

RANCANG BANGUN SISTEM IRIGASI TETES DAN PENGENDALIAN HAMA PADA CABAI RAWIT BERBASIS INTERNET OF THING (IOT)

Sima Ramiatul¹, Agus Nur Khomarudin², Romy Aulia³

Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Sumatera Barat

e-mail: ¹simaramiatul@gmail.com, ²agusnurkhumarudin@gmail.com,

³romysinggalang@gmail.com.

Abstract: *Watering and pesticide spraying in bird's eye chili cultivation are generally still performed manually, resulting in inefficiency and a failure to account for the plants' environmental conditions. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based drip irrigation and pest control system for bird's eye chili plants (*Capsicum frutescens* L.). The research employs the Research and Development (R&D) method using an Agile Methodology approach, comprising the stages of planning, design, development, testing, deployment, and review. The system was developed using an ESP32 microcontroller, soil moisture sensors, a rain sensor, a BH1750 light intensity sensor, a relay module, Firebase Realtime Database, and an Android application for real-time monitoring and control. Automatic watering logic is based on soil moisture, light intensity, and rainfall status, while pesticide spraying is automated according to a predetermined schedule. Test results indicate that all sensors, the application, and system functions operate according to the design. Evaluation of the irrigation system during the vegetative growth phase and the flowering and fruit-setting phase yielded a 100% validity rate. Testing of the pesticide spraying system also demonstrated a 100% validity rate. Consequently, the developed system is capable of supporting real-time monitoring of plant environmental conditions and automating watering and pesticide spraying processes in accordance with system requirements.*

Keyword: *Internet of Things (IoT); drip irrigation; bird's eye chili; monitoring; pesticide spraying.*

Abstrak: Penyiraman dan penyemprotan pestisida pada budidaya cabai rawit umumnya masih dilakukan secara manual sehingga kurang efisien dan belum mempertimbangkan kondisi lingkungan tanaman. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem irigasi tetes serta pengendalian hama berbasis *Internet of Things* (IoT) pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan Agile Methodology yang meliputi tahap plan, design, develop, test, deploy, dan review. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor kelembapan tanah, sensor hujan, sensor intensitas cahaya BH1750, modul relay, Firebase Realtime Database, serta aplikasi Android untuk monitoring dan pengendalian secara *real-time*. Logika penyiraman otomatis didasarkan pada kondisi kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan status hujan, sedangkan penyemprotan pestisida dilakukan secara otomatis berdasarkan jadwal yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sensor, aplikasi, dan fungsi sistem bekerja sesuai dengan rancangan. Evaluasi sistem irigasi pada fase perkembangan vegetatif dan fase berbunga serta pembentukan buah memperoleh tingkat validitas sebesar 100%. Pengujian sistem penyemprotan pestisida juga menunjukkan tingkat validitas sebesar 100%. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu mendukung monitoring kondisi lingkungan tanaman secara *real-time* serta mengotomatisasi proses penyiraman dan penyemprotan pestisida sesuai dengan kebutuhan sistem.

Kata kunci : Internet of Things (IoT); irigasi tetes; cabai rawit; monitoring; penyemprotan pestisida.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan dan perekonomian di Indonesia. Salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomis tinggi adalah tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*), yang memerlukan pengelolaan irigasi secara tepat untuk menjaga kelembapan tanah agar pertumbuhan dan hasil panen dapat berlangsung secara optimal (As'ari & Qiram, 2023). Namun, pada praktik budidaya konvensional, proses penyiraman masih banyak dilakukan secara manual tanpa mempertimbangkan kondisi aktual tanah sehingga berpotensi menyebabkan pemberian air yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan solusi melalui sistem irigasi cerdas yang mampu memanfaatkan data sensor secara *real-time* untuk mengendalikan penyiraman secara otomatis. Salah satu metode yang banyak diterapkan adalah sistem irigasi tetes (drip irrigation), karena mampu menyalurkan air langsung ke zona perakaran sehingga lebih efisien dan dapat mengurangi pemborosan air dibandingkan metode penyiraman konvensional (Pandey et al., 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh (Pertiwi et al., 2021) Juga menunjukkan bahwa penerapan sistem irigasi tetes berbasis IoT dapat meningkatkan akurasi pengairan sekaligus mendukung pemantauan pertumbuhan tanaman cabai secara lebih efisien. Selain itu, penggunaan data kelembapan tanah sebagai dasar pengambilan keputusan irigasi juga terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air serta mendukung pertumbuhan tanaman cabai rawit secara lebih optimal (Suryaningrat et al., 2022).

Selain pengelolaan irigasi,

budidaya cabai rawit juga menghadapi permasalahan dalam pengendalian hama. Penyemprotan pestisida yang masih dilakukan secara manual sering kali tidak tepat waktu, kurang efisien, dan berpotensi meningkatkan paparan bahan kimia terhadap petani. Oleh karena itu, penerapan sistem penyemprotan pestisida otomatis berbasis IoT menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan efektivitas pengendalian hama sekaligus mengurangi kontak langsung pengguna dengan pestisida (Mujaddidin et al., 2020).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem irigasi tetes dan penyemprotan pestisida otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan sensor kelembapan tanah, sensor intensitas cahaya BH1750, dan sensor hujan sebagai parameter utama dalam pengambilan keputusan irigasi. Penggunaan beberapa sensor secara terpadu diharapkan mampu meningkatkan ketepatan penyiraman sesuai kondisi lingkungan serta mendukung pemenuhan kebutuhan air tanaman pada setiap fase pertumbuhan, sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien dan proses budidaya cabai rawit dapat berjalan lebih optimal (Oktavia et al., 2025).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan *Agile Methodology*. Pendekatan ini dipilih karena bersifat fleksibel dan sesuai untuk pengembangan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT).

Ramadhan et al. Menyatakan bahwa *metode Agile* menawarkan pendekatan yang fleksibel dan iteratif sehingga sesuai digunakan pada pengembangan sistem secara bertahap (Chandra Ramadhan et al., 2025). Metodologi Penelitian terdapat pada Gambar 1:



Gambar 1 Metodologi Penelitian

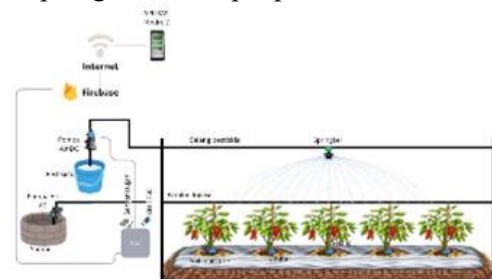
Plan (Perencanaan)

Tahap plan dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan pada penyiraman tanaman cabai rawit serta menentukan kebutuhan sistem melalui studi literatur. Pada tahap ini ditetapkan tujuan penelitian, yaitu merancang sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu melakukan penyiraman otomatis dan monitoring melalui aplikasi mobile.

Design (Perancangan)

Tahap design meliputi perancangan topologi sistem, perangkat keras, dan perangkat lunak. Perancangan dilakukan untuk menggambarkan hubungan antara

sensor, mikrokontroler, aktuator, dan aplikasi sehingga memudahkan proses implementasi serta pengujian sistem. Topologi alat terdapat pada Gambar 2:



Gambar 2 Topologi Alat

Topologi sistem menggunakan ESP32 sebagai pusat pengendali yang terhubung dengan sensor kelembapan tanah, sensor hujan, dan sensor cahaya BH1750. Data sensor diproses oleh ESP32 dan dikirim ke Firebase sehingga dapat dimonitor melalui aplikasi Android secara *real-time*. Selanjutnya, ESP32 mengendalikan pompa irigasi dan pompa penyemprot pestisida melalui relay sehingga penyiraman dan pengendalian hama dapat dilakukan secara otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT).

Alat Dan Bahan

Tabel 1. Alat Dan Bahan

Jenis	Tools / Software	Deskripsi
Perangkat Keras	Soil moisture	Mengukur kelembapan tanah.
	Sensor hujan	Mendeteksi adanya hujan.
	Sensor cahaya (BH1750)	Mengukur intensitas cahaya.
	ESP32	Memproses data dan mengendalikan sistem.
	Modul Relay 2 Channel	Mengontrol pompa secara otomatis.
	Power Supply	Menyuplai daya ke seluruh sistem.
	Pompa Air DC	Menyemprotkan pestisida.
Perangkat Lunak	Pompa Air AC	Mengalirkan air irigasi.
	Arduino IDE	Menulis dan mengunggah program ke ESP32.
	Kodular	Membuat aplikasi Android.
	Companion	Menguji aplikasi Android.
	Excel	Mengolah dan menyajikan data.

