



Rancang Bangun Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroler ESP32

Juli Aldianto¹, Tata Sutabri²

Universitas Bina Darma^{1,2}

e-mail: julialdianto58@gmail.com

Abstract

The development of Internet of Things (IoT) technology has brought significant advancements in the field of environmental monitoring, particularly in creating systems capable of operating automatically and in real time. In response to this technological progress, this study designs and implements a temperature and humidity monitoring system using an ESP32 microcontroller combined with a DHT22 sensor, which is then integrated with the Firebase platform for data storage and processing. The system is developed with the aim of producing a highly accurate and responsive monitoring device, equipped with an easily accessible web-based dashboard that allows users to monitor environmental conditions anytime and anywhere. Testing was carried out in two different environments, namely a laboratory and an agricultural greenhouse, resulting in a temperature measurement accuracy of $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ and humidity accuracy of $\pm 0.2\%$. The system also demonstrated connection stability of up to 98% and was capable of updating data every 2 seconds, indicating high reliability in continuous monitoring. Based on these results, the system is considered effective for the application of smart agriculture technology as well as environmental monitoring systems that require high dependability.

Keywords: ESP32, DHT22, IoT, Firebase, Temperature Monitoring, Humidity Monitoring.

Abstrak

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membawa perubahan besar dalam bidang pemantauan lingkungan, khususnya dalam menciptakan sistem yang mampu bekerja secara otomatis dan real-time. Berdasarkan perkembangan tersebut, penelitian ini merancang serta mengimplementasikan sistem pemantauan suhu dan kelembapan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dipadukan dengan sensor DHT22, kemudian diintegrasikan dengan platform Firebase sebagai media penyimpanan dan pengolahan data. Sistem ini dikembangkan dengan tujuan menghasilkan perangkat monitoring yang akurat, responsif, serta dilengkapi tampilan data yang mudah diakses melalui dashboard berbasis web sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan kapan saja dan di mana saja. Proses pengujian dilakukan pada dua lingkungan berbeda, yaitu laboratorium dan rumah kaca pertanian, dengan hasil akurasi pengukuran suhu mencapai $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $\pm 0,2\%$. Sistem menunjukkan kestabilan koneksi hingga 98% serta mampu memperbarui data setiap 2 detik, sehingga dinilai andal dalam pemantauan berkelanjutan. Sistem ini dinyatakan efektif digunakan dalam penerapan teknologi pertanian cerdas maupun sistem pemantauan lingkungan yang membutuhkan keandalan tinggi.

Kata Kunci: ESP32, DHT22, IoT, Firebase, Monitoring Suhu, Kelembapan.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah memicu perubahan besar dalam cara manusia mengelola data dan sistem kendali otomatis. Salah satu penerapan teknologi terkini adalah Internet of Things (IoT), yaitu jaringan perangkat yang saling terhubung melalui internet dan dapat mengirim serta menerima data tanpa interaksi manusia secara langsung. Dalam bidang pertanian modern, teknologi ini berperan penting dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi pemantauan kondisi lingkungan. Khususnya pada sistem pertanian dan rumah kaca, pemantauan suhu dan kelembapan menjadi faktor penting dalam menjaga kualitas pertumbuhan tanaman. Sistem manual yang masih banyak digunakan memiliki berbagai keterbatasan, seperti keterlambatan deteksi perubahan lingkungan dan kurangnya data real-time. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan sistem yang mampu membaca, mengolah, dan mengirimkan data lingkungan secara otomatis dan akurat.

Mikrokontroler ESP32 menjadi pilihan ideal karena memiliki fitur Wi-Fi dan Bluetooth bawaan, prosesor dual-core, dan konsumsi daya yang rendah. Sensor DHT22 dipilih karena akurasi tinggi dalam mengukur suhu dan kelembapan. Dengan menggabungkan kedua perangkat ini serta mengintegrasikannya ke platform cloud Firebase, pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara langsung melalui dashboard web. Hal ini sejalan dengan pengembangan konsep Smart Farming di Indonesia.

