

# Sistem Iot Untuk Pemantauan Suhu Dan Kelembaban Ruang Secara Real-Time Sebagai Indikator Kualitas Udara

Melinda Novita Sari <sup>1\*</sup>, Sujono <sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi, Universitas K.H A. Wahab Hasbullah, Kabupaten Jombang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia.

*Corresponding Email:* melindaart26@gmail.com <sup>1\*</sup>

## Histori Artikel:

*Dikirim* 10 Februari 2026; *Diterima dalam bentuk revisi* 23 Februari 2026; *Diterima* 15 Maret 2026; *Diterbitkan* 28 Maret 2026. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

## Abstrak

Kualitas udara dalam ruangan merupakan faktor penting yang memengaruhi kenyamanan, kesehatan, dan produktivitas manusia, terutama pada ruang tertutup dengan intensitas penggunaan tinggi, di mana suhu dan kelembaban menjadi indikator utama kondisi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan suhu dan kelembaban ruangan berbasis Internet of Things (IoT) secara real-time menggunakan sensor DHT11 dan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan platform cloud ThingSpeak. Sistem dirancang untuk membaca data lingkungan, mengirimkannya melalui jaringan Wi-Fi, serta menampilkan hasil pemantauan dalam bentuk grafik pada web dashboard. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, serta pengujian kinerja pada kondisi ruangan normal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan data suhu dan kelembaban secara real-time dengan kestabilan pembacaan yang baik dan deviasi dalam batas toleransi sensor, sehingga proses monitoring dapat dilakukan secara konsisten tanpa gangguan signifikan. Secara praktis, sistem ini berpotensi diterapkan pada ruang kelas, perkantoran, laboratorium, maupun fasilitas publik sebagai solusi pemantauan kondisi lingkungan secara jarak jauh. Selain itu, sistem dapat dikembangkan lebih lanjut melalui penggunaan sensor dengan tingkat akurasi lebih tinggi serta penambahan parameter kualitas udara lainnya untuk meningkatkan fungsionalitas dan keandalannya.

**Kata Kunci:** Internet of Things; ESP32, DHT11; ThingSpeak; Suhu; Kelembaban; Kualitas Udara.

## Abstract

Indoor air quality is an important factor affecting human comfort, health, and productivity, especially in enclosed spaces with high usage intensity, where temperature and humidity serve as primary indicators of environmental conditions. This study aims to design and implement a real-time Internet of Things (IoT)-based temperature and humidity monitoring system using a DHT11 sensor and an ESP32 microcontroller integrated with the ThingSpeak cloud platform. The system is designed to collect environmental data, transmit it via a Wi-Fi network, and display the monitoring results in graphical form through a web dashboard. The research method includes hardware and software design, system implementation, and performance testing under normal indoor environmental conditions. The testing results indicate that the system is capable of displaying temperature and humidity data in real time with stable readings and deviations within the sensor's tolerance limits, allowing consistent monitoring without significant interruptions. Practically, the system has potential applications in classrooms, offices, laboratories, and public facilities as a remote environmental monitoring solution. Furthermore, the system can be further developed by utilizing sensors with higher accuracy and incorporating additional air quality parameters to enhance its functionality and reliability.

**Keyword:** Internet of Things; ESP32, DHT11; ThingSpeak; Temperature; Humidity; Air Quality.

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah berkembang pesat, khususnya dalam bidang Internet of Things (IoT), yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung melalui jaringan internet untuk pertukaran data secara otomatis dan real-time. Dengan IoT, perangkat dapat saling berkomunikasi tanpa perlu campur tangan manusia, membawa perubahan besar dalam berbagai sektor. Teknologi ini telah diterapkan di berbagai bidang, seperti industri, pertanian, kesehatan, dan lingkungan, memberikan kemudahan dalam pemantauan serta pengambilan keputusan yang lebih efisien dan akurat (Ashton, 2009; Gubbi *et al.*, 2013). Salah satu aplikasi IoT yang semakin berkembang adalah pemantauan kondisi lingkungan. Sistem ini sering digunakan untuk memantau suhu dan kelembaban udara, faktor penting yang berpengaruh pada kenyamanan dan kesehatan manusia. Dalam sektor pertanian, IoT digunakan untuk memonitor kondisi tanaman, mengatur irigasi, dan memprediksi perubahan cuaca. Hal ini memungkinkan petani untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan meningkatkan hasil panen. Di bidang kesehatan, perangkat IoT dapat memantau kondisi pasien secara real-time, memberi informasi kepada tenaga medis untuk melakukan tindakan cepat dan tepat. Dengan kemampuan mengumpulkan serta menganalisis data secara otomatis, IoT memberikan solusi yang lebih efisien dan efektif di berbagai sektor.

