

Rancang Bangun Smart Irigasi Berbasis IoT dengan Pendekatan Pranata Mangsa untuk Efisiensi Penggunaan Air Pertanian

Muhammad Akmal Maftuh^{1*}, Farid Ega Putra Aldiyansyah², Dava Rahmat Zaky³, Revaldo Adi Wijaya⁴, Rudi Susanto⁵

¹Teknik Informatika/Illmu Komputer
(Universitas Duta Bangsa)
1*250103125@mhs.udb.ac.id

²Teknik informatika/Illmu Komputer
(Universitas Duta Bangsa)
250103120@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Illmu Komputer
(Universitas Duta Bangsa)
3250103117@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Illmu komputer
(Universitas Duta Bangsa)
4250103129@mhs.udb.ac.id

⁵Teknik Informatika/Illmu Komputer
(Universitas Duta Bangsa)
5rudi_susanto@udb.ac.id

Abstrakt— Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem irigasi cerdas berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan kearifan lokal Pranata Mangsa untuk mengoptimalkan efisiensi penggunaan air pertanian. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan lunak, serta pengujian sistem. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor kelembaban tanah kapasitif, sensor DHT22, modul relay, serta platform Blynk sebagai antarmuka pemantauan dan kontrol jarak jauh. Data sensor diproses oleh ESP32 menggunakan logika kontrol berbasis ambang batas (threshold) untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air secara otomatis, dengan mempertimbangkan informasi musim dari sistem Pranata Mangsa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengaktifkan pompa secara otomatis saat kelembaban tanah turun di bawah 40% dan mematikannya saat mencapai 70% dengan waktu respons kurang dari 5 detik. Sistem juga mampu menampilkan data sensor, informasi musim, dan status pompa secara real-time melalui LCD dan platform Blynk. Kesimpulan utama dari penelitian ini adalah sistem irigasi cerdas berbasis IoT yang dikembangkan berhasil bekerja sesuai spesifikasi. Sistem ini menawarkan solusi praktis dan terjangkau untuk mendukung pertanian presisi yang berkelanjutan dengan mengintegrasikan teknologi modern dan kearifan lokal Pranata Mangsa.

Kata kunci— Irigasi Cerdas, Internet of Things, ESP32, DHT22, Pranata Mangsa, Pertanian Presisi.

Abstract— This study aims to design and implement an IoT-based smart irrigation system integrated with the local wisdom of Pranata Mangsa to optimize agricultural water use efficiency. The method used is Research and Development (R&D) with stages of needs analysis, system design, hardware and software implementation, and system testing. The system was developed using the ESP32 microcontroller as the control center, a capacitive soil moisture sensor, DHT22 sensor, relay module, and the Blynk platform as a remote monitoring and control interface. Sensor data is processed by the ESP32 using threshold-based control logic to automatically activate or deactivate the water pump, while considering seasonal information from the Pranata Mangsa system. Test results show that the system successfully activates the pump automatically when soil moisture drops below 40% and turns it off when it reaches 70% with a response time of less than 5 seconds. The system is also able to display sensor data, seasonal information, and pump status in real-time via LCD and the Blynk platform. The main conclusion of this study is that the developed IoT-based smart irrigation system works according. This system offers a practical and affordable solution to support sustainable precision agriculture by integrating modern technology and local wisdom of Pranata Mangsa.

Keywords— Smart Irrigation, Internet of Things, ESP32, DHT22, Pranata Mangsa, Precision Agriculture.

I. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor fundamental yang menopang ketahanan pangan dan memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional. Namun, sektor ini menghadapi tantangan serius terkait ketersediaan air, yang diperparah oleh perubahan iklim dan pertumbuhan populasi. Secara global, sektor

pertanian menyumbang sekitar 70% dari total pengambilan air tawar, dengan irigasi sebagai konsumen utama [1]. Di Indonesia sebagai negara tropis, tantangan ini semakin kompleks dengan adanya ketidakstabilan iklim yang menyebabkan risiko gagal panen akibat banjir di musim hujan dan kesulitan irigasi di musim kemarau [2].

