

RESEARCH ARTICLE

Open Access

Pemantauan Iklim Mikro *Greenhouse* Berbasis ESP32 dan *Internet of Things* (IoT) untuk Mendukung Pertanian Cerdas

Ardy Putra Ristiansyah^{1*}, Sujono²

^{1,2} Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Kabupaten Jombang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia.

*Correspondence email:
Ardyp161@gmail.com.

Received: 27 June 2026.
Revised: 14 July 2026.
Accepted: 26 August 2026.
Published: 30 August 2026.

Full list of author information is
available at the end of the article.

Abstract

The microclimate inside a greenhouse, especially temperature and humidity, must be monitored continuously to maintain conditions that support optimal plant growth. However, manual monitoring is often time-consuming, susceptible to human error, and can cause delays in decision-making. To address these issues, this study developed an Internet of Things (IoT)-based monitoring system using an ESP32 microcontroller and a DHT22 sensor. The DHT22 measures temperature and relative humidity, and the ESP32 processes the readings and sends them through a Wi-Fi connection. The data are then visualized in real time on a Blynk dashboard accessible via a smartphone, enabling remote observation of environmental changes without requiring physical presence in the greenhouse. System testing was performed in a simulated greenhouse environment to evaluate sensor reading behavior, communication reliability, system stability, and the continuity of data updates. The results indicated that the dashboard refreshed automatically with an average delay of about 1 to 3 seconds. Overall, the proposed ESP32-based solution is simple, low-cost, and practical for greenhouse microclimate monitoring. It can serve as a foundation for further development toward automated monitoring and control by adding more sensors, improving data processing, and integrating control actuators.

Keywords: Internet of Things; ESP32; Greenhouse; Microclimate; Smart Agriculture.

Abstrak

Iklim mikro di dalam greenhouse, khususnya suhu dan kelembapan udara, perlu dipantau secara berkelanjutan agar kondisi lingkungan tetap berada pada rentang yang mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Akan tetapi, pemantauan manual sering memakan waktu, rentan terhadap kesalahan manusia, serta dapat menimbulkan keterlambatan dalam pengambilan keputusan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini merancang sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan relatif, kemudian data diproses oleh ESP32 dan dikirim melalui koneksi Wi-Fi. Selanjutnya, data ditampilkan secara real-time pada dashboard Blynk yang dapat diakses melalui smartphone sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan dari jarak jauh tanpa harus berada langsung di lokasi greenhouse. Pengujian sistem dilakukan pada lingkungan simulasi untuk mengevaluasi perilaku pembacaan sensor, keandalan komunikasi, kestabilan sistem, serta kontinuitas pembaruan data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dashboard memperbarui data secara otomatis dengan rata-rata delay sekitar 1 hingga 3 detik. Secara keseluruhan, sistem berbasis ESP32 yang diusulkan merupakan solusi yang sederhana, berbiaya rendah, dan praktis untuk monitoring iklim mikro greenhouse. Sistem ini dapat menjadi dasar pengembangan menuju monitoring dan pengendalian otomatis dengan penambahan sensor, peningkatan pengolahan data, serta integrasi aktuator pengendali.

Kata Kunci: Internet of Things; ESP32; Greenhouse; Iklim Mikro; Pertanian Cerdas.