Suhu dan kelembaban udara adalah dua parameter lingkungan yang sangat memengaruhi kualitas udara dalam ruangan. Kondisi suhu yang ekstrem, baik terlalu tinggi maupun terlalu rendah, serta kelembaban yang tidak sesuai standar, dapat memengaruhi kesehatan tubuh dan kenyamanan individu. Gangguan kesehatan yang sering terjadi akibat kondisi ini meliputi masalah pernapasan, iritasi kulit, hingga peningkatan stres dan ketidaknyamanan secara umum. Bahkan, kelembaban yang tidak terkontrol dengan baik dapat menyebabkan pertumbuhan jamur dan mikroorganisme yang dapat memperburuk kualitas udara di dalam ruangan, yang akhirnya berdampak pada produktivitas dan kenyamanan aktivitas manusia di dalamnya (ASHRAE, 2017; WHO, 2018). Oleh karena itu, penting untuk memiliki sistem pemantauan suhu dan kelembaban yang dapat mengukur dan menampilkan data secara real-time. Sistem ini perlu memberikan informasi yang akurat dan berkelanjutan untuk memastikan kondisi lingkungan di dalam ruangan tetap sesuai dengan standar yang ditetapkan. Dengan pemantauan yang tepat, langkah-langkah perbaikan bisa segera diambil untuk menjaga kenyamanan dan kesehatan penghuninya, serta meningkatkan produktivitas mereka dalam lingkungan kerja atau hunian.

Pemantauan suhu dan kelembaban ruangan pada umumnya masih dilakukan secara manual menggunakan alat ukur konvensional, seperti termometer dan higrometer. Meskipun alat-alat ini dapat memberikan informasi dasar mengenai kondisi lingkungan, mereka memiliki keterbatasan yang signifikan, terutama dalam hal pencatatan data secara kontinu dan pemantauan jarak jauh. Penggunaan metode manual ini dianggap tidak efektif karena tidak dapat memberikan data real-time, sehingga tidak memungkinkan pemantauan secara langsung atau cepat dalam merespons perubahan kondisi lingkungan yang terjadi. Selain itu, pencatatan data yang tidak terintegrasi menyulitkan pengambilan keputusan yang cepat dan tepat, yang sangat dibutuhkan dalam situasi yang membutuhkan tindakan segera (Al-Fuqaha *et al.*, 2015; Zanella *et al.*, 2014). Dalam hal ini, teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi yang jauh lebih efisien dan canggih. IoT memungkinkan perangkat untuk saling terhubung dan mengirimkan data secara otomatis dan real-time, yang tidak hanya meningkatkan efektivitas pemantauan tetapi juga memungkinkan pengendalian kondisi lingkungan dari jarak jauh. Dengan demikian, pemanfaatan IoT dalam pemantauan suhu dan kelembaban ruangan menjadi langkah penting untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan responsivitas sistem pemantauan lingkungan.

Mikrokontroler ESP32 menjadi salah satu pilihan utama dalam pengembangan sistem berbasis Internet of Things (IoT) karena memiliki berbagai keunggulan yang mendukung kebutuhan sistem pemantauan dan pengendalian. Perangkat ini dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth, sehingga memungkinkan komunikasi nirkabel dengan perangkat lain secara mudah dan efisien. Selain itu, ESP32 memiliki konsumsi daya yang rendah, yang menjadikannya ideal untuk digunakan

dalam sistem yang membutuhkan pengoperasian dalam jangka waktu lama tanpa perlu sering mengisi daya. Keunggulan lainnya adalah kemampuannya untuk mendukung berbagai sensor lingkungan, termasuk sensor suhu dan kelembaban. Salah satu sensor yang sering digunakan dalam aplikasi IoT adalah sensor DHT11. Sensor ini merupakan sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara dengan tingkat akurasi yang cukup baik serta harga yang relatif terjangkau, menjadikannya pilihan populer untuk implementasi sistem pemantauan. DHT11 memberikan data suhu dalam rentang 0-50°C dan kelembaban 20-90% dengan akurasi yang cukup memadai untuk banyak aplikasi praktis. Kombinasi antara ESP32 dan sensor DHT11 memberikan solusi yang sederhana namun efisien untuk membangun sistem pemantauan suhu dan kelembaban yang dapat diakses secara real-time melalui jaringan internet. Sistem ini sangat cocok untuk diterapkan pada berbagai aplikasi, seperti pengelolaan lingkungan, rumah pintar, dan sistem irigasi otomatis berbasis IoT (Suryanegara *et al.*, 2020; Hidayat *et al.*, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemantauan suhu dan kelembaban ruangan yang efisien dengan memanfaatkan sensor DHT11 sebagai perangkat input. Sensor ini mengukur suhu dan kelembaban udara yang kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32. Setelah data diperoleh, informasi tersebut dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke platform cloud ThingSpeak, yang berfungsi sebagai media penyimpanan dan visualisasi data. ThingSpeak dipilih karena kemampuannya untuk menampilkan data dalam bentuk grafik secara real-time dan dapat diintegrasikan dengan berbagai perangkat IoT. Dengan platform ini, pengguna dapat memantau perubahan suhu dan kelembaban udara secara langsung melalui web dashboard yang mudah digunakan. ThingSpeak memungkinkan pengumpulan data yang akurat serta memberikan akses yang cepat dan mudah untuk memantau kondisi lingkungan di ruangan tertentu, memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan pengendalian jarak jauh. Pemanfaatan teknologi ini memberikan solusi praktis dan efisien untuk sistem pemantauan lingkungan yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja (MathWorks, 2023; Lee *et al.*, 2019).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan kelembaban ruangan berbasis IoT menggunakan ESP32 dan sensor DHT11 yang terintegrasi dengan platform ThingSpeak. Sistem ini diharapkan dapat memberikan informasi kondisi lingkungan ruangan secara real-time, akurat, dan mudah diakses, serta dapat digunakan sebagai indikator awal kualitas udara dalam ruangan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi dan dasar pengembangan sistem pemantauan lingkungan yang lebih kompleks di masa mendatang dengan penambahan sensor dan fitur pendukung lainnya.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental dengan pendekatan rancang bangun (design and implementation) yang berfokus pada perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem pemantauan suhu dan kelembaban ruangan berbasis Internet of Things (IoT). Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak hanya menganalisis konsep, tetapi juga menghasilkan sistem yang diimplementasikan secara langsung dan diuji kinerjanya pada lingkungan nyata. Tahapan penelitian meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan arsitektur, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian dan evaluasi kinerja sistem (Pressman, 2014; Sugiyono, 2019).

