

Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things (IoT) Pada Ruang Data Center

Rafik Kusumah^{1*}, Hajar Izzatul Islam^{2*}, Susilawati^{3*}

* Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang

rafik.kusumah18219@student.unsika.ac.id¹, hajar.izzatul18134@student.unsika.ac.id², susilawati.sobur@staff.unsika.ac.id³

Article Info

Article history:

Received 2023-02-18

Revised 2023-07-30

Accepted 2023-07-31

Keyword:

Ruang Data Center,
Internet of Things,
Sensor DHT11,
NodeMCU ESP8266.

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) has brought significant advancements in various fields, including environmental monitoring. This study presents the implementation of an IoT-based temperature and humidity monitoring system specifically designed for a data center. The monitoring device consists of a DHT11 sensor, water level sensor, OLED I2C display, and ESP8266 (NodeMCU) microcontroller, enabling accurate and consistent measurements of temperature and humidity levels. Through extensive hardware testing, the developed device has demonstrated its effectiveness in accurately measuring temperature and humidity within the data center. Comparative analysis of the hardware data with readings from the HTC-2 device revealed minimal error rates, with an average of 1.7% for temperature and 2.1% for humidity, affirming the reliability and consistent performance of this device. Software testing showcased the monitoring application's efficiency in displaying temperature and humidity data through an intuitive dashboard. Users can easily access real-time data and statistical graphs, facilitating effective monitoring and analysis of the environmental conditions in the data center.



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

I. PENDAHULUAN

Ruang data center menjadi pusat vital dalam menyimpan, mengelola, dan menyajikan data penting bagi berbagai perusahaan dan organisasi. Untuk menjaga kinerja optimal dan kualitas jaringan server, suhu dan kelembaban ruangan server menjadi faktor kunci yang harus diawasi dengan cermat. Dalam lingkungan ruang data center, menjaga suhu dalam rentang yang optimal, yaitu antara 15°C hingga 28°C, sangat penting untuk mencegah kerusakan pada peralatan server yang berada di dalamnya. Namun, terdapat berbagai masalah yang dapat mempengaruhi kenaikan suhu dan kelembaban di ruang pusat data [1] Oleh karena itu, pemantauan suhu dan kelembaban pada ruang data center menjadi sangat penting untuk menjaga kestabilan dan performa.

Penelitian ini menggunakan teknologi IoT (*Internet of Thing*). Dengan mengimplementasikan teknologi IoT, sensor-sensor yang terhubung ke jaringan dapat dipasang di berbagai lokasi strategis dalam ruang data center untuk mengumpulkan

data suhu dan kelembaban secara real-time. Data yang terkumpul dapat diakses dan dianalisis melalui platform web, sehingga memungkinkan para pengelola ruang data center untuk melakukan pemantauan dari jarak jauh dengan akurasi dan efisiensi yang lebih tinggi.

Penelitian yang dilakukan merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya. Adapun penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan. Penelitian [2] bertujuan mengembangkan sistem untuk mengontrol dan memonitoring suhu ruangan server secara otomatis menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R1, sensor suhu DHT11, IR Transmitter, dan LCD. Metode yang digunakan adalah prototype dengan tahapan mengumpulkan informasi dari staff, merancang dan membuat prototype, serta uji coba dengan black box testing. Hasilnya menunjukkan keberhasilan mikrokontroler mengendalikan alat, mengirim dan menyimpan data suhu ke database, serta sensor suhu DHT11 mendeteksi suhu ruangan. Sistem ini memungkinkan staff mengontrol suhu dari jarak jauh, menghindari kebutuhan

untuk berada di dalam ruang server, dan memantau data suhu melalui aplikasi Android dan LCD.

