

RANCANG BANGUN PENYIRAMAN TANAMAN CABE OTOMATIS MENGGUNAKAN ESP32 DAN SENSOR KELEMBAPAN TANAH

Miftakhur Roziqin^{1*}, Apfrizal Fauzan Kabes^{2*}, Siti Zaenab Nurul Haq³

^{1,2,3} Teknik Elektro, Universitas Kahuripan Kediri; Jl. Pb. Sudirman No.27, 64211, Kediri

Keywords:

Internet of Things, ESP32, Sensor Kelembapan Tanah, Blynk, DHT11, RTC DS3231

Correspondent Email:

miftakhur.roziqin@students.kahuripan.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman tanaman cabe otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang efisien, hemat air, dan dapat dioperasikan secara jarak jauh. Sistem ini menggabungkan mikrokontroler ESP32 dengan sensor kelembapan tanah, sensor suhu dan kelembapan udara DHT11, serta modul RTC DS3231 untuk menjalankan penyiraman berdasarkan tiga parameter utama, yaitu tingkat kelembapan tanah, suhu udara, dan waktu penyiraman terjadwal. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan tampilan LCD 16x2 untuk menampilkan data secara real-time dan aplikasi Blynk untuk pemantauan dan kontrol jarak jauh melalui perangkat seluler.

Pengujian sistem menunjukkan bahwa pompa air aktif secara otomatis saat kelembapan tanah di bawah 40%, saat suhu melebihi 32°C, atau saat waktu penyiraman yang telah dijadwalkan tiba, dan akan mati apabila kelembapan tanah telah melebihi 70%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi beban kerja manual, serta mendukung pertanian skala kecil atau rumah tangga secara lebih optimal. Implementasi sistem ini juga memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pertanian cerdas yang terjangkau dan mudah dioperasikan.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. This research aims to design and implement an efficient, water-saving, and remotely operable automatic chili plant watering system based on the Internet of Things (IoT). The system integrates the ESP32 microcontroller with a soil moisture sensor, DHT11 temperature and humidity sensor, and DS3231 RTC module to perform watering based on three main parameters: soil moisture level, air temperature, and scheduled watering time. Additionally, the system includes a 16x2 LCD display for real-time data presentation and the Blynk application for remote monitoring and control via mobile devices.

System testing shows that the water pump is automatically activated when the soil moisture falls below 40%, when the temperature exceeds 32°C, or when the scheduled watering time arrives, and it turns off when the soil moisture exceeds 70%. The results indicate that this system effectively enhances water efficiency, reduces manual labor, and supports small-scale or household farming. Its implementation also contributes to the development of affordable and user-friendly smart farming technologies.

1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat, namun proses irigasi masih banyak dilakukan secara manual yang memerlukan waktu, tenaga, dan sering kali tidak efisien dalam penggunaan air. Kondisi ini semakin krusial mengingat keterbatasan sumber daya air di berbagai wilayah, sehingga diperlukan inovasi sistem penyiraman otomatis yang dapat bekerja berdasarkan kondisi lingkungan dan kebutuhan tanaman [1].

Perkembangan **Internet of Things (IoT)** telah membuka peluang besar dalam otomatisasi pertanian melalui penggunaan mikrokontroler seperti **ESP32**, sensor kelembapan tanah, dan sensor suhu. Data yang diperoleh dari sensor mampu mengaktifkan pompa hanya saat diperlukan, sehingga mendukung penghematan air dan efisiensi penggunaan energi [2]. Penelitian oleh Divya et al. menunjukkan bahwa integrasi sensor kelembapan tanah dengan aplikasi Blynk memungkinkan pemantauan dan pengendalian pompa secara real-time, yang terbukti meningkatkan efektivitas penyiraman [3]. Selain itu, penggunaan modul **RTC DS3231** telah terbukti mendukung penjadwalan penyiraman secara otomatis tanpa bergantung pada koneksi internet [4].

Sejumlah penelitian serupa telah dilakukan, di antaranya Pattalwar et al. yang merancang sistem penyiraman berbasis IoT dengan monitoring melalui Google Sheets. Penelitian tersebut menekankan pentingnya integrasi pemantauan real-time dalam mendukung efisiensi pertanian [5]. Namun, sebagian besar penelitian terdahulu hanya fokus pada satu atau dua parameter lingkungan, sehingga belum mampu memberikan kontrol penyiraman yang benar-benar adaptif.

Penggunaan ESP32 dalam sistem irigasi presisi mampu meningkatkan produktivitas pertanian dengan mengurangi intervensi manual petani, namun penelitian tersebut belum mengintegrasikan logika penyiraman berbasis kombinasi kelembapan tanah, suhu, dan penjadwalan waktu [6].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Internet of Things (IoT)

IoT merupakan konsep yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung melalui

internet untuk mengumpulkan, bertukar, dan memproses data secara real-time. Dalam konteks pertanian, IoT mendukung implementasi sistem **smart farming** melalui pemantauan dan pengendalian berbasis sensor yang terintegrasi dengan mikrokontroler. Penelitian menunjukkan bahwa IoT mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan energi melalui otomatisasi penyiraman tanaman [7].

2.2. Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler dengan dukungan Wi-Fi dan Bluetooth yang banyak digunakan dalam sistem IoT karena konsumsi dayanya rendah, kinerja prosesor tinggi, serta memiliki banyak pin input/output. ESP32 memungkinkan integrasi berbagai sensor, modul RTC, serta aplikasi berbasis internet untuk mengendalikan perangkat dari jarak jauh. bahwa ESP32 terbukti efektif untuk membangun sistem irigasi otomatis yang efisien dan adaptif terhadap kondisi lingkungan [8].

2.3. Sensor Kelembapan Tanah

Sensor kelembapan tanah bekerja berdasarkan prinsip konduktivitas listrik tanah. Nilai resistansi yang terbaca akan diubah menjadi data digital atau analog sebagai indikator kadar air dalam tanah. Sensor ini menjadi parameter utama dalam mengatur hidup-matinya pompa penyiraman otomatis, sehingga dapat mencegah kondisi tanah yang terlalu kering atau terlalu basah [9].

2.4. Sensor Suhu dan Kelembapan Udara

DHT11 adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Dalam sistem penyiraman otomatis, sensor ini berfungsi sebagai parameter tambahan untuk mengaktifkan pompa ketika suhu lingkungan melebihi ambang batas tertentu, sehingga kebutuhan tanaman terhadap air tetap terpenuhi [10].

2.5. Real Time Clock (RTC DS3231)

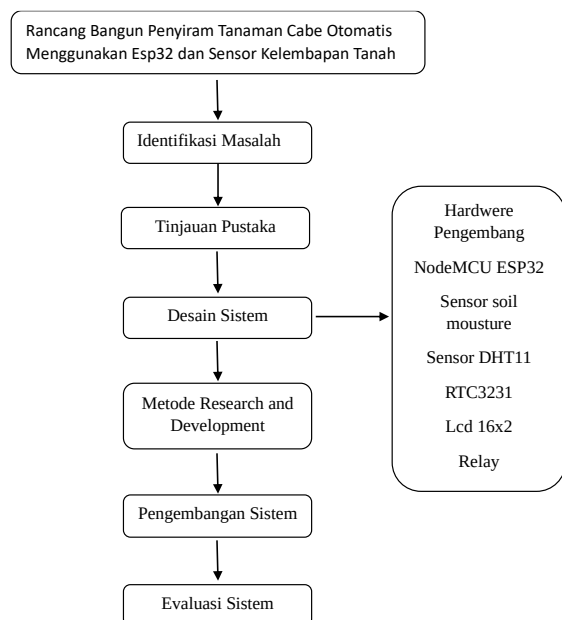
RTC DS3231 adalah modul pencatat waktu presisi tinggi yang berfungsi untuk menjaga jadwal penyiraman. Modul ini memungkinkan sistem tetap melakukan penyiraman meskipun tidak terhubung ke internet. Keberadaannya mendukung penerapan penyiraman berbasis waktu yang konsisten dan teratur [11].