Metode eksperimental digunakan untuk menguji kemampuan sistem dalam mengukur suhu dan kelembaban, mentransmisikan data melalui jaringan Wi-Fi, serta menampilkan informasi secara real-time di platform ThingSpeak dan web dashboard. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan akurasi pengukuran dan kelancaran proses transmisi serta visualisasi data yang dapat diakses secara langsung oleh pengguna.



Gambar 1. Komponen perangkat keras (ESP32, Kabel Jumper, Kabel USB, Sensor Suhu DHT11)

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan sistem yang dirancang dan ditunjukkan pada gambar rangkaian serta foto perangkat yang telah dibuat. Adapun alat dan bahan yang digunakan antara lain.

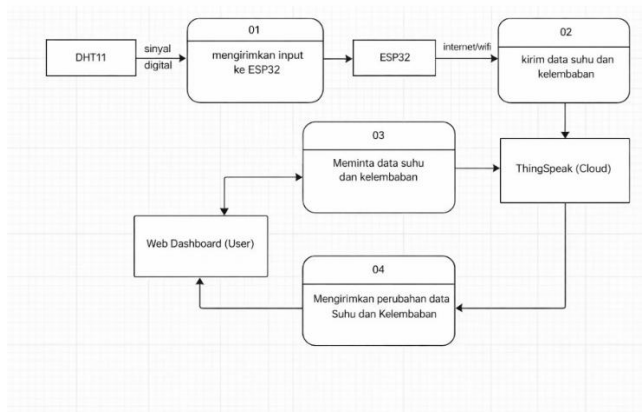
- 1) ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang berfungsi untuk mengolah data dari sensor serta mengirimkan data ke server cloud melalui jaringan Wi-Fi (Espressif Systems, 2022).
- 2) Sensor DHT11 yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di dalam ruangan secara digital (Aosong Electronics, 2018).
- 3) Kabel jumper sebagai media penghubung antara sensor dan mikrokontroler.
- 4) Laptop/Komputer yang digunakan untuk pemrograman ESP32 serta menampilkan web dashboard monitoring.
- 5) Jaringan Wi-Fi sebagai media komunikasi data antara ESP32 dan platform ThingSpeak.
- 6) Platform ThingSpeak sebagai media penyimpanan data berbasis cloud dan visualisasi data suhu serta kelembaban dalam bentuk grafik (MathWorks, 2023).

Pemilihan ESP32 sebagai mikrokontroler utama didasarkan pada kemampuannya yang telah terintegrasi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth sehingga tidak memerlukan perangkat tambahan untuk koneksi internet. Dibandingkan dengan Arduino Uno yang memerlukan modul tambahan seperti ESP8266, ESP32 memiliki kemampuan pemrosesan yang lebih tinggi, konsumsi daya yang lebih efisien, serta kestabilan koneksi yang lebih baik untuk sistem monitoring berbasis cloud (Espressif Systems, 2022). Sensor DHT11 dipilih karena memiliki biaya yang relatif rendah, mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler, serta mampu mengukur suhu dan kelembaban dalam satu modul sensor. Meskipun terdapat sensor alternatif seperti DHT22 atau BME280 yang memiliki tingkat akurasi lebih tinggi, DHT11 dinilai cukup untuk kebutuhan pemantauan suhu dan kelembaban ruangan dalam rentang normal serta sesuai untuk pengembangan sistem prototipe (Aosong Electronics, 2018; Suryanegara *et al.*, 2020).

