

Sistem IoT Pemantau Kelembapan dan Penyiraman Otomatis Cabai Rawit Berbasis Metode Air Mancur Via Bluetooth

Pawitra Ramadhani^{1)*} , Ahmad Ramadhani²⁾ 

¹⁾ ²⁾ Universitas Madura, Pamekasan, Indonesia

¹⁾ mahfudrama2004@gmail.com, ²⁾ ahmrmdhani013@gmail.com

Abstrak

Pengelolaan kelembapan tanah yang tidak optimal masih menjadi permasalahan utama dalam budidaya cabai rawit, khususnya pada praktik penyiraman manual yang bersifat subjektif dan kurang efisien dalam penggunaan air. Perkembangan Internet of Things (IoT) memberikan peluang penerapan sistem pertanian cerdas untuk meningkatkan presisi penyiraman tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem IoT pemantauan kelembapan tanah dan penyiraman otomatis cabai rawit berbasis metode air mancur dengan komunikasi Bluetooth. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental kuantitatif dengan pendekatan rekayasa sistem. Sistem dirancang menggunakan sensor kelembapan tanah, mikrokontroler, modul Bluetooth, dan pompa air, kemudian diuji untuk memantau perubahan kelembapan tanah serta respons penyiraman otomatis berdasarkan ambang batas yang ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau kelembapan tanah secara kontinu dan mengaktifkan penyiraman otomatis ketika kelembapan berada di bawah ambang minimum. Metode penyiraman air mancur menghasilkan distribusi air yang merata dan mampu meningkatkan kelembapan tanah dari 40% hingga mencapai kisaran optimal 60–65%. Sistem monitoring berbasis Bluetooth berjalan stabil dan memungkinkan pemantauan kondisi sistem secara real-time tanpa koneksi internet. Sistem IoT yang dikembangkan terbukti efektif dalam menjaga kelembapan tanah cabai rawit, meningkatkan efisiensi penggunaan air, serta mengurangi ketergantungan pada penyiraman manual. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem berbasis jaringan yang lebih luas dan mengintegrasikan analisis kebutuhan air berdasarkan fase pertumbuhan tanaman.

Kata Kunci: Internet of Things, Kelembapan Tanah, Penyiraman Otomatis, Cabai Rawit, Smart Agriculture

Article history: Received 5 April 2025, first decision 22 April 2025, accepted 22 August 2025, available online 28 October 2025

I. PENDAHULUAN

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura strategis di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta peran penting dalam menjaga stabilitas harga pangan nasional[1]. Permintaan cabai rawit cenderung meningkat setiap tahun, seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan konsumsi masyarakat. Namun demikian, produktivitas cabai rawit masih menghadapi berbagai kendala, terutama yang berkaitan dengan faktor lingkungan dan manajemen budidaya[2], [3]. Salah satu faktor kritis yang sangat memengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit adalah ketersediaan air dan tingkat kelembapan tanah yang sesuai dengan kebutuhan fisiologis tanaman[4]. Kelembapan tanah yang tidak terkontrol dapat menyebabkan berbagai permasalahan, seperti stres air, pertumbuhan vegetatif yang tidak optimal, penurunan kualitas buah, hingga meningkatnya risiko serangan penyakit akar. Pada praktik pertanian konvensional, penyiraman tanaman cabai rawit umumnya masih dilakukan secara manual dengan mengandalkan pengalaman petani[5], [6]. Pendekatan ini bersifat subjektif, tidak presisi, dan sering kali tidak mempertimbangkan kondisi aktual kelembapan tanah. Akibatnya, penggunaan air menjadi tidak efisien dan berpotensi menurunkan produktivitas tanaman, terutama pada kondisi iklim yang tidak menentu[7], [8].

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, khususnya Internet of Things (IoT), membuka peluang besar dalam meningkatkan efisiensi dan presisi sistem pertanian modern. IoT memungkinkan integrasi antara sensor, aktuator, perangkat komputasi, dan sistem komunikasi untuk memantau serta mengendalikan kondisi lingkungan secara real-time[9]. Dalam konteks *smart agriculture*, teknologi IoT telah banyak diterapkan untuk pemantauan kelembapan tanah, suhu, intensitas cahaya, hingga pengendalian irigasi otomatis[10]. Berbagai penelitian internasional menunjukkan bahwa penerapan sistem irigasi berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi penggunaan

* Pawitra Ramadhani

air, menurunkan biaya operasional, serta meningkatkan hasil panen secara signifikan. Meskipun demikian, implementasi teknologi IoT di tingkat petani kecil masih menghadapi beberapa tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur jaringan internet, biaya implementasi, serta kompleksitas sistem[11], [12]. Oleh karena itu, diperlukan solusi teknologi yang sederhana, terjangkau, namun tetap efektif dalam mendukung sistem pertanian cerdas. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah penggunaan komunikasi Bluetooth sebagai media pertukaran data jarak dekat antara perangkat IoT dan pengguna. Teknologi Bluetooth memiliki keunggulan dalam hal konsumsi daya yang rendah, kemudahan konfigurasi, serta tidak bergantung pada koneksi internet, sehingga lebih sesuai untuk diterapkan pada lingkungan pertanian skala kecil hingga menengah[13], [14].

Selain aspek komunikasi, metode penyiraman juga menjadi komponen penting dalam sistem irigasi otomatis. Metode air mancur merupakan salah satu teknik penyiraman yang mampu mendistribusikan air secara merata di sekitar area perakaran tanaman. Metode ini berpotensi meningkatkan efisiensi penyerapan air oleh tanah serta mengurangi limpasan air yang berlebihan[15]. Dibandingkan dengan penyiraman langsung atau sistem tetes sederhana, metode air mancur dapat memberikan kelembapan yang lebih merata, terutama pada media tanam cabai rawit yang memiliki sistem perakaran relatif dangkal. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengusulkan sebuah sistem IoT untuk pemantauan kelembapan tanah dan penyiraman otomatis tanaman cabai rawit berbasis metode air mancur dengan dukungan komunikasi Bluetooth[16]. Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi kelembapan tanah secara kontinu menggunakan sensor kelembapan, kemudian mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan. Data kelembapan tanah serta status penyiraman dapat dipantau oleh pengguna melalui perangkat mobile yang terhubung melalui Bluetooth, sehingga petani dapat melakukan pengawasan dan pengendalian sistem dengan mudah.