Rumusan masalah dalam penelitian ini berfokus pada bagaimana merancang sistem pemantauan suhu dan kelembapan berbasis ESP32 dengan sensor DHT22 yang mampu bekerja secara efisien dan akurat. Selain itu, penelitian ini juga mempertanyakan bagaimana proses integrasi antara sistem tersebut dengan platform Firebase sehingga data hasil pengukuran dapat dikirim dan ditampilkan secara real-time tanpa hambatan. Tantangan lainnya adalah bagaimana menyajikan data tersebut dalam bentuk visual melalui dashboard web yang mudah dipahami oleh pengguna, sehingga informasi yang dihasilkan tidak hanya akurat namun juga informatif dan user-friendly.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang serta membangun sistem pemantauan suhu dan kelembapan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dipadukan dengan sensor DHT22 sebagai perangkat pengukur utama. Sistem ini dirancang untuk dapat mengirimkan data pengukuran secara otomatis ke Firebase dengan interval dua detik secara konsisten. Selain itu, penelitian ini bertujuan menghasilkan tampilan data dalam bentuk grafik real-time melalui dashboard web sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan secara mudah, cepat, dan akurat. ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan dilengkapi

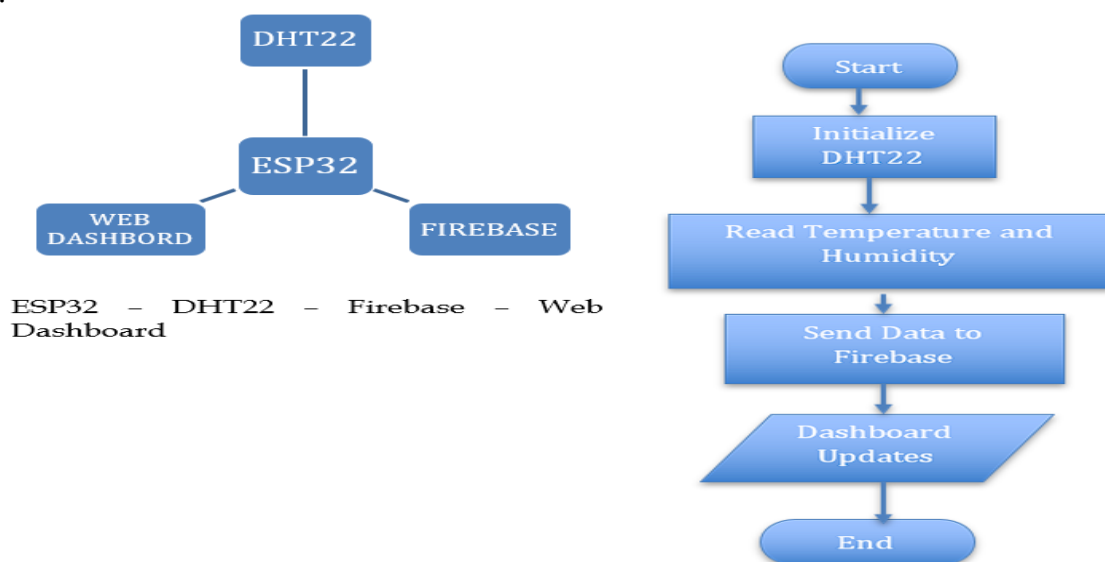
dengan modul Wi-Fi serta Bluetooth bawaan. Mikrokontroler ini mendukung pemrograman menggunakan Arduino IDE dan memiliki prosesor dual-core Xtensa LX6 dengan frekuensi hingga 240 MHz. Keunggulan ESP32 terletak pada efisiensi energi, kemampuan multitasking, serta dukungan luas terhadap protokol komunikasi seperti I2C, SPI, dan UART.

Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan dengan akurasi tinggi. Rentang pengukuran suhu sensor ini adalah -40°C hingga 80°C dengan tingkat akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, sementara kelembapan dapat diukur hingga 100% RH dengan akurasi $\pm 2\%$. Sensor ini bekerja dengan prinsip kapasitif dan menghasilkan sinyal digital yang dapat dibaca langsung oleh mikrokontroler. Firebase merupakan platform cloud buatan Google yang menyediakan layanan real-time database. Data yang dikirim dari ESP32 akan langsung tersimpan dan dapat ditampilkan melalui antarmuka web. Firebase memungkinkan pembaruan data secara otomatis tanpa perlu penyegaran manual halaman web.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini terdiri dari tahap perancangan perangkat keras, pembuatan program, integrasi sistem dengan Firebase, serta pengujian sistem. Perangkat keras terdiri dari ESP32 dan sensor DHT22 yang dirangkai pada breadboard dan dihubungkan ke laptop untuk pemrograman. Program ditulis menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C++. Firebase digunakan sebagai platform penyimpanan dan visualisasi data.

Gambar 1
Diagram Blok System dan Flowchart Sistem



Sumber: Data diolah, 2025

Tabel 1
Alat dan Bahan

No	Alat / Bahan	Fungsi
1	ESP32	Mikrokontroler utama yang memproses dan mengirim data ke Firebase.
2	Sensor DHT22	Mengukur suhu dan kelembapan udara dengan akurasi tinggi.
3	Breadboard dan Jumper	Tempat perakitan rangkaian sementara.
4	Arduino IDE	Software pemrograman mikrokontroler ESP32.
5	Firebase	Platform penyimpanan dan visualisasi data secara real-time.
6	Laptop	Digunakan untuk mengunggah program dan memonitor sistem.

Sumber: Data diolah, 2025

PEMBAHASAN

Sistem diuji dalam dua lingkungan berbeda, yaitu laboratorium dan rumah kaca. Data suhu dan kelembapan dikirimkan ke Firebase setiap dua detik dan divisualisasikan dalam bentuk grafik di dashboard web. Selama pengujian, sistem menunjukkan kestabilan tinggi dan respon cepat terhadap perubahan suhu lingkungan.

Tabel 2
Tabel Hasil Pengujian Sistem

No	Suhu Aktual (°C)	Suhu Terdeteksi (°C)	Kelembapan (%)	Error Suhu (%)	Error Kelembapan (%)
1	25	24.8	58	0.8	0.3
2	26	25.9	59	0.4	0.2
3	27	27.1	60	0.4	0
4	28	27.8	61	0.7	0
5	29	28.9	62	0.3	0
6	30	29.8	63	0.7	0
7	31	31	64	0	0
8	32	31.9	65	0.3	0
9	33	32.8	66	0.6	0
10	34	33.9	67	0.3	0

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan performa yang cukup baik dengan rata-rata kesalahan pengukuran suhu sebesar $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $\pm 0,2\%$, sehingga dapat dikategorikan sebagai perangkat dengan tingkat akurasi yang tinggi. Data yang dihasilkan selama eksperimen juga menunjukkan konsistensi serta pola hubungan linier antara nilai pengukuran aktual dengan

pembacaan sensor, yang menegaskan keandalan perangkat dalam menangkap perubahan kondisi lingkungan. Melalui grafik hasil pengujian, terlihat bahwa sistem mampu merespons perubahan suhu secara cepat dan stabil tanpa mengalami fluktuasi nilai yang ekstrem, sehingga memberikan gambaran informasi yang jelas dan real-time. Selain itu, konektivitas Wi-Fi menunjukkan performa stabil dengan tingkat kehilangan data kurang dari 2%, yang menandakan efisiensi sistem dalam proses pengiriman data. Perangkat ini mampu beroperasi secara berkelanjutan selama 12 jam tanpa adanya gangguan berarti, sehingga dinilai layak untuk digunakan sebagai sistem pemantauan jangka panjang pada berbagai kebutuhan pemantauan lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah saya lakukan, sistem pemantauan suhu dan kelembapan berbasis ESP32 dan sensor DHT22 berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem mampu membaca kondisi lingkungan secara akurat, dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ untuk suhu dan $\pm 0,2\%$ untuk kelembapan. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor yang digunakan memiliki tingkat presisi yang cukup tinggi untuk kebutuhan monitoring lingkungan berskala kecil hingga menengah. Integrasi ESP32 dengan Firebase juga berjalan optimal, di mana data dapat dikirim dan diperbarui setiap dua detik tanpa gangguan berarti. Proses visualisasi melalui dashboard web membantu pemantauan dilakukan secara real-time, sehingga perubahan kondisi lingkungan dapat diamati secara langsung tanpa harus melakukan pengukuran manual. Implementasi ini membuktikan bahwa konsep Internet of Things (IoT) mampu memberikan solusi monitoring yang praktis, responsif, dan efisien.