Perancangan sistem pada penelitian ini dilakukan untuk menggambarkan alur kerja serta hubungan antar komponen dalam sistem pemantauan suhu dan kelembaban ruangan berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang secara terintegrasi. Sistem terdiri dari sensor DHT11 sebagai perangkat input yang berfungsi untuk membaca nilai suhu dan kelembaban udara di dalam ruangan, mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengolahan data sekaligus pengirim data melalui jaringan Wi-Fi, serta platform cloud ThingSpeak sebagai media penyimpanan dan visualisasi data. Data yang diperoleh dari sensor DHT11 dikirimkan ke ESP32 dalam bentuk sinyal digital untuk diproses, kemudian ESP32 mengirimkan data tersebut ke server ThingSpeak melalui koneksi internet secara periodik dan berkelanjutan. Platform ThingSpeak berfungsi untuk menyimpan data yang diterima serta menampilkan informasi suhu dan kelembaban dalam bentuk grafik waktu nyata yang dapat diakses melalui web dashboard oleh pengguna. Alur kerja sistem ini disusun berdasarkan flowchart dan diagram arsitektur yang telah dibuat untuk memastikan setiap proses berjalan secara sistematis, mulai dari proses pembacaan sensor, pengiriman data ke cloud, hingga penampilan data pada antarmuka pengguna. Dengan perancangan sistem yang terstruktur dan terintegrasi ini, sistem

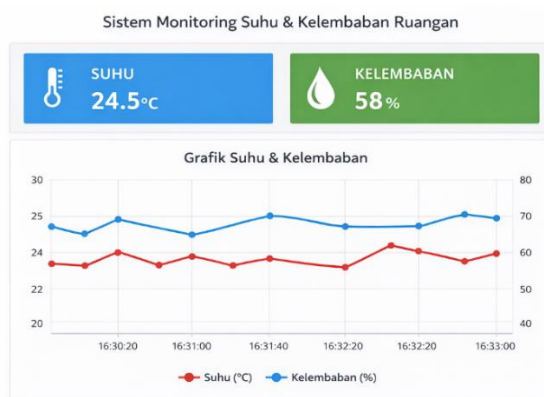
mampu melakukan pemantauan kondisi lingkungan ruangan secara real-time, akurat, dan mudah diakses, sehingga dapat digunakan sebagai indikator awal kualitas udara dalam ruangan serta mendukung penerapan teknologi IoT dalam pemantauan lingkungan (Ashton, 2009; Gubbi *et al.*, 2013; Al-Fuqaha *et al.*, 2015).

Perancangan sistem dilakukan berdasarkan diagram konteks dan flowchart yang telah disusun untuk memastikan integrasi antar komponen berjalan secara sistematis. Sistem dirancang agar mampu melakukan pembacaan data secara periodik setiap interval tertentu dan mengirimkan data ke platform cloud secara berkelanjutan. Diagram konteks menggambarkan hubungan antara sistem monitoring suhu dan kelembaban dengan entitas luar. Sensor DHT11 berfungsi sebagai perangkat input yang mengirimkan data suhu dan kelembaban ke sistem melalui ESP32. Selanjutnya, data dikirimkan ke platform ThingSpeak (Cloud) untuk disimpan dan divisualisasikan. Pengguna dapat mengakses data tersebut melalui web dashboard untuk memantau kondisi suhu dan kelembaban ruangan secara real-time (Zanella *et al.*, 2014; Al-Fuqaha *et al.*, 2015).



Gambar 2. Diagram Alur Pengiriman Data Suhu dan Kelembaban dari Sensor DHT11 ke Platform ThingSpeak

Flowchart sistem pada penelitian ini menggambarkan alur kerja pemantauan suhu dan kelembaban ruangan berbasis Internet of Things (IoT) yang dimulai dari sensor DHT11 sebagai perangkat input. Pada Gambar 2 di atas, Sensor DHT11 berfungsi membaca nilai suhu dan kelembaban lingkungan kemudian mengirimkan sinyal digital ke mikrokontroler ESP32 sebagai proses awal sistem. Selanjutnya, ESP32 mengolah data yang diterima dan mengirimkan data suhu serta kelembaban tersebut melalui koneksi internet atau WiFi menuju platform ThingSpeak sebagai media penyimpanan dan pengelolaan data berbasis cloud. Data yang telah tersimpan pada ThingSpeak kemudian dapat diminta kembali oleh sistem untuk ditampilkan pada web dashboard. Web dashboard berperan sebagai antarmuka pengguna (user) yang memungkinkan pemantauan kondisi suhu dan kelembaban ruangan secara real-time. Setiap perubahan data suhu dan kelembaban yang terjadi akan dikirimkan kembali oleh ThingSpeak sehingga informasi yang ditampilkan pada web dashboard selalu diperbarui sesuai dengan kondisi lingkungan yang sebenarnya.