Sistem irigasi konvensional yang masih banyak diterapkan umumnya dilakukan secara manual dan terjadwal tanpa mempertimbangkan kondisi aktual lahan [3]. Akibatnya, penyiraman sering kali berlebihan atau kekurangan, yang berdampak pada pertumbuhan tanaman tidak optimal dan pemborosan air [4]. Untuk mencapai target peningkatan produksi pangan global, diperlukan adopsi teknologi pertanian yang lebih inovatif dan efisien [5].

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang besar untuk menciptakan sistem irigasi presisi yang mampu memantau dan mengendalikan pemberian air secara otomatis berdasarkan data real-time [6]. Sistem IoT memungkinkan integrasi berbagai sensor dengan mikrokontroler seperti ESP32 untuk mengoptimalkan penggunaan air [7]. Penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem irigasi berbasis IoT menggunakan sensor kelembaban tanah dan sensor DHT22 [8].

Sensor DHT22 menawarkan keunggulan signifikan dengan akurasi suhu $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dan akurasi kelembaban $\pm 2\%$ RH, serta jangkauan pengukuran suhu yang lebih luas (-40°C hingga 80°C). Penggunaan sensor DHT22 dalam sistem irigasi memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan yang lebih presisi.

Pranata Mangsa merupakan sistem pengetahuan tradisional masyarakat Jawa dalam membaca tanda-tanda alam untuk menentukan musim dan waktu tanam yang tepat. Integrasi Pranata Mangsa dengan teknologi IoT diharapkan dapat memberikan pendekatan holistik dalam pengelolaan irigasi yang mempertimbangkan aspek budaya dan kearifan lokal [9].

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem smart irigasi berbasis IoT yang efisien, terjangkau, dan mudah diimplementasikan dengan mengintegrasikan sensor DHT22 dan Pranata Mangsa untuk akurasi pemantauan lingkungan yang lebih baik. Kontribusi utama penelitian ini adalah: (1) pengembangan sistem irigasi cerdas berbasis ESP32 yang mengintegrasikan sensor DHT22, sensor kelembaban tanah kapasitif, dan informasi Pranata Mangsa dengan kontrol

otomatis berbasis threshold; (2) pemanfaatan platform Blynk untuk pemantauan dan kontrol jarak jauh yang user-friendly; (3) penyediaan solusi irigasi yang terbukti secara empiris mampu menghemat air secara signifikan dibandingkan metode konvensional [9].

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) untuk merancang dan mengembangkan sistem smart irigasi berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan Pranata Mangsa [10]. Tahapan penelitian meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan lunak, serta pengujian sistem [11].

A. Analisis kebutuhan

1. Alat dan bahan

Berdasarkan analisis kebutuhan sistem, komponen-komponen yang diperlukan untuk membangun sistem irigasi cerdas ini adalah sebagai berikut [12].

Tabel 1. Komponen

No	Nama Komponen	Fungsi
1.	ESP32	Mikrokontroler utama & Wifi
2.	SENSOR DHT 22	Sensor suhu dan kelembaban
3.	SENSOR KELEMBABAN TANAH	Untuk mengukur kadar air secara real-time
4.	Modul relay	Saklar elektronik yang dikendalikan oleh ESP32 untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik ke pompa air
5.	Pompa air mini	Berfungsi mengalirkan air dari sumber menuju tanaman.
6.	Kabel Jumper	Digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik seperti sensor, relay, dan ESP32
7.	Bearboard	Papan rangkaian untuk merakit dan menguji koneksi antar komponen sebelum implementasi final
8.	LCD 16X2	Menampilkan data sensor (kelembaban tanah, suhu, kelembaban udara) secara lokal untuk memudahkan pemantauan langsung
9.	Adaptor 5V	Sumber daya utama untuk mensuplai tegangan ke ESP32 dan komponen lainnya
10.	Laptop	Digunakan sebagai perangkat utama untuk pemrograman mikrokontroler ESP32 melalui Arduino IDE

2. Spesifikasi Teknis Sensor

Sensor DHT22 dipilih berdasarkan kinerjanya yang unggul. Spesifikasi teknisnya meliputi rentang pengukuran suhu -40°C hingga 80°C dengan akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, rentang kelembaban 0-100% RH dengan akurasi $\pm 2\%$ RH, dan resolusi $0,1^{\circ}\text{C}/0,1\%$ RH. Sensor ini dilengkapi dengan empat pin: VCC (3,3-5V), Data, NC (Not Connected), dan GND [4].