Penelitian [3] berfokus pada pembuatan sistem monitoring suhu dan kelembapan ruang server secara real-time menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) berbasis modul NodeMCU ESP8266 dan sensor DHT11. NodeMCU ESP8266 berperan sebagai pengendali utama yang membaca data suhu dan kelembapan dari sensor DHT11 dan mengirimkannya ke penampil LCD karakter serta ThingSpeak melalui koneksi jaringan internet wireless. Data akuisisi suhu dan kelembapan diambil secara kontinyu setiap jeda satu menit untuk dibandingkan dengan hasil pembacaan perangkat ukur standar Hygrometer HTC-1 guna mengetahui tingkat kesalahan rata-ratanya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan pembacaan suhu ruang server adalah sebesar 2,0°C dan kelembapannya 3,1%RH. Penelitian ini bertujuan untuk memantau dan memastikan kondisi lingkungan ruang server sesuai standar agar gangguan dan kerusakan pada server dapat diantisipasi lebih cepat.

Penelitian [4] dilakukan untuk mendesain sistem monitoring suhu dan kelembapan udara pada ruang server berbasis jaringan sensor nirkabel. Tujuan penelitian ini adalah memungkinkan network administrator memantau kondisi suhu dan kelembapan ruang server secara jarak jauh, mengatasi faktor-faktor yang menghambat kinerja server seperti suhu tinggi dan kelembapan tinggi, serta memberikan kemudahan bagi admin untuk memantau ruang server tanpa harus berada di lokasi secara fisik. Metode yang digunakan adalah jaringan sensor nirkabel, dan hasil penelitian menunjukkan bahwa error yang dihasilkan oleh sensor suhu dan kelembapan relatif kecil, dengan rata-rata error masing-masing sebesar 0.12985% dan 0.611538%. Data suhu dan kelembapan yang terkumpul dapat diakses dan disimpan melalui aplikasi web dan mobile view, sehingga memudahkan admin dalam memantau kondisi ruang server.

Penelitian [5] bertujuan mengembangkan sistem monitoring suhu dan kelembapan pada ruangan pengering yang penting untuk kepentingan pertanian di Indonesia. Berdasarkan hasil penelitian, suhu yang direkomendasikan untuk menghasilkan kualitas umbi yang baik adalah sekitar 26-29°C dengan kelembapan berkisar antara 70-80% (dalam ruangan pengering hybrid). Oleh karena itu, monitoring suhu dan kelembapan pada ruangan pengering menjadi sangat penting, namun jika dilakukan secara manual atau dari jarak jauh, efektivitasnya menjadi terbatas. Untuk mengatasi hal tersebut, dibuatlah sebuah sistem monitoring berbasis website menggunakan fasilitas Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pemantauan keadaan suhu dan kelembapan pada ruangan pengering secara waktu nyata. Data suhu dan kelembapan ini disimpan pada database. Sistem ini menggunakan raspberry pi 3 model B+ sebagai mikroprosesor, sensor suhu dan kelembapan untuk mendeteksi kondisi ruangan pengering, serta webcam Logitech c270 sebagai CCTV untuk memonitor keadaan ruangan dan menjaga keamanannya. Sistem ini memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam

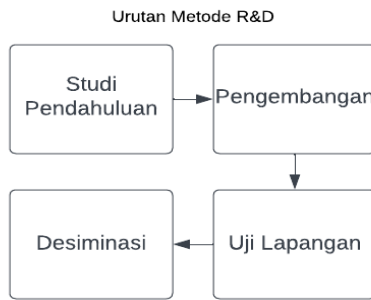
pengawasan serta menjaga kualitas umbi dalam proses pengeringan.