2.6. Platform Blynk

Blynk adalah platform IoT yang memungkinkan integrasi mikrokontroler dengan smartphone melalui internet. Aplikasi ini menyediakan antarmuka pemantauan kondisi sensor dan kendali pompa secara real-time. Keunggulannya adalah kemudahan integrasi dengan ESP32, sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas pengguna dalam memantau sistem penyiraman [8].

3. METODE PENELITIAN

Dalam pembuatan penelitian ini, terdapat beberapa tahapan untuk menyelesaikannya. Adapun tahap pengerjaan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Kerangka berfikir Penelitian

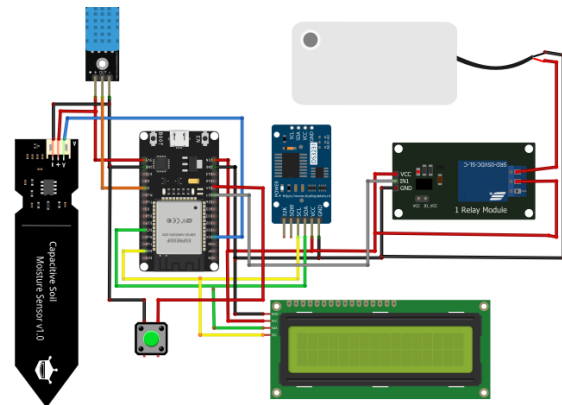
3.1. Identifikasi Masalah

Penelitian diawali dengan mengamati kondisi di lapangan, yaitu proses penyiraman tanaman cabai yang masih dilakukan secara manual. Penyiraman konvensional menimbulkan beberapa masalah seperti tidak teraturnya waktu penyiraman, kelembapan tanah yang tidak stabil, serta tingginya konsumsi air. Permasalahan ini diidentifikasi sebagai dasar untuk merancang sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan mikrokontroler ESP32 [11].

3.2. Tinjauan Pustaka

Studi literatur dilakukan untuk memperkuat landasan teori penelitian ini, meliputi teknologi IoT, sensor kelembapan tanah, sensor suhu, RTC DS3231, serta aplikasi Blynk. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa IoT mampu meningkatkan efisiensi pertanian melalui pemantauan real-time [12], sementara penelitian dalam JITET menekankan efektivitas ESP32 dalam otomatisasi irigasi berbasis sensor [7].

3.3. Desain Sistem



Gambar 2. Rangkain Alat Penyiraman Tanaman Cabe Otomatis

Sistem dirancang dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama, yaitu:

- Mikrokontroler **ESP32** sebagai pusat kendali.
- Sensor Soil Moisture** untuk membaca kelembapan tanah.
- Sensor DHT11** untuk memantau suhu dan kelembapan udara.
- RTC DS3231** untuk mendukung penjadwalan penyiraman.
- Relay dan Pompa Air** sebagai aktuator.
- LCD 16x2 I2C** untuk menampilkan data sensor secara lokal.
- Aplikasi Blynk** untuk monitoring dan kontrol jarak jauh.

Desain sistem dituangkan dalam blok diagram, flowchart, serta perancangan perangkat keras dan perangkat lunak [13].

3.4. Metode Research and Development (R&D)

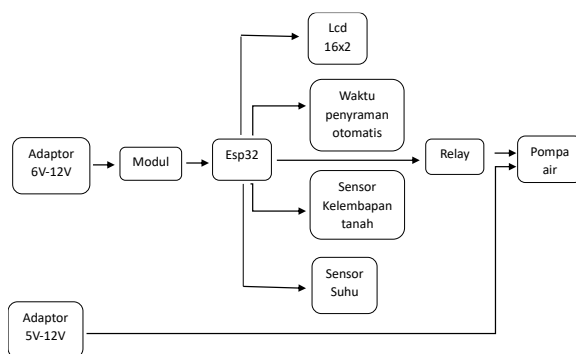
Penelitian ini menggunakan pendekatan R&D yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian,

serta penyempurnaan. Tahap awal difokuskan pada perumusan masalah, dilanjutkan dengan perancangan prototipe, pengembangan perangkat lunak menggunakan Arduino IDE, integrasi perangkat keras, hingga pengujian sistem secara menyeluruh. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian yang mengarah pada pengembangan produk teknologi tepat guna [14].

