

Sistem Pertanian Cerdas Berbasis iot Untuk Pemantauan Kelembapan Tanah Secara Real-Time

Lailatul Fitriyah^{1)*} , Zahrotun Naimah²⁾

¹⁾³⁾ Universitas Madura, Pamekasan, Indonesia

¹⁾lailatul123ascil@gmail.com, ²⁾nnajmiy@gmail.com.

Abstract

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memberikan kontribusi besar dalam meningkatkan efisiensi sektor pertanian melalui sistem pemantauan dan pengendalian yang lebih cerdas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan Sistem Pertanian Cerdas Berbasis IoT untuk Pemantauan Kelembapan Tanah Secara Real-Time guna membantu petani dalam mengelola kebutuhan air tanaman secara optimal. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor kelembapan tanah (soil moisture sensor) untuk mengukur kondisi kelembapan tanah, mikrokontroler sebagai pusat pengolahan data, serta jaringan internet untuk mengirimkan data ke platform pemantauan secara daring. Data kelembapan tanah dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi atau dashboard sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi lahan kapan saja dan di mana saja. Selain itu, sistem dapat memberikan notifikasi ketika tingkat kelembapan tanah berada di bawah atau di atas batas yang telah ditentukan. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pemantauan kelembapan tanah secara akurat dan kontinu, sehingga membantu meningkatkan efisiensi penggunaan air serta mendukung pengambilan keputusan dalam proses irigasi. Dengan demikian, penerapan teknologi IoT pada sistem pertanian cerdas dapat menjadi solusi efektif dalam mendukung produktivitas pertanian yang lebih modern, efisien, dan berkelanjutan.

Keywords: *Internet of Things (IoT), Pertanian Cerdas, Kelembapan Tanah, Monitoring Real-Time, Soil Moisture Sensor, Irigasi Otomatis.*

Article history: Received 5 April 2026, first decision 22 April 2026, accepted 22 August 2026, available online 28 October 2026

I. PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor penting yang berperan dalam memenuhi kebutuhan pangan dan mendukung perekonomian masyarakat. Untuk meningkatkan produktivitas pertanian, diperlukan pemanfaatan teknologi yang mampu membantu pengelolaan lahan secara lebih efektif[1]. Salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan tanaman adalah tingkat kelembapan tanah, karena kondisi kelembapan yang tidak sesuai dapat menghambat perkembangan tanaman dan menurunkan hasil panen.

Pada umumnya, pemantauan kelembapan tanah masih dilakukan secara manual melalui pengamatan langsung oleh petani[2], [3]. Metode ini memiliki beberapa kelemahan, seperti membutuhkan waktu yang lama, kurang efisien, dan sulit diterapkan secara berkelanjutan pada lahan yang luas[4], [5]. Akibatnya, keputusan penyiraman sering kali tidak dilakukan pada waktu yang tepat sehingga penggunaan air menjadi kurang optimal[6], [7].

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi yang lebih modern dalam pengelolaan pertanian[8], [9]. Teknologi ini memungkinkan sensor dan perangkat terhubung melalui internet untuk mengumpulkan serta mengirimkan data secara real-time [10]. Dengan memanfaatkan sensor kelembapan tanah, kondisi lahan dapat dipantau secara otomatis dan informasi yang diperoleh dapat diakses kapan saja melalui perangkat yang terhubung ke internet[11], [12].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan Sistem Pertanian Cerdas Berbasis IoT untuk Pemantauan Kelembapan Tanah Secara Real-Time. Sistem yang dirancang menggunakan sensor kelembapan tanah, mikrokontroler, dan jaringan internet untuk menghasilkan informasi kondisi tanah secara akurat[13], [14].

* Corresponding author

Diharapkan sistem ini dapat membantu petani dalam mengelola irigasi dengan lebih efisien, meningkatkan produktivitas pertanian, serta mendukung penerapan konsep smart farming yang berkelanjutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memungkinkan berbagai perangkat fisik terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pertukaran data secara otomatis. Teknologi ini mengintegrasikan sensor, perangkat keras, perangkat lunak, serta konektivitas internet sehingga memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian dilakukan dari jarak jauh[15], [16]. Dalam bidang pertanian, IoT digunakan untuk memantau kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah secara real-time sehingga membantu petani dalam mengambil keputusan yang lebih tepat[17], [18].

Penerapan IoT pada sektor pertanian memberikan berbagai keuntungan, seperti efisiensi penggunaan sumber daya, peningkatan produktivitas, serta kemampuan monitoring yang berkelanjutan. Dengan memanfaatkan jaringan internet, data yang diperoleh sensor dapat diakses kapan saja melalui perangkat komputer maupun smartphone.

B. Smart Farming

Smart Farming merupakan konsep pertanian modern yang menggabungkan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan lahan pertanian. Teknologi yang digunakan meliputi sensor, Internet of Things (IoT), komputasi awan (cloud computing), serta analisis data. Melalui pendekatan ini, proses pemantauan kondisi tanaman dan lingkungan dapat dilakukan secara otomatis dan berkelanjutan[19], [20].

Penerapan Smart Farming memungkinkan petani memperoleh informasi secara akurat mengenai kondisi lahan sehingga dapat mengurangi risiko kesalahan dalam pengambilan keputusan terkait penyiraman, pemupukan, maupun pengendalian lingkungan pertanian.

C. Sensor Kelembapan Tanah (Soil Moisture Sensor)

Sensor kelembapan tanah merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur kadar air dalam tanah. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi perubahan nilai resistansi atau kapasitansi yang dipengaruhi oleh kandungan air pada media tanam. Nilai keluaran sensor kemudian dikonversi menjadi data digital yang dapat diproses oleh mikrokontroler[21], [22].

Informasi kelembapan tanah sangat penting dalam sistem pertanian karena berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman. Tingkat kelembapan yang terlalu rendah dapat menyebabkan tanaman kekurangan air, sedangkan kelembapan yang terlalu tinggi dapat memicu pembusukan akar dan menurunkan kualitas tanaman[23], [24].

D. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem IoT karena telah dilengkapi modul Wi-Fi dan Bluetooth. ESP32 memiliki kemampuan pemrosesan data yang baik dengan konsumsi daya yang relatif rendah sehingga cocok digunakan pada sistem monitoring berbasis sensor[25], [26].

Dalam penelitian ini, ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali yang menerima data dari sensor kelembapan tanah, mengolah data tersebut, kemudian mengirimkannya ke platform monitoring melalui jaringan internet[27], [28]. Selain itu, ESP32 juga dapat digunakan untuk mengontrol aktuator seperti pompa air pada sistem irigasi otomatis.

E. Monitoring Real-Time

Monitoring real-time merupakan proses pemantauan kondisi suatu objek secara langsung pada saat data dihasilkan oleh sensor[29], [30]. Sistem monitoring real-time memungkinkan pengguna memperoleh informasi terkini tanpa harus berada di lokasi pengamatan. Pada sistem pertanian cerdas, monitoring real-time membantu petani mengetahui kondisi kelembapan tanah secara cepat sehingga tindakan penyiraman dapat dilakukan secara tepat waktu[31], [32]. Keunggulan monitoring real-time terletak pada kemampuannya dalam menyediakan data secara kontinu sehingga perubahan kondisi lahan dapat segera terdeteksi dan ditindaklanjuti.

F. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai penerapan Internet of Things pada sektor pertanian telah banyak dilakukan. Penelitian oleh Prasetyo dkk. (2022) mengembangkan sistem monitoring kelembapan tanah berbasis IoT menggunakan sensor soil moisture dan aplikasi Blynk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan data kelembapan tanah secara real-time dan membantu pengguna dalam memantau kondisi lahan[33], [34].

Penelitian yang dilakukan oleh Rahman dkk. (2023) mengintegrasikan sensor kelembapan tanah dengan sistem irigasi otomatis berbasis ESP32. Sistem yang dikembangkan mampu mengaktifkan pompa air secara otomatis ketika kelembapan tanah berada di bawah nilai ambang yang telah ditentukan.

Selanjutnya, penelitian oleh Muthmainnah dkk. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan sistem monitoring dan irigasi otomatis berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air serta mendukung produktivitas tanaman melalui pengelolaan irigasi yang lebih tepat[35], [36]. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa sebagian besar penelitian berfokus pada monitoring kelembapan tanah dan pengendalian irigasi. Namun, masih terdapat kebutuhan pengembangan sistem yang mampu menyediakan pemantauan kelembapan tanah secara real-time dengan antarmuka yang lebih mudah diakses oleh pengguna. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem pertanian cerdas berbasis IoT yang memanfaatkan sensor kelembapan tanah dan mikrokontroler ESP32 untuk menyediakan informasi kondisi tanah secara real-time melalui platform monitoring berbasis internet.

III. METODE

A. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji Sistem Pertanian Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT) untuk pemantauan kelembapan tanah secara real-time. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor kelembapan tanah sebagai alat pengukur kondisi tanah, mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data, serta platform monitoring berbasis internet untuk menampilkan data secara real-time kepada pengguna[37]. Tahapan penelitian meliputi identifikasi kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, pengujian alat, serta analisis hasil pengujian[38].