Flowchart Sistem

Flowchart sistem dimulai dengan inialisasi ESP32, sensor, Firebase, dan aktuator, kemudian dilanjutkan dengan

pembacaan data kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan kondisi hujan. Sistem akan mengaktifkan pompa irigasi apabila tiga kondisi terpenuhi secara

bersamaan, yaitu kelembapan tanah < 70%, intensitas cahaya sesuai waktu penyiraman, dan tidak sedang hujan. Selain itu, pompa pestisida bekerja secara otomatis berdasarkan jadwal yang telah ditentukan. Seluruh data dan status sistem dikirim ke Firebase untuk monitoring melalui aplikasi Android, kemudian proses diulang secara terus-menerus (looping). *Flowchart* sistem terdapat pada Gambar 3:



Gambar 3 *Flowchart* Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

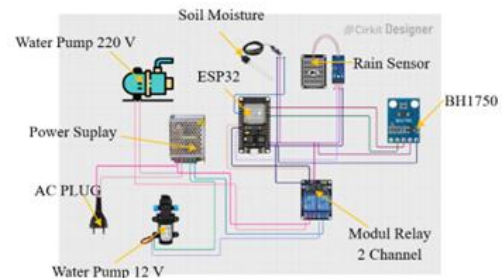
Develop (Pengembangan)

Pada tahap *develop* dilakukan pengembangan sistem berdasarkan hasil perancangan yang telah dibuat. Pengembangan meliputi perangkat keras berupa perakitan mikrokontroler, sensor, dan modul relay, serta perangkat lunak berupa pemrograman mikrokontroler dan perancangan antarmuka aplikasi menggunakan kodular. Tahap ini menghasilkan sistem yang terintegrasi dan siap untuk dilakukan pengujian pada tahap berikutnya.

Skema Rangkain Alat

Sistem mengintegrasikan mikrokontroler ESP32, sensor kelembapan tanah, sensor hujan, sensor intensitas cahaya BH1750, modul relay, serta pompa air untuk memantau kondisi lingkungan dan mengendalikan penyiraman secara otomatis. Data dari sensor diproses oleh ESP32 untuk menentukan pengoperasian pompa air

melalui sistem irigasi tetes. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan penyemprotan pestisida otomatis menggunakan pompa dan springkle yang dikendalikan berdasarkan jadwal atau perintah dari aplikasi monitoring. Dengan demikian, penyiraman dan pengendalian hama dapat dilakukan secara otomatis dan dipantau dari jarak jauh melalui internet. Skema rangkaian alat terdapat apad Gambar 4:



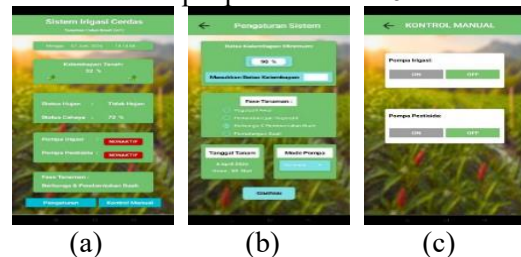
Gambar 4 Skema Rangkaian Alat



Gambar 5 Rangkaian Alat

User Interface

User interface dirancang sebagai media interaksi antara pengguna dengan sistem irigasi dan pengendalian hama berbasis *Internet of Things* (IoT). Melalui aplikasi mobile, pengguna dapat memantau kondisi tanaman secara *real-time*, seperti kelembapan tanah, status cahaya, dan status hujan, serta melakukan pengendalian dan konfigurasi sistem dengan tampilan yang sederhana dan mudah digunakan. Tampilan user interface terdapat pada Gambar 6:



Gambar 6 (a) Halaman utama aplikasi, (b) Halaman pengaturan sistem, (c) Halaman kontrol manual

Database

Firestore Realtime Database digunakan sebagai media penyimpanan dan pengelolaan data sistem secara *real-time*. Database ini menyimpan data hasil pembacaan sensor serta parameter kontrol sehingga memungkinkan sinkronisasi antara ESP32 dan aplikasi monitoring. Tampilan firestore realtime database terdapat pada Gambar 7:



Gambar 7 Firestore Realtime Database

Pengujian Akurasi Sensor Kelembapan Tanah

Pengujian sensor kelembapan tanah dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor soil moisture dengan moisture meter analog sebagai alat referensi. Hasil pengujian menunjukkan nilai kelembapan sebesar 51% pada sensor dan 50% pada alat referensi.