Kontribusi utama dari penelitian ini terletak pada integrasi antara teknologi IoT, metode penyiraman air mancur, dan komunikasi Bluetooth dalam satu sistem yang sederhana namun fungsional[17], [18]. Pendekatan ini diharapkan mampu menjadi solusi praktis bagi petani cabai rawit dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi ketergantungan pada penyiraman manual, serta menjaga kondisi kelembapan tanah tetap optimal. Selain itu, sistem yang dikembangkan juga memiliki potensi untuk direplikasi dan dikembangkan lebih lanjut pada komoditas hortikultura lainnya[19]. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang informatika terapan dan *smart agriculture*, khususnya dalam pengembangan sistem irigasi cerdas yang adaptif, efisien, dan mudah diimplementasikan. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi petani, peneliti, maupun pengambil kebijakan dalam mendorong transformasi pertanian menuju pertanian presisi berbasis teknologi digital.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Internet of Things dalam Smart Agriculture

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik terhubung dan saling berkomunikasi melalui jaringan untuk mengumpulkan, memproses, dan bertukar data secara otomatis. Dalam konteks *smart agriculture*, IoT berperan sebagai fondasi utama dalam mewujudkan pertanian presisi melalui pemantauan kondisi lingkungan secara real-time dan pengendalian sistem budidaya secara adaptif[20]. Integrasi sensor, mikrokontroler, dan aktuator memungkinkan proses pengambilan keputusan berbasis data yang lebih objektif dan akurat dibandingkan metode konvensional. Penerapan IoT pada sektor pertanian terbukti mampu meningkatkan efisiensi sumber daya, terutama air, serta mendukung keberlanjutan sistem pertanian modern[21], [22].

2. Pemantauan Kelembapan Tanah

Kelembapan tanah merupakan salah satu parameter lingkungan yang sangat menentukan pertumbuhan dan produktivitas tanaman hortikultura, termasuk cabai rawit. Tanaman cabai rawit membutuhkan tingkat kelembapan tanah yang stabil agar proses penyerapan unsur hara dan air dapat berlangsung secara optimal[23]. Sensor kelembapan tanah berfungsi untuk mendeteksi kadar air dalam media tanam dan mengonversinya menjadi data digital yang dapat diproses oleh sistem[24]. Dengan pemantauan kelembapan tanah secara kontinu, sistem dapat menghindari kondisi kekeringan maupun kelebihan air yang berpotensi merusak struktur tanah dan sistem perakaran tanaman.

3. Sistem Penyiraman Otomatis

Sistem penyiraman otomatis merupakan solusi teknologi yang dirancang untuk mengatur pemberian air kepada tanaman berdasarkan kondisi lingkungan yang terukur[25]. Sistem ini bekerja dengan mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air secara otomatis ketika nilai kelembapan tanah berada di bawah atau di atas ambang batas tertentu. Pendekatan ini mampu mengurangi ketergantungan pada penyiraman manual yang bersifat subjektif dan tidak konsisten. Selain itu, sistem penyiraman otomatis dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air serta menjaga stabilitas kondisi tanah, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih optimal dan berkelanjutan[26], [27].

4. Metode Penyiraman Air Mancur

Metode penyiraman air mancur merupakan teknik distribusi air yang menyemprotkan air secara menyebar di sekitar area tanaman. Metode ini memungkinkan air jatuh ke permukaan tanah secara merata dan menyerupai pola hujan ringan, sehingga meningkatkan daya serap tanah terhadap air. Dibandingkan dengan metode penyiraman langsung, air mancur dapat mengurangi risiko erosi tanah dan genangan air di satu titik tertentu[28], [29]. Pada tanaman cabai rawit yang memiliki sistem perakaran relatif dangkal, metode air mancur dinilai efektif dalam menjaga kelembapan tanah secara merata di zona perakaran.

5. Komunikasi Bluetooth pada Sistem IoT

Komunikasi Bluetooth merupakan teknologi komunikasi nirkabel jarak dekat yang banyak digunakan pada sistem IoT skala kecil hingga menengah[30]. Bluetooth memiliki keunggulan dalam hal konsumsi daya yang rendah, kemudahan integrasi, serta tidak memerlukan koneksi internet. Dalam sistem pertanian cerdas, Bluetooth dapat dimanfaatkan sebagai media komunikasi antara perangkat IoT dan aplikasi pengguna pada perangkat mobile. Pendekatan ini memungkinkan petani untuk memantau kondisi sistem dan melakukan kontrol secara langsung di lapangan, terutama pada wilayah yang memiliki keterbatasan akses jaringan internet[31].

6. Integrasi IoT, Bluetooth, dan Sistem Penyiraman

Integrasi antara IoT, komunikasi Bluetooth, dan sistem penyiraman otomatis membentuk sebuah ekosistem teknologi yang mendukung pertanian presisi berbasis kebutuhan tanaman. Sensor kelembapan tanah berperan sebagai sumber data utama, mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengolahan dan pengambilan keputusan, sementara aktuator mengendalikan proses penyiraman secara fisik. Bluetooth memungkinkan interaksi manusia dengan sistem secara sederhana dan efisien. Kombinasi teknologi ini menghasilkan sistem yang adaptif, hemat energi, dan mudah diterapkan pada skala petani kecil[32], [33].

7. Relevansi terhadap Budidaya Cabai Rawit

Budidaya cabai rawit memerlukan pengelolaan air yang tepat untuk menjaga kualitas dan kuantitas hasil panen. Penerapan sistem IoT pemantauan kelembapan dan penyiraman otomatis berbasis metode air mancur memberikan pendekatan yang sistematis dalam memenuhi kebutuhan air tanaman. Sistem ini relevan untuk mendukung peningkatan produktivitas cabai rawit sekaligus mengurangi pemborosan air, sehingga sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan dan *smart agriculture*[34].