B. Analisis Kebutuhan Sistem

1. Kebutuhan Perangkat Keras

No	Komponen	Fungsi
1	ESP32	Mikrokontroler dan pengirim data ke internet
2	Soil Moisture Sensor	Mengukur tingkat kelembapan tanah
3	Relay Module	Mengontrol pompa air
4	Pompa Air DC	Menyiram tanaman secara otomatis
5	Adaptor/Power Supply	Sumber daya sistem
6	Kabel Jumper	Penghubung antar komponen

Tabel 1. Kebutuhan perangkat keras

2. Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Software	Fungsi
1	Arduino IDE	Pemrograman ESP32
2	Blynk/Web Dashboard	Monitoring data real-time
3	Browser Internet	Mengakses dashboard monitoring

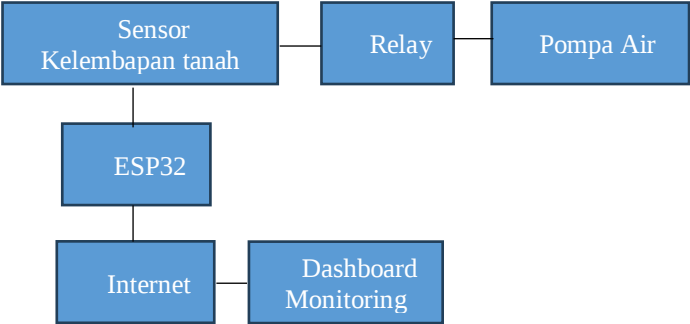
Tabel 2. Kebutuhan perangkat Lunak

C. Perancangan Sistem

1. Diagram Blok Sistem

Sistem yang dirancang terdiri dari sensor kelembapan tanah yang terhubung ke ESP32. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh ESP32 kemudian dikirimkan melalui jaringan internet ke dashboard monitoring[39], [40]. Jika nilai kelembapan berada di bawah batas yang telah ditentukan, ESP32 akan mengaktifkan relay sehingga pompa air menyala secara otomatis.

Alur sistem:

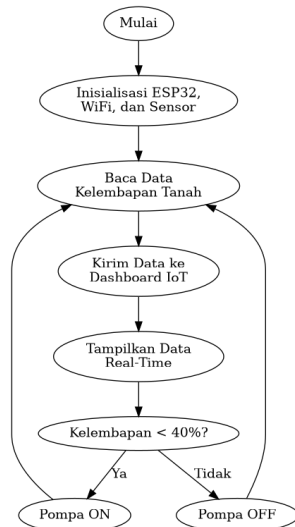


Gambar 1. Diagram blok Sistem

2. Alur Kerja Sistem

Proses kerja sistem dimulai ketika sensor membaca nilai kelembapan tanah. Data tersebut dikirim ke ESP32 untuk diproses. Selanjutnya data ditampilkan pada dashboard monitoring secara real-time. Apabila nilai kelembapan tanah lebih rendah dari batas minimum yang telah ditentukan, sistem akan mengaktifkan pompa air melalui relay. Setelah kelembapan tanah mencapai nilai yang sesuai, pompa akan dimatikan secara otomatis.

D. Flowchart Sistem



Gambar 2. Flowchart Sistem

E. Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi dilakukan pemasangan seluruh komponen sesuai rancangan yang telah dibuat. Sensor kelembapan tanah ditempatkan pada media tanam untuk memperoleh data kondisi tanah secara langsung. ESP32 menerima data sensor dan mengirimkannya ke dashboard monitoring melalui jaringan Wi-Fi[41], [42]. Dashboard menampilkan informasi berupa persentase kelembapan tanah sehingga pengguna dapat memantau kondisi lahan secara real-time melalui smartphone maupun komputer yang terhubung ke internet.

F. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem dalam membaca dan mengirimkan data kelembapan tanah. Pengujian meliputi:

1. Pengujian Sensor
Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai kelembapan pada kondisi tanah kering, lembap, dan basah. Hasil pembacaan sensor diamati untuk memastikan sensor bekerja dengan baik.
2. Pengujian Koneksi IoT
Pengujian dilakukan dengan mengamati keberhasilan pengiriman data dari ESP32 ke dashboard monitoring secara real-time.
3. Pengujian Sistem Irigasi Otomatis
Pengujian dilakukan dengan memberikan kondisi tanah kering sehingga sistem mengaktifkan pompa air secara otomatis. Selanjutnya diamati apakah pompa akan berhenti ketika kelembapan tanah telah mencapai batas yang ditentukan.

G. Teknik Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai kelembapan tanah yang terbaca oleh sensor pada berbagai kondisi tanah. Selain itu, dilakukan evaluasi terhadap kecepatan pengiriman data ke dashboard serta keberhasilan sistem dalam mengaktifkan dan menonaktifkan pompa air secara otomatis sesuai kondisi kelembapan tanah[43], [44].

IV. HASIL

Sistem Pertanian Cerdas Berbasis IoT berhasil diimplementasikan menggunakan sensor kelembapan tanah, mikrokontroler ESP32, modul relay, dan pompa air. Sistem mampu membaca nilai kelembapan tanah kemudian

mengirimkan data tersebut ke dashboard monitoring melalui jaringan internet. Dashboard monitoring menampilkan informasi kelembapan tanah dalam bentuk persentase sehingga pengguna dapat memantau kondisi lahan secara real-time. Selain itu, sistem juga mampu mengaktifkan pompa air secara otomatis ketika nilai kelembapan tanah berada di bawah batas minimum yang telah ditentukan.