1. Pendahuluan

Greenhouse merupakan salah satu metode budidaya tanaman yang digunakan untuk menciptakan lingkungan yang lebih terkendali sehingga kondisi pertumbuhan tanaman dapat dipertahankan sesuai kebutuhan. Lingkungan di dalam greenhouse dipengaruhi oleh berbagai parameter iklim mikro, seperti suhu udara, kelembapan, intensitas cahaya, dan sirkulasi udara. Pengendalian parameter tersebut diperlukan karena perubahan kondisi lingkungan dapat memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penggunaan greenhouse juga memungkinkan kondisi budidaya lebih terlindungi dari perubahan cuaca dan gangguan lingkungan luar. Oleh karena itu, pemantauan kondisi iklim mikro menjadi salah satu aspek penting dalam pengelolaan greenhouse. Pada praktiknya, pemantauan masih dapat dilakukan secara manual dengan melakukan pengecekan langsung ke lokasi greenhouse secara berkala. Cara tersebut membutuhkan waktu dan dapat menyulitkan pengelola ketika kondisi lingkungan perlu dipantau secara terus-menerus. Perkembangan Internet of Things (IoT) memberikan pendekatan yang memungkinkan perangkat sensor, mikrokontroler, jaringan komunikasi, dan aplikasi pemantauan terhubung dalam suatu sistem. Konsep IoT memungkinkan objek fisik yang dilengkapi sensor untuk mengumpulkan dan mengirimkan data melalui jaringan sehingga informasi dapat dipantau tanpa harus melakukan pemeriksaan secara langsung (Atzori *et al.*, 2010). Dalam bidang pertanian, penerapan IoT telah berkembang untuk mendukung pemantauan berbagai parameter lingkungan dan menyediakan informasi yang dapat digunakan dalam pengelolaan budidaya tanaman. Ray (2017) menjelaskan bahwa teknologi IoT dalam pertanian dapat memanfaatkan sensor dan teknologi komunikasi untuk menghasilkan layanan pemantauan yang mendukung penerapan smart agriculture. Pemantauan berbasis IoT juga memungkinkan data lingkungan tersedia secara lebih cepat sehingga kondisi tanaman dapat diketahui berdasarkan data hasil pengukuran. Penerapan IoT pada greenhouse telah dilakukan dalam berbagai penelitian dengan menggunakan kombinasi sensor, mikrokontroler, sistem komunikasi, dan platform pemantauan. Kurniawan *et al.* (2021), misalnya, mengembangkan sistem monitoring iklim mikro greenhouse berbasis IoT dengan menggunakan ESP32 untuk memantau parameter lingkungan secara real-time. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa integrasi sensor dan mikrokontroler dapat digunakan untuk memperoleh serta mengirimkan informasi kondisi lingkungan greenhouse. Penelitian Kolo *et al.* (2023) juga mengembangkan smart greenhouse berbasis mikrokontroler dan sensor DHT22 yang memungkinkan pemantauan serta pengendalian kondisi lingkungan secara jarak jauh. Sementara itu, Putra *et al.* (2021) mengembangkan prototype smart greenhouse yang mengintegrasikan sensor, aktuator, dan sistem akuisisi data untuk mendukung pengelolaan kondisi lingkungan tanaman. Perkembangan yang lebih baru juga menunjukkan penggunaan ESP32 dan dashboard berbasis web untuk pemantauan serta pengendalian parameter tertentu pada greenhouse (Almajdi *et al.*, 2025).

Meskipun berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa IoT dapat diterapkan pada greenhouse, sebagian penelitian mengembangkan sistem yang mencakup fungsi pengendalian, aktuator, atau beberapa parameter lingkungan sekaligus. Kondisi tersebut menunjukkan adanya ruang untuk mengembangkan sistem monitoring yang lebih sederhana dengan fokus pada pemantauan parameter iklim mikro utama dan penyajian data yang mudah diakses oleh pengguna. Selain itu, penggunaan platform IoT yang dapat diakses melalui smartphone dapat menjadi alternatif untuk mempermudah pengguna dalam memperoleh informasi kondisi greenhouse tanpa harus berada di lokasi. Dengan pendekatan tersebut, sistem tidak harus langsung mencakup mekanisme pengendalian otomatis, tetapi dapat difokuskan terlebih dahulu pada proses pengukuran, pengiriman, dan visualisasi data secara real-time. Selain itu, informasi yang diperbarui secara berkala dapat membantu pengguna menilai perubahan kondisi iklim mikro lebih cepat sehingga respons terhadap kebutuhan budidaya menjadi lebih efektif. Pemilihan sistem yang berfokus pada pengukuran dan visualisasi juga memudahkan proses validasi awal, khususnya terkait akurasi pembacaan sensor dan kestabilan transmisi data. Selanjutnya, penggunaan platform dashboard berbasis smartphone memberikan kemudahan akses bagi pengguna tanpa memerlukan pemantauan langsung di lokasi greenhouse. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem monitoring iklim mikro pada greenhouse berbasis Internet of Things menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22. Data hasil pengukuran suhu dan kelembapan dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi dan ditampilkan pada dashboard aplikasi Blynk yang dapat diakses melalui smartphone. Sistem yang dikembangkan difokuskan pada kemampuan melakukan pengukuran dan pemantauan secara berkelanjutan dalam lingkungan greenhouse simulasi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rancangan monitoring yang sederhana dan mudah diakses serta menjadi dasar untuk pengembangan sistem greenhouse yang lebih terintegrasi pada penelitian selanjutnya.

