

Prototype Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Otomatis pada Greenhouse Berbasis IoT

Nisaul Fitri¹⁾, Imam Muslem²⁾ dan Riyadhul Fajri³⁾
^{1,2,3)}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Almuslim Bireuen

ARTICLE INFO

Article history:

Received : 09 Januari 2026

Revised : 30 Januari 2026

Accepted : 09 Februari 2026

Keywords:

Greenhouse, IoT, Temperature, Humidity, ESP8266, ESP32, Telegram Bot



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Kata kunci:

Greenhouse, IoT, Suhu, Kelembaban, ESP8266, ESP32, Telegram Bot.

Corresponding Author:

Nisaul Fitri

Universitas Almuslim

Email: nisaulfitri444@gmail.com

ABSTRACT

[An IoT-Based Prototype for Automatic Temperature and Humidity Monitoring in Greenhouse Environments]
Greenhouse is a modern agricultural solution that creates optimal conditions for plant growth, especially amidst climate change and food crises. The purpose of this project is to build an IoT-based system that automatically controls temperature and humidity, using Telegram as the management platform. The system uses the DHT11 sensor for environmental monitoring, NodeMCU ESP8266 for Wi-Fi connectivity, ESP32 as the actuator controller, and a relay module to control a cooling fan. Environmental data is sent in real-time to Telegram, allowing users to monitor and control the greenhouse remotely. Testing results show the system responds automatically to temperature and humidity changes, sends notifications, and activates the cooling fan accurately. Integration with Telegram enhances remote management, energy efficiency, and microclimate stability within the greenhouse.

ABSTRAK

Greenhouse merupakan solusi modern untuk menciptakan kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman, terutama di tengah ancaman krisis iklim dan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan sistem otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk pengendalian suhu dan kelembaban dengan dukungan platform manajemen Telegram. Sistem ini memanfaatkan berbagai komponen, seperti modul relay untuk mengoperasikan kipas, NodeMCU ESP8266 sebagai penghubung jaringan Wi-Fi, ESP32 sebagai aktuator, serta sensor DHT11 untuk memantau suhu dan kelembaban lingkungan. Data lingkungan dikirim secara real-time ke Telegram, memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol kondisi greenhouse dari jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu merespon secara otomatis terhadap perubahan suhu dan kelembaban, memberikan notifikasi, dan mengaktifkan aktuator pendingin secara tepat. Integrasi dengan Telegram memberikan kemudahan dalam pengelolaan, efisiensi energi, serta menjaga kestabilan iklim mikro dalam greenhouse.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian hortikultura memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan, peningkatan ekonomi masyarakat, serta diversifikasi komoditas pertanian bernilai

tinggi [1]. Namun, produktivitas dan kualitas hasil pertanian hortikultura sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tumbuh, khususnya suhu dan kelembaban udara [2]. Setiap jenis tanaman memiliki kebutuhan mikroklimat yang spesifik agar dapat tumbuh secara optimal, sehingga ketidaksesuaian kondisi lingkungan dapat menyebabkan pertumbuhan yang tidak maksimal, penurunan hasil panen, bahkan kegagalan budidaya [3].

Permasalahan utama yang sering dihadapi dalam praktik budidaya adalah keterbatasan geografis. Beberapa komoditas pertanian, seperti tanaman stroberi, umumnya hanya dapat dibudidayakan secara optimal di daerah dataran tinggi yang memiliki suhu relatif rendah dan kelembaban udara yang tinggi [4]. Kondisi ini menyebabkan budidaya tanaman tersebut sulit diterapkan di daerah dataran rendah yang memiliki suhu lebih tinggi, sehingga membatasi peluang pengembangan komoditas dan pemerataan produksi pertanian di berbagai wilayah.