Gambar 3. Web Dashboard Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruangan

Dashboard yang ditampilkan pada Gambar menunjukkan hasil implementasi sistem monitoring suhu dan kelembaban ruangan berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan menggunakan teknologi berbasis web, yaitu HTML, CSS, dan JavaScript. HTML digunakan untuk membangun struktur tampilan dashboard, CSS berperan dalam mengatur tampilan visual seperti warna dan tata letak, sedangkan JavaScript digunakan untuk mengelola serta menampilkan data secara dinamis dari platform cloud ThingSpeak. Pada bagian atas dashboard terdapat dua panel utama yang menampilkan nilai suhu dan kelembaban secara real-time, di mana panel suhu menunjukkan nilai 24,5°C dengan latar berwarna biru dan ikon termometer yang mengindikasikan suhu ruangan berada pada kondisi stabil dan nyaman untuk aktivitas manusia, sementara panel kelembaban menampilkan nilai 58% dengan latar berwarna hijau dan ikon tetesan air yang menunjukkan tingkat kelembaban udara dalam kategori normal. Pada bagian bawah dashboard ditampilkan grafik suhu dan kelembaban terhadap waktu, di mana grafik garis berwarna merah merepresentasikan nilai suhu dalam satuan derajat Celcius (°C) dan grafik garis berwarna biru merepresentasikan nilai kelembaban udara dalam satuan persen (%). Berdasarkan grafik tersebut, nilai suhu ruangan berada pada kisaran 23,5°C hingga 24,5°C, sedangkan nilai kelembaban berada pada kisaran 55% hingga 70%, dengan perubahan nilai yang relatif kecil dan cenderung stabil. Data pada dashboard diperbarui secara otomatis sesuai dengan data yang dikirimkan oleh mikrokontroler ESP32 ke platform ThingSpeak melalui koneksi internet, sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan ruangan secara kontinu tanpa harus berada langsung di lokasi pengukuran. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu bekerja secara konsisten dan dapat digunakan sebagai indikator awal kualitas udara ruangan berdasarkan parameter suhu dan kelembaban.

Tabel 1. Tabel hasil Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruangan

Parameter Pengukuran	Rentang Nilai Ideal	Hasil Pembacaan Sistem	Deviasi Maksimum	Akurasi Sistem
Suhu Ruangan (°C)	23,0 – 26,0	23,5 – 24,5	±0,5 °C	98,0%
Kelembaban Ruangan (%RH)	55 – 70	56 – 68	±3%	94,0%

Pengujian sistem dilakukan dalam tiga tahap utama untuk memastikan fungsionalitas yang optimal. Tahap pertama adalah pengujian sensor, di mana sensor DHT11 diuji dengan membandingkan hasil pembacaan suhu dan kelembaban terhadap alat ukur referensi ruangan. Data diambil selama beberapa interval waktu untuk mengamati konsistensi nilai yang dihasilkan dan mengidentifikasi deviasi maksimum yang mungkin terjadi. Tahap kedua adalah pengujian koneksi dan transmisi data, di mana ESP32 diuji untuk memastikan kestabilan koneksi Wi-Fi dan keberhasilan pengiriman data ke platform ThingSpeak. Parameter yang diamati dalam tahap ini

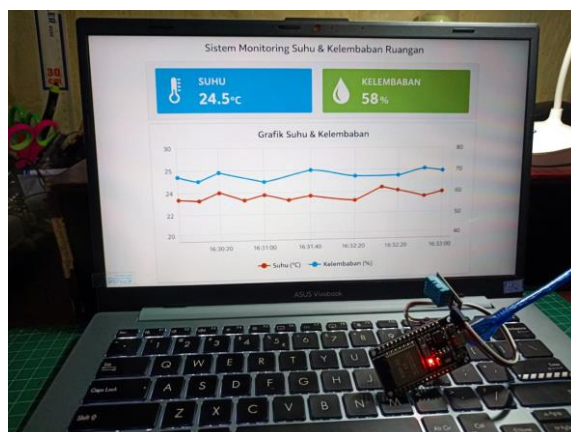
mencakup waktu respons pengiriman data serta keberhasilan pembaruan grafik secara real-time. Tahap terakhir adalah pengujian integrasi sistem, yang bertujuan memastikan keseluruhan sistem bekerja secara terintegrasi mulai dari pembacaan sensor, pengiriman data, penyimpanan di cloud, hingga visualisasi pada web dashboard. Pengujian dilakukan selama periode tertentu untuk memastikan tidak terjadi gangguan koneksi atau error dalam transmisi data. Validitas sistem ditentukan berdasarkan kestabilan pembacaan, deviasi maksimum terhadap nilai referensi, serta konsistensi pembaruan data yang ditampilkan pada dashboard.

