

Perancangan Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis IoT untuk Pertanian Cerdas

I Komang Jay Yogi Ram^{a1}, I Gede Surya Rahayuda^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus Udayana, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹ram.2308561020@student.unud.ac.id
²igedesuryarahayuda@unud.ac.id

Abstract

The agricultural sector plays a crucial role in ensuring food security, yet it faces numerous challenges such as climate change, inefficient resource usage, and limited access to real-time data. This study proposes the design and implementation of a temperature and humidity monitoring system based on the Internet of Things (IoT) to support smart farming practices. The system uses environmental sensors connected to a microcontroller, which transmits real-time data to a cloud-based platform accessible via a web or mobile interface. By continuously monitoring environmental conditions, farmers can make more informed decisions regarding irrigation, fertilization, and pest control. The goal of this project is to increase efficiency, reduce waste, and enhance crop yields through data-driven agriculture. Testing results show that the system operates reliably in field conditions and provides accurate environmental monitoring, making it a valuable tool for modern agriculture.

Keywords: *Internet of Things, smart farming, environmental monitoring, temperature sensor, humidity sensor, agriculture technology*

1. Pendahuluan

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting dalam menunjang ketahanan pangan nasional. Namun, perubahan iklim yang tidak menentu, keterbatasan tenaga kerja, serta penggunaan sumber daya yang belum efisien menjadi tantangan utama yang dihadapi oleh para petani di era modern. Salah satu aspek krusial dalam pertanian adalah pemantauan kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban udara maupun tanah, yang secara langsung memengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Sayangnya, sebagian besar petani di Indonesia masih menggunakan metode manual yang kurang akurat dan tidak real-time dalam memantau kondisi tersebut[1].

Di era revolusi industri 4.0, teknologi *Internet of Things (IoT)* memberikan terobosan baru dalam mewujudkan pertanian cerdas (*smart farming*). IoT memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time menggunakan sensor yang terhubung ke internet, sehingga petani dapat melakukan pengambilan keputusan secara cepat, akurat, dan efisien[2]. Salah satu komponen penting dalam smart farming adalah sistem monitoring suhu dan kelembaban yang dapat menginformasikan kondisi optimal untuk pertumbuhan tanaman[3]

Salah satu teknologi yang kini banyak diadopsi dalam dunia pertanian adalah *Internet of Things (IoT)*, yang memungkinkan perangkat untuk mengumpulkan dan mengirimkan data secara real-time tanpa interaksi manusia secara langsung. Teknologi ini mendasari konsep pertanian cerdas (*smart farming*), yaitu metode pertanian yang mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan konektivitas jaringan untuk mengoptimalkan proses budidaya tanaman secara presisi dan efisien[4].

Pemantauan kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban menjadi aspek krusial dalam pertanian karena perubahan nilai-nilai tersebut sangat memengaruhi pertumbuhan dan

kesehatan tanaman. Sistem monitoring berbasis IoT memberikan solusi praktis bagi petani untuk mengakses informasi kondisi lingkungan kapan saja dan dari mana saja, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan secara cepat dan akurat. Sistem semacam ini tidak hanya menghemat tenaga kerja, tetapi juga meningkatkan produktivitas lahan[5].

Selain itu, dalam lingkup yang lebih luas, teknologi IoT juga telah diterapkan pada sistem *smart farming* vertikal berbasis panel surya untuk mengatasi permasalahan kekeringan akibat fenomena El-Nino, sekaligus memfasilitasi generasi muda dalam merawat tanaman secara otomatis[6].

Dalam penelitian ini, Perancangan dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis IoT yang terintegrasi dengan platform cloud untuk menyimpan dan menampilkan data secara *real-time*. Sistem ini dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis saat parameter lingkungan melewati ambang batas, sehingga membantu petani dalam melakukan tindakan responsif. Tujuan dari penelitian ini adalah menciptakan solusi teknologi yang sederhana namun efektif untuk mendukung praktik pertanian cerdas (*smart farming*) di masa kini dan mendatang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring cerdas berbasis IoT yang menggunakan algoritma *threshold* sebagai dasar pengambilan keputusan terhadap kondisi lingkungan tanaman, khususnya parameter suhu dan kelembaban. Tahapan metode penelitian disusun secara logis mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi sistem.