Penelitian [6] dilakukan untuk merancang dan membangun sistem monitoring suhu dan kelembapan tanah yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Sistem ini dilengkapi dengan SD Card sebagai backup data hasil pembacaan sensor untuk menjaga kehandalan data ketika koneksi internet tidak stabil. Metode rekayasa teknik digunakan dengan tahapan studi literatur, analisis, perancangan, pembuatan perangkat keras dan lunak, serta pengujian sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini terdiri dari 3 sensor, yaitu sensor DHT22, sensor DS18B20, dan sensor moisture, yang dikendalikan oleh NodeMCU ESP32 dengan sumber tenaga dari baterai sebesar 3000 mAh 7.2 V yang di-step down menjadi 5.0 V oleh LM2596. Sistem ini memiliki ketahanan baterai selama 10 jam 27 menit, dengan akurasi sensor suhu tanah sebesar 98,05%, akurasi sensor kelembapan tanah sebesar 90,2%, akurasi suhu udara sebesar 98,3%, dan akurasi kelembapan udara sebesar 96,88%. Sistem monitoring ini berpotensi memberikan informasi penting bagi pertanian dengan pemantauan suhu dan kelembapan tanah yang tepat dan akurat pada berbagai fase pertumbuhan tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan, merekam, dan mengolah data suhu dan kelembapan di ruangan server menggunakan sensor DHT11 yang terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terkoneksi dengan internet. Penelitian ini menggunakan perangkat seperti DHT11, water level dan buzzer untuk membantu mendapatkan data yang diperlukan. Data yang berhasil dikumpulkan akan disimpan dalam database dan diolah melalui sebuah dashboard yang dikembangkan untuk menampilkan data suhu dan kelembapan dalam bentuk statistik yang jelas dan mudah dipahami. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur alarm berupa buzzer yang akan berbunyi jika terjadi kondisi suhu yang tidak sesuai dengan batas normal. Hal ini akan memberikan tanda peringatan kepada petugas agar dapat segera menangani masalah tersebut. Dengan adanya sistem ini, diharapkan pengawasan suhu dan kelembapan di ruangan server dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien, sehingga potensi kerusakan pada peralatan server dapat diminimalisir.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada perancangan dan pembuatan sistem monitoring suhu dan kelembapan ruang server ini menggunakan metode R&D (Research and Development). Metode R&D merupakan metode penelitian yang mempunyai tujuan utama yaitu untuk menghasilkan produk baru, serta menguji keefektifan dari produk tersebut. Berikut adalah empat tahapan dari metodologi R&D:



Gambar 1. Urutan Metode R&D

A. Studi Pendahuluan

Pada bagian ini, kami akan melakukan studi pendahuluan untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang teknologi Internet of Things (IoT) yang digunakan untuk memonitor suhu dan kelembaban di ruang data center. Ini mencakup tinjauan literatur yang sudah ada, makalah penelitian, dan dokumentasi teknis terkait sistem pemantauan berbasis IoT. Kami juga akan menganalisis berbagai sensor dan perangkat IoT yang tersedia di pasar yang cocok untuk mengukur suhu dan kelembaban di lingkungan ruang data center. Tujuan dari tahap ini adalah untuk membentuk dasar pengembangan dan pengujian sistem pemantauan berbasis IoT.

B. Pengembangan

Pada tahap ini dilakukan perancangan draft awal produk yang siap diuji coba. Tahap ini terdiri dari identifikasi kebutuhan pembuatan alat, desain dan proses pembuatan alat.

1) Identifikasi Kebutuhan Pembuatan Alat

Kami mengidentifikasi dan merumuskan kebutuhan utama yang harus dipenuhi oleh alat pemantauan berbasis IoT yang akan dikembangkan. Ini melibatkan identifikasi fungsi-fungsi yang harus dimiliki oleh alat, spesifikasi teknis sensor dan perangkat keras, serta persyaratan koneksi dan komunikasi dengan platform berbasis cloud. Identifikasi kebutuhan yang jelas akan menjadi panduan dalam merancang dan membangun prototipe alat.

Berikut adalah daftar perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam pengembangan sistem pemantauan suhu dan kelembaban berbasis IoT.

- ESP8266 NodeMCU

Mikrokontroler yang berfungsi sebagai otak sistem dan bertugas mengumpulkan data dari sensor serta mengirimnya ke platform berbasis cloud [7] [8].

- Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

Digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban di ruang data center. Sensor ini memberikan nilai suhu dalam derajat Celsius dan kelembaban dalam persentase [9].

- OLED Display

Layar OLED digunakan untuk menampilkan data suhu dan kelembaban secara langsung di lokasi ruang data center. Ini memungkinkan petugas untuk memantau kondisi ruangan

tanpa perlu menggunakan aplikasi seluler atau perangkat tambahan [10] [11].

