

Smart Plant Monitoring Sistem Suhu dan Kelembaban Tanah Pada Tanaman Cabai Berbasis IoT Menggunakan Protokol MQTT

IoT-Based Smart Plant Monitoring System for Temperature and Soil Moisture in Chili Plants Using the MQTT Protocol

Dini Berlian^{a,1}, Linna Oktaviana Sari^{b,2}

^{a,b} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Riau, Pekanbaru, Jl. HR Soebrantas, 28293, Indonesia
dini.berlian4933@student.unri.ac.id¹, linnaoasari@lecturer.unri.ac.id²

ABSTRAK

Tanaman cabai sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan, khususnya suhu dan kelembaban tanah, sehingga tanaman cabai memerlukan pemantauan yang terus menerus. Metode monitoring pada tanaman cabai yang masih dilakukan secara manual dinilai kurang efektif karena tidak memungkinkan pemantauan perubahan kondisi lingkungan secara terus-menerus, serta tidak selalu mampu memberikan informasi yang akurat dan real-time. Selain itu, kondisi infrastruktur jaringan di lokasi penelitian masih kurang stabil akibat keterbatasan jangkauan Wi-Fi dan rendahnya kualitas sinyal internet pada area budidaya yang relatif terpencil. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan protokol Message Queue Telemetry Transport (MQTT) yang bersifat ringan dan efisien untuk komunikasi data pada kondisi jaringan terbatas. Penelitian ini bertujuan merancang sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah berbasis IoT menggunakan protokol MQTT. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan pendekatan prototype. Data sensor dikirim secara real-time dan ditampilkan pada LCD serta dashboard Node-RED yang dapat diakses melalui laptop dan smartphone. Pengujian dilakukan selama lima hari pada tiga waktu berbeda, yaitu pagi, siang, dan malam. Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu melakukan monitoring secara real-time dan konsisten dalam menampilkan data suhu dan kelembaban tanah sesuai kondisi aktual pada tanaman cabai, sehingga sistem monitoring berbasis IoT menggunakan protokol MQTT dapat digunakan untuk mendukung pemantauan kondisi tanaman cabai secara real-time.

Kata Kunci : Internet of Things, MQTT, Monitoring Tanaman Cabai, Suhu Tanah, Kelembaban Tanah

ABSTRACT

Chili plants are very sensitive to environmental conditions, especially soil temperature and humidity, so they require continuous monitoring. Manual monitoring methods for chili plants are considered ineffective because they do not allow for continuous monitoring of changes in environmental conditions and do not always provide accurate and real-time information. In addition, the network infrastructure at the research site is still unstable due to limited Wi-Fi coverage and poor internet signal quality in relatively remote cultivation areas. Therefore, this study uses the Message Queue Telemetry Transport (MQTT) protocol, which is lightweight and efficient for data communication in limited network conditions. This study aims to design an IoT-based soil temperature and humidity monitoring system using the MQTT protocol. The method used is an experiment with a prototype approach. Sensor data is sent in real-time and displayed on an LCD and Node-RED dashboard that can be accessed via a laptop and smartphone. Testing was conducted for five days at three different times, namely morning, afternoon, and night. The results show that the system is capable of real-time monitoring and consistently displays soil temperature and humidity data according to the actual conditions of chili plants. Therefore, the IoT-based monitoring system using the MQTT protocol can be used to support real-time monitoring of chili plant conditions.

Keywords : Internet of Things, MQTT, Chili Plant Monitoring, Soil Temperature, Soil Moisture

Disubmit:

Info Artikel :
Direview:

Diterima :

Copyright © 2026 – CSRID Journal. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Saat ini, Internet of Things menjadi salah satu inovasi yang membawa dampak positif dalam mempermudah pekerjaan manusia, salah satunya dalam bidang pertanian. Menurut buku Pengantar Teknologi Internet Of Things, Internet of Things merupakan suatu konsep dimana objek tertentu memiliki kemampuan untuk mengirim data melalui jaringan Wi-Fi, sehingga proses yang dilakukan tidak memerlukan interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke komputer [1].

Salah satu parameter yang mempengaruhi pertumbuhan pada tanaman cabai yaitu tanah [2]. Air, kelembaban dan suhu merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman cabai. Agar dapat tumbuh optimal [3].

Tanaman cabai sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan seperti kelembaban tanah dan suhu sehingga diperlukan perhatian dan perawatan yang intensif agar pertumbuhannya tetap optimal. Air merupakan kebutuhan dasar bagi tanaman. Sehingga ketersediaan air dapat menentukan pertumbuhan pada tanaman [4].

Metode Monitoring, penyiraman serta pemupukan pada tanaman cabai di Fakultas Pertanian Universitas Riau yang masih dilakukan secara manual dianggap kurang efektif. Dengan metode yang masih dilakukan secara manual petani sering kali tidak dapat memantau secara terus menerus perubahan yang terjadi pada faktor-faktor penting pada tanaman cabai yang dapat beresiko mengurangi kualitas pada tanaman cabai. Selain itu, proses pemantauan tanaman cabai secara manual sangat memakan waktu dan tenaga, serta tidak selalu dapat memberikan informasi yang akurat dan terkini. Petani harus memeriksa setiap tanaman secara fisik dan mengandalkan penglihatan serta pengalaman mereka untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi. Proses ini tidak hanya menguras energi tetapi juga rentan terhadap kesalahan, mengingat tanaman cabai membutuhkan perhatian harian. Tanpa pemantauan yang tepat, petani mungkin tidak dapat mengidentifikasi masalah dengan cepat dan tepat, yang dapat menyebabkan tanaman cabai busuk dan tidak tumbuh dengan optimal. Selain itu, kondisi infrastruktur jaringan di lokasi penelitian masih kurang stabil akibat keterbatasan jangkauan Wi-Fi dan rendahnya kualitas sinyal internet pada area budidaya yang relatif terpencil.