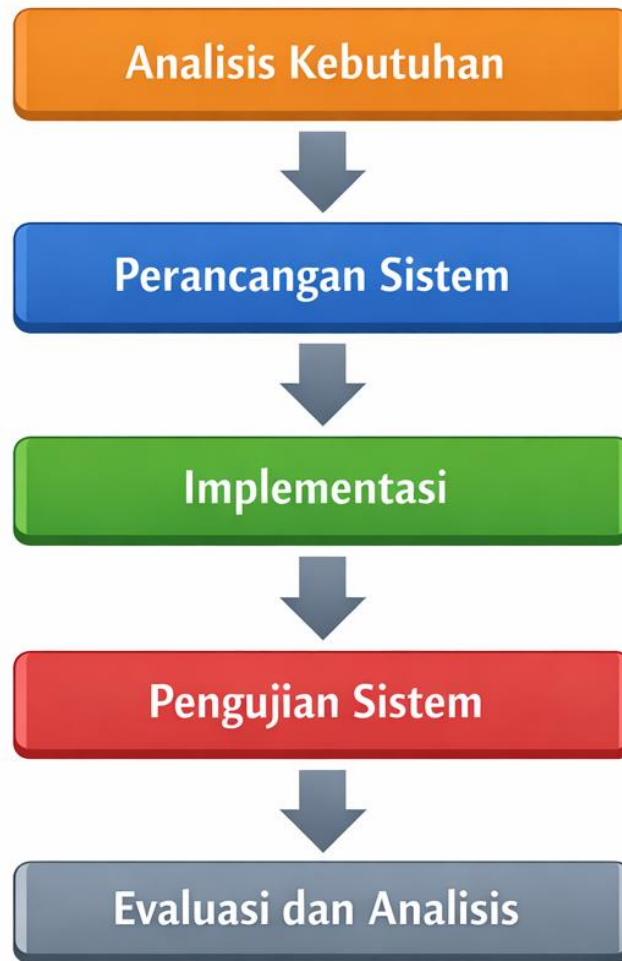
III. METODE

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian rekayasa (*engineering research*) dengan fokus pada perancangan, implementasi, dan pengujian sistem Internet of Things (IoT) untuk pemantauan kelembapan tanah dan penyiraman otomatis tanaman cabai rawit. Pendekatan yang digunakan bersifat eksperimental, di mana sistem yang dirancang diuji secara langsung untuk mengevaluasi kinerja fungsional dan respons sistem terhadap perubahan kondisi kelembapan tanah[35], [36]. Metode ini dipilih karena sesuai untuk mengukur efektivitas sistem berbasis perangkat keras dan perangkat lunak dalam lingkungan pertanian.

1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Pada tahap analisis kebutuhan, dilakukan identifikasi parameter lingkungan yang relevan dengan pertumbuhan cabai rawit, khususnya kelembapan tanah. Selanjutnya dilakukan perancangan arsitektur sistem yang mencakup perangkat sensor, mikrokontroler, modul komunikasi Bluetooth, pompa air, serta mekanisme penyiraman metode air mancur[37], [38]. Tahap implementasi melibatkan perakitan perangkat keras dan pengembangan perangkat lunak pengendali sistem. Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan rancangan dan mampu melakukan penyiraman otomatis berdasarkan nilai kelembapan tanah[39].



Gambar 1. Diagram Alur Tahapan Penelitian

2. Perancangan Sistem

Sistem yang dikembangkan terdiri dari tiga komponen utama, yaitu unit sensor, unit pemrosesan, dan unit aktuator. Unit sensor menggunakan sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi kadar air pada media tanam. Data dari sensor kemudian dikirim ke mikrokontroler sebagai unit pemrosesan utama[40]. Mikrokontroler bertugas membaca data sensor, membandingkannya dengan nilai ambang batas kelembapan, serta mengendalikan pompa air secara otomatis. Unit aktuator berupa pompa air yang dihubungkan dengan sistem penyiraman metode air mancur untuk mendistribusikan air secara merata ke area tanaman[41].

3. Mekanisme Penyiraman Otomatis

Mekanisme penyiraman otomatis bekerja berdasarkan nilai ambang batas kelembapan tanah yang telah ditentukan. Ketika sensor mendeteksi kelembapan tanah berada di bawah ambang batas minimum, mikrokontroler akan mengaktifkan pompa air sehingga proses penyiraman metode air mancur berlangsung. Penyiraman akan dihentikan secara otomatis ketika nilai kelembapan tanah telah mencapai ambang batas maksimum. Pendekatan ini memastikan tanah berada pada kondisi kelembapan yang optimal dan mencegah terjadinya penyiraman berlebihan[42], [43].

4. Komunikasi dan Monitoring

Sistem menggunakan modul Bluetooth sebagai media komunikasi antara perangkat IoT dan aplikasi monitoring pada perangkat mobile. Bluetooth memungkinkan pengguna untuk memantau nilai kelembapan tanah, status pompa air, serta kondisi sistem secara langsung tanpa memerlukan koneksi internet[44], [45]. Selain monitoring, komunikasi Bluetooth juga dapat digunakan untuk melakukan pengaturan ulang nilai ambang batas kelembapan sesuai dengan kebutuhan tanaman atau kondisi lingkungan.

5. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi nilai kelembapan tanah, status penyiraman, dan waktu aktif pompa air[46],[47]. Data diperoleh dari hasil pembacaan sensor selama periode pengujian sistem. Analisis data

dilakukan secara deskriptif untuk mengevaluasi respons sistem terhadap perubahan kelembapan tanah serta efektivitas metode penyiraman air mancur dalam menjaga kestabilan kelembapan media tanam[48].

