

## RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS GUNA EFISIENSI AIR DAN PEMUPUKAN PADA PROSES PEMBIBITAN CABAI

Dedi Arman<sup>1\*</sup>, Lalu Delsi Samsumar<sup>2</sup>, Zaenudin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Teknologi Mataram, Indonesia

[ded006006@gmail.com](mailto:ded006006@gmail.com)<sup>1</sup>

[samsumarld@utmmataram.ac.id](mailto:samsumarld@utmmataram.ac.id)<sup>2</sup>

[zen3d.itb@gmail.com](mailto:zen3d.itb@gmail.com)<sup>3</sup>

Received: 05-01-2026

Revised: 15-02-2026

Approved: 25-02-2026

### ABSTRAK

Pertanian modern menghadapi tantangan dalam penggunaan air dan pupuk yang efisien, khususnya pada fase pembibitan tanaman cabe yang sangat sensitif terhadap kadar kelembapan tanah dan pH larutan pupuk. Praktik konvensional sering kali menyebabkan ketidaktepatan pemberian, pemborosan sumber daya, serta pertumbuhan bibit yang tidak merata. Penelitian ini mengusulkan sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) sebagai solusi untuk mengatasi keterbatasan metode manual. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor kelembapan tanah, sensor pH, modul RTC, pompa air, dan pompa pupuk yang dikendalikan melalui relay. Antarmuka Blynk digunakan untuk monitoring dan kontrol jarak jauh secara real-time. Metode penelitian yang diterapkan adalah prototyping, meliputi tahap perancangan, implementasi, uji coba, dan evaluasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menyiram dan memberi pupuk secara otomatis sesuai kondisi lingkungan serta menampilkan informasi pada LCD dan aplikasi. Implementasi sistem ini terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk, mempermudah pemeliharaan bibit cabe, serta mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual. Penelitian ini penting karena memberikan kontribusi nyata bagi penerapan pertanian cerdas skala kecil hingga menengah, sekaligus menjadi dasar pengembangan lebih lanjut dalam integrasi IoT untuk pertanian berkelanjutan.

**Kata kunci:** Penyiraman otomatis, IoT, pembibitan cabe, ESP32, Blynk, sensor kelembapan, sensor pH

### PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu sektor utama dalam penyediaan pangan, namun masih menghadapi permasalahan terkait efisiensi penggunaan sumber daya, khususnya air dan pupuk. Pada fase pembibitan cabe, ketidaktepatan dalam penyiraman dan pemupukan sering menimbulkan pemborosan air, ketidakseimbangan nutrisi, serta pertumbuhan bibit yang tidak optimal. Aktivitas manual yang masih dominan digunakan tidak hanya menuntut tenaga kerja intensif, tetapi juga rawan terhadap kesalahan manusia. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu melakukan penyiraman dan pemupukan secara otomatis dengan pemantauan real-time untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi proses pembibitan.

Seiring perkembangan teknologi Internet of Things (IoT), berbagai perangkat kini dapat saling terhubung untuk mengumpulkan data, mengirimkan informasi, dan menjalankan kendali secara otomatis. IoT telah banyak diterapkan di bidang pertanian modern atau *smart farming*, seperti monitoring kelembapan tanah, pH, dan suhu, hingga pengendalian pompa air dan pupuk dari jarak jauh. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi sumber daya, tetapi juga memberi kemudahan bagi petani dalam mengambil keputusan secara cepat dan akurat. Dengan demikian, IoT menjadi solusi tepat untuk mengatasi keterbatasan metode manual yang masih digunakan dalam budidaya tanaman, khususnya pada fase pembibitan cabe yang membutuhkan

perhatian intensif.