Selama proses pengujian, beberapa kendala teknis ditemukan, seperti fluktuasi awal pembacaan sensor dan keterlambatan pengiriman data akibat konfigurasi interval pembaruan yang belum optimal. Kendala tersebut diatasi dengan melakukan kalibrasi awal sensor, pengaturan ulang interval pengiriman data, serta memastikan kestabilan jaringan Wi-Fi sebelum sistem dioperasikan secara penuh. Setelah dilakukan penyesuaian, sistem mampu bekerja secara stabil dan konsisten.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil

Hasil implementasi sistem menunjukkan bahwa perangkat pemantauan suhu dan kelembaban ruangan berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang telah berhasil berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem yang dibangun terdiri dari sensor DHT11 sebagai perangkat input, mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengolahan data, jaringan WiFi sebagai media komunikasi, serta platform cloud ThingSpeak sebagai media penyimpanan dan visualisasi data. Sensor DHT11 mampu membaca kondisi suhu dan kelembaban lingkungan ruangan secara periodik, kemudian mengirimkan data tersebut dalam bentuk sinyal digital ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses lebih lanjut. Selanjutnya, ESP32 mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke platform ThingSpeak melalui koneksi internet secara real-time. Data yang dikirimkan berhasil diterima dan disimpan pada server cloud, kemudian ditampilkan kembali pada web dashboard dalam bentuk nilai numerik dan grafik perubahan data terhadap waktu. Selama proses pengujian, sistem tidak mengalami gangguan komunikasi yang signifikan, baik pada proses pembacaan sensor maupun pada pengiriman data ke cloud. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara sensor DHT11, ESP32, jaringan WiFi, dan platform ThingSpeak berjalan dengan baik, sehingga sistem mampu melakukan pemantauan suhu dan kelembaban ruangan secara real-time, stabil, dan berkelanjutan sesuai dengan tujuan perancangan.

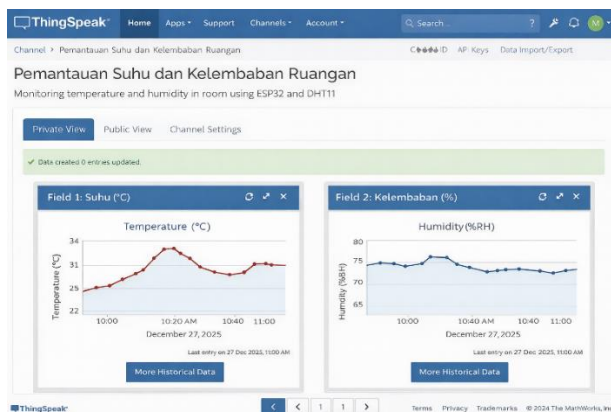


Gambar 4. Implementasi Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruangan Berbasis IoT

Berdasarkan hasil pengamatan selama proses pengujian, perubahan nilai suhu yang terjadi berada pada rentang  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  dari nilai rata-rata, sedangkan perubahan kelembaban berada pada rentang  $\pm 2-3\%$ . Deviasi tersebut masih berada dalam batas toleransi sensor DHT11 yang secara

umum memiliki tingkat akurasi sekitar  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  untuk suhu dan  $\pm 5\%$  untuk kelembaban. Dengan demikian, fluktuasi kecil yang terjadi tidak memberikan dampak signifikan terhadap kinerja sistem dan masih dapat dikategorikan sebagai kondisi operasional normal. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tetap mampu mempertahankan stabilitas dan konsistensi pembacaan data.

Evaluasi kinerja sistem dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem monitoring suhu dan kelembaban ruangan berbasis Internet of Things (IoT) dalam membaca, mengirimkan, serta menampilkan data secara real-time melalui web dashboard dan platform cloud ThingSpeak. Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan kinerja yang stabil dan konsisten dalam menampilkan data suhu dan kelembaban. Pada tampilan web dashboard, nilai suhu ruangan yang terbaca dan ditampilkan secara real-time berada pada kisaran  $23,5^{\circ}\text{C}$  hingga  $24,5^{\circ}\text{C}$ , dengan nilai suhu terakhir yang ditampilkan sebesar  $24,5^{\circ}\text{C}$ , sedangkan nilai kelembaban udara berada pada kisaran  $56\%$  hingga  $68\%$ , dengan nilai kelembaban yang ditampilkan sebesar  $58\%$ . Nilai tersebut ditampilkan dalam bentuk panel informasi numerik serta grafik perubahan data terhadap waktu, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi lingkungan ruangan secara langsung.



Gambar 5. Tampilan Grafik Suhu dan Kelembaban Ruangan pada Platform ThingSpeak

Pada web dashboard, data suhu dan kelembaban juga berhasil ditampilkan pada platform ThingSpeak dalam bentuk grafik historis. Berdasarkan hasil pengamatan pada ThingSpeak, grafik suhu menunjukkan perubahan nilai suhu ruangan yang relatif stabil tanpa fluktuasi ekstrem, sedangkan grafik kelembaban memperlihatkan nilai kelembaban yang berada dalam rentang normal selama proses pengujian. Data yang dikirimkan oleh ESP32 ke ThingSpeak tersimpan dengan baik dan dapat diakses kembali berdasarkan waktu pengukuran, yang menunjukkan bahwa proses pengiriman data melalui jaringan internet berjalan dengan lancar. Kesamaan pola data yang ditampilkan pada web dashboard dan ThingSpeak menunjukkan bahwa sistem memiliki konsistensi data yang baik antara sisi pengiriman, penyimpanan, dan visualisasi.