Seiring dengan perkembangan teknologi, konsep greenhouse menjadi salah satu solusi untuk mengendalikan lingkungan tumbuh tanaman secara lebih terkontrol [5], [6]. Greenhouse memungkinkan penciptaan kondisi mikroklimat buatan yang mendekati kebutuhan ideal tanaman, terlepas dari kondisi lingkungan eksternal [7]. Namun, sistem greenhouse konvensional masih banyak bergantung pada pengamatan manual dan pengendalian lingkungan yang tidak bersifat adaptif, sehingga kurang efisien dan berpotensi menimbulkan kesalahan dalam pengelolaan suhu dan kelembaban [8].

Perkembangan Internet of Things (IoT) membuka peluang besar dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem greenhouse [9]. Melalui integrasi sensor suhu dan kelembaban dengan perangkat pengendali, sistem monitoring dapat dilakukan secara real-time dan otomatis [10]. Data lingkungan yang diperoleh dari sensor dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat pengendali, seperti kipas pendingin, guna menjaga kondisi suhu dan kelembaban tetap berada pada rentang yang sesuai dengan kebutuhan tanaman [11].

Penerapan sistem monitoring dan kontrol otomatis berbasis IoT pada greenhouse diharapkan mampu mengatasi keterbatasan budidaya tanaman yang bergantung pada kondisi geografis tertentu [12]. Dengan pengaturan suhu dan kelembaban yang adaptif, tanaman yang sebelumnya hanya dapat dibudidayakan di wilayah tertentu berpotensi dikembangkan di daerah lain dengan kondisi lingkungan yang berbeda. Selain itu, sistem otomatis ini juga dapat mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual, meningkatkan efisiensi penggunaan energi, serta mendukung praktik pertanian modern yang lebih presisi dan berkelanjutan [13], [14].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan prototype sistem monitoring suhu dan kelembaban otomatis pada greenhouse berbasis IoT. Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time dan mengendalikan kipas pendingin secara otomatis sesuai dengan parameter yang telah ditentukan, sehingga mampu menciptakan kondisi mikroklimat yang optimal bagi tanaman yang dibudidayakan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa sistem dengan fokus pada perancangan, pengembangan, dan evaluasi prototype sistem monitoring suhu dan kelembaban 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 kelembaban 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 kelembaban 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 prototipe 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. Prototipe 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 kelembaban 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 prototipe 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 prototipe dalam menjaga kondisi iklimat greenhouse sesuai dengan kebutuhan tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

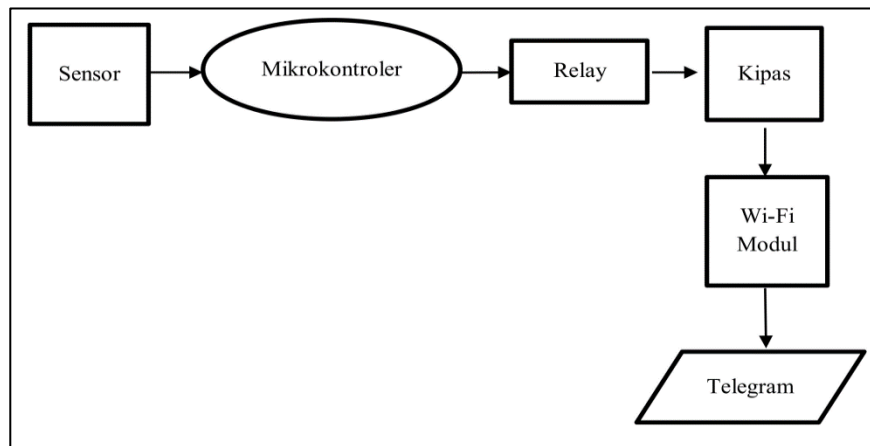
Sistem telah beroperasi dengan lancar, ditandai dengan kemampuan sensor DHT11 dalam memantau suhu dan kelembaban secara langsung dan real-time. Ketika suhu melebihi ambang batas 38°C, relay secara otomatis mengaktifkan kipas pendingin, dan sistem mengirim notifikasi melalui Telegram ke pengguna.