Penelitian pertama dengan judul Pengembangan Sistem Penyiraman dan Pemupukan Otomatis Berbasis ESP32 dengan RTC dan Blynk menggabungkan fungsi penyiraman dan pemupukan otomatis pada tanaman kangkung dengan kontrol berbasis waktu dan monitoring jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk. Sistem ini meningkatkan pertumbuhan tanaman hingga 35%, namun belum menambahkan integrasi sensor pH dan kelembapan tanah secara bersamaan untuk pengambilan keputusan otomatis [1]. Penelitian kedua dengan judul Sistem Pengendalian Waktu Penyiraman Otomatis pada Tanaman Cabai Rawit Menggunakan Metode Fuzzy Logic Mamdani menghasilkan kontrol penyiraman yang sangat presisi berbasis waktu, namun tidak dilengkapi dengan pemantauan pH atau sistem distribusi pupuk cair yang terintegrasi [2]. Penelitian ketiga yaitu Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis pada Greenhouse Tanaman Anggrek Menggunakan Sensor DHT22 mengimplementasikan pengendalian penyiraman otomatis berdasarkan suhu dan kelembapan udara. Sistem ini efektif menjaga kondisi iklim mikro, tetapi belum mengakomodasi parameter pH atau mekanisme pemberian pupuk cair secara otomatis [3]. Penelitian keempat berjudul Pengaplikasian Sistem IoT pada Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Nano dan Blynk berfokus pada otomatisasi penyiraman dan kontrol manual melalui smartphone. Walaupun memberikan kemudahan monitoring jarak jauh, penelitian ini belum mengintegrasikan sensor pH serta sistem pemupukan otomatis berbasis data sensor [4]. Penelitian kelima berjudul Rancang Bangun Sistem Penyiram dan Pemupuk Otomatis Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy Logic* untuk mengatur penyiraman dan pemupukan secara otomatis berbasis IoT. Fokus utamanya adalah menjaga kelembapan tanah secara real-time, tapi belum menambahkan parameter pH dan belum spesifik diterapkan pada pembibitan cabe seperti system pada penelitian kali ini [5].

Berdasarkan hasil kajian literatur tersebut, dapat diidentifikasi bahwa sebagian besar penelitian masih berfokus pada sistem penyiraman otomatis, sementara integrasi penyiraman dan pemupukan cair secara bersamaan dengan kendali otomatis berbasis data sensor kelembapan tanah dan pH masih terbatas. Hal ini menunjukkan adanya *scientific gap* pada aspek integrasi fungsi dan pemantauan real-time berbasis IoT.

Berdasarkan permasalahan tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem yang mampu melakukan penyiraman dan pemupukan secara otomatis berdasarkan data sensor kelembapan tanah dan pH, dengan pemantauan dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi berbasis IoT.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32, yang terhubung dengan sensor kelembapan tanah, sensor pH, modul RTC, serta aplikasi Blynk untuk monitoring dan kontrol manual jarak jauh.

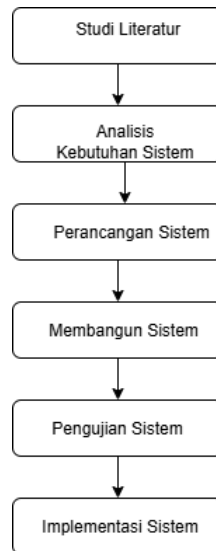
Dengan demikian, sistem ini diharapkan tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk, tetapi juga memberikan solusi praktis dalam fase pembibitan cabe serta memperkuat arah pengembangan *smart farming* berkelanjutan pada skala kecil hingga menengah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa sistem dengan pendekatan prototyping, karena memungkinkan pengembangan dilakukan secara bertahap dan interaktif melalui proses evaluasi di setiap tahap. Penelitian dilakukan dalam skala

kecil (miniatur) untuk mensimulasikan sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis IoT pada media pembibitan cabai.