Sistem yang saya bangun telah bekerja sesuai dengan tujuan penelitian yaitu mampu memonitor suhu dan kelembapan secara otomatis, mengirim data secara real-time, dan menampilkan informasi dalam bentuk grafik pada dashboard. Hasil ini menegaskan bahwa teknologi ESP32 dan Firebase sangat potensial diterapkan dalam aplikasi seperti rumah kaca, pertanian cerdas, ruang penyimpanan, maupun pengawasan lingkungan lainnya. Saran untuk pengembangan selanjutnya adalah menambahkan sensor tambahan seperti sensor CO₂, intensitas cahaya, dan kelembapan tanah, serta fitur notifikasi otomatis berbasis pesan instan untuk memperingatkan pengguna terhadap perubahan ekstrem.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S., Kumar, R., & Li, H. (2022). ESP32-Based Smart Environmental Monitoring System for Greenhouses. *IEEE Access*, 10, 12345–12355.
- Hakim, A., & Widodo, B. (2024). Pengembangan Sistem Monitoring Lingkungan Menggunakan NodeMCU/ESP32. *Jurnal Teknologi Informasi Terapan*, 12(1), 44–53.

- Indrawan, D., & Syahputra, R. (2023). Perancangan Dashboard Web untuk Visualisasi Data Sensor IoT. *Jurnal Teknologi dan Komputasi*, 9(1), 33–40.
- Kurniawan, J. (2021). Implementation of ESP32 Microcontroller for IoT-Based Environmental Monitoring. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(2), 45–55.
- Mareta, I. (2021). Integrasi Firebase dan ESP32 pada Sistem Pemantauan Lingkungan. *Jurnal Sistem Informasi*, 14(2), 99–108.
- Nugroho, A., Santoso, B., & Putra, D. (2022). Monitoring Room Temperature and Humidity Using ESP32 and DHT22 Sensor for Smart Home Applications. *Jurnal Inovasi Elektro*, 8(1), 22–30.
- Pratama, Y., & Fathurrahman, M. (2021). Implementasi ESP32 untuk Sistem IoT Rumah Pintar. *Jurnal Informatika Nusantara*, 5(3), 120–127.
- Rahman, M., Hasan, M., & Chen, J. (2023). Real-Time IoT Monitoring of Temperature and Humidity Using ESP32 and Firebase. *Sensors*, 23(4), 1567.
- Siregar, M. (2022). Evaluasi Akurasi Sensor DHT22 pada Berbagai Kondisi. *Jurnal Elektronika Terapan*, 10(1), 14–21.
- Sutabri, T. (2021). *Analisis Sistem Informasi (Edisi Revisi)*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Sutabri, T. (2022). *Sistem Informasi Manajemen (Cetakan Terbaru)*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Sutabri, T. (2023). *Pengantar Teknologi Informasi (Edisi Pembaruan)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sutabri, T. (2024). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (Edisi Modern)*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Tan, L., Zhang, Y., & Lee, K. (2024). Web-Based Dashboard Visualization for IoT Environmental Sensors Using ESP32. *IEEE Internet of Things Journal*, 11(6), 9876–9885.
- Yusuf, R., & Saputra, T. (2022). Optimasi Komunikasi IoT Menggunakan Protokol MQTT pada ESP32. *Jurnal Teknologi IoT*, 3(1), 1–10.