Antarmuka Telegram memungkinkan pengguna:

- a) Memantau suhu dan kelembaban
- b) Mengaktifkan/mematikan kipas secara manual
- c) Menerima alarm otomatis saat suhu/kelembaban di luar batas

Tingkat akurasi sensor mencapai lebih dari 95%, dan sistem menunjukkan kestabilan dalam mengirim dan menerima data selama pengujian berlangsung.

Diagram blok sistem dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

1. Blok Input

Sensor DHT11 (Suhu dan Kelembaban): Berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara secara waktu nyata (real-time) dan mengirimkan hasil pengukuran tersebut ke mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut.

2. Blok Proses

Mikrokontroler ESP32: Berfungsi sebagai aktuator utama yang mengontrol perangkat output seperti relay dan kipas, berdasarkan data yang diterima, guna menjaga suhu dan kelembaban tetap dalam batas yang telah ditentukan. sebagai penegndali akuator (relay), menyalakan atau mematikan kipas berdasarkan data yang diterima dari ESP8266.

Modul Wi-Fi: menghubungkan mikrokontroler dengan server untuk komunikasi data.

3. Blok Output

Kipas pendingin: untuk menjaga suhu dan kelembaban tetap stabil.

Bot Telegram: mengirimkan notifikasi dan menampilkan data suhu serta kelembaban kepada pengguna.

4. Alur Kerja

- Sensor membaca data suhu dan kelembaban.
- Data dikirim ke mikrokontroler ESP8266 untuk diproses.
- Jika suhu atau kelembaban melampaui batas, ESP8266 mengirim perintah ke ESP32 untuk mengaktifkan atau menonaktifkan kipas melalui relay.
- ESP8266 mengirimkan data ke server melalui modul Wi-Fi.
- Server mengirim data ke Bot Telegram agar pengguna dapat memantau kondisi *greenhouse* dari jarak jauh.
- Pengguna dapat memberikan perintah ke bot telegram untuk mengontrol sistem secara manual jika diperlukan.

Rangkaian Keseluruhan Sensor Suhu dan Kelembaban :



Gambar 2. Rangkaian sensor suhu dan kelembaban

Prosedur pengujian dilakukan sebagai berikut:

- a. Monitoring awal; sistem dinyalakan, dan NodeMCU (ESP8266/ESP32) mulai melakukan pembacaan suhu dan kelembaban secara berkala dari sensor. data sensor tersebut dipantau melalui telegram bot yang terhubung. memudahkan pengguna melihat informasi lingkungan secara *real-time*.
- b. Respon sistem otomatis; sistem dilengkapi dengan fitur alarm otomatis yang akan aktif Ketika terjadi kondisi ekstrem. Suhu $>37^{\circ}\text{C}$ atau Kelembaban $<50\%$ jika ambang batas tersebut terlampaui, sistem akan mengaktifkan kipas pendingin secara otomatis. mengirim notifikasi alarm melalui telegram bot seperti, "suhu tinggi terdeteksi. Kipas dinyalakan." "Kelembaban rendah terdeteksi." Apabila suhu dan kelembaban Kembali ke rentang normal, sistem akan memberikan notifikasi lanjutan. "kondisi stabil. Kipas dimatikan."
- c. Evaluasi Efektivitas sistem; Pengamatan dilakukan terhadap kondisi tanaman sawi selama periode tertentu untuk mengevaluasi apakah sistem mampu menjaga kestabilan suhu dan kelembaban secara otomatis. Pengaruh kontrol otomatis terhadap kualitas pertumbuhan tanaman. Hasil evaluasi ini akan digunakan untuk menilai keberhasilan sistem dalam mendukung pertumbuhan tanaman hortikultura secara optimal berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT).