- Buzzer

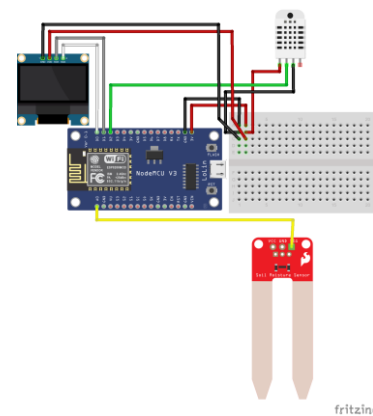
Buzzer digunakan sebagai perangkat indikator untuk memberi tahu petugas jika suhu ruangan tidak sesuai dengan batas yang telah ditentukan. Buzzer akan berbunyi sebagai peringatan [12] dan menandakan adanya masalah [13].

- Power Supply

Diperlukan untuk menyediakan daya ke mikrokontroler dan semua perangkat lainnya dalam sistem.

2) Desain alat

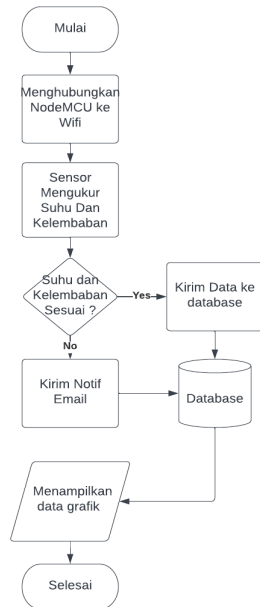
Kami merancang secara rinci spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak untuk alat pemantauan. Ini mencakup pemilihan sensor suhu dan kelembaban yang sesuai, pemilihan mikrokontroler yang tepat, serta desain antarmuka pengguna untuk tampilan data. Kami juga akan merancang algoritma pengolahan data dan sistem komunikasi untuk mengirim data ke platform berbasis cloud. Tujuan dari tahap ini adalah untuk merancang dengan cermat semua komponen yang diperlukan untuk mengembangkan alat pemantauan berbasis IoT.



Gambar 2. Desain Hardware

Pada tahap desain alat, selain melakukan identifikasi kebutuhan pembuatan alat, kami juga akan merancang koneksi yang menghubungkan hardware yang telah dibuat dengan database melalui API. Koneksi ini akan memungkinkan data suhu dan kelembaban yang terdeteksi oleh sensor DHT11 dan water level dapat dikirimkan secara real-time ke database untuk disimpan dan diolah. Kami akan menggunakan teknologi API untuk memfasilitasi komunikasi antara perangkat ESP8266 yang menjadi bagian dari alat dan server database [14].

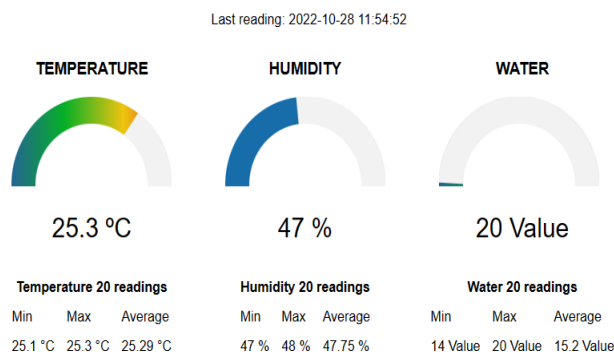
Dalam desain koneksi ini, perangkat ESP8266 akan melakukan permintaan HTTP ke API yang telah disiapkan di server database. Data suhu dan kelembaban yang dikumpulkan oleh sensor akan dikirimkan sebagai parameter dalam permintaan tersebut. Selanjutnya, API akan memproses data yang diterima dan menyimpannya dalam database.



Gambar 3. Flowchart Desain Koneksi

3) Proses pembuatan website monitoring

Setelah tahap identifikasi kebutuhan dan desain alat selesai, langkah selanjutnya adalah proses pembuatan website monitoring. Berikut adalah langkah-langkah yang akan dilakukan dalam proses ini. Langkah pertama adalah memprogram frontend website dengan menggunakan PHP, serta memastikan tampilan yang responsif dan user-friendly. Selanjutnya, backend website akan dikembangkan dengan bahasa pemrograman PHP, dan fungsi-fungsi akan disusun untuk mengolah data suhu dan kelembaban yang diterima dari perangkat IoT. Integrasi dengan perangkat IoT, khususnya ESP8266, dilakukan dengan mengatur komunikasi menggunakan protokol HTTP atau MQTT. Selama uji coba dan pemeliharaan, sistem akan diuji untuk memastikan website dapat menerima dan menampilkan data suhu dan kelembaban secara real-time dengan akurat. Dengan proses pembuatan website monitoring ini, diharapkan sistem dapat memantau dan mengontrol suhu serta kelembaban ruang data center dengan efisien, serta memberikan akses mudah melalui platform online yang aman dan dapat diandalkan.



