemantauan suhu dan kelembaban berbasis sensor DHT dan Arduino telah berhasil diimplementasikan dengan baik. Alat monitoring ini dirancang untuk memberikan informasi yang akurat dan *real-time* tentang kondisi lingkungan sekitar. Cara kerja alat ini dimulai dengan sensor DHT11 yang berfungsi sebagai detektor utama.

Sensor ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara disekitarnya dengan tingkat presisi yang tinggi. Setelah mendeteksi parameterparameter tersebut, sensor DHT11 mengubah data analog menjadi sinyal digital yang dapat diproses lebih lanjut. Data yang telah dikonversi kemudian dikirimkan ke mikrokontroler ESP32. ESP32 dipilih karena kemampuannya yang handal dalam memproses data dan konektivitasnya yang baik. Mikrokontroler ini berperan sebagai otak dari sistem, mengkoordinasikan aliran data dari sensor ke berbagai output yang telah ditentukan. Selanjutnya nilai suhu dan kelembaban yang diperoleh dari sensor DHT11 ditampilkan pada layar LCD 16x2 I2C (Ardutech, 2022).

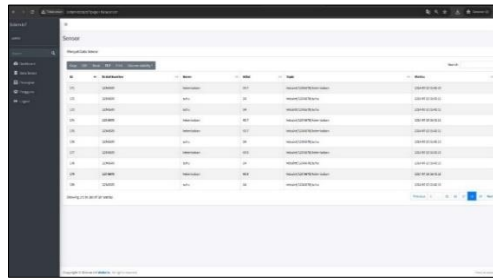
Penggunaan teknologi I2C memungkinkan komunikasi yang efisien antara mikrokontroler dan layar LCD, mengoptimalkan penggunaan pin pada mikrokontroler. Menurut (R. Kusumah, 2023) Selain menampilkan data secara lokal, sistem ini juga dibuat untuk terhubung ke jaringan internet melalui koneksi WiFi yang terintegrasi dalam ESP32. Konektivitas ini memungkinkan pengiriman data secara nirkabel ke broker MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). Broker MQTT ini memainkan peran penting dalam arsitektur *Internet of Things* (IoT), bertindak sebagai perantara antara perangkat (*publisher*) dan aplikasi monitoring (*subscriber*). Fungsi utama broker MQTT adalah menerjemahkan data dari 'bahasa mesin' menjadi format yang dapat diinterpretasikan oleh aplikasi monitoring. Dengan adanya sistem ini, pengelola data center dapat mengambil tindakan pencegahan untuk menghindari kerusakan pada perangkat server. Berikut adalah hasil implementasi IPTEK sistem monitoring suhu dan kelembaban pada ruang server Dinas Perpustakaan dan Kearsipan Provinsi DKI Jakarta



Gambar 9. Tampilan Dashboard Aplikasi Monitoring

Pada gambar 9 tampilan web monitoring menampilkan ringkasan data suhu dan kelembaban secara *realtime*, grafik perubahan suhu dan kelembaban, serta status terkini dari sensorsensor yang terpasang. Dashbor ini memberikan gambaran umum yang cepat dan mudah dimengerti oleh pengguna.

Data yang diperoleh dari sistem monitoring akan dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem. Analisis ini mencakup perbandingan antara data yang ditampilkan di LCD, data yang dikirim ke server, dan data yang diambil secara manual untuk memastikan konsistensi dan akurasi.



Gambar 10. Tampilan Data Log Sensor

Pada gambar 10 merupakan tampilan pada ujicoba aplikasi monitoring suhu dan kelembaban berbasis sensor DHT, dilakukan monitoring selama 24 jam untuk memastikan keakuratan dan kehandalan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT mampu mendeteksi perubahan suhu dan kelembaban secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang tinggi. Data yang dihasilkan kemudian dikirim ke platform web untuk pemantauan lebih lanjut. Berikut data hasil percobaan yang dilakukan.

Tabel 1. Tabel Ujicoba Monitoring Suhu dan Kelembaban

Tanggal	Waktu	Kelembaban	Suhu	Keterangan
26 Juli 2024	08 s.d 10	60,13	21,94	normal
	10 s.d 12	58,79	21,97	normal
	12 s.d 14	56,40	21,90	normal
	14 s.d 16	58,69	21,98	normal
	16 s.d 18	59,39	21,99	normal
	18 s.d 20	59,01	21,92	normal
	20 s.d 22	57,93	21,87	normal
	22 s.d 24	59,33	21,81	normal
27 Juli 2024	24 s.d 02	59,20	21,77	normal
	02 s.d 04	59,42	21,73	normal
	04 s.d 06	59,27	21,69	normal
	06 s.d 08	59,70	21,70	normal
	08 s.d 09	59,22	21,69	normal

Pada tabel 1 merupakan hasil ujicoba aplikasi monitoring suhu dan kelembaban berbasis sensor DHT, dilakukan monitoring selama 24 jam untuk memastikan keakuratan dan kehandalan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT mampu mendeteksi perubahan suhu dan kelembaban secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang tinggi. Data yang dihasilkan kemudian dikirim ke platform web untuk pemantauan lebih lanjut. Berdasarkan data dari hasil ujicoba monitoring suhu dan kelembaban yang tercantum dalam tabel 1, berikut adalah beberapa kesimpulan yang dapat diambil:

- Selama periode pengujian yang dilakukan pada tanggal 26 dan 27 Juli 2024, kelembaban dan suhu cenderung stabil. Kelembaban berkisar antara 56,40% hingga 60,13%, sedangkan suhu berkisar antara 21,69°C hingga 21,99°C sehingga dapat dipastikan mesin pendingin berfungsi dengan baik.
- Seluruh pembacaan data selama periode pengujian menunjukkan kondisi yang normal. Tidak ada anomali atau kondisi ekstrem yang tercatat dalam data.
- Kelembaban sedikit bervariasi sepanjang hari, perubahan ini masih dalam rentang yang normal dan tidak berdampak signifikan terhadap kondisi keseluruhan.
- Terbaca tren sedikit penurunan suhu di malam hari dari 21,94°C pada pukul 08:00 - 10:00 tanggal 26 Juli 2024 menjadi 21,69°C pada pukul 08:00 - 09:00 tanggal 27 Juli 2024. Hal ini menunjukkan tren pendinginan yang wajar saat malam hingga pagi hari.

Percobaan monitoring suhu dan kelembaban yang dilakukan pada tanggal 26 dan 27 Juli 2024 menunjukkan performa yang baik dengan hasil yang konsisten, akurat, dan dalam kondisi suhu dan kelembaban yang normal sepanjang periode pengujian.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pada tahap implementasi dan pengujian, sistem monitoring suhu ruang data center menggunakan perangkat Arduino, dipilih karena kemudahan dalam pemrograman dan integrasinya dengan berbagai komponen lain. Penggunaan sensor DHT22 dalam sistem ini juga menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam pengukuran suhu dan kelembaban. Data yang diperoleh konsisten dan dapat diandalkan, yang sangat penting untuk menjaga kondisi ideal di dalam ruang data center. Terlebih lagi sistem yang dibangun berhasil memantau suhu dan kelembaban secara *real-time*, dengan data yang ditampilkan langsung melalui layar LCD dan dikirimkan ke *platform IoT* untuk pemantauan jarak jauh. Hal ini memungkinkan pengelola untuk melakukan pengawasan yang lebih baik terhadap kondisi lingkungan di ruang data center. Dengan adanya sistem monitoring ini, pengelola ruang data center dapat dengan cepat mendeteksi perubahan kondisi lingkungan, sehingga dapat mengambil tindakan yang diperlukan untuk mencegah kerusakan pada perangkat. Secara keseluruhan, sistem monitoring suhu dan kelembaban yang dirancang ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengelolaan ruang data center, serta dapat menjadi dasar untuk pengembangan sistem yang lebih kompleks di kemudian hari.

REFERENSI

- A. Hermanto dan A. B. Gumelar. (2021). *Manajemen Infrastruktur Pusat Data*. Bintang Pustaka Madani.
- A. K. Saputro, M. U. dan D. T. L. (2019). *Sensor dan aktuator menggunakan Arduino*. Media Nusa Creative.
- A. Kadir. (2016). *Simulasi Arduino*. PT. Elex Media Komputindo.
- A. Kadir. (2017). *Pemrograman Arduino dan Processing*. PT. Elex Media Komputindo.
- Ardutech. (2022). *Sensor Suhu Kelembaban DHT22 Dan Arduino*. <https://www.ardutech.com/Sensor-Suhukelembaban-Dht22-Dan-Arduino/>. <https://www.ardutech.com/sensor-suhukelembaban-dht22-dan-arduino/>
- H. A. Dharmawan. (2017). *Mikrokontroler: Konsep Dasar dan Praktis*. Universitas Brawijaya Press.
- J. S. Charles, N. J. dan P. F. A. (2021). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban di Ruang Server Siloam Hospitals Lippo Village berbasis Arduino Uno R3 dan Sensor DHT11 dengan Notifikasi Melalui Telegram. *Jurnal Ticom: Technology of Information and Communication*, 10(1).
- Kadir, A. (2020). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. CV. ANDI OFFSET.
- M. F. Wicaksono dan Hidayat. (2017). *Mudah belajar mikrokontroler arduino (disertai 23 proyek, termasuk proyek ethernet dan wireless client server)*. Informatika.
- Nurhasanah, Harijanto, A., Maryani, & Program. (2018). Alat Peraga Karakteristik Transistor Menggunakan Papan Arduino dan Laptop Sebagai Media Pembelajaran Elektronika Dasar. *Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Elektronika*, 3, 158–161.
- P. E. Broto. (2023). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Portable Berbasis IoT menggunakan Arduino Mega dan ESP32. *Jurnal INSYPRO (Information System and Processing)*, 8(1).
- Papcun, P., & Zolotová, I. (2019). *IoT Household Controlled by Cloud Technology*. 1, 103–109.
- Pemda DKI. (2022). *Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Peraturan Gubernur Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 57 Tahun 2022 tentang Organisasi dan Tata Kerja Perangkat Daerah Jakarta*. Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta.
- R. F. Maulana, M. A. Ramadhan, W. M. dan M. I. M. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis IOTStudi Kasus Ruang Server IT Telkom Surabaya. *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, 1(3), 224–231.
- R. Kusumah, H. I. I. dan S. (2023). Sistem monitoring Suhu Dan Kelembaban Berbasis Internet of things (IoT) Pada Ruang data center. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 7(1), 82–88.
- R. Pratama, M. Z. S. dan T. H. (2022). Implementasi Internet of things pada Sistem Kendali Suhu Dan Kelembaban RAK server Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Informatika*, 1(4), 145–153.
- Salam, Z. A. (2020). *Mudahnya menjadi programmer with Arduino*. CV Jejak.