Tahapan metode penelitian dalam studi ini dapat digambarkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan Metode Prototype

Berikut merupakan penjelasan dari setiap tahapan pada metode prototype yang digunakan

1. Studi Literatur.

Mengkaji referensi dari jurnal, buku, dan sumber digital terkait IoT, mikrokontroler ESP32, sensor kelembapan, sensor pH, serta sistem penyiraman dan pemupukan otomatis.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

Mengidentifikasi kebutuhan perangkat keras (ESP32, sensor kelembapan tanah, sensor pH, relay, pompa air dan pupuk, LCD I2C, buzzer, LED indikator) dan perangkat lunak (Arduino IDE, library pendukung, serta aplikasi Blynk untuk monitoring dan kontrol real-time).

3. Perancangan Sistem

Menyusun diagram blok dan alur logika sistem. Pada tahap ini juga dilakukan desain antarmuka aplikasi Blynk untuk menampilkan data sensor, status pompa, serta tombol kontrol manual.

4. Membangun Sistem

Merakit komponen sesuai rancangan dan memprogram ESP32 agar mampu membaca sensor, mengontrol pompa melalui relay, menampilkan data pada LCD, serta mengirimkan informasi ke aplikasi Blynk.

5. Pengujian Sistem

Meliputi pengujian akurasi sensor, fungsi otomatisasi pompa, kejelasan tampilan LCD, peringatan buzzer, serta keandalan komunikasi data dengan aplikasi Blynk, baik pada mode otomatis maupun kontrol manual.

## 6. Implementasi Sistem

Sistem diterapkan pada media pembibitan cabe untuk mengevaluasi kinerjanya secara nyata. Hasil implementasi menunjukkan sistem dapat bekerja otomatis, efisien, dan responsif dalam penyiraman serta pemupukan berbasis IoT

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### 1. Studi Literatur dan Analisis Kebutuhan

Pada tahap awal, penelitian dimulai dengan kegiatan studi literatur untuk memperoleh dasar teori dan pemahaman mendalam terkait teknologi yang digunakan. Kajian dilakukan terhadap berbagai jurnal, artikel ilmiah, serta sumber digital yang membahas penerapan Internet of Things (IoT) dalam pertanian. Hasil studi literatur ini menjadi pijakan dalam menentukan arah penelitian sekaligus kebutuhan sistem yang akan dibangun.

Berdasarkan hasil kajian, diperoleh gambaran kebutuhan perangkat keras yang terdiri atas:

#### 1. ESP32

Berfungsi sebagai pusat kendali untuk membaca data sensor, memproses logika sistem, mengaktifkan relay, serta mengirimkan data ke aplikasi Blynk secara real-time. ESP32 dipilih karena memiliki performa tinggi, hemat daya, dan mendukung banyak library Arduino.

#### 2. Sensor Kelembapan Tanah

Digunakan untuk mengukur tingkat kadar air pada media tanam. Sensor ini menghasilkan nilai analog yang kemudian diolah oleh ESP32 untuk menentukan apakah tanah dalam kondisi kering, lembab, atau basah. Jika kadar air rendah, maka sistem otomatis mengaktifkan pompa air untuk penyiraman.

#### 3. Sensor pH 4502C

Berfungsi untuk mendeteksi tingkat keasaman atau kebasaaan larutan pupuk. Nilai pH yang ideal untuk pembibitan cabe berkisar 6.0–7.0. Sensor ini memberikan sinyal analog ke ESP32 untuk dibandingkan dengan ambang batas. Jika pH tidak sesuai, sistem akan mengatur pompa pupuk agar distribusi nutrisi tetap optimal.

#### 4. Relay 2 Channel

Modul relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh ESP32. Relay ini digunakan untuk menghubungkan atau memutus arus listrik menuju pompa mini DC. Channel pertama dipakai untuk mengendalikan pompa air, sedangkan channel kedua untuk pompa pupuk.

#### 5. Pompa Mini DC

Terdapat dua buah pompa:

- 1) Pompa air untuk menyiram tanaman sesuai kebutuhan kelembapan tanah.
- 2) Pompa pupuk untuk mendistribusikan larutan pupuk cair saat pH larutan sesuai dengan standar.