1. Hasil Tampilan Dashboard

Data kelembapan tanah berhasil ditampilkan pada dashboard monitoring dengan informasi:

- Nilai kelembapan tanah (%)
- Status kondisi tanah
- Status pompa air (ON/OFF)
- Waktu pembacaan data

2. Hasil Pembacaan Sensor

Kondisi Tanah	Nilai Kelembapan	Status
Kering	25	Pompa ON
Agak Kering	35	Pompa ON
Lembap	55	Pompa OFF
Basah	75	Pompa OFF
Sangat Basah	90	Pompa OFF

Tabel 3. Hasil Pembacaan Sensor

Berdasarkan hasil pengujian, sensor mampu membedakan kondisi tanah berdasarkan kadar air yang terkandung di dalamnya[45], [46]. Nilai kelembapan meningkat seiring bertambahnya kandungan air pada tanah.

3. Hasil Pengujian Sistem Irigasi Otomatis

Pengujian dilakukan dengan menetapkan nilai ambang batas kelembapan sebesar 40%. Ketika nilai kelembapan berada di bawah ambang batas tersebut, pompa air aktif secara otomatis. Sebaliknya, pompa air akan berhenti ketika kelembapan tanah telah mencapai nilai yang ditentukan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengontrol pompa air sesuai kondisi kelembapan tanah sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien.

V. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem pertanian cerdas berbasis IoT mampu menjalankan seluruh fungsi yang dirancang, yaitu membaca tingkat kelembapan tanah, mengirimkan data ke dashboard monitoring, serta mengontrol pompa air secara otomatis berdasarkan kondisi tanah. Sensor kelembapan tanah menunjukkan respons yang baik terhadap perubahan kadar air sehingga data yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam proses penyiraman. Pada pengujian monitoring real-time, data yang diperoleh dari sensor berhasil dikirimkan ke dashboard melalui jaringan internet tanpa mengalami kendala yang signifikan[47], [48]. Hal ini menunjukkan bahwa mikrokontroler ESP32 mampu menjalankan fungsi komunikasi data dengan baik. Dengan adanya monitoring real-time, pengguna dapat mengetahui kondisi lahan kapan saja dan dari mana saja tanpa harus melakukan pengecekan secara langsung di lokasi pertanian[49], [50]. Sistem irigasi otomatis yang diterapkan juga menunjukkan kinerja yang sesuai dengan perancangan. Ketika kelembapan tanah berada di bawah nilai ambang batas sebesar 40%, pompa air akan aktif secara otomatis untuk meningkatkan kadar air dalam tanah. Setelah kelembapan mencapai nilai yang telah ditentukan, pompa akan berhenti bekerja. Mekanisme ini membantu menjaga kondisi tanah tetap optimal bagi pertumbuhan tanaman sekaligus mengurangi pemborosan air akibat penyiraman yang berlebihan. Dari sisi efisiensi, penggunaan sistem berbasis IoT memberikan keuntungan dibandingkan metode pemantauan manual. Pada metode konvensional, petani harus memeriksa kondisi tanah secara langsung untuk menentukan kebutuhan penyiraman. Dengan sistem yang dikembangkan, proses tersebut dapat dilakukan secara otomatis sehingga menghemat waktu dan tenaga. Selain itu, informasi yang diperoleh bersifat real-time sehingga keputusan yang diambil menjadi lebih cepat dan tepat[51], [52]. Hasil penelitian ini juga mendukung penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penerapan teknologi Internet of Things pada sektor pertanian mampu meningkatkan efektivitas monitoring lingkungan pertanian serta membantu pengelolaan sumber daya air secara lebih efisien. Integrasi sensor kelembapan tanah, ESP32, dan dashboard monitoring memberikan solusi yang praktis dalam mendukung penerapan konsep smart farming. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan[53], [54]. Kinerja sistem sangat bergantung pada kestabilan koneksi internet yang digunakan untuk mengirimkan data ke dashboard monitoring. Selain