### 3.2 Pembahasan

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem monitoring yang dirancang mampu bekerja sesuai dengan tujuan perancangan. Integrasi antara sensor DHT11, mikrokontroler ESP32, jaringan WiFi, web dashboard, dan platform ThingSpeak berjalan dengan baik tanpa kendala yang signifikan. Dengan nilai suhu dan kelembaban yang ditampilkan secara real-time serta kestabilan data pada grafik, sistem ini dinilai memiliki kinerja yang cukup baik dan layak digunakan sebagai alat pemantauan suhu dan kelembaban ruangan serta sebagai indikator awal kualitas udara ruangan berdasarkan parameter suhu dan kelembaban.

Jika dibandingkan dengan sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis IoT lainnya yang menggunakan sensor seperti DHT22 atau SHT11, sistem yang dikembangkan pada penelitian ini menggunakan sensor DHT11 yang memiliki tingkat akurasi lebih rendah, namun memiliki keunggulan dari segi biaya yang lebih ekonomis dan kemudahan implementasi. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan DHT22 mampu memberikan akurasi suhu hingga

$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban  $\pm 2\%$ , sedangkan DHT11 memiliki toleransi lebih besar. Meskipun demikian, untuk kebutuhan pemantauan kondisi ruangan skala kecil, sistem yang dirancang telah menunjukkan kinerja yang memadai, stabil, serta mampu menampilkan data secara real-time dengan integrasi yang baik antara ESP32 dan platform ThingSpeak. Kelebihan sistem ini terletak pada kemudahan instalasi, penggunaan jaringan Wi-Fi yang fleksibel, serta visualisasi data berbasis web yang mudah diakses. Adapun keterbatasannya adalah pada tingkat akurasi sensor yang tidak setinggi sensor kelas industri.

Selain aspek teknis dan perbandingan kinerja, sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis IoT yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki potensi aplikasi yang luas dalam berbagai lingkungan nyata. Pada ruang perkantoran dan ruang kelas, sistem ini dapat dimanfaatkan untuk menjaga kenyamanan termal sehingga mendukung produktivitas dan konsentrasi pengguna. Dalam lingkungan kesehatan, seperti ruang perawatan atau laboratorium, pemantauan suhu dan kelembaban berperan penting dalam menjaga kualitas udara dan stabilitas kondisi ruangan. Sistem ini juga berpotensi diterapkan pada greenhouse atau ruang budidaya tanaman untuk memastikan kondisi lingkungan tetap berada dalam rentang optimal bagi pertumbuhan tanaman.

Meskipun demikian, sistem yang dirancang masih memiliki keterbatasan, terutama pada tingkat akurasi sensor DHT11 dan ketergantungan terhadap kestabilan jaringan internet. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat ditingkatkan dengan menggunakan sensor dengan akurasi lebih tinggi, menambahkan penyimpanan data lokal sementara untuk mengantisipasi gangguan jaringan, serta mengintegrasikan fitur kontrol otomatis seperti pengaturan kipas atau pendingin ruangan guna membentuk sistem monitoring dan controlling yang lebih cerdas.

Selain itu, perkembangan sistem monitoring berbasis IoT saat ini juga mengarah pada integrasi dengan konsep smart building dan smart environment, di mana data lingkungan tidak hanya ditampilkan, tetapi juga dianalisis untuk mendukung pengambilan keputusan secara otomatis (Abdel-Basset *et al.*, 2020). Studi lain menunjukkan bahwa sistem pemantauan kualitas udara dalam ruangan berbasis IoT semakin banyak digunakan pada sektor pendidikan dan fasilitas publik untuk meningkatkan kenyamanan serta efisiensi energi (Saini *et al.*, 2021).

Penggunaan sensor berbiaya rendah seperti DHT11 dalam sistem monitoring juga sejalan dengan tren pengembangan perangkat IoT yang ekonomis dan mudah diimplementasikan, meskipun memiliki keterbatasan pada tingkat akurasi dibandingkan sensor kelas industri (Kumar *et al.*, 2015; Dutta *et al.*, 2019). Untuk kebutuhan dengan presisi tinggi, beberapa penelitian merekomendasikan penggunaan sensor generasi terbaru yang memiliki tingkat sensitivitas lebih baik serta stabilitas pembacaan yang lebih tinggi (Li *et al.*, 2021). Dalam konteks layanan kesehatan dan industri, sistem monitoring berbasis IoT telah diterapkan untuk memastikan kondisi lingkungan tetap berada dalam rentang aman guna mendukung keselamatan pengguna dan stabilitas proses operasional (Abdulmalek *et al.*, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki potensi untuk diadaptasi lebih lanjut pada berbagai sektor dengan penyesuaian spesifikasi perangkat dan kebutuhan lingkungan.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian, serta evaluasi kinerja sistem monitoring suhu dan kelembaban ruangan berbasis Internet of Things (IoT), dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan telah mampu berfungsi dengan baik dan sesuai dengan tujuan penelitian. Integrasi antara sensor DHT11, mikrokontroler ESP32, jaringan Wi-Fi, platform cloud ThingSpeak, dan web dashboard berhasil merealisasikan sistem pemantauan suhu dan kelembaban ruangan secara real-time, stabil, dan berkelanjutan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data yang diperoleh berada dalam rentang normal dan memiliki tingkat kestabilan yang baik, sehingga sistem dapat digunakan sebagai indikator awal kondisi lingkungan ruangan berdasarkan parameter suhu dan kelembaban. Secara praktis, sistem ini direkomendasikan untuk diterapkan pada lingkungan perkantoran, ruang kelas, ruang laboratorium, serta ruang penyimpanan yang membutuhkan