Kedua pompa bekerja otomatis berdasarkan instruksi dari ESP32 melalui relay.

6. LCD 16x2 I2C

Untuk menampilkan informasi penting dari sistem, seperti nilai kelembapan tanah, nilai pH, status pompa, dan notifikasi kondisi. Modul I2C memudahkan koneksi ke ESP32 hanya dengan dua pin (SDA dan SCL)

7. Buzzer

Digunakan sebagai alat peringatan (alarm) yang berbunyi ketika sistem mendeteksi kondisi ekstrem, misalnya kelembapan terlalu rendah atau nilai pH berada di luar ambang batas. Dengan buzzer, pengguna dapat mengetahui adanya masalah secara cepat

8. LED Indikator

Berfungsi sebagai penanda visual untuk menunjukkan status sistem. Contohnya : LED menyala ketika pompa air aktif, LED lain menyala saat pompa pupuk bekerja, atau berkedip ketika ada kondisi abnormal.

9. Kabel Jumper

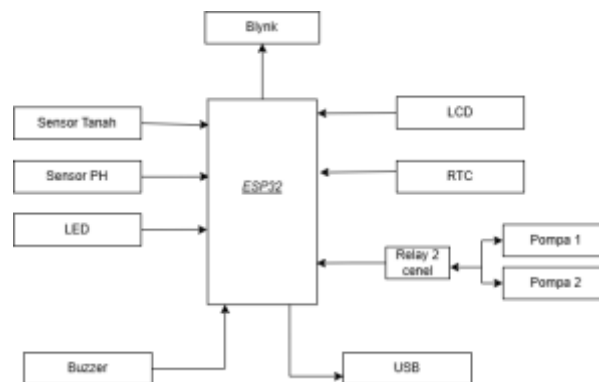
Digunakan untuk menghubungkan seluruh komponen elektronik pada breadboard atau modul prototipe. Kabel jumper memudahkan proses perakitan sekaligus pengujian sistem.

10. Aplikasi Blynk

Digunakan untuk monitoring dan kontrol jarak jauh. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat melihat nilai sensor kelembapan dan pH secara real-time, menerima notifikasi peringatan, serta menyalakan atau mematikan pompa secara manual melalui tombol virtual.

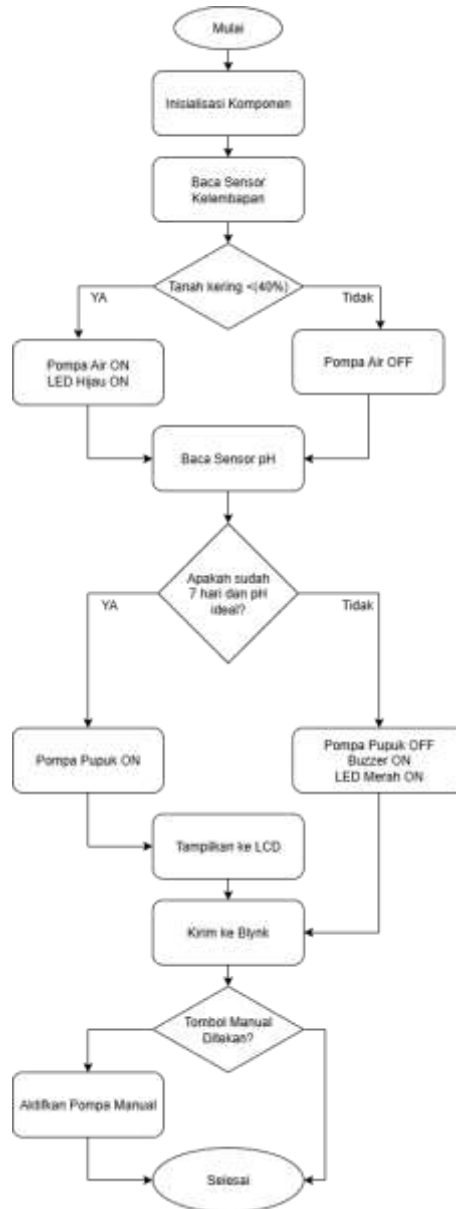
2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan alur kerja dan hubungan antar komponen yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 2. Diagram Blok system