2. Tinjauan Pustaka

Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam sistem greenhouse telah dikembangkan untuk melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time. Kurniawan *et al.* (2021) mengembangkan sistem monitoring iklim mikro greenhouse menggunakan ESP32 yang terintegrasi dengan berbagai sensor untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time. Penelitian Bafdal *et al.* (2022) juga menunjukkan penerapan IoT untuk monitoring iklim mikro pada greenhouse dengan memanfaatkan Raspberry Pi sebagai perangkat utama. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa integrasi perangkat pengukuran dan teknologi komunikasi dapat digunakan untuk memperoleh informasi kondisi lingkungan greenhouse secara lebih mudah dan berkelanjutan. Penelitian lain mengembangkan sistem greenhouse dengan cakupan fungsi yang lebih luas, termasuk pengendalian perangkat secara otomatis. Kolo *et al.* (2023) mengembangkan smart greenhouse untuk budidaya sawi pakcoy dengan sensor DHT22 dan sistem yang memungkinkan monitoring serta pengendalian perangkat dari jarak jauh. Almajdi *et al.* (2025) mengembangkan sistem monitoring dan pengendalian intensitas cahaya menggunakan ESP32, sensor BH1750, MQTT, dan web dashboard. Sistem tersebut juga menggunakan motor DC sebagai aktuator dan menyediakan pencatatan data secara otomatis. Dirayati *et al.* (2025) juga menerapkan IoT untuk memantau dan mengelola beberapa parameter lingkungan pertanian, termasuk kelembapan tanah, suhu udara, dan intensitas cahaya, melalui platform yang terhubung dengan cloud. Perbedaan pendekatan juga terlihat pada teknologi komunikasi dan antarmuka yang digunakan dalam sistem monitoring greenhouse. Aryanto *et al.* (2026) menerapkan protokol Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) sebagai mekanisme komunikasi data pada sistem monitoring smart greenhouse. MQTT berfungsi sebagai protokol komunikasi yang memungkinkan pertukaran data antarkomponen IoT, sedangkan platform seperti Blynk menyediakan lingkungan antarmuka yang dapat digunakan untuk menampilkan informasi sensor kepada pengguna. Dengan demikian, pemilihan teknologi komunikasi dan antarmuka perlu disesuaikan dengan kebutuhan sistem, terutama dari sisi kemudahan implementasi, akses pengguna, dan kebutuhan pemantauan. Pada penelitian ini, ESP32 dipilih sebagai mikrokontroler karena telah menyediakan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth dalam satu perangkat sehingga sesuai untuk aplikasi IoT yang membutuhkan komunikasi data secara nirkabel. Penggunaan ESP32 juga telah diterapkan pada beberapa penelitian greenhouse, termasuk sistem monitoring iklim mikro dan sistem monitoring serta pengendalian intensitas cahaya. Untuk pengukuran suhu dan kelembapan, sensor DHT22 digunakan sebagai perangkat akuisisi data. Kolo *et al.* (2023) juga menggunakan DHT22 dalam pengembangan smart greenhouse untuk memperoleh data suhu dan kelembapan lingkungan. Dalam penelitian ini, kombinasi ESP32 dan DHT22 digunakan untuk memperoleh data suhu dan kelembapan dari greenhouse simulasi, kemudian mengirimkan data melalui Wi-Fi dan menampilkannya pada dashboard Blynk secara real-time. Pendekatan tersebut difokuskan pada monitoring dengan arsitektur yang relatif sederhana sehingga sistem dapat digunakan sebagai dasar pengembangan monitoring greenhouse yang lebih terintegrasi.