3.5. Pengembangan Sistem

Proses pengembangan sistem melibatkan:

- Perakitan perangkat keras** (ESP32, sensor kelembapan, sensor suhu, RTC, relay, pompa, dan LCD).



Gambar 3. Block diagram Alat Penyiraman Tanaman Cabe Otomatis

- Pemrograman mikrokontroler** dengan logika penyiraman:
 - Jika kelembapan tanah < 40% → pompa aktif.
 - Jika kelembapan tanah > 70% → pompa nonaktif.
 - Jika suhu > 32 °C → pompa aktif hingga kelembapan mencapai > 70%.
 - Penyiraman otomatis berdasarkan waktu RTC.
- Integrasi dengan aplikasi Blynk** untuk memantau kondisi sensor, mengontrol pompa, serta menampilkan status sistem [15].

3.6. Evaluasi Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan akurasi pembacaan sensor, keandalan kendali pompa, serta sinkronisasi data pada LCD dan aplikasi Blynk. Evaluasi difokuskan pada:

- Uji sensor** kelembapan tanah dan suhu untuk memastikan nilai pembacaan sesuai standar.
- Uji konektivitas** ESP32 terhadap Wi-Fi dan Blynk.
- Uji logika sistem** apakah pompa aktif/nonaktif sesuai kondisi yang ditentukan.
- Uji RTC DS3231** untuk memastikan jadwal penyiraman berjalan konsisten.
- Uji keseluruhan sistem** pada tanaman cabai untuk mengetahui efektivitasnya dalam menghemat air dan meminimalisasi penyiraman manual [16].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Setelah alat sudah terakit, perlu adanya pengujian alat tersebut untuk mendapatkan hasil data yang dapat dianalisis lebih lanjut dalam penelitian ini menggunakan logika yang telah dikonfigurasi. Berikut merupakan hasil data yang telah didapat dalam bentuk tabel pada Tabel 1

Tabel 1. Data Kelembapan Tanah

Kondisi Tanah	Tingkat Kelembapan	Nilai ADC
Kering	0%	2638
Normal	42%	1938
Sangat Basah	99%	1030

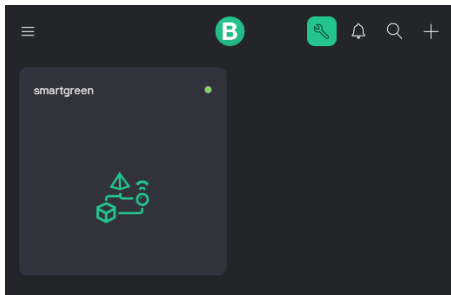
Tabel di atas merupakan hasil pengujian sensor kelembapan tanah (V1.2) yang dilakukan di lahan pertanian yang terletak di daerah Penelitian Rumah Penulis di Desa Darungan, Dusun rejosari, Kecamatan Pare, Kabupaten Kediri Jawa Timur.



Gambar 4. Proses Pengukuran Kelembapan Tanah.