itu, akurasi pembacaan sensor dapat dipengaruhi oleh jenis tanah dan kondisi lingkungan sekitar. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan dengan menambahkan sensor pendukung seperti sensor suhu dan kelembapan udara, serta penggunaan teknologi penyimpanan data berbasis cloud untuk meningkatkan keandalan sistem.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Sistem Pertanian Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dikembangkan untuk melakukan pemantauan kelembapan tanah secara real-time. Sistem yang menggunakan sensor kelembapan tanah, mikrokontroler ESP32, serta dashboard monitoring berbasis internet mampu membaca dan mengirimkan data kondisi tanah dengan baik sehingga informasi kelembapan dapat diakses oleh pengguna secara jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor kelembapan tanah mampu mendeteksi perubahan kadar air pada tanah sesuai dengan kondisi yang diamati. Selain itu, sistem irigasi otomatis dapat bekerja sesuai dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan, yaitu dengan mengaktifkan pompa air ketika kelembapan tanah berada di bawah batas minimum dan menghentikannya ketika kondisi tanah telah mencapai tingkat kelembapan yang optimal. Mekanisme tersebut membantu menjaga ketersediaan air bagi tanaman sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan air. Dengan demikian, penerapan teknologi IoT pada sistem pertanian cerdas ini dapat menjadi solusi yang efektif untuk mendukung kegiatan pemantauan lahan dan pengelolaan irigasi secara otomatis. Sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi pemantauan, mengurangi ketergantungan pada metode manual, serta mendukung penerapan konsep smart farming yang lebih modern dan berkelanjutan.

Kontribusi Penulis: [*Lailatul Fitriyah*] berkontribusi dalam perancangan penelitian, pengembangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta penyusunan naskah jurnal. [*Zahrotun Naimah*] berkontribusi dalam pengumpulan data, pengujian sistem, analisis hasil penelitian, dan penyuntingan naskah. Kedua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir naskah yang dipublikasikan. 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: -

Pernyataan Dewan Peninjau Institusional: -

Subjek Hewan: -

ORCID:

First Author: -

Second Author: -

Third Author: -

REFERENCES

- [1] Albert Donatus Simamarta, Vasthi Khoirun Nisa, Rafly Maulana, Najwa Parawansa, Imelda Khairunnisa, and Yeni Budiawati, “Kajian Literatur : Penerapan Internet of Things (IoT) untuk Optimasi Manajemen Kesehatan Tanah,” *Hidroponik J. Ilmu Pertan. Dan Teknol. Dalam Ilmu Tanam.*, vol. 2, no. 2, pp. 91–107, 2025, doi: 10.62951/hidroponik.v2i2.402.
- [2] E. Kurnia, M. Pandia, B. S. B. Sembiring, and D. Margaretta, “Pemanfaatan Internet of Things Pada Smarthome Dengan Model Simulasi Prototype,” *J. Ilmu Komput. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 112–115, 2024, doi: 10.55338/jikomsi.v7i1.2728.
- [3] E. Indra *et al.*, “Analisis Pengaruh dan Dampak Penggunaan Internet of Things pada Supply Chain di Food and Beverages Industry,” *J. Greenation Ilmu Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 60–74, 2024, doi: 10.38035/jgit.v2i2.65.
- [4] Mauli Fathia Zahra and Muhammad Irwan Padli Nasution, “Manajemen Data Real-Time Untuk Aplikasi Internet Of Things (IOT),” *J. Penelit. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 111–120, 2024, doi: 10.54066/jpsi.v2i2.1917.
- [5] S. K. Maulani, S. Syaifudin, A. M. Maghfiroh, and L. F. Wakidi, “aby Incubator Calibration”, *Jurnal Teknokes*, vol. 17, no. 1, pp. 20–28, March. 2024. Design of Incu Analyzer for IoT-Based Baby Incubator Calibration,” *J. Teknokes*, vol. 17, no. 1, pp. 20–28, 2025, doi: 10.35882/vgbqhc22.
- [6] D. Arisandi, L. Trisnawati, L. Elvitaria, S. Hartati, P. Ningrum, and H. T. Saputra, “Edukasi Internet Of Things Untuk Instansi Pendidikan Berbasis Ramah Lingkungan Di SMK Abdurrah Pekanbaru,” *J. Pengabd. Masy. Bangsa*, vol. 1, no. 11, pp. 3005–3012, 2024, doi: 10.59837/jpmba.v1i11.642.
- [7] Arpan, Mohammad Yusup, and Aidil Ahmad, “Pelatihan Pemanfaatan Teknologi (IoT) Internet Of Thing Untuk Sekolah Pintar dan Pembelajaran Yang Lebih Baik di SMA Negeri II Binjai,” *J. Has. Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 324–330, 2024, doi: 10.62712/juribmas.v3i1.256.
- [8] M. Octaria and Muhammad Irwan Padli Nasution, “Peluang dan Tantangan Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Sistem Informasi Manajemen,” *Switch J. Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 3, pp. 56–62, 2024, doi: 10.62951/switch.v2i3.86.
- [9] B. Adrian Ashad, R. Ramdaniah, and S. Suyuti, “Penerapan Internet Of Things Sebagai Alat Untuk Mengoptimalkan Keamanan Dan Efisiensi Sistem Listrik Sekolah,” *JBIMA J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 3, 2024, doi: 10.64109/bb83v812.
- [10] A. Widodo, T. Anissa, and I. Mubarakah, “Pemanfaatan Teknologi Industrial Internet of Things (IIoT) untuk Meningkatkan Produktivitas dan Kualitas di Industri Manufaktur,” *J. Pengabd. Masy. Bangsa*, vol. 2, no. 9, pp. 4098–4105, 2024, doi: 10.59837/jpmba.v2i9.1623.
- [11] I. P. Sari, A. Novita, A.-K. Al-Khowarizmi, F. Ramadhani, and A. Satria, “Pemanfaatan Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3,” *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 4, pp. 337–343, 2024, doi: 10.56211/blendsains.v2i4.505.
- [12] Y. Yuga Pratama, Habib Mustofa, H. Ramadani Aris Putra, and I. Albana, “Efektivitas Internet Of Things dalam Mengatasi Permasalahan Lalu Lintas : Tinjauan Literatur,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, 2025, doi: 10.65258/jutekom.v1.i2.10.
- [13] D. F. Budiman, M. Misbahuddin, M. S. Iqbal, A. S. Rachman, and L. A. S. I. Akbar, “IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IoT) DALAM SISTEM IRIGASI TETES CERDAS: PROGRAM PELATIHAN

- DI SMK PP NEGERI MATARAM,” *J. Abdi Insa.*, vol. 11, no. 4, pp. 2278–2285, 2024, doi: 10.29303/abdiinsani.v11i4.2005.
- [14] P. Amelia, H. Diningsih, S. Nurmaelani, S. Nurhaeni, J. Jumiyanti, and Y. Budiawati, “Artificial Intelligence untuk Optimasi Efisiensi dan Produktivitas Hasil Pertanian: Kajian Literatur,” *J. Ilmu Pertan. Tirtayasa*, vol. 7, no. 1, 2025, doi: 10.33512/jipt.v7i1.33403.
- [15] A. S. Wardhana, M. Ferdiansyah, and S. K. K., “Desain dan Prototipe Integrasi IoT dalam Pertanian Hidroponik Cerdas Berbasis Energi Terbarukan,” *J. Indones. Manaj. Inform. dan Komun.*, vol. 6, no. 1, pp. 105–114, 2025, doi: 10.35870/jimik.v6i1.1134.
- [16] P. Asnur *et al.*, “Implementasi Pertanian Cerdas Berbasis Internet of Things Di Desa Wisata Mucila - Munjul, Jakarta Timur,” *J. Pengabdi. Kpd. Masy. Darma Saskara*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2024, doi: 10.35760/abdimasug.2024.v4i1.11497.
- [17] A. Yusuf *et al.*, “Inovasi Smart Agriculture Berbasis Blue Economy Dengan Teknologi Robot Cerdas Dan Kemandirian Energi,” *J. Agro Estate*, vol. 8, no. 1, pp. 44–52, 2024, doi: 10.47199/jae.v8i1.222.
- [18] Arifin and M. Ramli, “Inovasi Teknologi Greenhouse sebagai Upaya Mewujudkan Pertanian Cerdas dan Berkelanjutan di Desa Galeso,” *Macoa J. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 93–101, 2026, doi: 10.59903/macoajurnalpkm.v3i1.273.
- [19] R. Kurniasih and H. Sugeru, “SISTEM DETEKSI UNSUR HARA MIKRO ESSENSIAL Fe DAN Mn PADA TANAH UNTUK PENGEMBANGAN SISTEM PERTANIAN CERDAS DAN PRESISI,” *J. Agrotek Trop.*, vol. 13, no. 1, p. 178, 2025, doi: 10.23960/jat.v13i1.8335.
- [20] N. Nuruddin, M. Walid, and M. Makruf, “Sistem Cerdas Irigasi Sprinkler Pada Tanaman Bawang Berbasis Iot Menggunakan Logika Fuzzy,” *J. SISKOM-KB (Sistem Komput. dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 8, no. 2, pp. 71–76, 2025, doi: 10.47970/siskom-kb.v8i1.671.
- [21] Yeni Natalia and Tata Sutabri, “Rancangan Sistem Pemantauan Lingkungan Berbasis IoT untuk Pertanian Padi,” *Switch J. Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 5, pp. 58–67, 2024, doi: 10.62951/switch.v2i5.282.
- [22] Lutfan Makmun, Daniel Daud Kameo, Lasmono Tri Sunaryanto, and Wida Wahidah Mubarakah, “Proses Transformasi dan Kesiapan Petani Millenial Menghadapi Disrupsi Pertanian Cerdas (Smart Farming) (Analisis Keberlanjutan Pembangunan Pertanian di Jawa Tengah Indonesia),” *J. Trit.*, vol. 15, no. 1, pp. 140–155, 2024, doi: 10.47687/jt.v15i1.859.
- [23] F. Firmansyah, B. Wibisana, H. P. Yusuf, M. Ziad Iqbal, and R. S. Abqari, “Pertanian Cerdas Berbasis Internet of Things untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Hidroponik,” *J. Pengabdi. Masy. Nusantara.*, vol. 4, no. 2, pp. 80–85, 2024, doi: 10.35870/jpmn.v4i2.3084.
- [24] M. Rizki, M. A. Fhaizal, W. Sani, and C. D. Mulyadi, “Perancangan Sistem IoT untuk Pemantauan Aeroponik Berbasis Pertanian Cerdas,” *Rekayasa Ind. dan Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 55–63, 2025, doi: 10.32897/retims.2025.6.2.3795.
- [25] 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.
- [26] K. Wulandari, F. Fitroh, D. A. Wardana, and H. M. Issyattirrahim, “Analisis implementasi internet of things (IoT) pada bidang pertanian,” *Inf. Interaktif J. Inform. dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 35–40, 2024, doi: 10.37159/jii.v9i1.76.
- [27] D. J. Nuraini, G. A. Windari, S. Sudarti, and K. Mahmud, “Analisis Konsep Fisika pada Sistem Penyiram