Oleh karena itu, dirancang sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah berbasis IoT yang dilengkapi fitur penyiraman dan pemupukan otomatis pada tanaman cabai. Sistem bekerja dengan mengaktifkan pompa air secara otomatis ketika kelembaban tanah di bawah 60% atau suhu tanah melebihi 30°C, dan berhenti saat kondisi kembali normal. Pemupukan dilakukan secara terjadwal menggunakan modul RTC setiap hari Minggu pukul 05.00 dan 17.00 dengan dosis 200 ml pupuk organik cair per tanaman.. Seluruh data monitoring dapat diakses secara real-time melalui LCD dan dashboard Node-RED pada smartphone maupun laptop melalui jaringan internet, sehingga memudahkan petani dalam pengambilan keputusan yang cepat dan tepat.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring dan penyiraman otomatis tanaman cabai berbasis IoT dengan berbagai metode. Penelitian pertama yaitu smart plant monitoring menggunakan Fuzzy Logic untuk mengontrol penyiraman berdasarkan suhu dan kelembaban tanah yang dapat dipantau melalui aplikasi Android, sehingga membantu mengurangi risiko kelebihan maupun kekurangan air [5]. Penelitian kedua yaitu sistem penyiraman otomatis berbasis NodeMCU dan sensor kelembaban tanah dengan penjadwalan menggunakan NTP Client serta menampilkan data melalui website, yang dinilai efektif dalam memantau kondisi tanah [6].

Selain itu terdapat penelitian-penelitian internasional yaitu sistem irigasi presisi berbasis IoT dan hybrid machine learning menggunakan MQTT yang mampu memprediksi kebutuhan air secara real-time dengan akurasi hingga 99,97% serta mengurangi penggunaan air [7]. Sementara itu, penelitian selanjutnya yaitu sistem monitoring kelembaban tanah berbasis ESP32 dan MQTT yang terintegrasi

dengan ThingsBoard Cloud, mampu bekerja stabil secara real-time dengan tingkat kesalahan $\pm 5\%$ dan tetap beroperasi setelah gangguan jaringan [8].

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring dan penyiraman otomatis tanaman cabai berbasis Internet of Things (IoT), sebagian besar penelitian berfokus pada pengembangan kontrol penyiraman atau pemantauan berbasis aplikasi tanpa mempertimbangkan stabilitas komunikasi data pada kondisi jaringan internet terbatas yang umum dijumpai pada area pertanian terpencil. Beberapa penelitian juga mengintegrasikan metode kecerdasan buatan atau fuzzy logic, namun implementasinya umumnya dilakukan pada lingkungan jaringan yang stabil dan belum mengevaluasi konsistensi pengiriman data secara real-time pada kondisi infrastruktur jaringan yang tidak optimal.

Selain itu, penelitian terdahulu umumnya hanya menampilkan monitoring pada satu platform tertentu, sehingga belum banyak dilakukan validasi kesesuaian data secara simultan pada beberapa media monitoring yang berbeda. Padahal, konsistensi data antar perangkat monitoring menjadi aspek penting dalam memastikan keandalan sistem IoT di lingkungan pertanian nyata.

Berdasarkan gap penelitian tersebut, penelitian ini tidak berfokus pada pengembangan algoritma baru, melainkan pada implementasi dan evaluasi performa sistem monitoring berbasis IoT menggunakan protokol MQTT pada kondisi jaringan terbatas, dengan integrasi fitur monitoring real-time, penyiraman otomatis berbasis ambang batas lingkungan, serta penjadwalan pemupukan menggunakan modul RTC.

Kontribusi ilmiah penelitian ini meliputi:

Implementasi sistem monitoring tanaman cabai berbasis IoT yang dirancang khusus untuk lingkungan pertanian dengan kualitas jaringan internet yang tidak stabil.

Evaluasi konsistensi data monitoring secara simultan pada tiga media berbeda (LCD, dashboard Node-RED, dan aplikasi monitoring).

Integrasi monitoring lingkungan, kontrol penyiraman otomatis berbasis parameter tanah, dan penjadwalan pemupukan dalam satu arsitektur sistem berbasis MQTT.

Validasi performa komunikasi MQTT dalam menjaga pengiriman data real-time pada kondisi jaringan terbatas.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi pada aspek implementasi rekayasa sistem IoT pertanian yang adaptif terhadap kondisi lapangan nyata.

A. Landasan Teori

a) Monitoring

Monitoring bertujuan memastikan program berjalan sesuai rencana, mengidentifikasi hambatan, serta menjadi alat pengendalian dalam proses implementasi [9].

b) Suhu Tanah

Suhu adalah besaran yang menunjukkan tingkat panas atau dingin suatu benda dan diukur menggunakan termometer agar hasilnya lebih akurat dan valid [10]. tanaman cabai memerlukan suhu tanah ideal dengan rentang 24-30 °C [11].

c) Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah adalah kadar air dalam pori-pori tanah yang memengaruhi pertumbuhan tanaman dan bersifat [12]. Pada tanaman cabai, kelembaban yang terlalu rendah menyebabkan stres dan

pertumbuhan terhambat, sedangkan kelembaban berlebih dapat menyebabkan akar busuk dan layu [13]. kelembaban tanah ideal antara 60-80% [14].

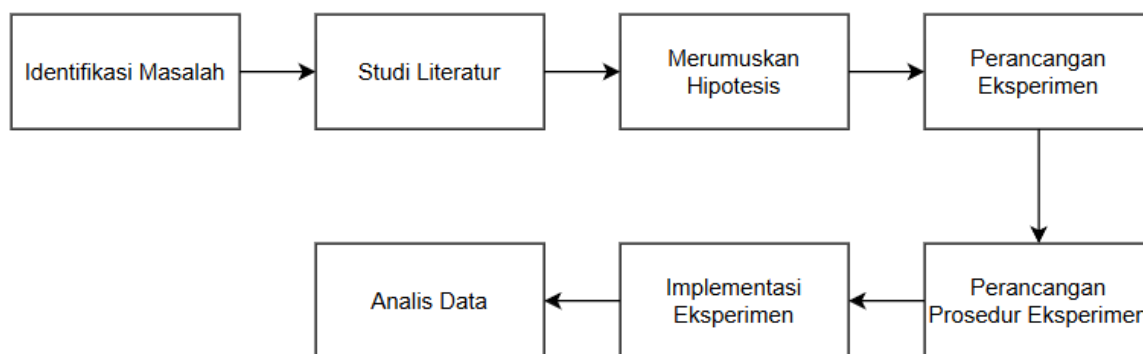
d) Tanaman Cabai

Tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan komoditas sayuran yang banyak dibudidayakan karena tingginya permintaan pasar [15]. Selain sebagai bahan pangan, cabai mengandung kapsikol yang dimanfaatkan dalam produk kesehatan seperti balsem dan koyo [16]. Pertumbuhan tanaman cabai dipengaruhi oleh beberapa faktor, terutama suhu dan kelembaban tanah [17].

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian Smart Plant Monitoring Sistem Suhu dan Kelembaban Tanah Pada Tanaman Cabai Berbasis IoT menggunakan Protokol MQTT yaitu metode experimental. Metode experimental bersifat menguji atau validation.

A. Tahapan Penelitian



Gambar 1. Tahapan Penelitian

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap awal penelitian untuk mengetahui dan menentukan permasalahan pada sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah tanaman cabai berbasis IoT dengan protokol MQTT. Tahap ini dilakukan melalui observasi dan wawancara terhadap petani cabai di Fakultas Pertanian Universitas Riau guna memperoleh informasi awal terkait kendala yang dihadapi.

C. Studi Literatur

Hasil studi literatur menunjukkan bahwa protokol komunikasi MQTT sesuai digunakan pada sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah berbasis IoT karena memiliki konsumsi bandwidth yang rendah dan tetap mampu mengirimkan data secara kontinu pada kondisi jaringan internet terbatas.

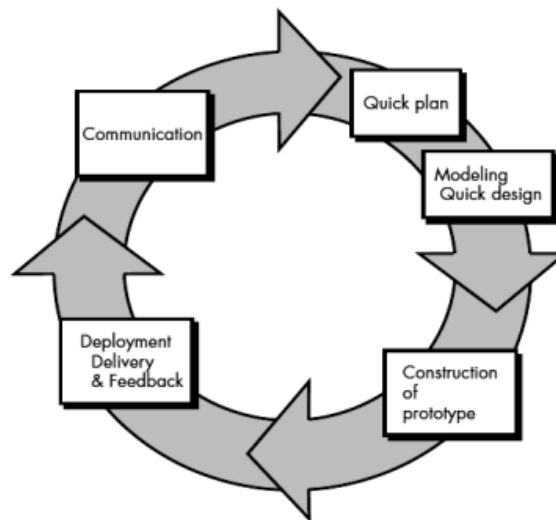
D. Merumuskan Hipotesis

Dalam penelitian ini, hipotesis yang ditetapkan terdiri atas hipotesis alternatif (H_1) dan hipotesis nol (H_0) yang akan diuji berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh sebagai berikut :

- H_1 :Sistem monitoring suhu dan kelembaban pada tanaman cabai berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan protokol MQTT mampu melakukan monitoring secara real-time
- H_0 :Sistem monitoring suhu dan kelembaban pada tanaman cabai berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan protokol MQTT tidak mampu melakukan monitoring secara real-time.

E. Perancangan Eksperimen

Dalam perancangan eksperimen digunakan metode pengembangan prototype.



Gambar 2. Tahap Metode Prototype [18]

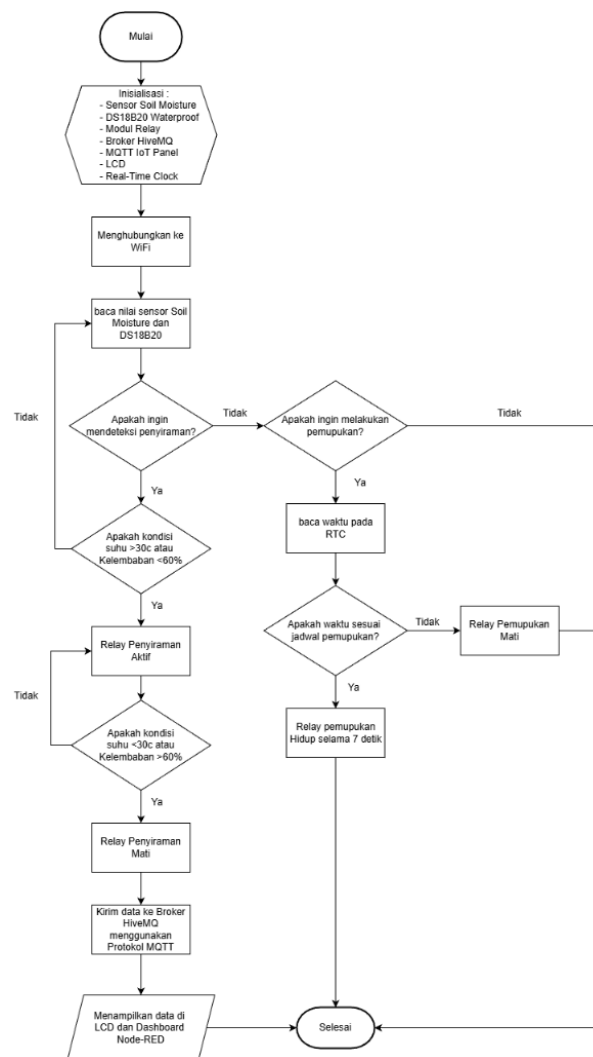
a) Communication

Pada tahap ini, dilakukan observasi dan wawancara bersama salah satu kelompok tani cabai untuk mengetahui proses dan permasalahan yang terjadi pada budidaya tanaman cabai.

b) Quick Plan

Tahap ini menjelaskan identifikasi masalah dan kebutuhan sistem. Berdasarkan observasi, wawancara, dan studi literatur, monitoring suhu dan kelembaban tanah masih dilakukan secara manual dengan pemeriksaan langsung dan mengandalkan pengalaman, sehingga kurang efisien. Kebutuhan sistem meliputi perangkat keras berupa ESP32, sensor soil moisture, sensor DS18B20 waterproof, RTC, LCD, water pump, dan relay, serta perangkat lunak Arduino IDE dan Node-RED.

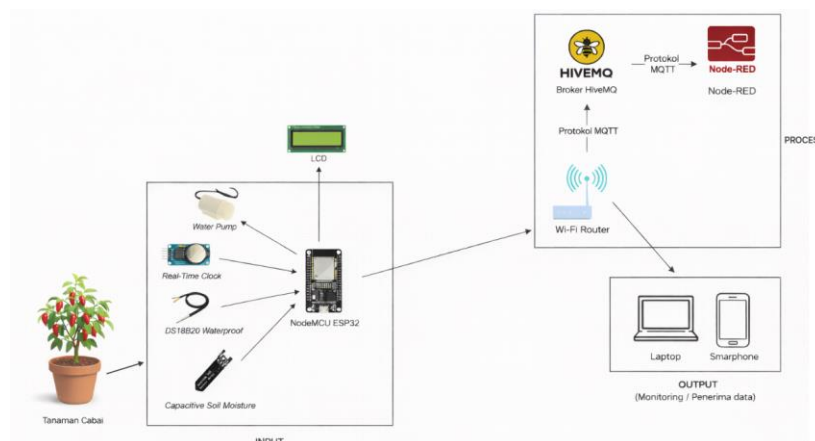
c) Modelling Quick Design



Gambar 3. Rancangan Alur Sistem

d) Construction of Prototype

Alur kerja sistem monitoring dapat dilihat pada Gambar 4. berikut.



Gambar 4. Sistem Monitoring Konsep IoT Menggunakan Protokol MQTT

Berdasarkan gambar 4, pada bagian input NodeMCU ESP32 terhubung dengan beberapa komponen yaitu sensor suhu DS18B20 waterproof, sensor capacitive soil moisture untuk membaca kelembaban tanah, modul Real-Time Clock (RTC) sebagai penanda waktu, pompa air sebagai aktuator penyiraman, serta LCD untuk menampilkan data secara lokal. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan oleh NodeMCU melalui jaringan Wi-Fi menggunakan protokol komunikasi MQTT menuju broker HiveMQ, kemudian diteruskan ke Node-RED untuk proses pengolahan dan visualisasi data. Hasil monitoring selanjutnya dapat diakses oleh pengguna melalui perangkat laptop maupun smartphone sebagai output sistem, sehingga kondisi suhu dan kelembaban tanah dapat dipantau secara real-time.

e) Deployment Delivery & Feedback

Tahap terakhir yaitu mengirimkan versi prototype kepada pengguna untuk memperoleh umpan balik awal. Sebelum prototype dikirim, dilakukan pengujian untuk memastikan sistem berjalan dengan baik.

F. Perancangan Prosedur Eksperimen

Perancangan prosedur eksperimen merupakan tahap penyusunan skenario pengujian sebelum eksperimen dilaksanakan. Pengujian dilakukan selama 5 hari pada tiga waktu berbeda yaitu pagi, siang dan malam. Pengujian monitoring dilakukan untuk memvalidasi data yang diterima dan ditampilkan pada LCD sesuai dengan perangkat monitoring yang digunakan yaitu Dashboard Node-RED yang dapat dilihat pada laptop dan smartphone. Selain itu, pengujian monitoring dilakukan untuk memastikan bahwa data suhu dan kelembaban tanah yang diterima antara LCD dan Node-Red bersifat realtime.

G. Implementasi Eksperimen

Tahap implementasi eksperimen merupakan proses penerapan rancangan sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah dengan mengintegrasikan seluruh komponen, meliputi sensor, NodeMCU ESP32, jaringan komunikasi, serta platform monitoring. Sistem membaca data secara berkala dan mengirimkannya melalui protokol MQTT ke broker HiveMQ, kemudian ditampilkan secara real-time pada dashboard Node-RED. Implementasi dilakukan dengan memastikan koneksi internet dan komunikasi data berjalan stabil, serta sistem diuji selama 5 hari pada pagi, siang dan malam untuk memvalidasi data yang di kirim dan ditampilkan pada proses monitoring real-time dan konsisten.

H. Analisis Data

Dalam melakukan analisis data, data yang diperoleh dari hasil implementasi dan pengujian sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah pada tanaman cabai berbasis IoT menggunakan protokol MQTT akan dianalisis dengan membandingkan nilai yang ditampilkan pada layar LCD, dashboard Node-RED, dan aplikasi monitoring. Perbandingan data tersebut disajikan dalam bentuk tabel pengamatan selama 5 hari untuk menilai konsistensi, kesesuaian, dan keandalan sistem dalam menampilkan data secara real-time

Analisis tidak hanya dilakukan untuk melihat keberhasilan monitoring, tetapi juga untuk mengevaluasi konsistensi pengiriman data MQTT melalui perbandingan sinkronisasi waktu dan kesesuaian nilai data pada tiga platform monitoring sebagai indikator keandalan komunikasi sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat monitoring yang dirancang terdiri dari beberapa komponen. Komponen pada rangkaian alat monitoring dapat dilihat pada gambar 5 berikut.

A. Hasil Rangkaian Alat Monitoring

Hasil rangkaian alat monitoring suhu dan kelembaban tanah pada tanaman cabai dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Hasil Rangkaian Alat Monitoring

Berikut ini merupakan keterangan komponen yang digunakan pada alat monitoring sesuai dengan label penomoran pada gambar 5, yaitu:

Tabel 1. Keterangan Rangkaian Alat Monitoring

No.	Nama	Keterangan
1.	Kabel power	Sebagai penyalur sumber arus listrik.
2.	Box Alat	Berisi mikrokontroler NodeMCU ESP32 sebagai modul wifi, Relay dan RTC
3.	Sensor Soil Moisture dan sensor DS18B20 Waterproof	Digunakan untuk mendeteksi kelembaban tanah dan suhu tanah, serta berperan sebagai parameter untuk mengaktifkan penyiraman otomatis.
4.	Cabai Merah	Objek penelitian
5.	WaterPump dan Ember	Waterpump untuk penyiraman dan pemupukan pada tanaman cabai. Sedangkan Ember digunakan untuk menampung air dan pupuk organik cair

B. Hasil Pengujian Monitoring

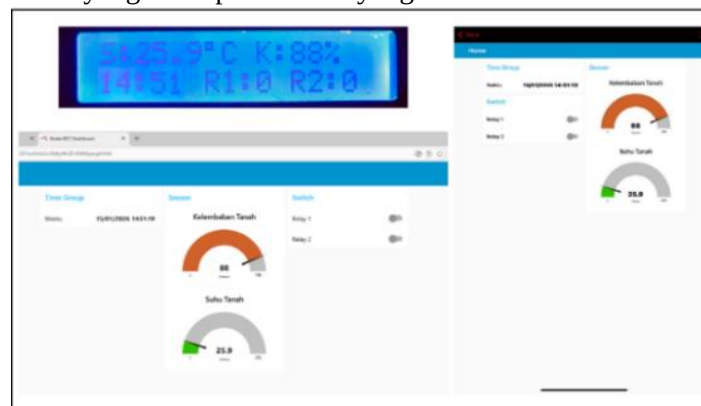
a) Hasil Pengujian Monitoring Hari ke-1

Pengujian monitoring pada hari pertama dilakukan pada hari Kamis, 15 Januari 2026. Hasil Gambar data monitoring dapat dilihat pada gambar berikut.



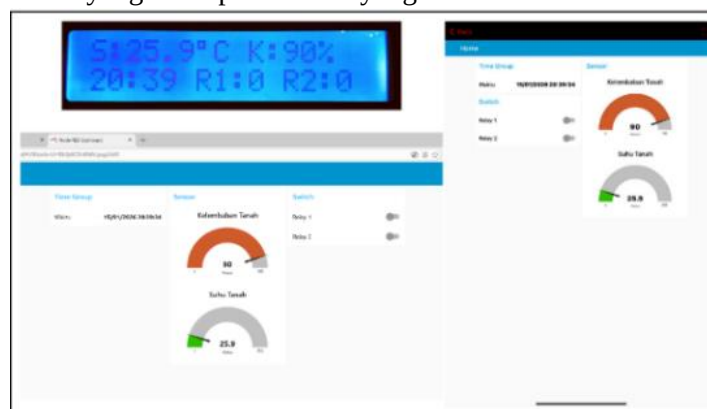
Gambar 6. Gambar data monitoring hari ke-1 pagi hari pukul 09.42.43 WIB

Berdasarkan Gambar 6, Hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 24,8 °C dan kelembaban tanah sebesar 89%. Data yang ditampilkan pada ketiga media monitoring tersebut menunjukkan nilai yang sama pada waktu yang bersamaan.



Gambar 7. Gambar data monitoring hari Ke-1 Siang hari pukul 14:51:19 WIB

Berdasarkan Gambar 7. Hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 25,9 °C dan kelembaban tanah sebesar 88%. Data yang ditampilkan pada ketiga media monitoring tersebut menunjukkan nilai yang sama pada waktu yang bersamaan.

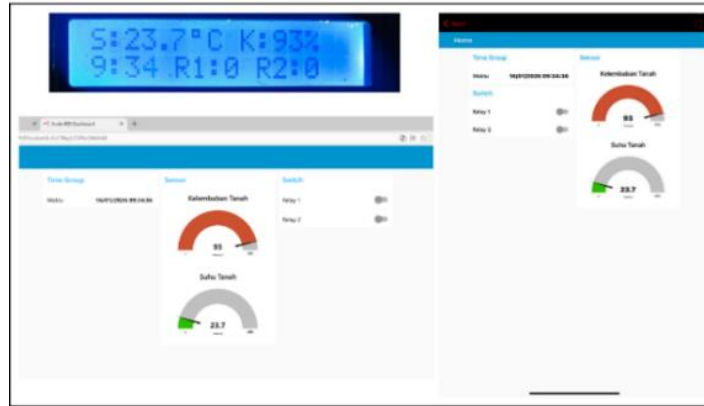


Gambar 8. Gambar data monitoring hari Ke-1 pada malam hari pukul 20:39:34 WIB

Berdasarkan Gambar 8. Hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 25,6 °C dan kelembaban tanah sebesar 90%. Data yang ditampilkan pada ketiga media monitoring tersebut menunjukkan nilai yang sama pada waktu yang bersamaan.

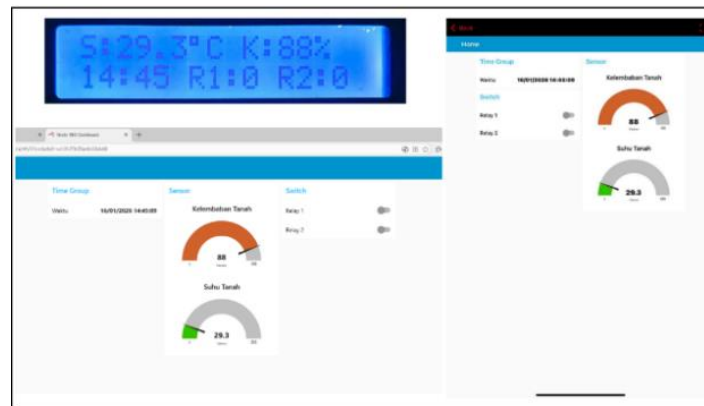
b) Hasil Pengujian Monitoring Hari ke-2

Pengujian monitoring pada hari pertama dilakukan pada hari Jumat, 16 Januari 2026. Hasil Gambar data monitoring dapat dilihat pada gambar berikut.



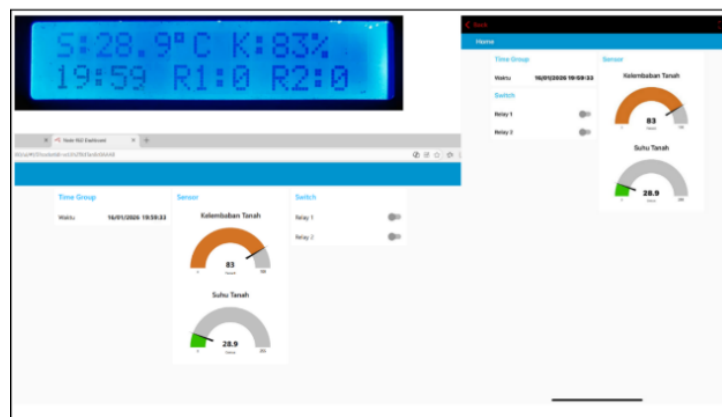
Gambar 9. Gambar data monitoring hari ke-2 pagi hari pukul 09.34:36 WIB

Berdasarkan Gambar 9, hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 23,7 °C dan kelembaban tanah sebesar 93%.



Gambar 10. Gambar data monitoring hari Ke-2 pada siang hari pukul 14:45:09 WIB

Berdasarkan Gambar 10, Hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 29,3 °C dan kelembaban tanah sebesar 88%.

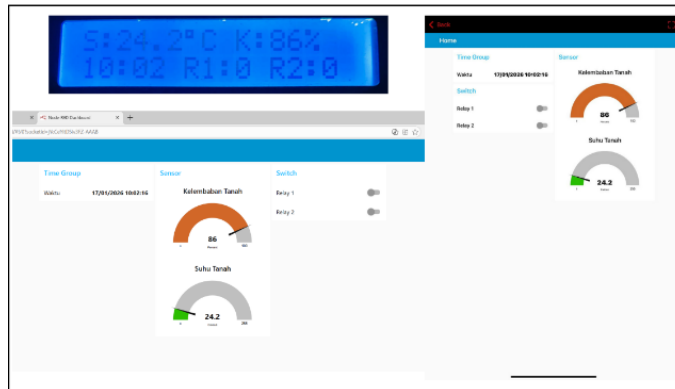


Gambar 11. Gambar data monitoring hari Ke-2 pada malam hari pukul 19:59:33 WIB

Berdasarkan gambar 11, hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 28,9 °C dan kelembaban tanah sebesar 83%.

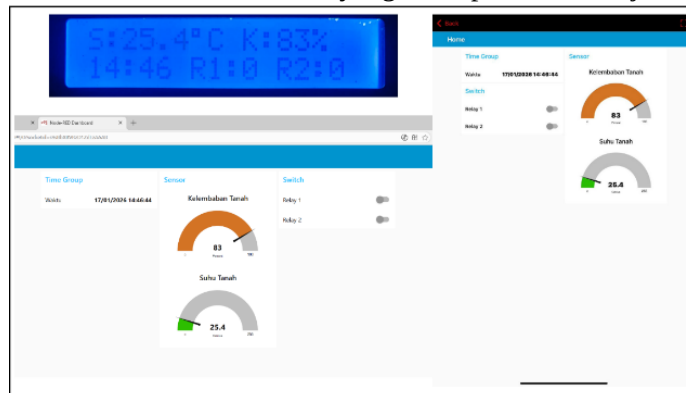
c) Hasil Pengujian Monitoring Hari Ke-3

Pengujian monitoring pada hari pertama dilakukan pada hari Sabtu, 17 Januari 2026. Hasil Gambar data monitoring dapat dilihat pada gambar berikut.



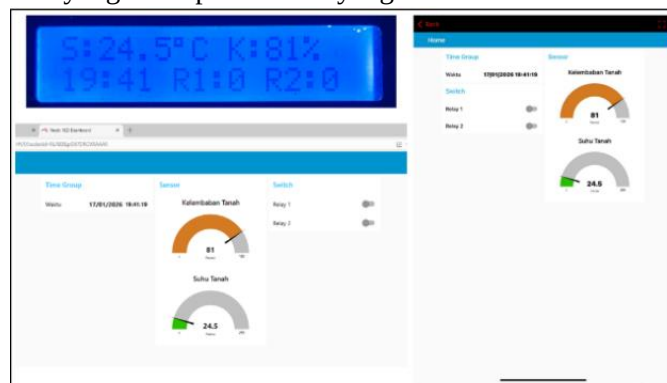
Gambar 12. Gambar data monitoring hari ke-3 pagi hari pukul 10:02:16 WIB

Berdasarkan Gambar 12, hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 24,2 °C dan kelembaban tanah sebesar 86%. Data yang ditampilkan menunjukkan nilai yang sama.



Gambar 13. Gambar data monitoring hari Ke-3 pada siang hari pukul 14:46:44 WIB

Berdasarkan Gambar 13, hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 25,4 °C dan kelembaban tanah sebesar 83%. Data yang ditampilkan pada ketiga media monitoring tersebut menunjukkan nilai yang sama pada waktu yang bersamaan.



Gambar 14. Gambar data monitoring hari Ke-3 pada malam hari pukul 19:41:19 WIB

Berdasarkan Gambar 14, hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 24,5 °C dan kelembaban tanah sebesar 81%. Data yang ditampilkan pada ketiga media monitoring tersebut menunjukkan nilai yang sama pada waktu yang bersamaan.

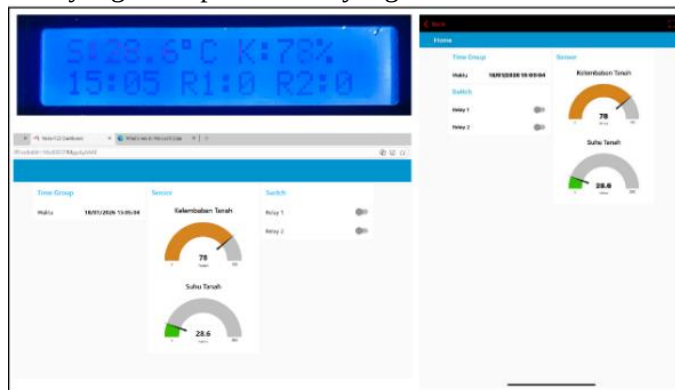
d) Hasil Pengujian Monitoring Hari ke-4

Pengujian monitoring pada hari keempat dilakukan pada hari Minggu, 18 Januari 2026. Hasil Gambar data monitoring dapat dilihat pada gambar berikut.



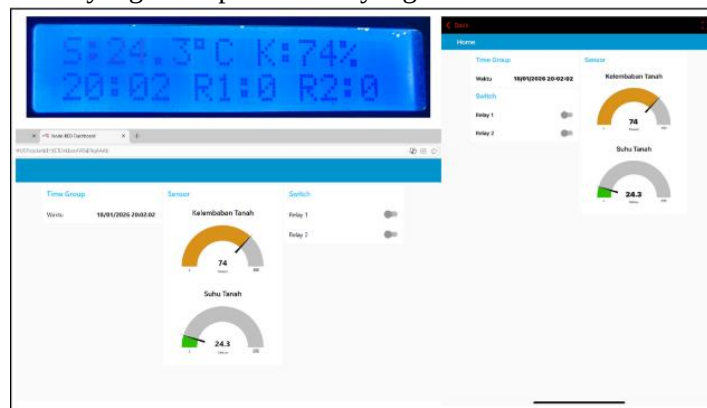
Gambar 15. Gambar data monitoring hari ke-4 pagi hari pukul 10:17:26 WIB

Berdasarkan gambar 15, hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 24,6 °C dan kelembaban tanah sebesar 85%. Data yang ditampilkan pada ketiga media monitoring tersebut menunjukkan nilai yang sama pada waktu yang bersamaan.



Gambar 16. Gambar data monitoring hari Ke-4 pada siang hari pukul 15.05.04

Berdasarkan gambar 16, hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 28,6 °C dan kelembaban tanah sebesar 78%. Data yang ditampilkan pada ketiga media monitoring tersebut menunjukkan nilai yang sama pada waktu yang bersamaan.