Gambar 5. Tampilan LCD ketika sedang terkoneksi wifi



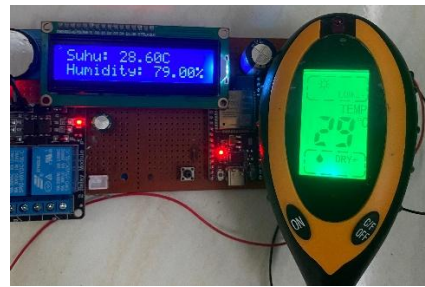
Gambar 6. ESP 32 berhasil terhubung dengan Blynk



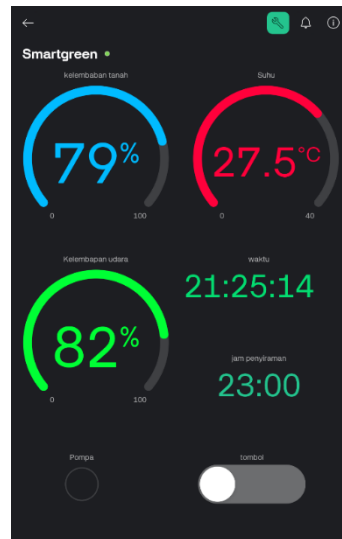
Gambar 7. Tampilan Waktu LCD



Gambar 8. Tampilan Waktu Jam Penyiraman Otomatis



Gambar 9. Proses Pengukuran Suhu dan kelembapan Udara



Gambar 10. Tampilan Kontrol pada Aplikasi Blynk

Sistem penyiraman otomatis ini dirancang dengan logika gabungan antara sensor kelembapan, sensor suhu, dan jadwal penyiraman. Pompa akan menyala saat kelembapan tanah kurang dari 40% dan berhenti ketika melebihi 70%. Jika suhu mencapai 32 °C, pompa juga akan aktif untuk menyiram tanaman, namun tetap mati bila kelembapan sudah di atas 70%. Selain itu, ketika jadwal penyiraman tiba, pompa otomatis bekerja dan akan berhenti jika kelembapan tanah terdeteksi lebih dari 70%. waktu yang ditentukan dan tetap berhenti otomatis bila kelembapan tanah >70%.

Pengujian dilakukan selama tujuh hari berturut-turut pada tanaman cabai di dalam pot, dengan pencatatan harian terhadap parameter kelembapan tanah, suhu udara, dan status pompa. Tabel 2 merangkum hasil pengukuran sensor dan aksi pompa air.

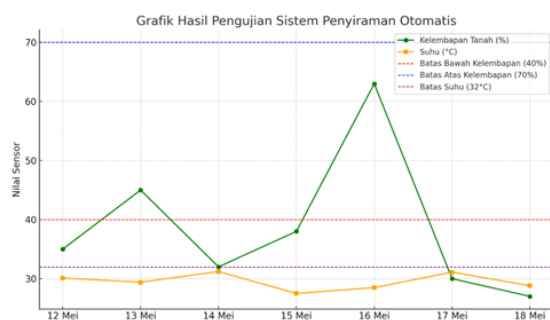
Tabel 2. Data Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Hari/Tanggal	Waktu	Kelembapan air	Suhu	Pompa
Senin 12 Mei 2025	12.00	35%	30.10°C	ON
Selasa 13 Mei 2025	12.00	45%	29.40°C	OFF
Rabu 14 Mei 2025	12.00	32%	31.20°C	ON
Kamis 15 Mei 2025	12.00	38%	27.50°C	ON
Jumat 16 Mei 2025	12.00	63%	28.48°C	OFF
Sabtu 17 Mei 2025	12.00	30%	31.10°C	ON
Minggu 18 Mei 2025	12.00	27%	28.80°C	ON



Gambar 11. Percobaan alat pada Tanaman Cabe

Untuk mempermudah analisis, visualisasi data pengujian ditampilkan dalam bentuk grafik pada



Gambar 12. Grafik hasil pengujian sistem otomatis

4.2. Pembahasan

Grafik dan tabel menunjukkan bahwa sistem berhasil menjalankan logika penyiraman otomatis sesuai ambang batas yang ditentukan. Pompa menyala ketika nilai kelembapan tanah turun di bawah 40% atau suhu udara melebihi 32°C. Misalnya, pada 12 Mei dan 14 Mei 2025, pompa aktif karena kelembapan tanah sangat rendah (35% dan 32%), meskipun suhu belum melewati 32°C. Sedangkan pada 13 Mei, pompa tidak aktif karena nilai kelembapan tanah 45% masih berada dalam rentang aman (40%–70%).