Tabel 2 Pengujian Akurasi Sensor Kelembapan Tanah

Parameter	Nilai
Nilai sensor soil moisture	51%
Nilai moisture meter (relatif)	50%
Error relatif	2%

Akurasi sensor	98%
----------------	-----

Hasil pengujian menunjukkan nilai error relatif sebesar 2%, yang menandakan bahwa sensor soil moisture memiliki akurasi yang baik dan layak digunakan untuk mendukung sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* (IoT).

Pengujian Fungsional sistem

1. Kondisi 1 – Jadwal penyiraman dilakukan pada jam 07:00-08:00(pagi) atau jam 17:00-18:00(sore). Diluar itu, pompa tidak bisa hidup secara otomatis.
2. Kondisi 2 – Kelembapan: nilai dari kelembapan tanah harus lebih rendah dari batas kelembapan yaitu 70%.
3. Kondisi 3 – Hujan: sensor hujan mendeteksi nilai raw ≥ 2500 , yang diartikan sebagai (tidak hujan). jika sedang hujan maka penyiraman dilewati.
4. Kondisi 4 – Cahaya: khusus sesi pagi, persentase cahaya harus $\leq 15\%$. Untuk sesi sore persentase cahaya harus $\leq 20\%$

Jika salah satu syarat tidak terpenuhi, sesi langsung ditandai selesai dan tidak dicoba lagi sampai sesi berikutnya (besok). Sedangkan pompa pestisida hanya akan menyala disetiap hari minggu pada pukul 17:00 (sore).

Tabel 3 Pengujian Fungsional Prangkat

Perangkat/Komponen	Pengujian	Status	
		Berhasil	Gagal
ESP32	Upload program dan koneksi internet	Berhasil	
Soil Moisture	Membaca kelembapan tanah	Berhasil	
BH1750	Membaca intensitas cahaya	Berhasil	
Sensor Hujan	Mendeteksi kondisi hujan	Berhasil	
Relay	Mengontrol Pompa	Berhasil	
Pompa Air AC	Menyiram tanaman otomatis	Berhasil	
Pompa Air DC	Penyemprotan hama otomatis	Berhasil	
Firebase	Mengirim dan menerima data	Berhasil	
Kodular	Tampilan Monitoring	Berhasil	

Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan menggunakan metode *black box* testing

dengan memberikan masukan pada setiap fitur dan mengamati keluaran yang dihasilkan. Pengujian ini bertujuan untuk

memastikan aplikasi berfungsi dengan baik serta mampu menampilkan data

monitoring dan merespons kondisi sistem secara tepat.

Tabel 4 Pengujian Aplikasi

Fitur yang di Uji	Ekspetasi Output	Hasil Uji
Monitoring kelembapan tanah	Nilai kelembapan tanah tampil di aplikasi dan sesuai dengan konsisi sensor	Berhasil
Monitoring status hujan	Status hujan berubah sesuai konsisi sensor	Berhasil
Monitoring cahaya	Intensitas cahaya berubah sesuai kondisi sensor	Berhasil
Monitoring status pompa	Status pompa tampil aktif atau nonaktif di aplikasi	Berhasil
Pengaturan batas kelembapan	Nilai batas kelembapan berhasil tersimpan pada sistem	Berhasil
Pengaturan fase tanaman	Fase berhasil tersimpan dan dipilih sesuai kebutuhan pengguna	Berhasil
Pengaturan tanggal tanam	Umur tanaman dihitung otomatis berdasarkan tanggal tanam	Berhasil
Pengaturan mode pompa	Mode berubah sesuai pilihan pengguna	Berhasil
Menyimpan data pengaturan	Data pengaturan berhasil tersimpan pada database firebase	Berhasil
Kontrol manual pompa	Pompa irigasi dan pestisida aktif atau nonaktif sesuai perintah	Berhasil

Release (Penerapan)

Pada tahap penerapan sistem, dilakukan penerapan hasil perancangan ke dalam bentuk sistem yang dapat bekerja secara nyata. Penerapan ini meliputi pemasangan dan integrasi seluruh komponen perangkat keras yang digunakan dalam sistem irigasi dan pengendalian hama berbasis *Internet of Things* (IoT). Implementasi sistem terdapat pada Gambar 8:



Gambar 8 Implementasi sistem

Review (Evaluasi)

Tahap *review* dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan hasil pengujian sensor dan respons sistem terhadap penyiraman serta penyemprotan pestisida. Hasil evaluasi digunakan untuk mengetahui kesesuaian kinerja sistem dengan kebutuhan tanaman.

Evaluasi Sistem Irigasi

Evaluasi sistem irigasi dilakukan untuk menilai kinerja pompa air otomatis berdasarkan parameter kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan kondisi hujan pada setiap fase pertumbuhan tanaman cabai rawit, sehingga dapat diketahui tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan penyiraman secara otomatis.

Tabel 5 Fase II Perkembangan Vegetatif (Umur 21-40 hari)

Hari/tanggal	Umur	SeKelembapa	Cahaya	Hujan	Status Pomp	ValiTida
2 Mei 2026	24 Sor	96%	12%	Tidak Huja	OFF	✓
3 Mei 2026	25 Pağ	86%	30%	Hujan	OFF	✓
	Sor	86%	37%	Tidak Huja	OFF	✓
8 Mei 2026	30 Sor	86%	8%	Tidak Huja	OFF	✓
9 Mei 2026	31 Pağ	87%	10%	Tidak Huja	OFF	✓

17 Mei 2026	Sore	85%	13% Tidak Hujan	OFF	✓
	Pagi	100%	2% Hujan	OFF	✓
	Sore	100%	29% Tidak Hujan	OFF	✓

$$\text{Validitas} = \frac{\text{Jumlah Data Valid}}{\text{Total Data}} 100\%$$

$$= \frac{8}{8} 100\%$$

$$= 100\%$$

Berdasarkan Tabel 5, seluruh pengujian irigasi tetes pada fase 2 perkembangan vegetatif menunjukkan hasil yang valid dengan tingkat validitas sebesar 100%.

Tabel 6 Fase III Berbunga dan Pembentukan Buah (Umur 41-70 hari)

Hari/tanggal	Umur	Sesi	Kelembapan	Cahaya	Hujan	Status Pompa	Valid	Tidak
21 Mei 2026	43	Sore	73%	5%	Tidak Hujan	OFF	✓	
22 Mei 2026	44	Pagi	43%	7%	Tidak Hujan	ON	✓	
		Sore	62%	23%	Tidak Hujan	OFF	✓	
24 Mei 2026	46	Sore	48%	2%	Hujan	OFF	✓	
25 Mei 2026	47	Pagi	44%	3%	Hujan	OFF	✓	
		Sore	46%	17%	Tidak Hujan	ON	✓	
26 Mei 2026	48	Pagi	46%	2%	Tidak Hujan	ON	✓	
		Sore	45%	14%	Tidak Hujan	ON	✓	

Tabel 7 Fase IV Pematangan Buah (Umur > 70 hari)

Hari/tanggal	Umur	Sesi	Kelembapan	Cahaya	Hujan	Status Pompa	Valid	Tidak
18 Juni 2026	71	Pagi	43%	2%	Hujan	OFF	✓	
		Sore	51%	10%	Tidak Hujan	ON	✓	
19 Juni 2026	72	Pagi	45%	5%	Tidak Hujan	ON	✓	
		Sore	73%	2%	Tidak Hujan	ON	✓	
20 Juni 2026	73	Pagi	48%	4%	Hujan	OFF	✓	
		Sore	43%	12%	Tidak Hujan	ON	✓	
21 Juni 2026	74	Pagi	53%	4%	Hujan	OFF	✓	
		Sore	47%	6%	Hujan	OFF	✓	
22 Juni 2026	75	Pagi	46%	1%	Hujan	OFF	✓	
		Sore	45%	13%	Hujan	OFF	✓	

Evaluasi Sistem Penyemprotan Pestisida

Evaluasi sistem penyemprotan pestisida dilakukan untuk menilai kinerja penyemprotan otomatis berdasarkan

parameter dan jadwal yang telah ditentukan, sehingga dapat diketahui kemampuan sistem dalam mendukung pengendalian hama secara otomatis dan efisien.

Tabel 8 Fase II Perkembangan Vegetatif (Umur 21-40 hari)

Hari/Tanggal	Umur	Jadwal Penyemprotan	Status Pompa	Valid	Tidak
3 Mei 2026	25	Minggu sore (17:00)	ON	✓	
17 Mei 2026	39	Minggu sore (17:00)	ON	✓	

$$\begin{aligned}
 \text{Validitas} &= \frac{\text{Jumlah Data Valid}}{\text{Total Data}} \\
 &\quad \times 100\% \\
 &= \frac{2}{2} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 8, seluruh pengujian penyemprotan pada fase 2 perkembangan vegetatif menunjukkan hasil yang valid dengan tingkat validitas sebesar 100%.

Tabel 9 Fase III Berbunga dan Pembentukan Buah (Umur 41-70 hari)

Hari/Tanggal	Umur	Jadwal Penyemprotan	Status Pompa	Valid	Tidak
24 Mei 2026	46	Minggu sore (17:00)	ON	✓	
31 Mei 2026	53	Minggu sore (17:00)	ON	✓	
7 Juni 2026	60	Minggu sore (17:00)	ON	✓	

Berdasarkan Tabel 9, seluruh pengujian penyemprotan pada fase 3 berbunga dan pembentukan buah menunjukkan hasil yang valid dengan tingkat validitas sebesar 100%.

Tabel 10 Fase IV Pematangan Buah (Umur > 70 hari)

Hari/Tanggal	Umur	Jadwal Penyemprotan	Status Pompa	Valid	Tidak
21 Juni 2026	74	Minggu sore (17:00)	ON	✓	
28 Juni 2026	81	Minggu sore (17:00)	ON	✓	

Berdasarkan Tabel 12, seluruh pengujian penyemprotan pada fase 4 pematangan buah menunjukkan hasil yang valid dengan tingkat validitas sebesar 100%.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem irigasi tetes dan penyemprotan pestisida berbasis *Internet of Things* (IoT) pada tanaman cabai rawit.

Sistem mampu melakukan monitoring kondisi lingkungan secara *real-time*, mengendalikan penyiraman berdasarkan kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan kondisi hujan, serta melakukan penyemprotan pestisida secara otomatis sesuai jadwal.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi sesuai rancangan dengan tingkat validitas sebesar 100% pada pengujian irigasi dan penyemprotan pestisida.

DAFTAR PUSTAKA

- As'ari, H., & Qiram, I. (2023). Peningkatan Laju Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Melalui Penerapan Sistem Irigasi Tetes. *JURNAL BIOSENSE*, 6(02), 265–271. <https://doi.org/10.36526/biosense.v6i02.3380>
- Chandra Ramadhan, Mamok Andri Senubekti, & Dien Amalia. (2025). Penerapan Metodologi Agile dalam Pengembangan Perangkat Lunak. *Router : Jurnal Teknik Informatika Dan Terapan*, 3(2), 10–15. <https://doi.org/10.62951/router.v3i2.411>
- Mujaddidin, M. A., Ulum, M., Rahmawati, D., & Joni, K. (2020). Design of Automatic Pesticide Sprayers on Internet-Based Chilli Plants. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 4(2), 115–127.

- <https://doi.org/10.21070/jeeeu.v4i2.312>
- Oktavia, A., Widowati, Pudjiastuti, A. Q., Praseyorini, L., Agastya, I. M. I., Cahya, U. T. W., & Wilujeng, R. (2025). Optimizing water usage for chilli (*Capsicum frutescens* L.) through drip irrigation using Cropwat in Malang Regency Indonesia. *Journal of Agrometeorology*, 27(1), 114–116. <https://doi.org/10.54386/jam.v27i1.2798>
- Pandey, Y., Mehraj, N., Maryam, M., Dadhich, S. M., & Mir, G. M. (2023). Studies on Smart Irrigation System Using IoT Approaches 1 2 3 4 5. *Journal of AgriSearch*, 10(4), 249–255.
- Pertiwi, A., Kristianti, V. E., Jatnita, I., & Daryanto, A. (2021). Sistem Otomatisasi Drip Irigasi Dan Monitoring Pertumbuhan Tanaman Cabai Berbasis Internet Of Things. *Sebatik*, 25(2), 739–747. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v25i2.1623>
- Suryaningrat, A., Kurnianto, D., & Rochmanto, R. A. (2022). Sistem Monitoring Kelembaban Tanaman Cabai Rawit menggunakan Irigasi Tetes Gravitasi berbasis Internet Of Things (IoT). *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(3), 568. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v10i3.568>