3. Metode

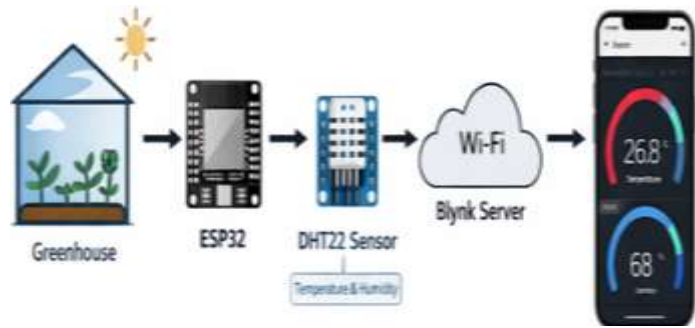
Penelitian ini menggunakan pendekatan rancang bangun (*prototyping*) untuk mengembangkan sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) yang difokuskan pada pengukuran iklim mikro, khususnya suhu dan kelembapan udara, di dalam greenhouse. Secara arsitektural, sistem terdiri atas tiga lapisan utama, yaitu lapisan persepsi yang mencakup sensor, lapisan jaringan yang menangani transmisi data, dan lapisan aplikasi yang menyediakan antarmuka pengguna. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pemrosesan data sekaligus perangkat komunikasi nirkabel. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Data hasil pengukuran dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi dan ditampilkan pada dashboard aplikasi Blynk pada perangkat smartphone.

1) Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan perangkat keras melibatkan beberapa komponen utama yang digunakan untuk proses akuisisi, pemrosesan, dan transmisi data. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat kendali sekaligus perangkat pengirim data karena telah memiliki konektivitas Wi-Fi yang terintegrasi. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di dalam greenhouse. Komponen pendukung yang digunakan meliputi breadboard, kabel jumper, adaptor, dan kabel USB sebagai pendukung perakitan serta catu daya perangkat. Sensor DHT22 dihubungkan ke salah satu pin input digital pada ESP32. Sensor diprogram untuk melakukan pembacaan suhu dan kelembapan secara berkala. Data hasil pembacaan kemudian diproses oleh ESP32 sebelum dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke platform Blynk.



Gambar 1. Prototipe Greenhouse

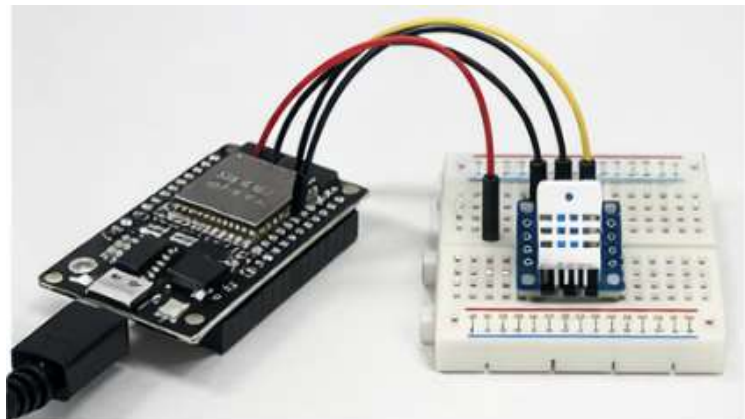


Gambar 2. Blok Diagram Sistem Monitoring Greenhouse ESP32

Gambar 1 menunjukkan prototipe greenhouse yang digunakan sebagai lingkungan pengujian sistem monitoring. Prototipe tersebut menjadi tempat pemasangan perangkat sensor untuk memperoleh data suhu dan kelembapan udara di dalam greenhouse. Gambar 2 menunjukkan blok diagram sistem monitoring greenhouse berbasis ESP32. Sistem terdiri atas sensor DHT22 sebagai perangkat akuisisi data, ESP32 sebagai perangkat pemrosesan dan pengiriman data, jaringan Wi-Fi sebagai media transmisi, serta aplikasi Blynk sebagai antarmuka untuk menampilkan hasil pengukuran kepada pengguna.



Gambar 3. Tampilan Dashboard Monitoring pada Aplikasi Blynk



Gambar 4. Rangkaian Koneksi ESP32 dan Sensor DHT22

Gambar 3 menunjukkan tampilan dashboard monitoring pada aplikasi Blynk. Dashboard digunakan untuk menampilkan data suhu dan kelembapan yang dikirimkan oleh ESP32 sehingga pengguna dapat memantau kondisi iklim mikro greenhouse melalui perangkat smartphone. Gambar 4 menunjukkan rangkaian koneksi antara ESP32 dan sensor DHT22. Sensor DHT22 dihubungkan ke ESP32 melalui pin digital yang digunakan untuk menerima data hasil pengukuran suhu dan kelembapan. Rangkaian tersebut menjadi bagian dari proses akuisisi data sebelum data diproses dan dikirimkan melalui koneksi Wi-Fi.

2) Perangkat Lunak (Software)

Pengembangan perangkat lunak menggunakan Arduino Integrated Development Environment (IDE) sebagai lingkungan pemrograman untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke ESP32. Proses pembacaan sensor DHT22 didukung oleh library DHT yang digunakan untuk mengakses data suhu dan kelembapan dari sensor. Aplikasi Blynk digunakan sebagai platform berbasis cloud untuk menyediakan dashboard pemantauan. Program pada ESP32 dirancang untuk membaca data dari sensor DHT22, memproses data hasil pembacaan, dan mengirimkannya melalui koneksi Wi-Fi ke platform Blynk. Data yang diterima kemudian ditampilkan pada dashboard sehingga kondisi suhu dan kelembapan dapat dipantau melalui smartphone.

3) Arsitektur dan Alur Kerja Sistem

Sistem dirancang untuk melakukan pemantauan suhu dan kelembapan secara berkelanjutan. Proses dimulai ketika sensor DHT22 melakukan pembacaan kondisi suhu dan kelembapan di dalam greenhouse. Data hasil pembacaan diterima oleh ESP32 dan diproses sebelum ditransmisikan melalui jaringan Wi-Fi. Data yang telah diproses kemudian dikirimkan ke platform Blynk melalui koneksi internet. Pada sisi aplikasi,

data diterima dan ditampilkan pada dashboard pemantauan. Dengan alur tersebut, pengguna dapat memantau perubahan suhu dan kelembapan greenhouse melalui perangkat smartphone.

4) Spesifikasi Greenhouse dan Prosedur Pengujian

Pengujian sistem dilaksanakan di lingkungan Universitas K.H. Abdul Wahab Hasbullah menggunakan metode pengamatan eksperimental. Objek pengujian berupa greenhouse simulasi dengan model atap *gable roof* atau atap pelana. Greenhouse memiliki dimensi sekitar 7 m × 4 m dengan tinggi 3,5 m dan tinggi dinding sekitar 2,1 m. Rangka greenhouse menggunakan material baja ringan atau galvanis, sedangkan bagian dinding dan atap menggunakan lembaran polikarbonat transparan. Greenhouse dilengkapi dengan ventilasi alami dan panel surya yang dipasang mengikuti kemiringan atap.

Pengujian sistem dilakukan melalui beberapa skenario pengamatan. Skenario pertama digunakan untuk mengamati pembacaan suhu dan kelembapan oleh sensor DHT22 selama terjadi perubahan kondisi lingkungan di dalam greenhouse. Skenario kedua digunakan untuk mengamati konektivitas dan proses transmisi data dari ESP32 melalui jaringan Wi-Fi. Skenario ketiga digunakan untuk mengukur waktu tunda (*delay*) antara proses pengiriman data dari perangkat dan pembaruan data pada dashboard Blynk. Skenario keempat dilakukan melalui pengamatan perubahan suhu dan kelembapan secara berkala selama periode pengujian. Data hasil pengujian direkam dan disajikan dalam bentuk tabel untuk selanjutnya dianalisis secara deskriptif. Evaluasi sistem mencakup hasil pembacaan suhu dan kelembapan, keberhasilan transmisi data, waktu tunda pembaruan dashboard, serta perubahan parameter iklim mikro selama periode pengamatan. Apabila validasi akurasi sensor dilakukan menggunakan alat ukur referensi, nilai suhu dan kelembapan dari sensor DHT22 dibandingkan dengan hasil pengukuran alat referensi pada waktu pengamatan yang sama. Persentase kesalahan pengukuran dihitung berdasarkan perbedaan absolut antara nilai sensor dan nilai referensi terhadap nilai referensi menggunakan persamaan:

$$Error(\%) = \frac{X_{sensor} - X_{referensi}}{X_{referensi}} \times 100 \quad (1)$$

Dengan X_{sensor} merupakan nilai yang diperoleh dari DHT22 dan $X_{referensi}$ merupakan nilai yang diperoleh dari alat ukur pembanding. Hasil pengamatan suhu dan kelembapan yang diperoleh dari sensor DHT22 selama periode pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan pada Sistem Monitoring Greenhouse

Waktu Pengamatan	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
08.00	26,4	65,2
09.00	27,1	63,8
10.00	28,5	61,4
11.00	30,2	58,5
12.00	31,8	55,1
13.00	31,5	56,0
14.00	30,7	57,8

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

Penelitian ini menghasilkan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis Internet of Things (IoT) yang digunakan untuk memantau kondisi lingkungan pada greenhouse secara real-time. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah dan pengirim data serta sensor DHT22 sebagai perangkat untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Data hasil pengukuran sensor dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke platform Blynk dan ditampilkan pada dashboard yang dapat diakses melalui smartphone. Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor DHT22 dalam melakukan pembacaan suhu dan kelembapan serta kemampuan ESP32 dalam mengirimkan data hasil pengukuran ke dashboard monitoring. Sensor DHT22 dihubungkan dengan ESP32 dan diprogram menggunakan Arduino IDE untuk melakukan pembacaan suhu dan kelembapan secara berkala. Data hasil pembacaan kemudian dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke platform Blynk dan ditampilkan pada dashboard aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data suhu dan kelembapan dapat dikirimkan dari ESP32 ke aplikasi Blynk dan ditampilkan pada dashboard. Berdasarkan pengamatan, waktu pembaruan data pada dashboard berkisar

antara 1 hingga 3 detik, bergantung pada kondisi jaringan internet yang digunakan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan transmisi dan pembaruan data dengan waktu tunda yang relatif singkat untuk kebutuhan pemantauan kondisi lingkungan greenhouse. Hasil pengamatan suhu dan kelembapan yang diperoleh dari sensor DHT22 ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, suhu yang terukur pada pukul 08.00 adalah 26,4°C dan meningkat hingga mencapai 31,8°C pada pukul 12.00. Setelah mencapai nilai tertinggi tersebut, suhu menurun menjadi 31,5°C pada pukul 13.00 dan 30,7°C pada pukul 14.00. Sementara itu, kelembapan udara mengalami penurunan dari 65,2% pada pukul 08.00 menjadi 55,1% pada pukul 12.00, kemudian meningkat menjadi 56,0% pada pukul 13.00 dan 57,8% pada pukul 14.00. Pola perubahan tersebut menunjukkan adanya perubahan parameter suhu dan kelembapan selama periode pengamatan.

4.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT yang menggunakan ESP32 dan sensor DHT22 dapat digunakan untuk melakukan pengukuran suhu dan kelembapan serta menampilkan hasil pengukuran pada dashboard Blynk. Data sensor dikirimkan melalui koneksi Wi-Fi sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan greenhouse tanpa harus melakukan pembacaan secara langsung di lokasi. Pemanfaatan IoT dalam pertanian memungkinkan data lingkungan dikumpulkan dan ditransmisikan secara berkelanjutan untuk mendukung proses pemantauan kondisi budidaya tanaman. ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler karena telah menyediakan konektivitas Wi-Fi yang terintegrasi sehingga dapat digunakan untuk melakukan komunikasi data secara nirkabel. Dalam sistem yang dikembangkan, ESP32 menerima data dari sensor DHT22, memproses hasil pembacaan, kemudian mengirimkan data tersebut melalui jaringan Wi-Fi menuju platform Blynk. Penggunaan ESP32 dengan mekanisme tersebut memungkinkan proses akuisisi dan transmisi data dilakukan dalam satu perangkat tanpa memerlukan modul komunikasi Wi-Fi tambahan. Sensor DHT22 digunakan untuk memperoleh data suhu dan kelembapan udara di dalam greenhouse. Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 1, sensor menghasilkan pembacaan suhu pada rentang 26,4–31,8°C dan kelembapan pada rentang 55,1–65,2% selama periode pengamatan. Perubahan nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor dapat menghasilkan data pembacaan pada waktu pengamatan yang berbeda. Variasi pembacaan ini menunjukkan bahwa kondisi iklim mikro di dalam greenhouse dapat mengalami perubahan selama periode pengamatan. Namun, hasil tersebut belum dapat digunakan untuk menentukan tingkat akurasi sensor secara kuantitatif karena tabel pengujian belum menyajikan data perbandingan dari alat ukur referensi. Penggunaan dashboard Blynk memberikan fungsi visualisasi terhadap data yang dikirimkan oleh ESP32. Data suhu dan kelembapan yang diterima dari sistem dapat ditampilkan pada antarmuka dashboard sehingga pengguna dapat melihat perubahan kondisi lingkungan melalui smartphone. Berdasarkan hasil pengujian, pembaruan data pada dashboard berlangsung dengan waktu tunda sekitar 1–3 detik. Waktu tunda tersebut menunjukkan adanya jeda antara proses pembacaan dan pengiriman data dengan proses penerimaan serta pembaruan informasi pada dashboard. Besarnya jeda dapat dipengaruhi oleh kondisi jaringan internet yang digunakan selama pengujian. Selain itu, jeda pembaruan juga dapat dipengaruhi oleh interval pengiriman data dan proses pembaruan pada dashboard Blynk. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan dapat digunakan untuk melakukan pemantauan suhu dan kelembapan pada greenhouse simulasi melalui koneksi IoT. Sistem memberikan informasi kondisi lingkungan melalui dashboard Blynk sehingga pemantauan dapat dilakukan dari perangkat smartphone. Meskipun demikian, hasil penelitian ini belum cukup untuk menyatakan tingkat akurasi sensor secara kuantitatif karena belum terdapat data pengukuran dari alat referensi yang dapat digunakan sebagai perbandingan. Evaluasi akurasi dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya dengan membandingkan hasil pengukuran DHT22 dengan alat ukur referensi pada waktu dan kondisi lingkungan yang sama. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, sistem diimplementasikan dan diuji pada prototipe greenhouse berskala simulasi sehingga hasil pengujian belum secara langsung merepresentasikan kondisi greenhouse pertanian komersial dengan ukuran dan kondisi lingkungan yang lebih kompleks. Penerapan pada greenhouse yang lebih luas dapat memerlukan penambahan jumlah sensor dan penyesuaian posisi sensor untuk memperoleh representasi kondisi lingkungan yang lebih baik. Kedua, kontinuitas pengiriman data bergantung pada kestabilan jaringan Wi-Fi dan koneksi internet. Gangguan koneksi atau peningkatan latensi jaringan dapat menyebabkan keterlambatan pembaruan data pada dashboard Blynk. Ketiga, pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini berfokus pada parameter suhu dan kelembapan sehingga pengembangan berikutnya dapat mempertimbangkan integrasi sensor tambahan, seperti sensor kelembapan tanah dan sensor intensitas cahaya, serta aktuator untuk mendukung fungsi otomatisasi greenhouse. Dengan integrasi tersebut, sistem dapat berkembang dari pemantauan menuju otomasi yang lebih adaptif terhadap kebutuhan budidaya.

5. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem monitoring iklim mikro pada greenhouse berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22. Sistem yang dikembangkan dapat melakukan akuisisi data suhu dan kelembapan serta mengirimkan hasil pengukuran melalui jaringan Wi-Fi ke platform Blynk untuk ditampilkan pada dashboard monitoring. Berdasarkan hasil pengujian, data dapat diperbarui pada dashboard dengan waktu tunda berkisar antara 1 hingga 3 detik. Hasil pengamatan pada greenhouse simulasi menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan untuk memantau perubahan suhu dan kelembapan melalui smartphone tanpa harus melakukan pengamatan secara langsung di lokasi. Kontribusi penelitian ini terletak pada implementasi sistem monitoring iklim mikro menggunakan ESP32, DHT22, koneksi Wi-Fi, dan dashboard Blynk dalam satu sistem yang digunakan pada greenhouse simulasi. Sistem tersebut dapat menjadi dasar untuk pengembangan sistem monitoring greenhouse dengan parameter lingkungan yang lebih beragam. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan karena pengujian masih dilakukan pada prototipe greenhouse simulasi dan kinerja transmisi data bergantung pada kestabilan jaringan Wi-Fi dan koneksi internet. Selain itu, tingkat akurasi sensor belum dapat dievaluasi secara kuantitatif karena belum tersedia data pembandingan dari alat ukur referensi. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sistem dengan menambahkan sensor parameter lingkungan lainnya serta aktuator, seperti kipas ventilasi dan sistem penyiraman otomatis, sehingga sistem tidak hanya melakukan monitoring tetapi juga dapat mendukung fungsi pengendalian kondisi greenhouse.