Tabel 1. Parameter Pengujian Sistem

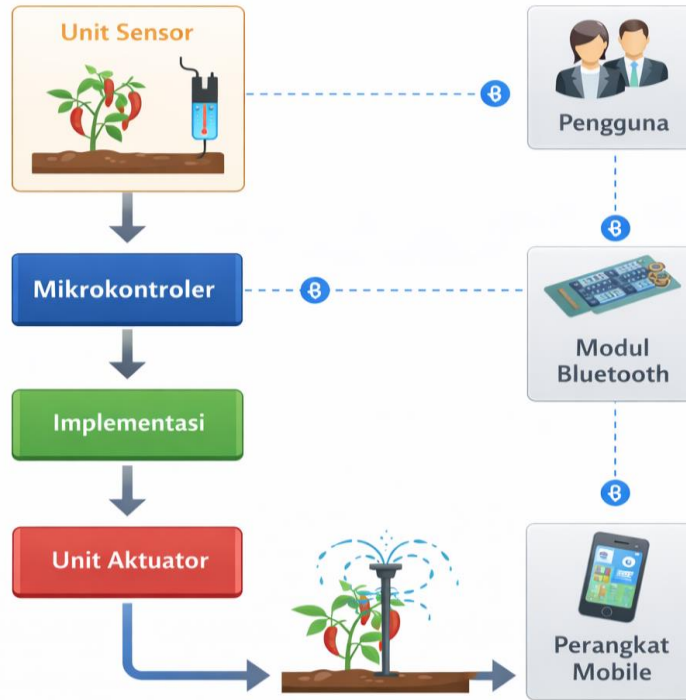
No	Parameter Pengujian	Deskripsi Pengujian	Satuan / Kategori
1	Kelembapan Tanah	Nilai kelembapan tanah yang dibaca oleh sensor pada media tanam cabai rawit	Persen (%)
2	Ambang Kelembapan Minimum	Nilai batas bawah kelembapan tanah untuk mengaktifkan penyiraman otomatis	Persen (%)
3	Ambang Kelembapan Maksimum	Nilai batas atas kelembapan tanah untuk menghentikan penyiraman otomatis	Persen (%)
4	Status Pompa Air	Kondisi pompa air saat sistem bekerja (aktif atau nonaktif)	ON / OFF
5	Waktu Penyiraman	Durasi pompa air aktif dalam satu siklus penyiraman	Detik / Menit
6	Metode Penyiraman	Teknik distribusi air yang digunakan pada sistem	Air Mancur
7	Respons Sistem	Waktu yang dibutuhkan sistem untuk merespons perubahan kelembapan tanah	Detik
8	Kestabilan Komunikasi Bluetooth	Keberhasilan pengiriman data antara sistem IoT dan perangkat mobile	Stabil / Tidak Stabil
9	Frekuensi Pengukuran Sensor	Interval waktu pembacaan data kelembapan tanah	Detik
10	Mode Operasi Sistem	Cara kerja sistem saat pengujian	Otomatis / Manual

Evaluasi sistem dilakukan dengan menilai keberhasilan sistem dalam melakukan penyiraman otomatis sesuai kondisi kelembapan tanah, kestabilan komunikasi Bluetooth, serta pemerataan distribusi air menggunakan metode air mancur[49], [50]. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar untuk menilai kelayakan sistem dalam mendukung budidaya cabai rawit berbasis *smart agriculture*.

IV. HASIL

1. Hasil Implementasi Sistem

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem IoT pemantauan kelembapan tanah dan penyiraman otomatis cabai rawit berbasis metode air mancur berhasil direalisasikan sesuai dengan rancangan. Seluruh komponen utama, meliputi sensor kelembapan tanah, mikrokontroler, modul Bluetooth, pompa air, dan sistem penyiraman air mancur, dapat berfungsi secara terintegrasi. Sistem mampu membaca nilai kelembapan tanah secara kontinu dan mengirimkan data tersebut ke perangkat mobile melalui koneksi Bluetooth.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem IoT Penyiraman Otomatis

2. Hasil Pengujian Pemantauan Kelembapan Tanah

Pengujian sensor kelembapan tanah dilakukan dengan menempatkan sensor pada media tanam cabai rawit dan melakukan pembacaan data secara periodik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi perubahan kadar air dalam tanah dengan baik. Nilai kelembapan tanah meningkat secara bertahap setelah proses penyiraman berlangsung dan menurun secara alami seiring dengan penguapan dan penyerapan air oleh tanaman.

Data hasil pengukuran kelembapan tanah menunjukkan bahwa sistem dapat menjaga kelembapan tanah berada pada rentang ambang batas yang telah ditentukan, sehingga kondisi tanah tetap berada pada tingkat yang optimal bagi pertumbuhan cabai rawit.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kelembapan Tanah Selama Pengujian

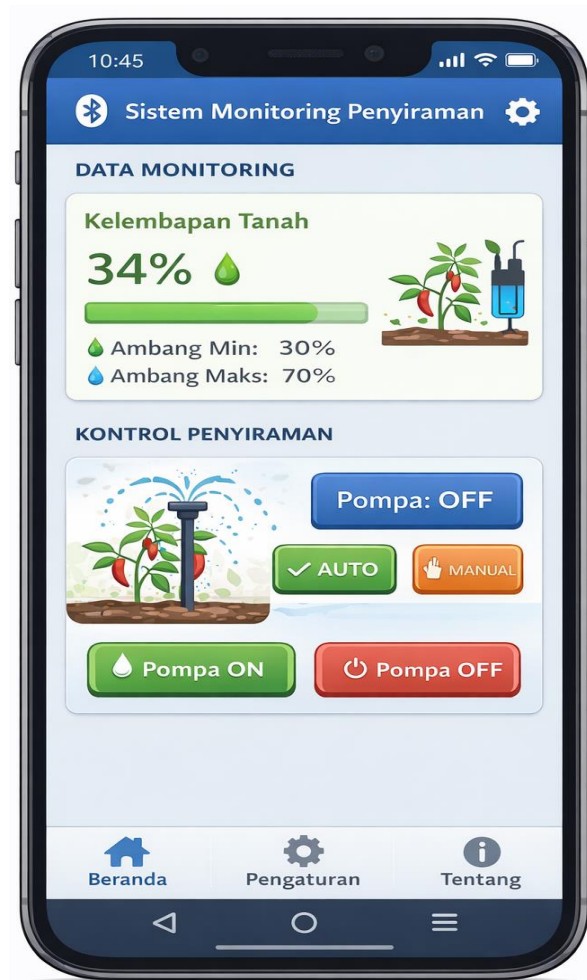
No	Waktu Pengujian (Menit)	Kelembapan Tanah (%)	Status Pompa Air	Keterangan
1	0	58	OFF	Kondisi awal tanah
2	5	52	OFF	Kelembapan menurun
3	10	48	OFF	Mendekati ambang minimum
4	12	40	ON	Pompa aktif
5	14	45	ON	Proses penyiraman berlangsung
6	16	52	ON	Kelembapan meningkat
7	18	60	ON	Distribusi air merata
8	20	66	OFF	Mencapai ambang maksimum
9	22	60	OFF	Kelembapan stabil
10	25	55	OFF	Penurunan alami
11	28	48	OFF	Mendekati ambang minimum
12	30	42	ON	Penyiraman ulang aktif
13	32	50	ON	Kelembapan meningkat
14	35	65	OFF	Kondisi optimal tercapai

3. Hasil Pengujian Penyiraman Otomatis

Hasil pengujian penyiraman otomatis menunjukkan bahwa sistem mampu mengaktifkan dan menonaktifkan pompa air secara otomatis berdasarkan nilai kelembapan tanah. Ketika nilai kelembapan berada di bawah ambang batas minimum, pompa air aktif dan sistem penyiraman metode air mancur bekerja dengan baik. Penyiraman berhenti secara otomatis ketika kelembapan tanah mencapai ambang batas maksimum. Metode penyiraman air mancur menghasilkan distribusi air yang merata di sekitar area perakaran tanaman cabai rawit. Tidak ditemukan genangan air berlebih pada satu titik tertentu, yang menunjukkan bahwa metode ini efektif dalam menjaga keseimbangan kelembapan tanah.