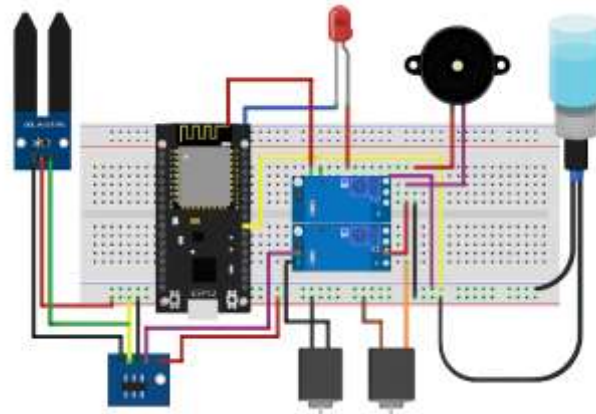
Setelah diagram blok sistem dibuat untuk menggambarkan hubungan antar komponen, langkah berikutnya adalah menyusun flowchart. Flowchart ini berfungsi untuk menjelaskan alur kerja sistem secara lebih terstruktur.



Gambar 3. Flowchart Sistem

### 3. Membangun Sism

Setelah perancangan sistem selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah membangun prototipe sesuai rancangan yang telah dibuat. Proses ini meliputi perakitan seluruh komponen perangkat keras, penyusunan rangkaian elektronik, serta pemrograman mikrokontroler ESP32 agar dapat mengendalikan sistem sesuai dengan logika yang telah dirancang.



Gambar 4. Skema Rangkaian Alat



Gambar 5. Hasil Prototype

#### 4. Pengujian Sistem

Tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk memastikan bahwa setiap komponen pada prototipe berfungsi dengan baik dan sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan secara bertahap, mulai dari pembacaan sensor, aktivasi pompa, tampilan LCD, notifikasi buzzer dan LED indicator

Tabel 1. Pengujian Perangkat keras Secara Keseluruhan

| No | Komponen          | Fungsi  | Hasil  | Keterangan            |
|----|-------------------|---|--|-----------------------|
| 1  | LCD I2C           | Menampilkan nilai sensor dan status penyiraman atau pemupukan     | Menampilkan data kelembapan, pH, waktu, dan status sistem              | Berfungsi dengan baik |
| 2  | Pompa Air         | Menyiram tanaman saat tanah kering atau tombol manual ditekan     | Menyala otomatis (<40%) dan manual via Blynk                           | Berfungsi dengan baik |
| 3  | Pompa Pupuk       | Memberi pupuk saat hari dan pH sesuai, atau ditekan secara manual | Menyala otomatis (Senin & pH ideal) serta manual via Blynk             | Berfungsi dengan baik |
| 4  | Sensor Kelembapan | Mendeteksi kadar air dalam tanah                                  | Data real-time ditampilkan di LCD & Blynk, trigger penyiraman otomatis | Berfungsi dengan baik |

| No | Komponen  | Fungsi  | Hasil   | Keterangan            |
|----|-----------|---|---|-----------------------|
| 5  | Sensor pH | Mengukur tingkat larutan dalam pupu cair                      | Nilai pH muncul di LCD dan Blynk, digunakan untuk pemupukan | Berfungsi dengan baik |
| 6  | RTC       | Menyediakan waktu aktual sebagai acuan pemupukan              | Sinkron dengan logika jadwal pemupukan otomatis             | Berfungsi dengan baik |
| 7  | LED       | Indikator aktivitas pompa                                     | Menyala saat pompa aktif, mati saat idle                    | Berfungsi dengan baik |
| 8  | Buzzer    | Memberi peringatan jika pemupukan gagal akibat pH tidak ideal | Menyala saat gagal pupuk, diam jika sukses                  | Berfungsi dengan baik |

## 5. Implementasi Sistem

Tahap implementasi dilakukan setelah prototipe berhasil melalui pengujian. Sistem kemudian dihubungkan dengan aplikasi Blynk sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh. Implementasi ini difokuskan pada perangkat lunak untuk memastikan bahwa data dari sensor dapat ditampilkan secara real-time, status pompa dapat dipantau, serta kontrol manual dapat dijalankan dari smartphone.