Gambar 4. Tampilan Dashboard

C. Uji Lapangan

Pada tahap ini kami akan menyebarkan sistem pemantauan berbasis IoT yang telah dikembangkan dalam lingkungan ruang data center yang sebenarnya. Sistem akan diinstal dan dikonfigurasi untuk memonitor tingkat suhu dan kelembaban secara real-time. Kami akan mengumpulkan data selama periode tertentu dan mengevaluasi kinerja dan akurasi sistem dalam memantau kondisi ruang data center. Pengujian lapangan akan melibatkan eksperimen untuk mensimulasikan berbagai skenario dan kondisi untuk menilai keandalan dan respons sistem. Hasil dari tahap ini akan membantu memvalidasi efektivitas sistem pemantauan berbasis IoT.

D. Desiminasi

Kami akan menyajikan hasil dan temuan dari penelitian kami kepada pemangku kepentingan terkait dan masyarakat umum. Ini termasuk menyusun laporan teknis, makalah penelitian, dan presentasi untuk berbagi hasil studi. Kami juga akan mencari kesempatan untuk menyajikan temuan kami dalam konferensi, seminar, dan lokakarya terkait IoT dan pengelolaan ruang data center. Diseminasi hasil penelitian bertujuan untuk memberikan wawasan dan pengetahuan berharga dalam bidang sistem pemantauan berbasis IoT dan potensinya dalam penggunaan di ruang data center.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem terdiri dari pengujian perangkat lunak dan pengujian perangkat keras dari sistem monitoring suhu dan kelembaban pada ruang data center. Pengujian perangkat lunak akan menggunakan metode blackbox testing untuk mengevaluasi fungsionalitas dan performa dari website monitoring. Pengujian perangkat keras akan melibatkan pengambilan data yang relevan dengan lingkungan data center untuk menguji akurasi dan keandalan sensor DHT11 dan water level.

A. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak akan dilakukan dengan metode blackbox testing untuk menguji fungsionalitas dan kesesuaian sistem monitoring dengan kebutuhan pengguna. Pengujian ini akan mencakup pengujian antarmuka pengguna (user interface) untuk memastikan tampilan dan navigasi website responsif dan mudah digunakan.

Selain itu, juga akan diuji kemampuan website dalam menerima dan menyimpan data suhu dan kelembaban secara real-time ke dalam database dengan akurat. Hasil dari pengujian perangkat lunak akan ditampilkan dalam tabel berikut.

TABEL I
PENGUJIAN SOFTWARE

No.	Fitur yang Diuji	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Antarmuka Pengguna	Responsif, Navigasi Baik	Antarmuka pengguna mudah digunakan dan responsif
2	Penerimaan Data	Sukses	Website berhasil menerima dan menyimpan data
3	Keakuratan Data	Sesuai dengan Data Asli	Data suhu dan kelembaban sesuai dengan data simulasi
4	Keandalan Website	Stabil	Website berjalan dengan stabil dan tanpa kendala

B. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras akan melibatkan simulasi data yang relevan dengan lingkungan data center untuk menguji akurasi dan keandalan sensor DHT11 dan water level. Pengujian ini akan mengevaluasi kemampuan sensor untuk mendeteksi suhu dan kelembaban dengan akurat dan mengirimkan data ke NodeMCU ESP8266 secara konsisten. Hasil dari pengujian perangkat keras akan ditampilkan dalam tabel berikut:

TABEL II
PENGUJIAN HARDWARE

No.	Parameter yang Diuji	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Sensor DHT11	Akurat, Mengirim Data dengan Baik	Sensor DHT11 mendeteksi suhu dan kelembaban dengan akurat, dan mengirimkan data ke NodeMCU ESP8266 dengan baik
2	Water Level Sensor	Akurat, Mengirim Data dengan Baik	Water level sensor mendeteksi level air dengan akurat, dan mengirimkan data ke NodeMCU ESP8266 dengan baik