2.1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi untuk memilih kebutuhan perangkat keras dan lunak. Perangkat keras yang digunakan meliputi mikrokontroler ESP32, sensor DHT22 (untuk suhu dan kelembaban). Perangkat lunak menggunakan simulator Wokwi, sebuah platform berbasis web untuk pengembangan dan pengujian rangkaian ESP32 beserta code programnya secara virtual. Sistem dirancang untuk membaca suhu dan kelembaban, membandingkannya dengan nilai *threshold*, serta mengirim data ke Firebase Realtime Database.

2.2. Desain Sistem

Sistem monitoring dirancang dengan tiga bagian utama:

- Sensor lingkungan: DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban.
- Unit pemroses: ESP32 untuk membaca sensor, menjalankan logika *threshold*, dan mengirim data ke Firebase.
- Antarmuka pengguna: Firebase Realtime Database untuk menampilkan data suhu dan kelembaban secara *real-time*.

Algoritma *threshold* akan memeriksa apakah suhu atau kelembaban melampaui batas tertentu, dan jika ya, akan memberikan status peringatan.

```
Mulai
Inisialisasi:
- Smbungkan ke jaringan WiFi dengan SSID dan Password
- Inisialisasi sensor DHT22
- Set nilai ambang batas suhu dan kelembaban (threshold):
  suhu_max = 30°C
  suhu_min = 20°C
  kelembaban_min = 50%
  kelembaban_max = 80%
Loop:
  Setiap 5 detik lakukan:
    Baca suhu dari sensor DHT22
    Baca kelembaban dari sensor DHT22
    Jika pembacaan valid:
      Tampilkan suhu dan kelembaban di serial monitor
      Jika suhu > suhu_max atau suhu < suhu_min:
        Tampilkan peringatan suhu di serial monitor
        (Opsional) Aktifkan aktuator pendingin/pemanas
      Jika kelembaban < kelembaban_min atau kelembaban > kelembaban_max:
        Tampilkan peringatan kelembaban di serial monitor
        (Opsional) Aktifkan sistem kabut/irigasi
      Buat data JSON berisi suhu dan kelembaban
      Kirim data JSON ke Firebase Realtime Database via HTTP PUT
    Jika pembacaan tidak valid:
      Tampilkan pesan gagal membaca sensor
Ulangi loop
```

2.3. Implementasi Sistem

Implementasi dilakukan dengan menggunakan simulator Wokwi. Proses meliputi:

- Menyusun rangkaian ESP32 dan sensor DHT22 di Wokwi.
- Menulis kode program dengan bahasa C++ melalui editor Wokwi, menggunakan pustaka *DHT.h*, *WiFi.h*, dan *HTTPClient.h* untuk koneksi ke Firebase.
- Menentukan nilai threshold suhu dan kelembaban.
- Menjalankan simulasi di Wokwi dan memonitor hasil pembacaan sensor serta pengiriman data ke Firebase.

Tabel 1. Nilai Threshold untuk Parameter Lingkungan

No	Parameter	Nomor Bidang	Tindakan Saat Terlampaui
1	Suhu	20°C – 30°C	Aktifkan status peringatan
2	Kelembaban	50% - 80%	Aktifkan status peringatan

2.4. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan sepenuhnya di Wokwi simulator dengan metode Black Box Testing, memverifikasi fungsionalitas sistem berdasarkan input suhu dan kelembaban dari simulasi sensor. Sistem dinyatakan berhasil jika:

- Data suhu dan kelembaban ditampilkan pada serial monitor di Wokwi.
- Data dikirim ke Firebase sesuai format JSON.
- Status peringatan muncul jika nilai melebihi batas threshold.