Gambar 3. Halaman Bot Telegram untuk Kontrol dan Pantau

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan menerapkan sistem otomatis untuk pengendalian suhu dan kelembaban pada greenhouse dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem yang dikembangkan terbukti efektif dan efisien dalam memantau serta mengatur kondisi lingkungan secara real-time dan dari jarak jauh melalui platform Telegram. Implementasi sistem ini turut mendukung peningkatan produktivitas pertanian melalui manajemen yang lebih cerdas dan berorientasi pada kelestarian lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Nuh, M. A. Hutasuhut, and M. Ikhsan, "Pengembangan Media Tanam Hidroponik untuk Mendukung Ketahanan Pangan Warga Kecamatan Medan Labuhan," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 26, no. 2, 2020.
- [2] B. Widiyanti, D. Hariyono, and S. Fajriani, "Studi Pertumbuhan pada Tiga Jenis Tanaman Alpukat (*Persea americana* Mill)," *PLANTROPICA: Journal of Agricultural Science*, vol. 007, no. 1, 2022, doi: 10.21776/ub.jpt.2022.007.1.6.
- [3] A. P. Fiqah, T. H. Nursafitri, F. Fauziah, and S. Masudah, "Pengaruh faktor lingkungan terhadap pertumbuhan beberapa aksesori *Dioscorea alata* L terpilih koleksi kebun raya purwodadi," *Jurnal AGRO*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.15575/10594.
- [4] P. B. Timotiwu, T. K. Manik, A. Agustiansyah, and E. Pramono, "FENOLOGI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN STRAWBERRY DI DATARAN RENDAH SEBAGAI KAJIAN AWAL DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN," *JURNAL AGROTROPIKA*, vol. 20, no. 1, 2021, doi: 10.23960/ja.v20i1.4596.
- [5] I. Muslem R, "Prototype Aplikasi Device Controlling Berbasis Internet of Things," *Jurnal Variasi*, vol. 11, no. 2, pp. 32–35, 2019.
- [6] I. Muslem, "Prototype Kunci RFID (Radio Frequency Identification) dalam Meningkatkan Keamanan Kendaraan Bermotor," *JURNAL TIKA*, vol. 5, no. 3, 2021, doi: 10.51179/tika.v5i3.104.
- [7] C. Gonzalez-Amarillo *et al.*, "A Traceability System To Crop Of Seedlings In Greenhouse, Based IoT," *IEEE Access*, vol. XX, 2017.
- [8] E. L. Plambeck, "Reducing greenhouse gas emissions through operations and supply chain management," *Energy Econ.*, vol. 34, no. SUPPL.1, 2012, doi: 10.1016/j.eneco.2012.08.031.
- [9] M. I. Khaleel, "A fault tolerance aware green IoT workflow scheduling algorithm for multi-dimensional resource utilization in sustainable cloud computing," *Internet of Things*, vol. 23, p. 100909, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100909>.
- [10] I. Muslem R, "Prototype Jemuran Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal TIKA*, vol. 5, no. 2, pp. 28–30, Apr. 2020.
- [11] I. Muslem R, "Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Rumah Tangga Menggunakan Mq-2 Sensor Dan Mikrokontroler," *JURNAL TIKA*, vol. 6, no. 02, 2021, doi: 10.51179/tika.v6i02.457.
- [12] C. Maraveas, C. S. Karavas, D. Loukatos, T. Bartzanas, K. G. Arvanitis, and E. Symeonaki, "Agricultural Greenhouses: Resource Management Technologies and Perspectives for Zero Greenhouse Gas Emissions," 2023. doi: 10.3390/agriculture13071464.

- [13] M. Ariza-Sentís, S. Vélez, R. Martínez-Peña, H. Baja, and J. Valente, "Object detection and tracking in Precision Farming: a systematic review," 2024. doi: 10.1016/j.compag.2024.108757.
- [14] T. A. Alka, A. Sreenivasan, and M. Suresh, "Seeds of Change: Mapping the Landscape of precision farming technology adoption among agricultural entrepreneurs," *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 2024, doi: 10.1016/j.jssas.2024.09.001.