- Otomatis untuk Budidaya Tanaman Hortilkultura,” *J. Teknol. Pertan. Gorontalo*, vol. 10, no. 1, pp. 19–27, 2025, doi: 10.30869/jtpg.v10i1.1460.
- [28] J. R. Pagala, K. Santa, and Q. C. Kainde, “Implementasi Fuzzy Logic Untuk Pengaturan Kelembapan Tanah Pada Tanaman Sawi Berbasis Internet of Things (Iot),” *J. Innov. Futur. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 174–184, 2024, doi: 10.47080/ifttech.v6i2.3307.
- [29] I. B. A. Kencana, I. W. A. Arimbawa, and I. G. P. W. W. Wedashwara, “Implementasi Iot Untuk Pemantauan Kelembaban Tanah Dan Debit Air Serta Pengendalian Irigasi Tetes,” *J. Teknol. Informasi, Komputer, dan Apl. (JTika)*, vol. 7, no. 2, pp. 214–224, 2025, doi: 10.29303/jtika.v7i2.480.
- [30] E. P. Dewi *et al.*, “MODIFIKASI IKLIM MIKRO DENGAN OTOMATISASI SISTEM IRIGASI TETES PADA TANAMAN SELEDRI (*Apium Graveolens* A),” *J. Teknol. Pertan. Andalas*, vol. 28, no. 2, pp. 162–172, 2024, doi: 10.25077/jtpa.28.2.162-172.2024.
- [31] M. Ula, Andik Bintoro, Syarifah Asria Nanda, Fadliani, Badriana, and Asran, “Pemanfaatan Internet of Thing dalam Sistem Monitoring Pengukuran Suhu Tanah di Gampong Sido Muliyo Kecamatan Kuta Makmur,” *J. Malikussaleh Mengabdi*, vol. 4, no. 1, pp. 101–109, 2025, doi: 10.29103/jmm.v4i1.22077.
- [32] ELKA PRANITA, “Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Node MCU ESP8266,” *Electr. J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 19, no. 2, pp. 149–155, 2025, doi: 10.23960/elc.v19n2.2786.
- [33] A. Furqan, Imilda, and T. Iqbal, “Perancangan dan Pengembangan Sistem Pengendali Kelembaban Tanah Berbasis Arduino Uno untuk Tanaman Hias,” *J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 60–75, 2025, doi: 10.63447/jikti.v2i2.1465.
- [34] S. Sutikno, N. Q. Fitriyah, and D. R. D. Putra, “Prototipe Sistem Irigasi Presisi Tanaman Jagung Menggunakan Sensor Kelembapan Berbasis Iot Pada Lahan Berpasir,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 2, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6404.
- [35] 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.
- [36] I. K. A. R. Gunawan, N. P. R. Artini, I. W. T. Aryasa, and I. K. A. Sugianta, “Rancang Bangun Alat Pengukur Unsur Hara dan Kelembapan Tanah Menggunakan Sensor NPK, Sensor Kelembapan Kapasitif, dan Mikrokontroler Arduino Nano,” *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 7, no. 2, pp. 91–99, 2024, doi: 10.31598/jurnalresistor.v7i2.1608.
- [37] K. Setiawan and R. F. Aula, “Penerapan IoT dengan algoritma fuzzy dan mikrokontroler ESP32 dalam monitoring penyiraman,” *J. Indones. Manaj. ...*, 2024, [Online]. Available: <http://journal.stmiki.ac.id/index.php/jimik/article/view/977>
- [38] B. P. Tarihoran, Rani Silitonga, and Afritha Amelia, “Analisis Alat Pemantauan Kelembaban Tanah Dengan Sistem Kontrol Pompa Otomatis Berbasis Internet Of Things,” *Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 192–199, 2025, doi: 10.46962/snte.25.094.
- [39] R. Pramana, A. M. Pinandito, T. Septiana, and M. S. Syamsudin, “Analisis Dampak dan Tantangan Pemanfaatan Sensor Kelembaban Tanah dalam sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT di Sektor Pertanian Indonesia,” *Qomaruna*, vol. 3, no. 1, pp. 24–31, 2025, doi: 10.62048/qjms.v3i1.124.
- [40] M. Mawardi and R. Rini, “Desain dan Uji Kinerja Sistem Irigasi Otomatis Berbasis Sensor pada Lahan Pertanian Wisata Agro Paloh Naga,” *All Fields Sci. J. Liaison Acad. Society*, vol. 5, no. 4, pp. 195–204, 2025, doi: 10.58939/afosj-las.v5i4.1185.