Selain itu, sistem juga merespon suhu tinggi, seperti pada 14 Mei (suhu 31.20°C) yang berdekatan dengan ambang logika suhu, memicu aktivasi pompa. Pada 16 Mei, suhu udara tercatat 28.48°C dengan kelembapan tanah 63%, maka pompa tidak aktif, menunjukkan bahwa sistem mampu menunda penyiraman ketika kondisi cukup optimal.

Validasi terhadap sistem penjadwalan otomatis berbasis RTC DS3231 juga menunjukkan akurasi waktu tinggi. Waktu penyiraman tetap berjalan sesuai jadwal meskipun ESP32 dimatikan, menunjukkan RTC berhasil menyimpan dan mempertahankan waktu sistem secara mandiri.

Aplikasi Blynk memberikan fleksibilitas pemantauan jarak jauh, dengan tampilan antarmuka pengguna seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Informasi suhu, kelembapan, waktu, dan status pompa ditampilkan dalam bentuk *gauge* dan tombol kontrol, memudahkan pemantauan dan kontrol manual dari smartphone.

Temuan ini memperkuat hasil studi sebelumnya yang menyatakan bahwa integrasi sensor kelembapan tanah dan platform IoT dapat meningkatkan efisiensi penyiraman serta mengurangi intervensi manual dalam pertanian [16], [17], [18]. Penelitian oleh Wahjuni et al. juga menunjukkan bahwa penyiraman berdasarkan suhu udara kritis dapat meningkatkan produktivitas tanaman cabai secara signifikan [19]. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti andal untuk digunakan pada skala pertanian rumah tangga

5. KESIMPULAN

- a. Pada alat sistem penyiraman otomatis tanaman cabai berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan sensor kelembapan tanah, sensor suhu DHT11, RTC DS3231, relay, pompa, LCD 16x2, serta aplikasi Blynk. Sistem mampu bekerja secara otomatis berdasarkan kadar kelembapan tanah, suhu udara, dan jadwal waktu.
- b. Dalam Pengujiannya sistem dapat mengaktifkan pompa jika kelembapan tanah $< 40\%$ atau suhu $> 32\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan mematikan pompa jika kelembapan $> 70\%$. Selain itu, RTC DS3231 berhasil mempertahankan jadwal penyiraman konsisten meskipun perangkat dimatikan.
- c. Kelebihan sistem:
 - Mengurangi pemborosan air dengan penyiraman tepat waktu dan sesuai kebutuhan.
 - Mendukung pemantauan jarak jauh melalui aplikasi Blynk dan monitoring lokal melalui LCD.
 - Dapat dioperasikan dengan biaya relatif terjangkau, sehingga cocok untuk petani skala kecil.
- d. Kekurangan sistem:
 - Akurasi sensor kelembapan tanah masih dipengaruhi kondisi lingkungan (misalnya suhu tanah dan salinitas).
 - Sistem bergantung pada koneksi Wi-Fi untuk pemantauan jarak jauh, sehingga kurang optimal di daerah dengan keterbatasan jaringan.
 - Skala pengujian masih terbatas pada tanaman cabai dalam pot, belum diaplikasikan pada lahan pertanian yang lebih luas.
- e. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan:
 - Mengintegrasikan sensor yang lebih presisi (misalnya sensor kelembapan kapasitif).
 - Menambahkan fitur pengolahan data berbasis machine learning untuk prediksi kebutuhan air tanaman.
 - Mengembangkan sumber energi terbarukan (misalnya panel surya) agar sistem lebih ramah lingkungan dan independen dari listrik PLN.

- Menguji sistem pada skala lahan pertanian lebih luas untuk memastikan efektivitas dan keandalannya dalam praktik nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Siti Zaenab Nurul Haq, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing dan ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Kahuripan Kediri, telah membimbing selama penyusunan jurnal ini berlangsung. Kemudian, penulis juga ingin berterima kasih kepada pihak terlibat yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Author, *Pertanian Modern dan Teknologi Otomatisasi*. Jakarta: Penerbit ABC, 2019.
- [2] B. C. Divya, "IoT Based Smart Irrigation System," *Int. J. Adv. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 45–50, 2020.
- [3] S. Pattalwar, "IoT Enabled Smart Irrigation Using Google Sheets," *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 5, pp. 1225–1230, 2021.
- [4] T. Darrusalam and M. Iskandar, "Pemanfaatan RTC DS3231 untuk Penjadwalan Penyiraman Otomatis," *J. Teknol. Elektro dan Komput.*, vol. 12, no. 3, pp. 99–106, 2021.
- [5] R. N. Hidayat and F. Anshori, "Implementasi IoT untuk Otomatisasi Irigasi Berbasis ESP32," *J. Ilm. Tek. Elektro Terap.*, vol. 3, no. 2, pp. 87–94, 2022.
- [6] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorzi, "Internet of Things for Smart Cities," *IEEE Internet Things J.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–32, 2014, doi: 10.1109/JIOT.2014.2306328.
- [7] A. Sudarsono, D. Adipranata, and Y. T. Permana, "Implementasi IoT dengan Mikrokontroler ESP32 untuk Sistem Irigasi Otomatis," *J. Teknol. Elektro*, vol. 19, no. 2, pp. 45–52, 2023.
- [8] H. R. Prasetyo and D. Kurniawan, "Sistem Irigasi Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *J. Teknol. Pertan.*, vol. 19, no. 1, pp. 45–50, 2018.
- [9] S. Dhingra, R. Batra, and A. Raj, "Temperature and Humidity Monitoring using DHT11 Sensor with ESP32," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci.*, vol. 9, no. 2, pp. 450–455, 2018.
- [10] A. M. Jasim and M. N. Mohammed, "Design

- and Implementation of Smart Irrigation System using RTC DS3231,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 10, no. 3, pp. 2562–2569, 2020, doi: 10.11591/ijece.v10i3.pp2562-2569.
- [11] P. Divya, S. R. Kannan, and M. Kumar, “IoT Based Smart Irrigation System Using Blynk Platform,” *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 8, no. 5, pp. 1234–1238, 2019.
 - [12] M. Roziqin, S. Z. N. Haq, and A. Saputra, “Rancang Bangun Penyiraman Tanaman Cabai Otomatis Menggunakan ESP32 dan Sensor Kelembapan Tanah,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 6, no. 2, pp. 55–64, 2024.
 - [13] N. S. Kurniawan, A. P. Pratama, and W. Nugroho, “IoT Based Smart Agriculture Monitoring and Irrigation System Using Renewable Energy,” *Int. J. Progress. Res. Sci. Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 41–47, 2024.
 - [14] G. P. Pereira, M. Z. Chaari, and F. Daroge, “IoT-Enabled Smart Drip Irrigation System Using ESP32,” *IoT*, vol. 4, no. 3, pp. 221–243, 2023.
 - [15] M. J. Saputra and R. R. Suryono, “Implementasi Teknologi Irigasi Tetes pada Tanaman Jagung Menggunakan Sensor Soil Moisture dan Mikrokontroler ESP32,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 22–31, 2025.
 - [16] M. S. M. Ali, M. H. Habaebi, M. R. Islam, and I. Ismail, “IoT based smart irrigation monitoring and controlling system,” *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 20, no. 1, pp. 67–75, 2020.
 - [17] A. N. Pattalwar, S. S. Pande, and A. R. Waghmare, “Smart irrigation system using IoT and cloud services,” *Int. J. Res. Eng. Sci. Manag.*, vol. 3, no. 5, pp. 286–289, 2020.
 - [18] R. Kumar and M. P. Singh, “A cloud based IoT framework for precision agriculture and irrigation system,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 172, no. 6, pp. 10–13, 2017.
 - [19] S. Wahjuni, A. R. Isnanto, and M. Suryanegara, “IoT-based chili plant irrigation system with temperature and soil moisture monitoring,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 95–102, 2021.