4. Hasil Monitoring Berbasis Bluetooth

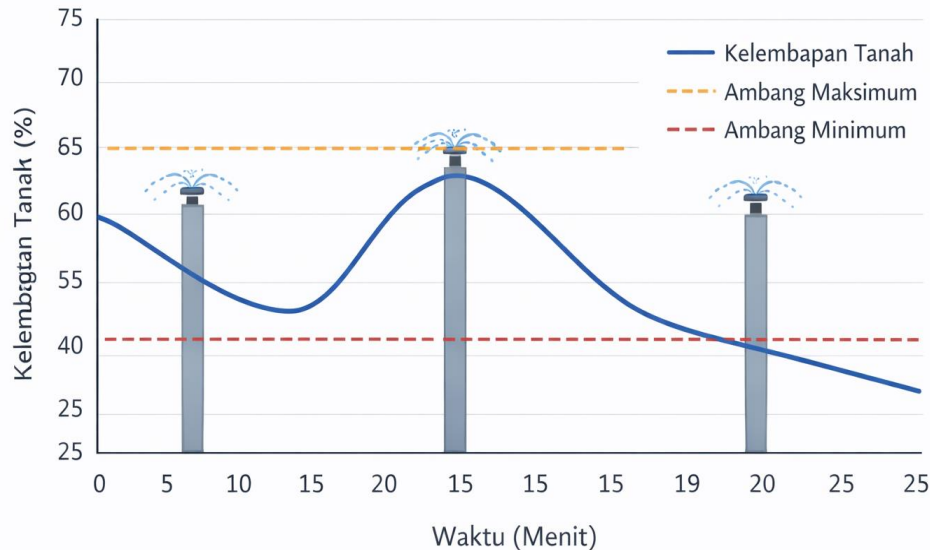
Sistem monitoring berbasis Bluetooth berhasil menampilkan informasi kelembapan tanah, status pompa air, serta mode operasi sistem pada perangkat mobile. Pengguna dapat memantau kondisi sistem secara langsung dan melakukan pengendalian manual apabila diperlukan. Selama proses pengujian, koneksi Bluetooth berjalan stabil dalam jarak operasional yang telah ditentukan dan tidak mengalami gangguan signifikan.



Gambar 3. Antarmuka Monitoring Sistem Berbasis Bluetooth

5. Analisis Hubungan Kelembapan Tanah dan Waktu Penyiraman

Hasil pengujian menunjukkan adanya hubungan yang jelas antara kelembapan tanah dan waktu penyiraman. Semakin rendah nilai kelembapan tanah, semakin lama durasi penyiraman yang dibutuhkan hingga mencapai ambang batas maksimum. Sebaliknya, pada kondisi kelembapan tanah yang relatif tinggi, sistem hanya memerlukan waktu penyiraman yang singkat atau tidak melakukan penyiraman sama sekali.



Grafik 1. Hubungan Kelembapan Tanah terhadap Waktu Penyiraman

6. Ringkasan Hasil Pengujian Sistem

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem IoT yang dikembangkan mampu bekerja secara otomatis dan responsif terhadap perubahan kondisi kelembapan tanah. Sistem berhasil menjaga kelembapan tanah cabai rawit tetap berada pada rentang optimal, mengurangi intervensi manual, serta meningkatkan efisiensi penggunaan air melalui metode penyiraman air mancur.

V. PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem IoT pemantauan kelembapan tanah dan penyiraman otomatis cabai rawit berbasis metode air mancur mampu bekerja secara efektif dan responsif. Sistem berhasil mengintegrasikan sensor kelembapan tanah, mikrokontroler, modul Bluetooth, serta aktuator pompa air dalam satu kesatuan yang fungsional. Berdasarkan data hasil pengujian, sistem mampu menjaga kelembapan tanah berada pada rentang optimal sesuai dengan ambang batas yang telah ditentukan, sehingga mendukung kondisi tumbuh tanaman cabai rawit secara berkelanjutan. Perubahan nilai kelembapan tanah yang ditampilkan pada hasil pengujian dan grafik menunjukkan bahwa mekanisme penyiraman otomatis bekerja sesuai dengan logika kendali yang dirancang. Ketika kelembapan tanah berada di bawah ambang minimum, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air dan menghentikannya setelah kelembapan mencapai ambang maksimum. Pola ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengurangi potensi penyiraman berlebihan maupun kekurangan air, yang selama ini menjadi permasalahan utama dalam budidaya cabai rawit secara konvensional.

Penggunaan metode penyiraman air mancur memberikan kontribusi signifikan terhadap pemerataan distribusi air di sekitar zona perakaran tanaman. Berdasarkan hasil pengamatan, metode ini mampu meningkatkan laju kenaikan kelembapan tanah secara bertahap dan stabil. Hal ini mengindikasikan bahwa air dapat terserap dengan baik oleh media tanam tanpa menimbulkan genangan yang berlebihan. Kondisi tersebut sangat penting untuk tanaman cabai rawit yang sensitif terhadap kelebihan air pada sistem perakaran. Dari sisi sistem monitoring, komunikasi Bluetooth terbukti mampu menyediakan akses informasi secara langsung kepada pengguna. Antarmuka monitoring menampilkan data kelembapan tanah dan status pompa air secara real-time, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pengawasan dan pengendalian sistem. Pendekatan ini relevan untuk diterapkan pada lingkungan pertanian dengan keterbatasan akses internet, khususnya pada skala petani kecil.