- [41] A. Agnesia, F. Kustidarsyah, I. M. Andik Setiawan, and L. Muharani, "Implementasi Sistem Irigasi Smart Garden IoT pada Perkebunan Stroberi," *J. Inov. Teknol. Terap.*, vol. 2, no. 1, pp. 88–98, 2024, doi: 10.33504/jitt.v2i1.204.
- [42] D. C. S. Pillai, S. S P, T. B, T. V R, and Y. J, "IOT-Based Smart Irrigation and Fertilization System," *Int. J. Innov. Res. Eng.*, pp. 117–123, 2026, doi: 10.59256/ijire.20250606018.
- [43] Moh. Iqbal Bagus Prasetyo Hutomo, Muhammad Yasir Al Ghiffari, Naufal Reky Ardhana, Rachmadanddy Mahendra Shakti, Rifqi Haezul Ma'ali, and Selvi Al-Makaari Safitri, "Manajemen Irigasi Cerdas: Memanfaatkan Decision Tree Untuk Untuk Analisis Prediktif Dalam Budidaya Tanaman," *J. Sci. Res. Dev.*, vol. 6, no. 2, pp. 1079–1091, 2025, doi: 10.56670/jsrd.v6i2.744.
- [44] A. Rozzaq, A. Ichsan Pradana, and A. Farida, "Pengembangan Sistem Irigasi Otomatis Di Greenhouse Berbasis Internet Of Things," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Bisnis*, pp. 444–450, 2025, doi: 10.47701/e6kq3093.
- [45] S. Wijaya, L. Delsi Samsunar, 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.
- [46] N. Effendi, W. Ramadhani, and F. Farida, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 91–98, 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i2.3923.
- [47] V. Kleruk and S. -, "Prototype Monitoring Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Di Taman Kota Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Software Arduino Ide," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 14, no. 1, 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i1.8947.
- [48] D. E. Z. - and M. M. K. -, "Sistem Iot Penyiraman Otomatis Tanaman Salak Dengan Monitoring Real-Time Menggunakan Platform Blynk," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 14, no. 1, 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i1.8441.
- [49] H. Ilva, R. D. Putra, A. A. Karim, D. C. Rada, and ..., "Implementasi Teknologi Irigasi Cerdas: Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban dan Sprayer Pada Gapoktan Desa Gunung Lengkuas," *J. Pengabd.* ..., 2025, [Online]. Available: <https://pengabmas.nchat.id/index.php/pengabmas/article/view/138>
- [50] A. Syammarta, M. W. Kasrani, and ..., "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Cabai Otomatis Berbasis IoT dan Telegram," *J. Tek. Elektro* ..., 2025, [Online]. Available: <https://jurnal.fte.uniba-bpn.ac.id/index.php/JTE/article/view/1322>
- [51] A. Nugroho, *Sensor Soil untuk Mengukur Kelembapan Tanah Berbasis IoT*. dspace.uui.ac.id, 2025. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/55163>
- [52] Z. K. Simbolon, "Sistem Cerdas Berbasis Internet of Thing Untuk Monitoring dan Penyiraman Tanaman Menggunakan Naive Bayes," *J. Inform. dan Teknol. Komput. (J* ..., 2025, [Online]. Available: <https://ejurnalunsam.id/index.php/jicom/article/view/12236>
- [53] A. Widodo, "Prototipe Agretech berbasis Internet of Things (IoT) untuk Peningkatan Efisiensi dan Produktifitas Pertanian Modern," *J. Sist. Komput. Dan Kecerdasan Buatan*, 2025, [Online]. Available: <https://www.jurnal.tau.ac.id/index.php/siskom-kb/article/view/812>
- [54] R. Afriyani, A. N. Triana, and ..., "Evaluasi Sifat Fisik Tanah Ultisol Terhadap Kinerja Irigasi Berpori Berbasis Internet of Things (IOT)," *J. Locus Penelit.* ..., 2026, [Online]. Available: <https://locus.rivierapublishing.id/index.php/jl/article/view/5430>

Publisher's Note: Publisher stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.