pemantauan kondisi suhu dan kelembaban secara kontinu. Implementasi sistem berbasis IoT memungkinkan pemantauan dilakukan secara jarak jauh melalui dashboard berbasis web, sehingga meningkatkan efisiensi pengawasan serta memudahkan pengambilan keputusan ketika terjadi perubahan kondisi lingkungan. Meskipun demikian, sistem yang dirancang masih memiliki keterbatasan pada tingkat akurasi sensor DHT11 yang kurang optimal untuk aplikasi dengan kebutuhan presisi tinggi. Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan sensor dengan tingkat akurasi lebih tinggi seperti DHT22, SHT series, atau sensor kelas industri lainnya. Selain itu, integrasi dengan sistem notifikasi otomatis, penyimpanan data lokal sebagai cadangan ketika terjadi gangguan jaringan, serta penambahan sensor kualitas udara lain seperti sensor gas (CO<sub>2</sub>) dan partikel debu dapat meningkatkan kinerja serta memperluas fungsionalitas sistem. Dengan pengembangan tersebut, sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring, tetapi juga dapat dikembangkan menjadi sistem smart environment yang lebih adaptif dan terintegrasi.

## 5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada institusi dan pihak terkait yang telah menyediakan sarana, prasarana, serta lingkungan pendukung sehingga penelitian mengenai sistem pemantauan suhu dan kelembaban ruangan berbasis Internet of Things ini dapat terlaksana dengan baik. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang secara tidak langsung telah membantu proses pengumpulan data, pengujian sistem, serta penyempurnaan penelitian ini hingga dapat disusun dalam bentuk artikel ilmiah.

## 6. Daftar Pustaka

- Abdel-Basset, M., Mohamed, R., & Smarandache, F. (2020). A smart IoT-based building monitoring system for indoor air quality management. *IEEE Access*, *8*, 135907–135920. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3011455>
- Abdulmalek, S., Nasir, A., Jabbar, W. A., Almuhaaya, M. A. M., Bairagi, A. K., Khan, M. A.-M., & Kee, S.-H. (2022). IoT-based healthcare-monitoring system towards improving quality of life: A review. *Healthcare*, *10*(10), 1993. <https://doi.org/10.3390/healthcare10101993>
- Adafruit Industries. (2022). DHT11 temperature & humidity sensor datasheet. <https://learn.adafruit.com>
- Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E. (2010). Wireless sensor networks: A survey. *Computer Networks*, *38*(4), 393–422.
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, *17*(4), 2347–2376.
- Ashton, K. (2009). That “Internet of Things” thing. *RFID Journal*, *22*(7), 97–114.
- Dutta, P., Aoki, P. M., Kumar, N., Mainwaring, A., Myers, C., Willett, W., & Woodruff, A. (2019). Common sense: Participatory urban sensing using a network of handheld air quality monitors. *Atmospheric Environment*, *223*, 117–126. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.117126>

- Espressif Systems. (2023). ESP32 series datasheet. <https://www.espressif.com>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
- IEEE Standards Association. (2018). IEEE standard for Internet of Things (IoT) architecture framework. IEEE.
- Kumar, P., Morawska, L., Martani, C., Biskos, G., Neophytou, M., Sabatino, S., & Britter, R. (2015). The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities. *Environment International*, 75, 199–205. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.11.019>
- Kurniawan, A., & Sari, P. (2019). Monitoring suhu dan kelembaban ruangan secara real-time berbasis IoT. *Jurnal Elektronika dan Instrumentasi*, 7(3), 155–162.
- Li, X., Peng, L., Hu, Y., Shao, J., & Chi, T. (2021). Deep learning architecture for air quality predictions. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 5000–5012. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11372-0>
- MathWorks. (2024). ThingSpeak™ IoT analytics platform. <https://thingspeak.com>
- Patel, K. K., & Patel, S. M. (2016). Internet of Things-IOT: Definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 6(5), 6122–6131.
- Pratama, R., & Hidayat, T. (2021). Implementasi sistem monitoring lingkungan menggunakan ESP32 dan sensor DHT11 berbasis web. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 5(1), 45–52.
- Saini, J., Dutta, M., & Marques, G. (2021). Indoor air quality monitoring systems based on Internet of Things: A systematic review. *Sensors*, 21(14), 4942. <https://doi.org/10.3390/s21144942>
- Setiawan, D., & Nugroho, A. (2020). Perancangan sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 8(2), 101–109.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22–32.