Sensor Kelembaban Tanah Kapasitif bekerja berdasarkan prinsip perubahan kapasitansi akibat kadar air dalam tanah, dengan dua elektroda yang mendeteksi jumlah air di sekitarnya [5].

Modul Relay 5V berfungsi sebagai saklar elektronik yang memungkinkan ESP32 mengendalikan pompa air yang membutuhkan tegangan lebih tinggi [6].

3. Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem meliputi [7] :

1. Arduino IDE: Platform pengembangan untuk pemrograman ESP32 dengan bahasa C++
2. Library Blynk (BlynkSimpleEsp32.h): Untuk komunikasi antara ESP32 dan platform Blynk
3. Library DHT (DHT.h): Untuk membaca data dari sensor DHT22
4. LiquidCrystal I2C: Untuk menampilkan data pada LCD 16x2
5. Platform Blynk: Dashboard visual untuk memantau data sensor secara real-time dan mengendalikan sistem dari jarak jauh melalui smartphone .

4. Kebutuhan jaringan

Sistem memerlukan koneksi internet melalui Wi-Fi agar ESP32 dapat mengirimkan data sensor ke platform Blynk dan memungkinkan pengguna mengakses serta mengontrol sistem dari jarak jauh [8].

5. Integrasi pragnata mangsa

Sistem Pranata Mangsa diintegrasikan sebagai kalender musim pertanian yang memberikan informasi tentang musim tanam berdasarkan periode waktu tertentu. Informasi

ini digunakan sebagai pertimbangan tambahan dalam pengambilan keputusan irigasi [9].

6. Lahan dan media tanam

Penelitian ini menggunakan media tanam berupa pot sebagai wadah budidaya tanaman. Penggunaan pot sebagai media tanam dipilih karena memungkinkan pengendalian kondisi lingkungan yang lebih terkendali serta memudahkan pengamatan dan pengukuran parameter penelitian [1].

Media Tanam: Tanah yang digunakan sebagai media tanam dalam pot adalah tanah dengan tekstur lempung berliat (clay loam) yang memiliki kemampuan menahan air relatif tinggi. Penggunaan tanah dengan tekstur ini bertujuan agar ketersediaan air bagi tanaman dapat terjaga dengan baik dan sesuai dengan prinsip irigasi evapotranspiratif [2].

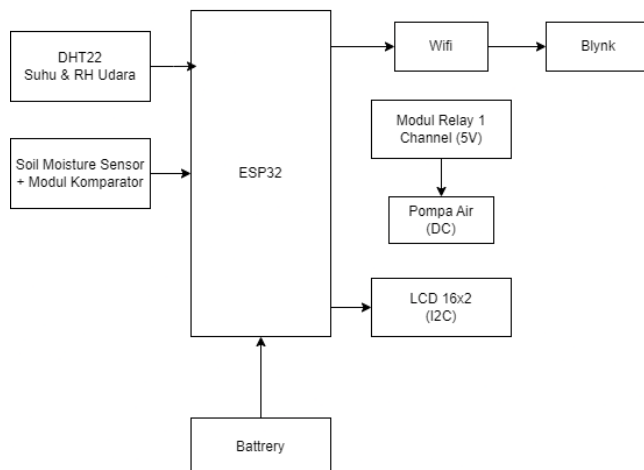
B. Perancangan Sistem

Sistem dirancang dengan arsitektur tiga lapisan utama: lapisan sensor (pengumpulan data), lapisan pemrosesan dan kontrol, serta lapisan antarmuka pengguna [10].

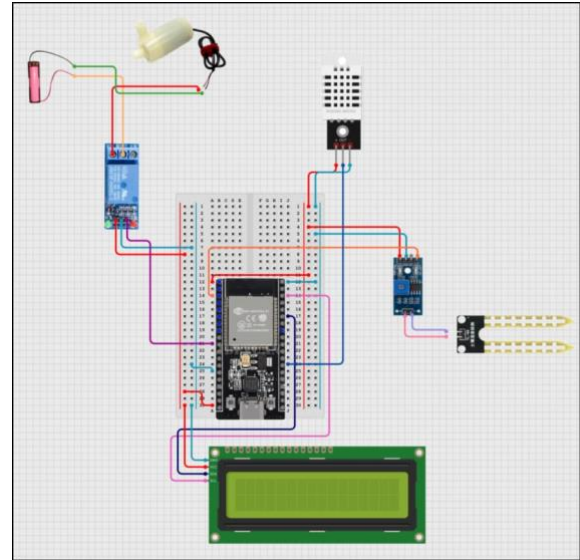
Lapisan Sensor: Menggunakan sensor kelembaban tanah kapasitif untuk mengukur kadar air tanah dan sensor DHT22 untuk memantau suhu serta kelembaban udara di sekitar tanaman [11].