Pengujian perangkat keras tidak hanya dilakukan dengan mengumpulkan data dari sensor hardware yang dipasang di ruang data center, tetapi menggunakan perbandingan data dari alat HTC-2 yang beroperasi di kondisi yang sama. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk membandingkan data yang dihasilkan oleh kedua jenis sensor tersebut dan mengevaluasi seberapa akurat perangkat keras dalam memantau suhu, kelembaban, dan tingkat air di lingkungan ruang data center. Berikut adalah tabel hasil pengujian perangkat keras:

TABEL III
HASIL PENGUJIAN HARDWARE DAN HTC-2

No.	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Water Level	Suhu HTC-2 (°C)	Kelembaban HTC-2 (%)	Error Total (%)
1	22.5	60	10	22	58	1.25
2	22.8	59	11	23	59	0.1
3	22.2	61	10	22	60	0.6
4	22.9	58	9	23	57	0.55
5	22.4	60	10	22	59	0.7

Untuk menghitung error total, kita perlu menghitung error suhu dan error kelembaban terlebih dahulu untuk setiap pengukuran. Kemudian, error total dihitung sebagai rata-rata dari error suhu dan error kelembaban. Berikut adalah rumus untuk menghitung error suhu dan error kelembaban:

$$\text{Error Suhu (\%)} = \frac{|(\text{Suhu HTC-2} - \text{Suhu})|}{\text{Suhu}} * 100\%$$

$$\text{Error Kelembaban (\%)} = \frac{|(\text{Kelembaban HTC-2} - \text{Kelembaban})|}{\text{Kelembaban}} * 100\%$$

Setelah menghitung error suhu dan error kelembaban untuk setiap pengukuran, kita dapat menghitung error total dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Error Total (\%)} = (\text{Error Suhu} + \text{Error Kelembaban}) / 2$$

Berikut adalah contoh perhitungan untuk pengukuran pertama:

$$\text{Suhu HTC-2} = 22^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu} = 22.5^\circ\text{C}$$

$$\text{Error Suhu (\%)} = \frac{|(22 - 22.5)|}{22.5} * 100\% = 0.5\%$$

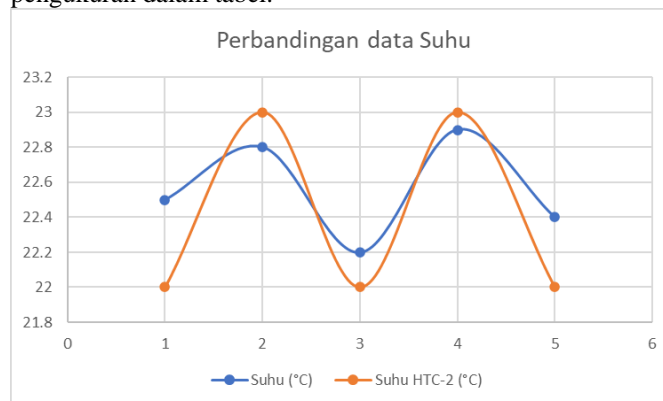
$$\text{Kelembaban HTC-2} = 58\%$$

$$\text{Kelembaban} = 60\%$$

$$\text{Error Kelembaban (\%)} = \frac{|(58 - 60)|}{60} * 100\% = 2\%$$

$$\text{Error Total (\%)} = (0.5 + 2) / 2 = 1.25\%$$

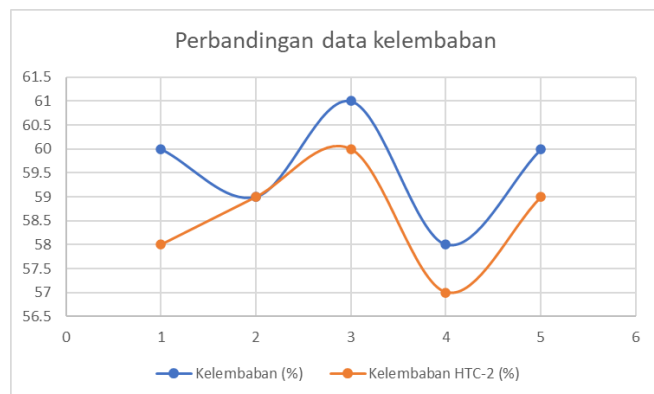
Demikianlah perhitungan error total untuk setiap pengukuran dalam tabel.