Referensi

- Almajdi, T., Uktoro, A. I., & Suparman. (2025). Perancangan sistem monitoring dan kontroling intensitas cahaya pada greenhouse berbasis IoT dan web dashboard. *AGROFORETECH*, 3(2), 1278–1286.
- Aryanto, I. M., Putri, E. F. R., & Firmansyah, Z. (2026). Implementasi protokol MQTT pada sistem monitoring smart greenhouse berbasis Internet of Things untuk tanaman superfood. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 10(2).
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Bafdal, N., Ardiansah, I., & Asmara, S. (2022). Application of Internet of Things (IoT) on microclimate monitoring system in the ALG Unpad greenhouse based on Raspberry Pi. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 11(3), 518–530. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v11i3.518-530>
- Dirayati, F., Sari, R. A., & Purnomo, R. F. (2025). Perancangan dan implementasi sistem smart agriculture berbasis Internet of Things untuk meningkatkan produktivitas pertanian. *Jurnal Media Informatika (JUMIN)*, 6(2), 863–872. <https://doi.org/10.55338/jumin.v6i2.4982>
- Haryawan, M. A. B., Ichsan, M. H. H., & Primananda, R. (2023). Sistem monitoring iklim mikro pada prototipe greenhouse tanaman tomat menggunakan metode fuzzy dan aplikasi Telegram. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(1), 315–321.
- Kolo, T. N., Bala, L., Bili, O. P., Berek, Y. O., Mau, B. N. W. R., Naben, M. E., Nababan, D., & Kelen, Y. P. K. (2023). Rancang bangun smart greenhouse untuk budidaya tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* subsp.) berbasis Android. *METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*, 7(1), 112–117. <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol7No1.pp112-117>
- Lambang, R. T. P. H., Saputra, D., Aufa, M. M. H., Sholihah, S. M., & Khatirokimmah, N. N. (2026). Sistem smart greenhouse berbasis IoT menggunakan Firebase untuk monitoring suhu dan kelembapan. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 10(3), 5260–5266. <https://doi.org/10.36040/jati.v10i3.18238>

- Putra, T. R., Triwiyatno, A., & Afrisal, H. (2021). Perancangan sensor, aktuator dan akuisisi data pada prototype smart greenhouse untuk pertumbuhan tanaman sawi. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(1), 266–274. <https://doi.org/10.14710/transient.v10i1.266-274>
- Ray, P. P. (2017). Internet of things for smart agriculture: Technologies, practices and future direction. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9(4), 395–420. <https://doi.org/10.3233/AIS-170440>
- Setyanto, D., & Salahuddin, N. S. (2022). Prototipe monitor dan kontrol otomatis iklim mikro greenhouse dengan platform IoT Blynk. *Techno.Com*, 21(1), 88–102. <https://doi.org/10.33633/tc.v21i1.5462>
- Zikri, M., Fikry, M., & Suwanda, R. (2025). Rancang bangun smart greenhouse otomatis berbasis Internet of Things dengan kontrol rule-based untuk optimalisasi pertumbuhan tanaman tomat. *Rabit: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, 10(2), 693–700. <https://doi.org/10.36341/rabit.v10i2.6435>

How Cites

Ristiansyah, A. P., & Sujono, S. (2026). Pemantauan Iklim Mikro Greenhouse Berbasis ESP32 dan Internet of Things (IoT) untuk Mendukung Pertanian Cerdas. *Computer Journal*, 4(2), 249–256. <https://doi.org/10.58477/cj.v4i2.440>.

Publisher's Note

Yayasan Pendidikan Mitra Mandiri Aceh (YPPMA) remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations. Submit your manuscript to YPMMA Journal and *benefit* from: <https://journal.ypmma.org/index.php/cj>.