Lapisan Pemrosesan dan Kontrol: Menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali [12]. ESP32 dipilih karena memiliki kemampuan pemrosesan yang memadai, konsumsi daya rendah, serta fitur konektivitas Wi-Fi terintegrasi. ESP32 menerima data dari sensor, memprosesnya dengan algoritma ambang batas (threshold), dan mengirimkan sinyal kontrol ke aktuator [1]. Modul relay berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan pompa air [2].

Lapisan Antarmuka Pengguna: Memanfaatkan platform Blynk yang menyediakan dashboard visual untuk memantau data sensor secara real-time dan mengendalikan sistem dari jarak jauh melalui smartphone [3].



Gambar 1. Contoh gambar arsitektur system irigasi



Gambar 2. Desain perkabelan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi perangkat keras dan lunak

1. Implementasi perangkat keras

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan merangkai seluruh komponen sesuai dengan desain sistem. Berikut adalah konfigurasi pin yang digunakan pada ESP32:

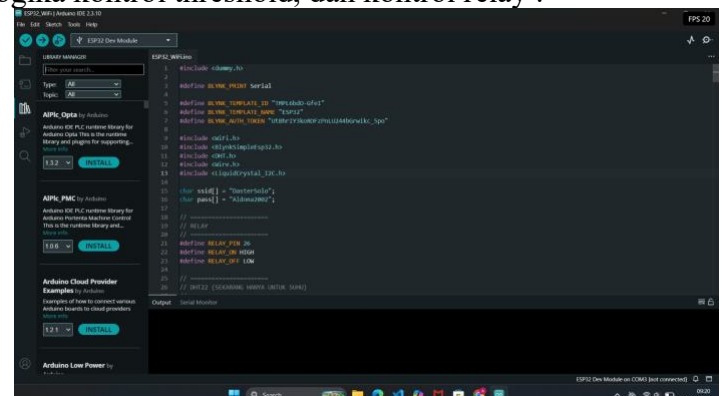
Tabel 2. Konfigurasi Pin Esp 32

No	Komponen	Pin Komponen	Keterangan
1.	Sensor DHT22 (Data)	3V3 GND GPIO4 VCC GND	Sumber tegangan sesnsor
2.	Sensor Kelembaban Tanah	AO(Analog Out) DO(Digital Out) VCC GND	Membaca nilai analog kelembaban tanah
3.	Modul Relay	IN (Sinyal Kontrol) VCC GND	Kontrol pompa air
4.	LCD 16x2	GND SDA SCL	Menampilkan data sensor secara lokal

Rangkaian perangkat keras terdiri dari ESP32 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor DHT22 (GPIO 15), sensor kelembaban tanah (GPIO 32), modul relay (GPIO 4), dan LCD I2C (GPIO 21 & 22). Pompa air dikendalikan melalui relay, dan semua data dikirimkan ke platform Blynk melalui koneksi Wi-Fi.

2. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++ . Kode program mencakup inisialisasi sensor, koneksi ke jaringan Wi-Fi dan platform Blynk, pembacaan data sensor, logika kontrol threshold, dan kontrol relay .



Gambar 3. Potongan Program ESP 32

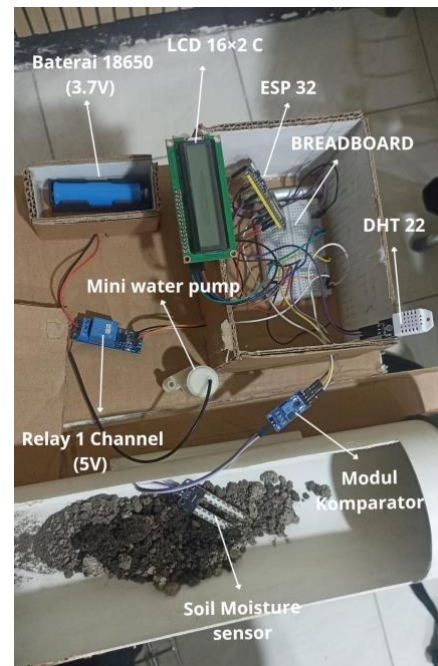
Potongan program yang digunakan untuk konfigurasi awal sistem ESP 32