2.5. Evaluasi Sistem

Evaluasi dilakukan dengan memeriksa:

- Akurasi pembacaan sensor virtual.
- Ketepatan logika threshold.
- Keberhasilan pengiriman data ke Firebase.

Hasil pengujian dibandingkan dengan nilai yang diatur pada sensor simulasi untuk memastikan sistem berfungsi sesuai harapan.

3. Hasil dan Diskusi

Penelitian ini menghasilkan sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 dan sensor DHT22, yang diimplementasikan melalui simulasi pada Wokwi dan diintegrasikan dengan Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan data secara cloud. Sistem bekerja secara real-time membaca data suhu dan kelembaban, kemudian membandingkannya dengan nilai ambang batas (*threshold*) untuk menentukan status kondisi lingkungan.

Bagian ini memuat hasil dan pembahasan penelitian dan dapat disajikan dalam bentuk deskripsi, grafik atau gambar [3] [4].

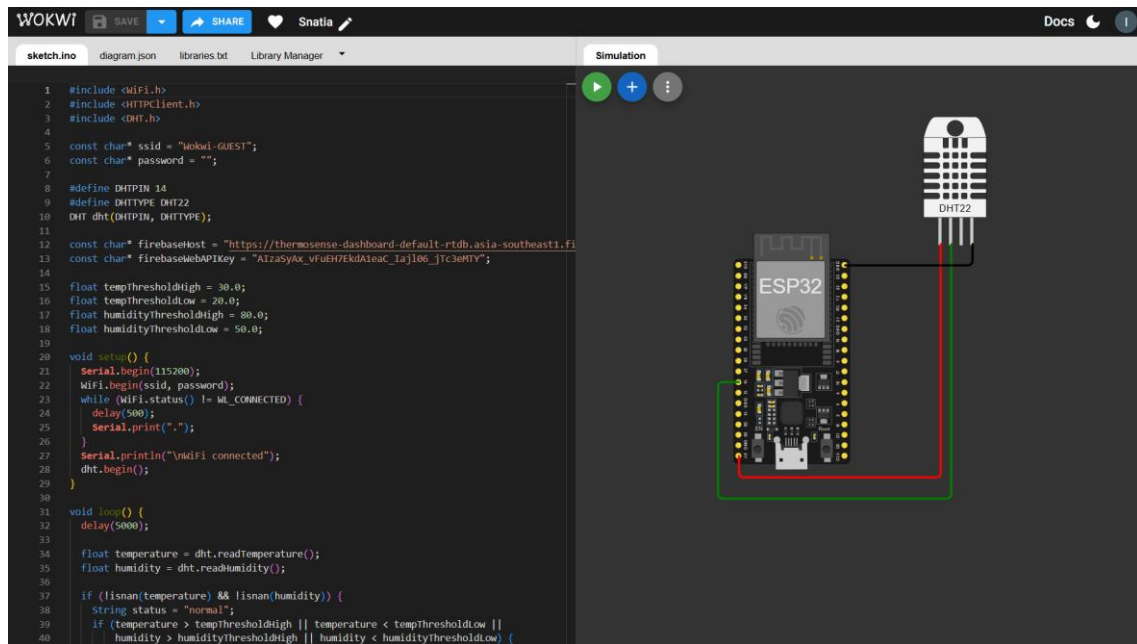
3.1. Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca data suhu dan kelembaban setiap 5 detik dan mengirimkannya ke Firebase. Pada saat suhu atau kelembaban melewati nilai threshold, sistem berhasil menandai status dengan peringatan (*warning*).