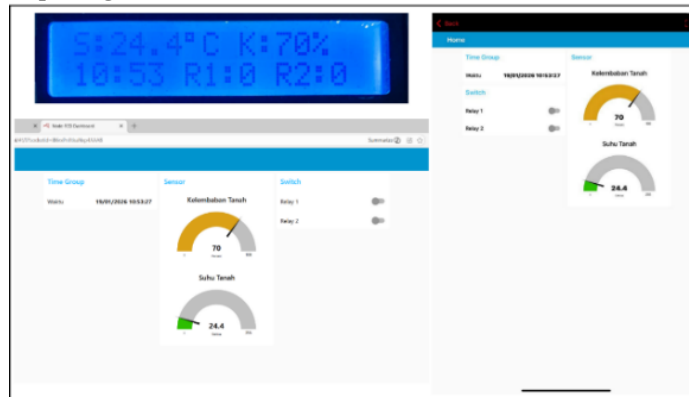


Gambar 17. Gambar data monitoring hari Ke-4 pada malam hari pukul 20:02:02 WIB

Berdasarkan gambar 17, hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 24,3 °C dan kelembaban tanah sebesar 74%. Data yang ditampilkan pada ketiga media monitoring tersebut menunjukkan nilai yang sama pada waktu yang bersamaan

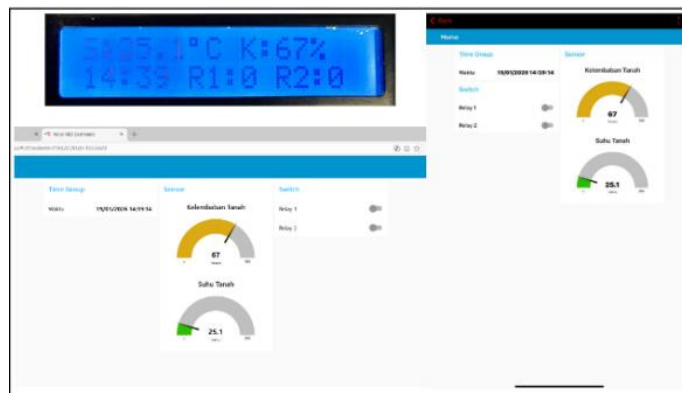
e) Hasil Pengujian Monitoring Hari ke 5

Pengujian monitoring pada hari kelima dilakukan pada hari Senin, 19 Januari 2026. Hasil Gambar data monitoring dapat dilihat pada gambar berikut.



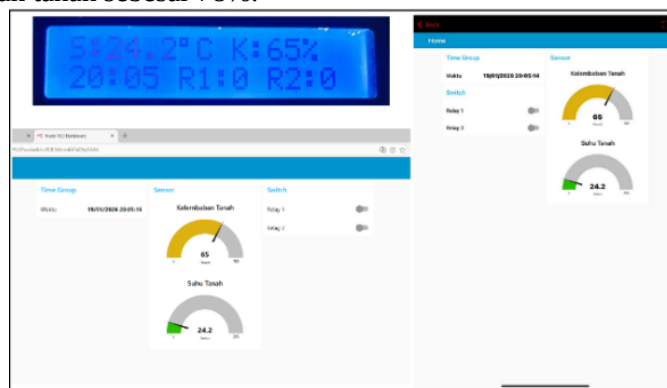
Gambar 18. Gambar data monitoring hari ke-5 pagi hari pukul 10:53:27 WIB

Berdasarkan gambar 18, hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 24,4 °C dan kelembaban tanah sebesar 70%.



Gambar 19. Gambar data monitoring hari Ke-5 pada siang hari pukul 14:19:14 WIB

Berdasarkan gambar 19, hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 28,6 °C dan kelembaban tanah sebesar 78%.



Gambar 21. Gambar data monitoring hari Ke-5 pada malam hari pukul 20:05:16 WIB

Berdasarkan gambar 21, hasil monitoring menunjukkan bahwa nilai suhu tanah yang terbaca sebesar 24,8 °C dan kelembaban tanah sebesar 89%. Data yang ditampilkan pada ketiga media monitoring tersebut menunjukkan nilai yang sama pada waktu yang bersamaan.

f) Analisis Hasil Monitoring

Hasil pengujian monitoring memuat data untuk memastikan sistem berjalan dengan baik. Data monitoring suhu dan kelembaban tanah berbasis IoT menggunakan protokol MQTT disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Monitoring

No	Tanggal	Sesi	Waktu	LCD		Dashboard		Aplikasi		Keterangan
				S	K	S	K	S	K	
1	15/01/2026	Pagi	09:42:43	24.8°C	89%	24.8°C	89%	24.8°C	89%	Valid
		Siang	14:51:19	25.9°C	88%	25.9°C	88%	25.9°C	88%	Valid
		Malam	20:39:34	25.9°C	90%	25.9°C	90%	25.9°C	90%	Valid
2	16/01/2026	Pagi	09:34:36	23.7°C	93%	23.7°C	93%	23.7°C	93%	Valid
		Siang	14:45:09	29.3°C	88%	29.3°C	88%	29.3°C	88%	Valid
		Malam	19:59:33	28.9°C	83%	28.9°C	83%	28.9°C	83%	Valid
3	17/01/2026	Pagi	10:02:16	24.2°C	86%	24.2°C	86%	24.2°C	86%	Valid
		Siang	14:46:44	25.4°C	83%	25.4°C	83%	25.4°C	83%	Valid
		Malam	19:41:19	24.5°C	81%	24.5°C	81%	24.5°C	81%	Valid
4	18/01/2026	Pagi	10:17:26	24.6°C	85%	24.6°C	85%	24.6°C	85%	Valid
		Siang	15:05:04	28.6°C	78%	28.6°C	78%	28.6°C	78%	Valid
		Malam	20:02:02	24.3°C	74%	24.3°C	74%	24.3°C	74%	Valid
5	19/01/2026	Pagi	10:53:27	24.4°C	70%	24.4°C	70%	24.4°C	70%	Valid
		Siang	14:39:14	25.1°C	67%	25.1°C	67%	25.1°C	67%	Valid
		Malam	20:05:14	24.2°C	65%	24.2°C	65%	24.2°C	65%	Valid

Berdasarkan hasil analisis monitoring pada tabel 2, hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai suhu dan kelembaban tanah yang ditampilkan pada ketiga media monitoring memiliki nilai yang sama pada setiap waktu pengambilan data. Oleh karena itu, data hasil monitoring pada setiap pengujian dinyatakan akurat dan konsisten (valid).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini tidak hanya berhasil mengimplementasikan sistem monitoring tanaman cabai berbasis IoT, tetapi juga menunjukkan bahwa protokol MQTT mampu mempertahankan konsistensi dan sinkronisasi data monitoring secara real-time pada kondisi jaringan internet terbatas. Hasil pengujian menunjukkan kesesuaian data pada tiga media monitoring yang berbeda, sehingga membuktikan keandalan arsitektur sistem yang diusulkan untuk diterapkan pada lingkungan pertanian nyata dengan keterbatasan infrastruktur jaringan.