B. pengujian sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memverifikasi fungsionalitas

Tabel 3. Pengujian

No	Skenario pengujian	Kondisi awal	aksi	Hasil pengujian	kesimpulan
1.	Pembaca sensor DHT 22	Esp terhubung	Sistem membaca suhu dan kelembaban	Sensor berhasil membaca suhu dan kelembaban udara serta menampilkan data pada lcd dan blynk.	Valid
2.	Pembaca sensor kelembaban tanah	Sensor di tanam dalam tanah	Sistem membaca nilai kelembaban	Sensor berhasil membaca suhu dan kelembaban tanah secara real time	Valid
3.	Kontrol otomatis – kondisi kering	Kelembaban tanah <40%	Sistem membaca kondisi kering	Pompa menyala secara otomatis	Valid
4.	Kontrol otomatis kondisi basah	Kelembaban tanah <70%	Sistem membaca kondisi basah	Pompa berhenti secara otomatis	Valid
5.	Kontrol manual via blynk	Mode manual aktif	Pengguna menekan tombol on	Pompa dapat dinyalakan atau dimatikan melalui aplikasi blynk	Valid
6.	Pengirim data ke blynk	ESP terhubung ke wifi	Sistem membaca sensor	Data sensor berhasil dikirim dan ditampilkan secara real-time pada dashboard Blynk	Valid
7.	Tampilan data di lcd	Lcd terhubung	Sistem membaca sensor	Lcd berhasil menampilkan informasi kelembaban tanah	Valid



Gambar 4. Alat

C. pengujian kontrol otomatis

Keandalan system diuji untuk memverifikasi respon terhadap perubahan kelembaban tanah .

1. Kondisi Tanah Kering (Kelembaban < 40%) [7]:

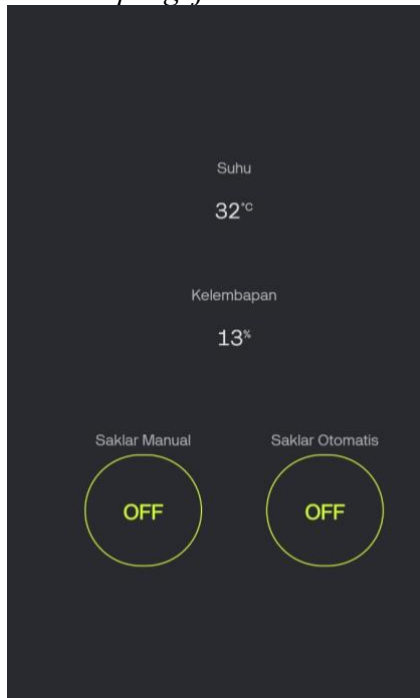
- 1) Sensor membaca nilai kelembaban di bawah threshold
- 2) ESP32 mengirim sinyal HIGH ke relay
- 3) Pompa air menyala dan mulai menyiram tanaman
- 4) LED indikator pompa aktif menyala

2. Kondisi tanah basah (kelembaban < 70%) [7]

- 1) Sensor membaca nilai kelembaban diatas threshold
- 2) ESP mengirim sinyal LOW ke relay
- 3) Pompa air mati dan menghentikan penyiraman

Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mengaktifkan pompa secara otomatis ketika kelembaban tanah berada di bawah 40% dan mematikannya ketika kelembaban mencapai atau melebihi 70%. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma kontrol berbasis ambang batas (threshold) bekerja sesuai dengan rancangan sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien.

C. Dokumentasi pengujian



Gambar 5. Tampilan blynk

Gambar 5 menunjukkan tampilan dashboard Blynk yang menampilkan informasi suhu sebesar 30,3°C, kelembaban tanah sebesar 57,7%, serta tombol ON dan OFF untuk pengendalian pompa secara manual.