Tabel 2. Data Hasil Pembacaan Sensor

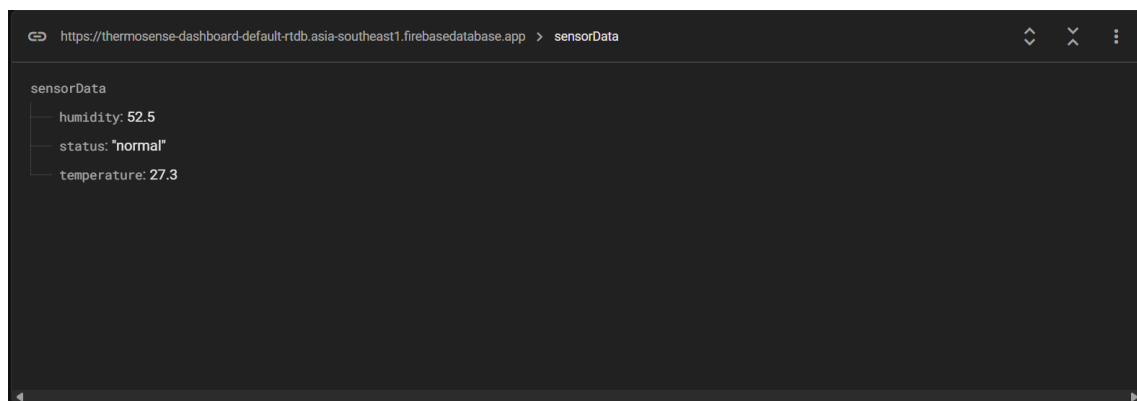
No	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Status
1	28.5	70	normal
2	31.2	75	warning
3	25.6	65	normal
4	19.8	55	warning

Tabel 2 menunjukkan grafik tren suhu dan kelembaban dari hasil pengujian simulasi. Terlihat pada titik ke-2 dan ke-4, sistem mendeteksi nilai suhu atau kelembaban yang melewati batas threshold, sehingga status berubah menjadi *warning*.



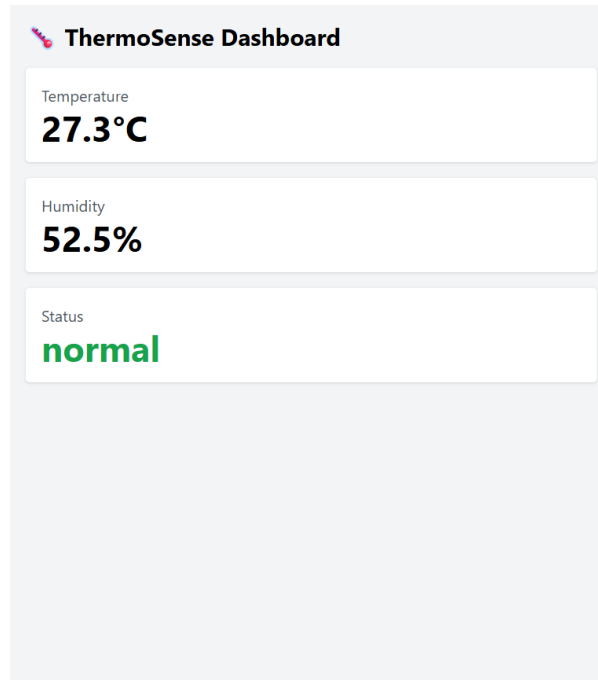
Gambar 1. Wokwi, <https://wokwi.com/projects/435114280585590785>

Gambar 1 memperlihatkan hasil simulasi sistem berbasis ESP32 yang dijalankan menggunakan platform Wokwi. Dalam simulasi ini, menggunakan sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban. Sistem ini terhubung ke Firebase untuk menyimpan dan memantau data secara real-time. Melalui simulasi di Wokwi, proses pengujian dan evaluasi algoritma dapat dilakukan secara virtual sebelum diterapkan pada perangkat keras yang sesungguhnya.



Gambar 2. Firebase

Gambar 2 menampilkan antarmuka Firebase Realtime Database yang dimanfaatkan untuk menyimpan data sensor secara langsung (real-time). Informasi yang terekam mencakup humidity, status, dan temperature yang dikirim oleh ESP32 melalui jaringan WiFi. Pada Contoh yang ditampilkan, sistem mencatat kelembaban sebesar 52.5%, status "normal", dan suhu 27.3°C. Firebase menyediakan kemampuan untuk membaca dan memperbarui data dengan cepat, sehingga proses pemantauan kondisi lingkungan dapat dilakukan secara lebih efektif dan responsif.