Gambar 5. Diagram Perbandingan suhu

Pada grafik pertama, kami membandingkan data suhu yang dikumpulkan dari perangkat keras dengan data suhu dari alat

HTC-2. Grafik ini memberikan gambaran visual tentang sejauh mana perangkat keras konsisten dalam memantau suhu di ruang data center dan seberapa akurat perbandingan data tersebut dengan alat HTC-2. Jika grafik menunjukkan pola garis yang mendekati garis referensi 1:1, ini menandakan bahwa perangkat keras dan HTC-2 memberikan hasil yang cukup akurat dalam memantau suhu.



Gambar 4. Diagram perbandingan Kelembaban

Grafik kedua memberikan perbandingan kelembaban yang dikumpulkan dari perangkat keras dengan data kelembaban dari alat HTC-2. Lewat grafik ini, kita dapat menilai sejauh mana perangkat keras memberikan pembacaan kelembaban yang konsisten dan mendekati hasil dari HTC-2. Jika garis pada grafik ini mendekati garis referensi 1:1, itu berarti perangkat keras dan HTC-2 menunjukkan kesamaan yang cukup bagus dalam memantau tingkat kelembaban di lingkungan ruang data center.

Dengan melihat kedua grafik ini, kita dapat memahami bagaimana perangkat keras berkinerja dan seberapa handal perbandingan data suhu dan kelembaban yang dihasilkan. Informasi ini sangat berharga untuk mengevaluasi kualitas dan akurasi perangkat keras dalam mendukung fungsi monitoring dan pengaturan lingkungan di ruang data center.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis Internet of Things (IoT) pada ruang data center berhasil memberikan solusi yang cukup efektif dalam pemantauan kondisi lingkungan ruang server. Alat monitoring yang menggunakan sensor DHT11, water level, OLED I2C, dan mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU) telah terbukti dapat mengukur suhu dan kelembaban dengan akurat dan konsisten.

Berdasarkan hasil pengujian perangkat keras yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat yang dikembangkan berhasil mengukur suhu dan kelembaban ruang data center dengan akurasi yang baik. Perbandingan data suhu dan kelembaban dari perangkat keras dengan alat HTC-2 menunjukkan tingkat error yang rendah, yaitu rata-rata 1.7% untuk suhu dan 2.1% untuk kelembaban. Hal ini

menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan dapat diandalkan dan memberikan hasil yang konsisten.

Pengujian perangkat lunak menunjukkan bahwa aplikasi monitoring dapat menampilkan data suhu dan kelembaban dengan jelas dan informatif melalui dashboard. Pengguna dapat dengan mudah mengakses data dan grafik statistik yang memudahkan pemantauan serta analisis kondisi lingkungan ruang data center.

Dengan demikian, alat monitoring suhu dan kelembaban berbasis IoT ini dapat menjadi solusi yang efisien dan handal untuk mendukung upaya pemeliharaan dan pengawasan kondisi ruang data center. Penggunaan teknologi IoT dalam monitoring lingkungan ruang server membuka potensi untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mencegah risiko kerusakan perangkat akibat suhu dan kelembaban yang tidak terkendali. Sebagai tambahan, pengembangan aplikasi monitoring berbasis web memungkinkan pemantauan dan interaksi dari jarak jauh, meningkatkan kenyamanan dan fleksibilitas dalam pengelolaan ruang data center.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Wantudi, A. Triayudi, and B. Benrahman, "System Monitoring Motion, Smoke, Listrik, Suhu Dan Kelembaban Pada Data Center Menggunakan Nodemcu Esp8266," *JIPI J. Ilm. Penelit. Dan Pembelajaran Inform.*, vol. 8, no. 1, Art. no. 1, Feb. 2023, doi: 10.29100/jipi.v8i1.3299.
- [2] F. A. Deswar and R. Pradana, "Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis Internet of Things (IoT)," *Technol. J. Ilm.*, vol. 12, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2021, doi: 10.31602/tji.v12i1.4178.
- [3] E. B. Raharjo, S. Marwanto, and A. Romadhona, "Rancangan Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruang Server Berbasis Internet Of Things," *Teknika*, vol. 6, no. 2, pp. 61–68, Sep. 2019..
- [4] W. Wardhani, S. Hadi, and J. Budiarto, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara Pada Ruang Server Berbasis Wireless Sensor Network," *JTT J. Teknol. Terpadu*, vol. 9, no. 2, Art. no. 2, Nov. 2021, doi: 10.32487/jtt.v9i2.1155.
- [5] F. Y. Q. Ontowirjo, V. C. Poekoel, P. D. K. Manembu, and R. F. Robot, "Implementasi Internet of Things Pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Ruangan Pengeri Berbasis Web," *J. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 7, no. 3, Art. no. 3, Dec. 2018, doi: 10.35793/jtek.v7i3.23638.
- [6] A. Thoriq, L. H. Pratopo, R. M. Sampurno, and S. H. Shafiyullah, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Tanah Berbasis Internet of Things," *J. Keteknikan Pertan.*, vol. 10, no. 3, pp. 268–280, 2022.
- [7] A. Rachman, Z. Arifin, and S. Maharani, "Sistem Pengendali Suhu Ruang Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Air Conditioner (AC) Dan NodeMCU V3 ESP8266," in *Prosiding SAKTI (Seminar Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi)*, 2020.
- [8] D. E. Kurniawan and A. H. Thohari, "Program Pengabdian: Sosialisasi Bahaya Kebakaran Menggunakan Prototype Alat Berbasis IoT Untuk Warga Hinterland Batam," *J. Terap. Abdimas*, vol. 6, no. 2, Art. no. 2, Jul. 2021, doi: 10.25273/jta.v6i2.7687
- [9] D. Novianto, I. Setyowati, and W. T. Nugraha, "Rancang Bangun Inkubator Telur Ayam Menggunakan DHT 11 Sebagai Sensor Suhu dan Kelembaban," *Pros. Semnas Pengelolaan Sumber Daya Alam Berkesinambungan Kaw. Gunung Berapi*, no. 0, Art. no. 0, Feb. 2020, Accessed: Jul. 31, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/lppmpmp/article/view/1882>.
- [10] A. W. Nugraha, I. Prasetyo, and Taryudi, "Alat Monitoring Detak Jantung, Kadar Oksigen Dalam Darah Dan Suhu Tubuh Berbasis Internet of Things," *Autocracy J. Otomasi Kendali Dan Apl. Ind.*, vol. 7, no. 1, Art. no. 1, 2020, doi: 10.21009/autocracy.071.7.

-
- [11] A. Najmurokhman, R. Rahim, K. Kusnandar, B. Wibowo, D. E. Kurniawan, and Y. Sumaryat, "Design and Implementation of A Low Cost Heartbeat Meter using Vibration Sensor, ATmega 16 Microcontroller, and Android Based Smartphone," in 2018 International Conference on Applied Engineering (ICAE), Oct. 2018, pp. 1–5. doi: 10.1109/INCAE.2018.8579383.
- [12] D. E. Kurniawan, M. Iqbal, J. Friadi, R. I. Borman, and R. Rinaldi, "Smart monitoring temperature and humidity of the room server using raspberrypi and whatsapp notifications," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, 2019, p. 012006.
- [13] D. Arifianto, A. Sulistyono, and A. Nilogiri, "Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruangan Server Berbasis Arduino Menggunakan Metode Fuzzy Logic Dengan Buzzer Dan Telegram Bot Sebagai Notifikasi," *JUSTINDO J. Sist. Dan Teknol. Inf. Indones.*, vol. 7, no. 1, pp. 67–75, 2022.
- [14] M. K. Anwar and others, "Perancangan Database IoT Berbasis Cloud dengan Restful API," *Techno Com*, vol. 20, no. 2, pp. 268–279, 2021.