Gambar 6 menunjukkan tampilan LCD 16×2 yang menampilkan informasi kelembaban tanah, suhu, mangsa, musim, dan status pompa off/on secara real-time sehingga kondisi lahan dapat dipantau secara langsung

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem irigasi cerdas berbasis IoT yang dikembangkan bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Sistem mampu membaca data sensor secara akurat, mengotomatiskan proses irigasi berdasarkan threshold kelembaban tanah, serta menampilkan data secara real-time melalui LCD dan platform Blynk

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem smart irigasi berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor kelembaban tanah kapasitif, sensor DHT22, modul relay, dan platform Blynk berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem mampu memantau kondisi kelembaban tanah, dan musim secara real-time serta mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan nilai ambang batas (threshold) yang telah ditentukan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Sensor mampu membaca data dengan baik, data berhasil dikirim dan ditampilkan pada LCD maupun aplikasi Blynk secara real-time, serta pompa air dapat menyala secara otomatis ketika kelembaban tanah berada di bawah 40% dan berhenti ketika kelembaban mencapai atau melebihi 70%. Selain itu, fitur kontrol manual melalui aplikasi Blynk juga berfungsi dengan baik sehingga pengguna dapat mengendalikan sistem dari jarak jauh.

Dengan demikian, sistem smart irigasi berbasis IoT yang dikembangkan dapat menjadi solusi yang efektif, efisien, dan mudah diimplementasikan.

REFERENSI

- [1] N. Juhan, A. Ibrahim, H. Abdullah, N. Nasri, and S. Suherman, "Rancang Bangun Smart Irigasi Berbasis Internet of Things," in

Gambar 6. Tampilan lcd

- Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, vol. 8, no. 1, pp. 243-249, 2024.
- [2] O. Hadikaryana et al., "Pemanfaatan Sistem Cerdas Irigasi sebagai Solusi Manajemen Irigasi di Desa Sukajaya Kecamatan Malangbong Kabupaten Garut," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Kebangsaan*, vol. 1, no. 2, pp. 51-57, 2025.
- [3] A. N. Rozzaq, A. Harijanto, and Maryani, "Design of Greenhouse Prototype Controller and Monitor on Green Mustard Plants," *Ultima Computing: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 17, no. 1, pp. 45-52, 2025.
- [4] M. A. Azra, J. M. Parenreng, M. S. Lamada, M. S. N. Wahid, and A. Wahid, "Implementation of Automated Intelligent Irrigation and Fertilization System Based on the Internet of Things for Home Wine Hobbyists," *Journal of Embedded Systems, Security and Internet of Things*, vol. 6, no. 4, pp. 112-125, 2025.
- [5] S. Algifari, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Cerdas Berbasis IoT untuk Pembibitan Padi," D3 thesis, Politeknik Negeri Jakarta, 2025.
- [6] S. Asyiah et al., "Smart Drip Irrigation Berbasis Internet of Things untuk Produktivitas Pertanian di Kawasan Agropolitan di Provinsi Banten," *Jurnal Media Mahardhika*, vol. 23, no. 3, pp. 112-120, 2025.
- [7] M. R. Aslam, F. C. Hasibuan, and R. M. Fikri, "Smart Drip Irrigation System with Integrated Soil pH and Moisture Sensors Using RS485 Communication," *PIKSEL: Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic*, vol. 13, no. 2, pp. 323-332, 2025.
- [8] G. A. Pabiban, "Rancang Buat dan Implementasi Sistem Irigasi Tetes Cerdas Berbasis Machine Learning dan IoT untuk Efisiensi Pengolahan pada Pertanian Modern," Skripsi, Universitas Hasanuddin, 2026.
- [9] S. Sobirin, "Pranata Mangsa dan Budaya Kearifan Lingkungan," *Jurnal Budaya Nusantara*, vol. 2, no. 1, pp. 250-264, 2018.
- [10] Suhardi, B. Marhaenanto, and B. T. W. Putra, "The Application of Smart Drip Irrigation System for Precision Farming," *Pertanika Journal of Science and Technology*, vol. 32, no. 6, pp. 112-128, 2024.
- [11] R. S. Sirotujanah, D. S. Aros, and T. F. Prasetyo, "Systematic Literature Review IoT untuk Pertanian Presisi dan Kesehatan Tanah," in *Prosiding STIMA*, vol. 1, no. 1, pp. 112-120, 2025.
- [12] A comprehensive review of recent advances in intelligent controller development for smart irrigation systems," *Discover Computing*, vol. 28, article no. 239, 2025