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan utama dapat dirangkum dalam beberapa poin berikut:

1. Efektivitas Pengendalian Kelembapan Tanah
Sistem mampu menjaga kelembapan tanah cabai rawit tetap berada pada kondisi optimal melalui mekanisme penyiraman otomatis berbasis sensor, sehingga mengurangi ketergantungan pada penyiraman manual.
2. Efisiensi Penyiraman dengan Metode Air Mancur
Metode air mancur memberikan distribusi air yang merata dan stabil, meningkatkan efisiensi penyerapan air oleh tanah serta meminimalkan pemborosan air.

3. Kemudahan Monitoring dan Implementasi Sistem

Penggunaan Bluetooth sebagai media komunikasi memungkinkan sistem dioperasikan tanpa infrastruktur jaringan internet, sehingga mudah diterapkan dan dioperasikan di lapangan.

Secara keseluruhan, hasil pembahasan menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki potensi besar untuk mendukung penerapan *smart agriculture*, khususnya dalam budidaya cabai rawit berbasis teknologi IoT yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

VI. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem Internet of Things (IoT) untuk pemantauan kelembapan tanah dan penyiraman otomatis tanaman cabai rawit berbasis metode air mancur dengan dukungan komunikasi Bluetooth. Sistem yang dikembangkan mampu bekerja secara otomatis dalam memantau kondisi kelembapan tanah dan mengendalikan proses penyiraman berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menjaga kelembapan tanah berada pada rentang optimal yang mendukung pertumbuhan tanaman cabai rawit. Penerapan metode penyiraman air mancur terbukti mampu mendistribusikan air secara merata di sekitar area perakaran tanaman, sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan air oleh tanah dan meminimalkan risiko genangan. Selain itu, sistem monitoring berbasis Bluetooth memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi kelembapan tanah dan status pompa air secara real-time tanpa memerlukan koneksi internet, sehingga sistem ini relevan untuk diterapkan pada lingkungan pertanian dengan keterbatasan infrastruktur jaringan.

Secara keseluruhan, sistem IoT yang dikembangkan memberikan solusi praktis dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi ketergantungan pada penyiraman manual, serta mendukung penerapan pertanian cerdas (*smart agriculture*). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem irigasi otomatis yang lebih adaptif dan dapat diterapkan pada berbagai komoditas hortikultura lainnya.

Kontribusi Penulis: Pawritra Ramadhani: Konseptualisasi penelitian, perancangan metodologi, pengembangan sistem IoT, penulisan draf awal naskah, serta supervisi keseluruhan proses penelitian.

Ahmad Ramadhani: Investigasi lapangan, pengumpulan dan analisis data pengujian, pembuatan visualisasi (gambar, grafik, dan tabel), serta penulisan dan penyempurnaan draf awal naskah.

Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang telah diterbitkan.

Pendanaan: -

Ucapan Terima Kasih: -

Konflik Kepentingan: Para penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan.

Ketersediaan Data: -

Persetujuan Berdasarkan Informasi ORCID: Tidak tersedia.

Penulis Pertama: -

Penulis Kedua: https: -

Penulis Ketiga: -

REFERENSI

- [1] S. Nurhalimah, A. M. Yusa, and A. Fahmi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring KelembapanTanah dengan Konsep Smart Farming untuk Budidaya Tanaman Cabai Rawit Berbasis Internet of Things (IOT)," 2023. doi: 10.57203/session.v1i02.2023.40-54.
- [2] Charis Fathul Hadi, Hasyim As'ari, and Ikwanul Qiram, "Monitoring Suhu Dan Kelembapan Tanah Pada Kebun Buah Naga Berbasis Sensor DS18B20 Dan YL69," *J. Zetroem*, vol. 5, no. 1, pp. 85–88, 2023, doi: 10.36526/ztr.v5i1.2715.
- [3] K. Bagaskara, A. Mahmudi, and Y. Agus Pranoto, "Sistem Kontrol Dan Monitoring Pada Tanaman Bawang Merah Berbasis Iot," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 7, no. 1, pp. 873–880, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.6177.
- [4] W. Ifa Susuek Anselmus Talli, J. Dedy Irawan, and F. Xaverius 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, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i4.7540.
- [5] K. A. Bastomi, Yursida, Pandriadi, E. Mareza, T. Martadela, and F. Mutia, "Optimalisasi Pemanfaatan Lahan Pasang Surut Untuk Budidaya Cabai Rawit Bonita IPB di Desa Banyu Urip, Kecamatan Tanjung Lago, Banyuasin," *Altifani J. Int. J. Community Engagem.*, vol. 5, no. 1, pp. 38–50, 2024, doi: 10.32502/altifani.v5i1.331.
- [6] F. P. E. Putra, U. Ubaidi, R. N. Saputra, F. M. Haris, and S. N. R. Barokah, "Application of Internet of Things Technology in Monitoring Water Quality in Fishponds," *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 4, no. 1, pp. 356–361, 2024, doi: 10.47709/brilliance.v4i1.4231.
- [7] T. Kurniawan, "SIMPATIKA: Sistem Pemantauan Kelembaban Tanah dan Suhu Pada Budidaya Mangga di Desa Sumberjaya Karawang," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 13, no. 1, pp. 47–55, 2025, doi:

- 10.34010/telekontran.v13i1.15563.
- [8] R. Eka Budiani, J. Dedy Irawan, and D. Rudhistiar, "Sistem Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things (IoT)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 1331–1338, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i2.9149.
- [9] A. Mitra, S. P. Mohanty, and E. Kougianos, "Smart Agriculture – Demystified," *IFIP Adv. Inf. Commun. Technol.*, vol. 683 AICT, pp. 405–411, 2024, doi: 10.1007/978-3-031-45878-1_28.
- [10] Fauzan Prasetyo Eka Putra, Dian Tri Agustina, Triana Selvia Khususul Khotimah, and Tarisha Ramadhanty, "Analisis Kinerja Jaringan 5G dalam Meningkatkan Konektivitas Internet of Things (IoT)," 2025, *researchgate.net*. doi: 10.55606/jitek.v5i1.5836.
- [11] S. Wijaya, L. Delsi Samsumar, and M. Masjun Efendi, "Perancangan Sistem Monitoring Kelembapan Dan Penyiraman Otomatis Tanaman Jagung Berbasis Internet of Things," *J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 4, pp. 267–276, 2024, doi: 10.70248/jcsit.v1i4.1253.
- [12] F. A. Khawas and S. Supatmi, "Analisis Kinerja Topologi WSN Untuk Aplikasi Kelembapan Tanah Perkebunan Kentang," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 11, no. 2, pp. 194–210, 2024, doi: 10.34010/telekontran.v11i2.8259.
- [13] T. T. H. Ngoc, P. T. Khanh, and S. Pramanik, "Smart agriculture using a soil monitoring system," *Handb. Res. AI-Equipped IoT Appl. High-Tech Agric.*, pp. 200–220, 2023, doi: 10.4018/978-1-6684-9231-4.ch011.
- [14] F. P. Eka Putra, F. Muslim, N. Hasanah, Holipah, R. Paradina, and R. Alim, "Analisis Komparasi Protokol Websocket dan MQTT Dalam Proses Push Notification," *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, pp. 63–72, 2024, doi: 10.60083/jsisfotek.v5i4.325.
- [15] D. P. Romadan, V. Arinal, F. M. Sarimole, and T. Tundo, "Prototipe Sistem Monitoring Kelembapan Tanah pada Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan NodeMCU Esp8266, Blynk dan Thingspeak," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 130–140, 2024, doi: 10.57152/malcom.v5i1.1600.
- [16] M. Riyadi, "Sistem Cerdas Untuk Monitoring Pengukuran Suhu Dan Kelembapan Tanah Pada Tanaman Cabai Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram," *J. Teknol. Elektro*, vol. 14, no. 2, p. 105, 2023, doi: 10.22441/jte.2023.v14i2.008.
- [17] M. I. Hasani and S. Wulandari, "Implementasi Internet of Things (IoT) Pada Sistem Otomatisasi Penyiraman Tanaman Berbasis Mobile," *Ilk. J. Comput. Sci. Appl. Informatics*, vol. 5, no. 3, pp. 149–161, 2023, doi: 10.28926/ilkomnika.v5i3.573.
- [18] F. P. E. Putra and N. Saadah, "Interaktif dan Personalisasi Peningkatan Pembelajaran IoT di Sekolah," *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, vol. 5, no. 2, pp. 175–181, 2023, [Online]. Available: <http://www.jsisfotek.org/index.php/JSisfotek/article/view/236%0Ahttps://www.jsisfotek.org/index.php/JSisfotek/article/download/236/166>
- [19] M. I. R. Stiawan and Z. A. I. Supardi, "Smart Farming - Merancang Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Kelembapan Tanah Dan Waktu Menggunakan Mikrokontroler Esp32," *Inov. Fis. Indones.*, vol. 13, no. 3, pp. 124–132, 2024, doi: 10.26740/ifi.v13n3.p124-132.
- [20] H. R. Hasan *et al.*, "Smart agriculture assurance: IoT and blockchain for trusted sustainable produce," 2024, *Elsevier*. doi: 10.1016/j.compag.2024.109184.
- [21] I. V. Sari, D. R. Darmayanti, C. Widiyari, W. Indani, and M. W. Sitopu, "Sistem Otomatis Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman Tin Menggunakan Mikrokontroler Esp32," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4564.
- [22] L. Aditya, S. Purwo Santosa, B. Fikri Triyanto, A. Bintang Pratama, and A. Sayyid Fadhilah, "Penerapan Alat Penyiram Otomatis Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Energi Surya Dalam Mendukung Program Kampung Sejuta Anggrek Di Kelurahan Baru, Jakarta Timur," *J. Pengabd. Masy. Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 98–105, 2024, doi: 10.24853/jpmt.6.2.98-105.
- [23] I. A. Azam, H. Pujiharsono, and S. Indriyanto, "SISTEM IRIGASI TETES MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN TANAH YL-69 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," 2023, *e-journal.unwiku.ac.id*. doi: 10.53810/jt.v24i1.477.
- [24] M. D. Satria, I. Hadi, and S. Suroso, "Alat Penyiraman Tanaman Kangkung Otomatis Berbasis IoT Dengan Logika Fuzzy Mamdani," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 7, no. 2, pp. 79–90, 2024, doi: 10.31598/jurnalresistor.v7i2.1635.
- [25] Fauzan Prasetyo Eka Putra, Maktusuful Ghummah, Moh. Amrullah, and Rafli Hidayatullah, "Studi Kinerja Mesh Network untuk Penerapan Internet of Things (IoT) di Lingkungan Perkotaan," 2025, *researchgate.net*. doi: 10.55606/jitek.v5i1.5895.
- [26] F. P. E. Putra, D. A. M. Putra, A. Firdaus, and A. Hamzah, "Analisis Kecepatan Dan Kinerja Jaringan 5G (generasi ke 5) Pada Wilayah Perkotaan," *INFORMATICS Educ. Prof. J. Informatics*, vol. 8, no. 1, p. 47, 2023, doi: 10.51211/itbi.v8i1.2439.
- [27] M. Z. Al Anshory, Y. Z. Maulana, and F. T. Syifa, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kelembapan Tanah Dan Penyiram Tanaman Tomat Otomatis Menggunakan Algoritma Fuzzy," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 98–108, 2025, doi: 10.20895/jtece.v7i2.1658.
- [28] A. Hanafi, A. Putri Yuniar, S. Dhiya Ananda, and P. Pramono, "Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Cabai Berbasis ESP32 dan Internet of Things," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Bisnis*, pp. 467–472, 2025, doi: 10.47701/b4cwpk49.
- [29] A. Zuhair, "Rancang Bangun Sistem Penyiram Tanaman Internet of Things (IoT) Menggunakan Blynk," *J. Qua Tek.*, vol. 14, no. 02, pp. 12–23, 2024, doi: 10.35457/quateknika.v14i02.3895.
- [30] Fauzan Prasetyo Eka Putra, Debri Eko Arissandi, Achmad Rofiqi, and Moh Firman Hidayat, "Pemanfaatan Mikrotik Dalam Manajemen Bandwidth Pada Jaringan Sekolah," 2025, *researchgate.net*. doi: 10.55606/jitek.v5i1.5938.
- [31] T. Multazam, Syukriah, Burhanuddin, Bakhtiar, Ezwarsyah, and Zulmiardi, "Penerapan IoT dalam Sistem Deteksi Kelembapan pH Tanah pada Tanaman Jagung untuk Meningkatkan Hasil Panen," *J. Malikussaleh Mengabdi*, vol. 4, no. 1, pp. 212–220, 2025, doi: 10.29103/jmm.v4i1.22634.
- [32] F. Ramadhan and I. Rusmala Dewi, "Sistem Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Tanaman Srigading (Nyctanthes Arbor-Tristis) Berbasis Iot (Internet of Things) Dengan Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Dan Suhu Ruang Pada Pot," 2024, doi: 10.31949/infotech.v10i1.8093.
- [33] F. E. Subagia, A. P. Supriyadi, A. R. Kurniadi, and Y. Saragih, "Pengujiian Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Iot," *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 8, no. 2, p. 91, 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.2.3015.
- [34] S. Shetty and A. B. Smitha, "Smart Agriculture Using IoT and Machine Learning," *J. Sci. Res.*, pp. 1–16, 2021, doi: 10.1007/978-981-16-6124-2_1.
- [35] F. P. E. Putra, M. Irfan, M. Aziz, and R. N. Saputra, "Wireless Network Design at Pamekasan Regency Public Library," *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 1, pp. 144–150, 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.5876.
- [36] Sukirno, H. Suhendar, and S. Nur'aini, "Pengembangan Alat Penyiraman Otomatis Smart Plant Berbasis Internet of Things," *J. Algoritm.*, vol. 22, no. 1, pp. 723–734, 2025, doi: 10.33364/algoritma/v.22-1.1949.
- [37] M. R. Al Huda, I. Bukhori, and M. Galina, "Sistem Pengontrolan pH Serta Kelembapan Tanah pada Tanaman Bayam Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy," *Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 296–308, 2025, doi: 10.46962/snte.25.095.
- [38] H. Ilva, R. Dwirama Putra, Abdul Alimun Karim, D. Cahya Rada, and Muhamad Zulfakar, "Implementasi Teknologi Irigasi Cerdas:

- Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban dan Sprayer Pada Gapoktan Desa Gunung Lengkuas,” *J. Pengabd. Meambo*, vol. 4, no. 2, pp. 198–204, 2025, doi: 10.56742/jpm.v4i2.138.
- [39] D. K. Nugraha, H. Setiawan, A. Pratama, and D. Karomah, “Rancang Bangun Sistem Penyiraman Air Otomatis untuk Kebun Tanaman Ruskus di Desa Karyawangi, Kabupaten Bandung Barat,” *Madaniya*, vol. 5, no. 2, pp. 337–347, 2024, doi: 10.53696/27214834.764.
- [40] E. Tiara, I. Ruslianto, and S. Suhardi, “Sistem Pemantauan dan Kendali Kelembapan Tanah dan PH pada Tanaman Anggur Berbasis Android (Studi Kasus: Greenhouse FMIPA UNTAN),” *Coding J. Komput. dan Apl.*, vol. 11, no. 3, p. 437, 2023, doi: 10.26418/coding.v11i03.69087.
- [41] Y. T. Ting and K. Y. Chan, “Optimising performances of LoRa based IoT enabled wireless sensor network for smart agriculture,” 2024, *Elsevier*. doi: 10.1016/j.jafr.2024.101093.
- [42] Fauzan Prasetyo Eka Putra, Mustafida Mustafida, Royhan Alfadili, and Afifatun Nahriyah, “Perancangan Jaringan Nirkabel Berbasis Mesh untuk Menunjang Aplikasi Smart City,” 2025, *researchgate.net*. doi: 10.55606/jitek.v5i1.5934.
- [43] V. Komaria, N. El Maidah, and M. A. Furqon, “Prediksi Harga Cabai Rawit di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Model Lee,” *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 12, no. 2, pp. 37–47, 2023, doi: 10.34010/komputika.v12i2.10644.
- [44] A. Ahmed, I. Parveen, S. Abdullah, I. Ahmad, N. Alturki, and L. Jamel, “Optimized Data Fusion With Scheduled Rest Periods for Enhanced Smart Agriculture via Blockchain Integration,” *IEEE Access*, vol. 12, pp. 15171–15193, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3357538.
- [45] Y. Bantaika, D. Nababan, and R. Risald, “Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” 2024. doi: 10.32672/jnkti.v7i5.8071.
- [46] F. Prasetyo Eka Putra, S. Mellyana Dewi, and A. Hamzah, “Privasi dan Keamanan Penerapan IoT Dalam Kehidupan Sehari-Hari : Tantangan dan Implikasi,” *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, vol. 5, no. 2, pp. 26–32, 2023, [Online]. Available: <https://jsisfotek.org/index.php>
- [47] I. R. Dewi, F. Ramadhan, and A. C. M. Dandi, “Sistem Pemantau Kelembapan Udara Dan Tanah Untuk Tanaman Hidroponik Pakcoy Di Greenhouse Berbasis Internet of Things (Iot),” *J. Inform. dan Komputasi Media Bahasan, Anal. dan Apl.*, vol. 18, no. 1, pp. 61–68, 2024, doi: 10.56956/jiki.v18i1.357.
- [48] R. Amellia and I. P. E. Wijaya, “Faktor-Faktor yang Memengaruhi Konsumen dalam Pengambilan Keputusan Pembelian Cabai Rawit (*Capcicum frutescens* L.),” *J. Sos. Ekon. Pertan.*, vol. 20, no. 1, pp. 65–76, 2023, doi: 10.20956/jsep.v20i1.29840.
- [49] M. A. Januarisya, B. T. Rahardjo, and M. Syamsulhadi, “Keanekaragaman Hama Dan Musuh Alami Pada Budidaya Cabai Rawit Monokultur Dan Polikultur Dengan Memanfaatkan Tanaman Perangkap Baby Blue Dan Yellow Sticky Trap,” *J. Hama dan Penyakit Tumbuh.*, vol. 11, no. 4, pp. 201–216, 2023, doi: 10.21776/ub.jurnalhpt.2023.011.4.4.
- [50] A. Pramudikta, R. Agus T S, and A. Rianto, “Sistem Informasi Penyiraman Otomatis Tanaman Hias Berbasis IoT Menggunakan Platform Blynk Secara Realtime,” *J. FORTECH*, vol. 5, no. 2, pp. 58–62, 2024, doi: 10.56795/fortech.v5i2.5201.