Penelitian yang dilakukan masih memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut. saran yang dapat diberikan untuk pengembangan selanjutnya. antara lain melakukan perbandingan kinerja dengan protokol komunikasi IoT selain MQTT, seperti HTTP dan CoAP (Constrained Application Protocol), guna mengetahui perbedaan performa komunikasi data.

REFERENSI

- [1] Y. Yudhanto and A. Aziz, "Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT) - Yudho Yudhanto, Abdul Azis - Google Buku."

- [2] M. G. M. Polii, T. D. Sondakh, J. S. M. Raintung, B. Doodoh, and T. Titah, "KAJIAN TEKNIK BUDIDAYA TANAMAN CABAI (*Capsicum annuum* L.) KABUPATEN MINAHASA TENGGARA A STUDY ON CULTIVATION TECHNIQUES FOR CHILI (*Capsicum annuum* L.) IN SOUTHEAST MINAHASA REGENCY," *J. Eugenia*, vol. 25, no. 3, pp. 73–77, 2019.
- [3] N. Anggraini, E. Faridah, and S. Indrioko, "Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Perilaku Fisiologis dan Pertumbuhan Bibit Black Locust (*Robinia pseudoacacia*)," *J. Ilmu Kehutan.*, vol. 9, no. 1, pp. 40–56, Mar. 2016, Accessed: Dec. 03, 2025. [Online]. Available: <https://journal.ugm.ac.id/jikfkt/article/view/10183>
- [4] D. R. Supriadi, A. D. Susila, and E. Sulistyono, "Penetapan Kebutuhan Air Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) dan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)," *J. Hortik. Indones.*, vol. 9, no. 1, pp. 38–46, Apr. 2018, doi: 10.29244/JHI.9.1.38-46.
- [5] N. Musyaffa, B. Rifai, R. Sastra, and E. Yuniarto, "Smart Plant Monitoring System Kelembaban Tanah Menggunakan Metode Fuzzy Logic Pada Tumbuhan Cabai Berbasis IoT," *J. Khatulistiwa Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 35–42, 2023, doi: 10.31294/jki.v11i1.16114.
- [6] Herlina, Ismail, and C. N. Insani, "Sistem Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things (Iot)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., 2023*, doi: 10.36040/jati.v8i2.9149.
- [7] S. M. B. J. A. K. M. I. M. and Saravanan, "Precision Agriculture through Smart Irrigation using IOT and Hybrid Machine Learning," *Int. Res. J. Adv. Eng. Manag.*, vol. 3, no. 06, pp. 2192–2198, 2025, doi: 10.47392/irjaem.2025.0346.
- [8] I. Lazaruk and H. Klym, "Smart Soil Moisture Monitoring For IoT-Controlled Automatic Plant Irrigation," 2025, doi: <https://doi.org/10.23939/istcmtm2025.03>.
- [9] A. Nasihi and T. A. R. Hapsari, "Monitoring dan Evaluasi Kebijakan Pendidikan," *J. Teach. Learn.*, vol. 1, no. 1, pp. 77–88, 2022, [Online]. Available: <http://journals.eduped.org/index.php/intel>
- [10] I. K. Mahardika, S. Bektiarso, R. A. Santoso, A. Novit, R. B. Saiylendra, and R. K. Dewi, "Analisis Peran Suhu Pada Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Stroberi," *PHYDAGOGIC J. Fis. dan Pembelajarannya*, vol. 5, no. 2, pp. 86–91, 2023, doi: 10.31605/phy.v5i2.2197.
- [11] E. Tenda, A. V. Lengkong, R. Rotikan, and S. Adam, "Purwarupa Sistem Pemantauan dan Pengendalian Pertumbuhan Tanaman Cabai dalam Screen House," *CogITO Smart J.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–12, 2022, doi: 10.31154/cogito.v8i1.338.1-12.
- [12] I. G. E. Darmawan, E. Yadie, and H. Subagyo, "Rancang Bangun Alat Ukur Kelembaban Tanah Berbasis Arduino Uno," *PoliGrid*, vol. 1, no. 1, 2020, doi: 10.46964/poligrid.v1i1.215.
- [13] R. Hariri, M. A. Novianta, and S. Kristiyana, "Perancangan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring Dan kendali Penyiraman Tanaman," *Elektrikal*, vol. 6, pp. 1–10, 2019, [Online]. Available: <https://www.99.co/blog/indonesia/harga-pompa-air-mini/>
- [14] W. I. S. A. Talli, J. D. Irawan, and F. X. Ariwibisono, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KUALITAS TANAH UNTUK TANAMAN CABAI BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 7, no. 4, pp. 2428–2435, Dec. 2023*, doi: 10.36040/JATI.V7I4.7540.
- [15] Darmawansyah and S. Ulpah, "Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.) dengan Aplikasi Berbagai Insektisida dan POC D.I Grow," *J. Agroteknologi, Agribisnis, dan Akuakultur*, vol. 1, no. 1, pp. 12–21, Jan. 2021, doi: 10.25299/JAAA.2021.7351.
- [16] A. Hapernas and R. Dermawan, "Budi Daya Cabai Unggul." Accessed: Dec. 04, 2025. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=_vHCHZteMaAC&oi=fnd&pg=PA3&ots=tdiNoJLj8t&sig=YrndrULC7E0pHZm-voEJdkm61ts&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

- [17] T. A. Listyaningrum and M. Toifur, “Pengaruh Pupuk Organik COSIWA dan Pupuk Anorganik NPK pada Perkembangan Tanaman Kangkung Ditinjau dari Suhu Tanah,” *J. Pertan. Terpadu*, vol. 11, no. 1, pp. 13–22, Jun. 2023, doi: 10.36084/JPT..V11I1.475.
- [18] N. Addina, R. Darni, T. S. Wahyuni, and G. Farell, “Sistem Informasi Manajemen Ekowisata melalui Pendekatan Konservasi Mangrove di Nagari Sungai Pinang Kabupaten Pesisir Selatan,” *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform., vol. 12, no. 1, p. 78, 2024, doi: 10.24036/voteteknika.v12i1.125735.*