

PROTOTYPE SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS IOT PADA GREENHOUSE

Zulfah Novrizal^{a,1}, Marsalina^{a,2*}, Silva Amanda^{a,3}

^a Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Lima Puluh Kota, 26271, Indonesia

¹ zulfanovrizal@gmail.com; ² marsalina201121@gmail.com; ³ silvaamandasilvaaaaa@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Diterima : 21 – 06 – 2026 Direvisi : 25 – 06 – 2026 Diterbitkan : 30 – 06 – 2026 Kata Kunci: Internet of Things (IoT) greenhouse monitoring suhu kelembapan smart farming Telegram bot	Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) mendorong penerapan sistem pertanian cerdas untuk meningkatkan efisiensi greenhouse. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji prototype sistem monitoring suhu dan kelembapan otomatis berbasis IoT menggunakan sensor DHT11, ESP8266, ESP32, relay, dan kipas pendingin yang terintegrasi dengan bot Telegram untuk pemantauan jarak jauh secara real-time. Metode penelitian menggunakan pendekatan rekayasa sistem yang meliputi perancangan, pengembangan prototype, pemrograman, pengujian, dan evaluasi kinerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki akurasi rata-rata 97,3% untuk suhu dan 96,8% untuk kelembapan. Sistem kontrol otomatis mampu mengaktifkan kipas saat suhu melebihi 38°C atau kelembapan berada di luar rentang 50%–80% dengan waktu respons rata-rata 1,2 detik, sedangkan integrasi Telegram memiliki tingkat keberhasilan respons sebesar 93,3%. Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dikembangkan mampu bekerja secara otomatis, real-time, dan cukup andal dalam menjaga kondisi mikroklimate greenhouse sehingga dapat membantu petani dalam menerapkan konsep smart farming secara lebih efisien.
Keywords: Internet of Things (IoT) greenhouse temperature monitoring humidity smart farming Telegram bot	ABSTRACT <i>The rapid development of Internet of Things (IoT) technology has encouraged the implementation of smart farming systems to improve greenhouse efficiency. This study aims to design and test a prototype of an IoT-based automatic temperature and humidity monitoring system using DHT11 sensors, ESP8266, ESP32, relays, and cooling fans integrated with a Telegram bot for real-time remote monitoring. The research method employed a system engineering approach consisting of system design, prototype development, programming, testing, and performance evaluation. The results showed that the DHT11 sensor achieved an average accuracy of 97.3% for temperature and 96.8% for humidity measurements. The automatic control system successfully activated the cooling fan when the temperature exceeded 38°C or when humidity was outside the 50%–80% range, with an average response time of 1.2 seconds, while the Telegram integration achieved a response success rate of 93.3%. Based on the testing results, the developed system was able to operate automatically, in real time, and reliably in maintaining greenhouse microclimate conditions, thereby assisting farmers in implementing smart farming more efficiently.</i> This is an open access article under the CC-BY-SA license. 

I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang sangat pesat menuntut masyarakat untuk mengikuti proses perkembangannya dan beradaptasi dengan teknologi yang semakin pesat guna menuju masyarakat yang kreatif, inovatif, dan mandiri serta mampu memanfaatkan sumber daya lokal berbasis teknologi untuk menghasilkan produk berdaya saing tinggi, salah satunya adalah pertanian cerdas sebuah metode pertanian cerdas berbasis teknologi yang menggunakan Internet of Things. Pertanian cerdas adalah sebuah sistem pertanian mutakhir yang didukung dengan teknologi masa kini untuk menunjang produktivitas hasil pertanian agar lebih maksimal, sistem ini bertujuan untuk mengatur dan memprediksi hasil panen serta masalah yang dihadapi oleh para petani ([1], [2])

Greenhouse merupakan bangunan yang di rancang khusus untuk melindungi tanaman dari kondisi cuaca yang tidak menentu. Di dalam greenhouse, suhu dan kelembapan udara harus di jaga agar tetap stabil sesuai dengan kebutuhan tanaman. Jika suhu terlalu tinggi atau kelembapan terlalu rendah, tanaman dapat mengalami pertumbuhan yang tidak optimal. Pada umumnya, pemantauan suhu dan kelembapan masih di lakukan secara manual dengan menggunakan alat ukur sederhana. Cara tersebut kurang efisien karena membutuhkan waktu dan tenaga yang lebih banyak. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring yang dapat membantu pengguna memantau kondisi green house secara otomatis dan terus-menerus. Dengan adanya sistem monitoring suhu dan kelembapan, pengguna dapat mengetahui perubahan kondisi lingkungan dengan cepat sehingga dapat mengambil tindakan yang tepat untuk menjaga kualitas tanaman. [3], [4]

Sistematika naskah adalah: judul harus ditulis secara ringkas dan menggambarkan isi naskah. Penulisan sub judul atau studi kasus harus dihindari; nama Penulis dicantumkan tanpa gelar akademik; afiliasi diikuti oleh alamat lengkap, kota, kode pos, dan Negara; abstrak ditulis dalam bahasa Indonesia (150-250 kata) dilengkapi dengan kata kunci (3-5 kata kunci); pendahuluan berisi latar belakang, dan tujuan atau ruang lingkup, identifikasi masalah, dan metode penelitian yang dijelaskan secara implisit; metode penelitian berisi formula permasalahan yang diteliti dengan lebih rinci dan menjelaskan metode yang diusulkan; perancangan sistem jika dibutuhkan; hasil dan pembahasan menunjukkan hasil pengujian dan analisis hasil; kesimpulan; ucapan terima kasih jika diperlukan; dan daftar pustaka.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kami memiliki ide untuk membuat sebuah sistem kontrol yang dapat mengatur dan memantau kebun dari parameter lingkungan yang ada seperti nilai suhu, nilai kelembapan guna membantu petani. Hal ini bertujuan untuk memudahkan perawatan dan mengoptimalkan proses pertumbuhan tanaman greenhouse. Saat ini, terdapat beragam teknologi yang mendukung aktivitas berkebun di lahan kebun sendiri. Oleh karena itu pada penelitian ini, akan menerapkan konsep teknologi pertanian cerdas yang melibatkan pemantauan kelembapan tanah, kelembapan udara, dan suhu, serta pengendalian perangkat seperti pompa air dan secara otomatis. Dengan menerapkan sistem pertanian cerdas, diharapkan petani dapat lebih mudah dalam memantau dan mengontrol kondisi lingkungan secara otomatis sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan menghasilkan tanaman greenhouse secara lebih efisien.[5] [6]

II. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa sistem dengan fokus pada perancangan, pengembangan, dan evaluasi prototype sistem monitoring suhu dan kelembapan otomatis pada greenhouse berbasis Internet of Things (IoT). Metode penelitian disusun untuk memastikan sistem yang dikembangkan mampu berfungsi secara real-time, otomatis, dan andal dalam kondisi operasional greenhouse

A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama yang saling berinteraksi. Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di dalam greenhouse. Data hasil pengukuran sensor dikirimkan melalui modul ESP8266 yang berfungsi sebagai perangkat komunikasi data berbasis jaringan Wi-Fi. Selanjutnya, ESP32 digunakan sebagai aktuator utama yang bertugas mengendalikan relay dan kipas pendingin berdasarkan nilai suhu dan kelembapan yang terdeteksi. Arsitektur sistem dirancang agar aliran data berjalan secara berurutan mulai dari sensor, pemrosesan data, hingga pengendalian perangkat output secara otomatis.

B. Pengembangan Prototipe

Pengembangan prototype dilakukan dengan merangkai seluruh komponen perangkat keras menggunakan breadboard dan kabel jumper untuk memudahkan proses perakitan dan pengujian. Sistem catu daya menggunakan adaptor 12V yang diregulasi menjadi 5V untuk memenuhi kebutuhan tegangan kerja mikrokontroler, sensor, dan modul komunikasi. Prototype greenhouse dirancang dalam skala kecil sebagai representasi kondisi nyata, sehingga sistem dapat diuji secara langsung dalam lingkungan yang menyerupai kondisi operasional sebenarnya.

C. Pemrograman dan Integrasi

Pemrograman sistem dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++. Program dirancang untuk membaca data suhu dan kelembapan dari sensor DHT11 secara periodik, memproses data tersebut, serta menentukan tindakan pengendalian kipas berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Selain itu, sistem diintegrasikan dengan layanan Telegram melalui bot Telegram yang berfungsi untuk mengirimkan notifikasi kondisi lingkungan secara otomatis serta menerima perintah dari pengguna. Integrasi ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem dilakukan secara jarak jauh.

D. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan secara menyeluruh terhadap perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian perangkat keras meliputi pengujian fungsi sensor DHT11, relay, dan kipas pendingin untuk memastikan seluruh komponen bekerja sesuai spesifikasi. Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan mengamati respons sistem terhadap perintah yang dikirim melalui bot Telegram serta kestabilan komunikasi data. Selain itu, dilakukan pengamatan performa sistem saat prototype dioperasikan dalam kondisi nyata di dalam greenhouse untuk mengetahui keandalan sistem dalam lingkungan sebenarnya.

E. Evaluasi Kinerja

Evaluasi kinerja sistem dilakukan dengan mengamati respons sistem terhadap kondisi ambang batas yang telah ditetapkan, yaitu suhu lebih dari 38°C serta kelembaban lebih dari 80% atau kurang dari 50%. Parameter evaluasi meliputi kecepatan respons sistem dalam mengaktifkan atau menonaktifkan kipas pendingin, kestabilan koneksi Wi-Fi dan Telegram, serta akurasi pembacaan sensor suhu dan kelembaban. Hasil evaluasi digunakan untuk menilai efektivitas dan keandalan prototype dalam menjaga kondisi iklim mikro greenhouse sesuai dengan kebutuhan tanaman.

III. Hasil dan Pembahasan

a) Hasil Perancangan Prototype Sistem

Prototype sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT pada greenhouse telah berhasil dirancang dan dirakit menggunakan komponen utama berupa sensor DHT11, mikrokontroler ESP32, modul Wi-Fi ESP8266, relay, dan kipas pendingin. Seluruh komponen dirangkai pada breadboard dengan catu daya adaptor 12V yang diregulasi menjadi 5V. Sistem dirancang dalam skala kecil sebagai representasi kondisi nyata greenhouse dengan tujuan memudahkan proses pengujian dan evaluasi kinerja sistem secara menyeluruh.

Aliran data sistem berjalan secara berurutan dimulai dari pembacaan sensor DHT11 yang mengukur suhu dan kelembapan udara di dalam greenhouse secara periodik. Data tersebut kemudian dikirimkan melalui modul ESP8266 ke ESP32 sebagai aktuator utama. ESP32 memproses data dan secara otomatis mengaktifkan atau menonaktifkan relay beserta kipas pendingin berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Sistem juga terintegrasi dengan bot Telegram untuk keperluan notifikasi dan pengendalian jarak jauh.

b) Hasil Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 dilakukan selama tiga hari berturut-turut pada rentang waktu pagi (06.00–08.00 WIB), siang (11.00–13.00 WIB), dan sore (15.00–17.00 WIB). Berdasarkan hasil pengujian, sensor mampu membaca suhu secara konsisten pada rentang 27°C hingga 41°C dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 97,3% apabila dibandingkan dengan termometer referensi. Sementara itu, pembacaan nilai kelembapan udara berada pada rentang 45% hingga 85% dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 96,8%. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor DHT11 mampu bekerja dengan baik dalam kondisi lingkungan greenhouse skala laboratorium.

Tabel 1 berikut menyajikan rangkuman data hasil pengujian sensor DHT11 pada tiga sesi pengamatan yang mewakili kondisi waktu yang berbeda dalam sehari.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor DHT11

Waktu Pengujian	Suhu Sensor (°C)	Suhu Referensi (°C)	Kelembapan Sensor (%)	Status Kipas
Pagi (06.00–08.00)	27–30	27–29	70–80	Mati
Siang (11.00–13.00)	36–41	35–40	45–60	Hidup
Sore (15.00–17.00)	30–35	30–34	60–75	Mati

Sumber: Data pengujian primer, 2023

c) Hasil Pengujian Sistem Kontrol Otomatis (Relay dan Kipas Pendingin)

Pengujian sistem kontrol otomatis difokuskan pada respons relay dan kipas pendingin terhadap perubahan nilai suhu dan kelembapan yang terdeteksi oleh sensor DHT11. Sistem berhasil mengaktifkan kipas pendingin secara otomatis ketika suhu melebihi ambang batas 38°C. Selain itu, kipas juga aktif secara otomatis saat nilai kelembapan melebihi 80% atau turun di bawah 50%. Waktu respons rata-rata dari pembacaan sensor hingga pengaktifan relay tercatat sebesar 1,2 detik, yang dinilai cukup cepat dan efektif untuk keperluan pengendalian iklim mikro greenhouse.

Dari 20 kali skenario pengujian yang dilakukan dengan memvariasikan kondisi suhu dan kelembapan secara manual menggunakan pemanas dan humidifier portabel, sistem berhasil merespons dengan benar sebanyak 19 kali. Satu kali kegagalan respons disebabkan oleh gangguan koneksi Wi-Fi yang bersifat sementara. Tingkat keberhasilan sistem kontrol otomatis ini mencapai 95%, yang menunjukkan bahwa prototype mampu bekerja secara andal dalam kondisi pengujian laboratorium.

d) Hasil Pengujian Integrasi Bot Telegram

Integrasi bot Telegram sebagai antarmuka pemantauan dan pengendalian jarak jauh berjalan dengan baik. Sistem mampu mengirimkan notifikasi otomatis kepada pengguna melalui Telegram apabila terjadi perubahan kondisi yang melampaui nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan perintah melalui bot Telegram untuk mengaktifkan atau menonaktifkan kipas pendingin secara manual. Dari 15 kali percobaan pengiriman perintah, sistem berhasil merespons sebanyak 14 kali dengan rata-rata waktu respons 2,4 detik. Satu kali kegagalan terjadi akibat koneksi internet yang tidak stabil pada jaringan pengujian.

Selain pengendalian manual, bot Telegram juga berhasil menampilkan data suhu dan kelembapan secara real-time sesuai permintaan pengguna. Fitur ini memungkinkan pemantauan kondisi greenhouse dilakukan dari jarak jauh tanpa memerlukan kehadiran fisik di lokasi. Kemampuan ini sejalan dengan konsep smart farming yang menjadi latar belakang penelitian ini, di mana teknologi IoT dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengelolaan lingkungan pertanian [7], [8]

e) Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian secara keseluruhan, prototype sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT pada greenhouse yang dikembangkan oleh kelompok ini menunjukkan kinerja yang memuaskan. Sensor DHT11 terbukti mampu membaca suhu dan kelembapan dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi, yakni di atas 96%. Sistem kontrol otomatis melalui relay dan kipas pendingin merespons perubahan kondisi lingkungan dengan cepat dan konsisten sesuai ambang batas yang telah ditentukan. Integrasi bot Telegram memberikan nilai tambah signifikan pada sistem dengan memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh secara mudah dan efisien.

Hasil penelitian ini selaras dengan temuan [2] yang menyatakan bahwa penggunaan sistem monitoring berbasis IoT dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi pemantauan kondisi lingkungan pada fasilitas pertanian tertutup. Dengan sistem otomatis yang dikembangkan, petani tidak lagi perlu melakukan pengecekan kondisi greenhouse secara manual dan berkala, sehingga waktu dan tenaga dapat dialihkan pada kegiatan pertanian lainnya yang lebih produktif.[9]

Meskipun demikian, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu mendapat perhatian untuk pengembangan lebih lanjut. Ketergantungan sistem pada koneksi Wi-Fi dan jaringan internet merupakan faktor kerentanan utama yang dapat mengganggu kinerja sistem apabila koneksi tidak stabil. Selain itu, sensor DHT11 memiliki keterbatasan dalam hal akurasi pada kondisi suhu dan kelembapan ekstrem. Untuk aplikasi skala penuh pada greenhouse komersial, penggunaan sensor dengan spesifikasi lebih tinggi seperti DHT22 atau SHT31 dapat dipertimbangkan guna meningkatkan keandalan dan presisi pembacaan data lingkungan [10], [11]

Kesimpulan

Setelah dilakukan proses perancangan, pembuatan dan pengujian sistem monitoring suhu dan kelembapan udara dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alur program untuk membuat rancang bangun sistem monitoring green house melalui pemantau suhu dan kelembapan udara berbasis IoT adalah:
 - a) Pertama melakukan penginisialisasian port pin sensor DHT11, WeMos D1, dan platform Thingspeak.
 - b) Kemudian melakukan SetUp kondisi akses WiFi untuk mendeteksi parameter sensor.
 - c) Kemudian melakukan kondisi SetUp WiFi pada platform ThingSpeak untuk menampilkan data visualisasi.
2. Hasil rangkaian sistem monitoring perawatan green house dengan konsep smart farming yaitu menggunakan sensor DHT11 yang digunakan untuk mengetahui nilai suhu udara pada ruangan greenhouse secara otomatis, pada uji coba menampilkan nilai rata-rata suhu yang optimal untuk pertumbuhan tanaman yaitu 24,9°C, selain itu data yang diperoleh dari sensor DHT11 juga ditampilkan berupa grafik dan nilai numeric pada aplikasi Android, sehingga petani dapat mengontrol tingkat kelembapan tanah secara realtime, sehingga petani dapat memantau suhu dan kelembapan udara suatu ruangan greenhouse secara fleksibel dan stabil serta dapat meminimalisir waktu para petani tanaman green house dalam melakukan pemantauan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fahmi, C. Fathul Hadi, and A. M. Yusa, "Prototype Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Udara Pada Tanaman Cabai Berbasis (IOT)," 2022.
- [2] M. Suhairi and D. H. Tuzsakdiah, "Jurnal Politeknik Caltex Riau Sistem Kontrol Dan Monitoring Intensitas Cahaya dan Suhu Tanaman Selada Pada Greenhouse BerBasis IoT," 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer/>
- [3] R. M. P. -, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI KIPAS ANGIN OTOMATIS BERBASIS ESP32 DAN DHT11 UNTUK PENGENDALIAN SUHU RUANGAN," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 14, no. 2, Apr. 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i2.9074.
- [4] N. Fitri, I. Muslem, dan Riyadhul Fajri, F. Ilmu Komputer, and U. Almuslim Bireuen, "Jurnal Ilmu Komputer Aceh Prototype Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Otomatis pada Greenhouse Berbasis IoT," *jurnal ilmiah*, 2026, doi: 10.51179/ilka.v3i1.31.
- [5] R. Islami, M. Makaruf, and M. Walid, "PERANCANGAN PROTOTIPE SMART GREENHOUSE BERBASIS IOT UNTUK MONITORING TANAMAN CABAI," vol. 11, 2025.
- [6] C. Alfredo Laoli *et al.*, "Desain Prototype Smart Greenhouse Monitoring System Berbasis IoT Menggunakan Mikrokontroler ESP32," *Jurnal Sains Student Research (JSSR)*, vol. 4, no. 2, pp. 467–480, 2026, doi: 10.61722/jssr.v4i2.9577.
- [7] R. Gustia, W. Febriani, M. Hasanah, and A. Fradana, "Perancangan Smart Home Berbasis Iot Menggunakan Esp32, Telegram dan Spreadsheet," *Jurnal Pustaka AI (Pusat Akses Kajian Teknologi Artificial Intelligence)*, vol. 5, no. 3, pp. 695–700, Dec. 2025, doi: 10.55382/jurnalpustakaai.v5i3.1482.
- [8] M. Arman, T. Sutandi, and G. Sonia Hidayat Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri Bandung, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Berbasis Programmable Logic Controller pada Greenhouse," in *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO)*, 2018, pp. 10–11.
- [9] SISTEM MONITORING LINGKUNGAN REAL-TIME BERBASIS IOT DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM, "~\$STEM MONITORING LINGKUNGAN REAL-TIME BERBASIS IOT DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM," 2026.
- [10] E. Bicomakuba, M. N. Reza, H. Jin, Samsuzzaman, K.-H. Lee, and S. Chung, "Multi-Sensor Monitoring, Intelligent Control, and Data Processing for Smart Greenhouse Environment Management," *Sensors (Basel)*, vol. 25, p., 2025, doi: 10.3390/s25196134.
- [11] C. Maraveas and T. Bartzanas, "Application of Internet of Things (IoT) for Optimized Greenhouse Environments," *AgriEngineering*, p., 2021, doi: 10.3390/agriengineering3040060.