Gambar 6. Hasil Implementasi

Dari hasil implementasi terlihat bahwa pada aplikasi nilai pH larutan dan kelembapan tanah dapat dimonitor secara real-time. Dari hasil uji coba, sensor pH membaca nilai 6 yang berarti larutan dalam kondisi sesuai (netral hingga sedikit asam), sedangkan sensor kelembapan tanah menunjukkan angka 58, yang mengindikasikan tanah dalam keadaan lembab.

Selain monitoring, aplikasi juga menyediakan fitur kontrol manual. Pada tampilan terlihat bahwa pompa air dalam keadaan aktif (ON) sehingga penyiraman sedang berlangsung, sementara pompa pupuk dalam keadaan tidak aktif (OFF). Status ini juga dilengkapi dengan indikator teks “Pompa air aktif” dan “Pompa pemupukan tidak aktif” untuk memudahkan pengguna memahami kondisi sistem.

Implementasi ini membuktikan bahwa sistem yang dirancang tidak hanya mampu bekerja secara otomatis berdasarkan ambang batas sensor, tetapi juga dapat dikendalikan secara manual melalui aplikasi. Hal ini memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk mengontrol penyiraman dan pemupukan kapan saja dan dari jarak jauh.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) pada fase pembibitan cabai dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor kelembapan tanah, dan sensor pH 4502C. Sistem mampu bekerja secara otomatis berdasarkan kondisi aktual media tanam, di mana pompa air aktif saat tanah kering dan pompa pupuk berfungsi ketika pH berada pada rentang optimal. Data hasil pembacaan sensor dapat ditampilkan melalui LCD dan dikirim secara real-time ke aplikasi Blynk, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan dan pengendalian jarak jauh.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk serta mengurangi ketergantungan terhadap penyiraman dan pemupukan manual. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk menghasilkan sistem otomatis berbasis IoT yang efektif, efisien, dan mendukung konsep *smart farming* pada fase pembibitan cabai telah tercapai.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. A. M. D. Prayoga and I. G. N. A. P. P, "Pengembangan Sistem Penyiraman dan Pemupukan Otomatis Berbasis ESP32 dengan RTC dan Blynk," *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, Apr. 2025, doi: 10.38043/telsinas.v8i1.6020.
- [2] E. Prihartono and P. Oktafianto, "Sistem Pengendalian Waktu Penyiraman Otomatis pada Tanaman Cabai Rawit Menggunakan Metode Fuzzy Logic." *Jurnal Informatic, Electronics and Control Engineering*, vol. 4, no. 1, 2024, doi: 10.33474/infotron.v4i1.21751.
- [3] S. Nurrahmi, N. Miseldi, and S. H. Syamsu, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis pada Green House Tanaman Anggrek Menggunakan Sensor DHT22," *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, vol. 11, no. 1, pp. 33–43, Jan. 2023, doi: 10.24252/jpf.v11i1.33419.
- [4] M. Y. Ridwan *et al.*, "PENGAPLIKASIAN SISTEM IOT PADA ALAT PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO NANO." *Junral JE-UNISLA*, vol. 7, no. 1, 2022, doi: 10.30736/je-unisla.v7i1.766.
- [5] N. Miranda, A. Taqwa, and A. Rakhman, "Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Aplikasi Rancang Bangun Sistem Penyiram dan Pemupuk Otomatis Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Internet of Things (IoT)," 2025, doi: 10.32493/jtsi.v0i0.00000.