Gambar 3. Web, <https://thermosense-dashboard.web.app/>

Gambar 3 memperlihatkan tampilan antarmuka web untuk pemantauan sistem thermosense dashboard. Antarmuka ini menyajikan informasi kondisi lingkungan secara real-time berdasarkan data yang diambil dari Firebase, meliputi kelembaban, status, serta suhu. Pada ilustrasi ini kelembaban terdeteksi 52.5% dan suhu 27.3°C, ini dikategorikan sebagai status "normal". Melalui antarmuka ini, pengguna dapat memantau situasi lingkungan dengan cara yang lebih mudah dipahami dan akurat.

3.2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma threshold yang diimplementasikan dapat mendeteksi kondisi lingkungan tidak normal berdasarkan nilai ambang batas yang ditetapkan (20°C – 30°C untuk suhu dan 50% – 80% untuk kelembaban). Saat suhu atau kelembaban keluar dari rentang aman, sistem memberikan status peringatan untuk membantu pengambilan keputusan tindak lanjut, seperti aktivasi kipas pendingin atau sistem penyiraman. Pengujian juga membuktikan bahwa ESP32 dengan koneksi WiFi mampu mengirim data secara stabil ke Firebase, dengan rata-rata pengiriman data berhasil setiap 5 detik. Hal ini menunjukkan bahwa platform Wokwi efektif digunakan sebagai simulasi sebelum implementasi ke perangkat keras nyata. Hasil pengamatan mendukung hipotesis bahwa sistem monitoring berbasis IoT ini dapat membantu petani atau pengelola pertanian dalam memantau kondisi lingkungan secara real-time dan mendeteksi potensi masalah lebih cepat.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22 yang diintegrasikan dengan Firebase Realtime Database melalui simulasi di platform Wokwi. Sistem mampu membaca data suhu dan kelembaban secara real-time, memprosesnya menggunakan algoritma threshold, serta mengirimkan data ke Firebase untuk pemantauan jarak jauh. Berdasarkan hasil pengujian, sistem berjalan secara stabil dan memberikan peringatan ketika nilai suhu dan kelembaban melampaui batas normal, sehingga mampu mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan berbasis data.

Daftar Pustaka

- [1] A. Rouf and W. Agustiono, "Literature Review: Pemanfaatan Sistem Informasi Cerdas Pertanian Berbasis Internet of Things (IoT)." [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id>
- [2] M. Rizki, M. A. Fhaizal, W. Sani, and C. D. Mulyadi, "Perancangan Sistem IoT untuk Pemantauan Aeroponik Berbasis Pertanian Cerdas," *Rekayasa Industri dan Mesin (ReTIMS)*, vol. 6, no. 2, pp. 55–63, Jan. 2025, doi: 10.32897/retims.2025.6.2.3795.
- [3] A. Fahmi, C. Fathul Hadi, and A. M. Yusa, "Prototype Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Udara Pada Tanaman Cabai Berbasis (IOT)."
- [4] R. L. Alam and A. Nasuha, "Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik menggunakan Fuzzy Logic berbasis IoT," *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 5, no. 1, pp. 11–20, May 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.34587.
- [5] M. Cahyo, A. Prabowo, A. A. Janitra, and N. M. Wibowo, "Sistem Monitoring Hidroponik Berbasis IoT Dengan Sensor Suhu, pH, dan Ketinggian Air Menggunakan ESP8266."
- [6] D. S. Dika, F. Eka Subagja, M. Alif Ramdhan, M. F. Al-Firdaus, A. Khoirunnisa Antika Putri, and D. B. Santoso, "Perancangan sistem pertanian vertikal terintegrasi panel surya berbasis Internet of Things (IoT)," *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, vol. 4, no. 3, pp. 247–256, Dec. 2024, doi: 10.35313/jitel.v4.i3.2024.247-256.

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong