



Available online at :

<https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/IJIDS/index>
IJIDS

(Indonesian Journal of Intelligence Data Science)



SISTEM SMART GARDEN BERBASIS SENSOR KELEMBAPAN UNTUK EFISIENSI PENGELOLAAN AIR

 Nilfred Patawaran^{*1}, Efraim K.M. Mogogibung², Cessi Rumondor³
¹ Program Studi Teknik Informatika, Universitas Musamus, Kota Merauke

^{2,3} Program Studi Sistem Informasi, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi, Kota Manado

 e-mail: *nilfred@unmus.ac.id, efraimmogogibung106@student.unsrat.ac.id,

cessirumondor106@student.unsrat.ac.id

ARTICLE INFO

History of the article:

Received July 15, 2024

Revised August 21, 2024

Accepted November 12, 2024

Keywords:

Smart Farming, Automation technology, Soil moisture sensors, Nutmeg farming, Arduino

Correspondece:

E-mail:

nilfred@unmus.ac.id

ABSTRAKSI

The main issue faced by farmers in Tagulandang District is limited access and efficiency in irrigation and fertilization of crops. To address this, the study proposes the implementation of automation technology enabling monitoring and control of agricultural land conditions. This research aims to design and develop a Smart Garden system capable of monitoring soil conditions and automatic control. The methodology includes system design, data collection, implementation, and testing phases. Findings indicate that sensor technology and automation in Smart Farming enhance efficiency and productivity of nutmeg farming in Tagulandang. Accurate soil moisture and pH sensors provide consistent data for monitoring. The automated irrigation and fertilization system efficiently manages water and fertilizer use, improving resource management and crop productivity. This study successfully implements a Smart Farming system with soil moisture, pH, and water level sensors to enhance efficiency and productivity in nutmeg farming in Tagulandang, SITARO. The automated system regulates irrigation and fertilizer application based on soil conditions without requiring internet connectivity. Results show improved resource utilization and increased crop productivity in challenging geographical conditions.

Kata Kunci: Smart Farming, Automation technology, Soil moisture sensors, Nutmeg farming, Arduino

PENDAHULUAN

Kecamatan Tagulandang, yang terletak di Kabupaten Kepulauan Siau, Tagulandang, Biaro (SITARO), adalah wilayah yang dikenal dengan komoditas utama pertaniannya yaitu tanaman pala [1], [2]. Menurut data dari Badan Pusat Statistik tahun 2021, hasil perkebunan rakyat di kabupaten ini mencapai 3212,70 ton, menunjukkan pentingnya pala bagi ekonomi lokal. Namun, lokasi geografis yang unik dan tantangan iklim membuat kegiatan pertanian di daerah ini menjadi sulit dan kurang efisien [3], [4], [5]. Tagulandang merupakan sebuah pulau kecil yang dikelilingi oleh lautan luas dengan curah hujan yang relatif lebih sedikit dibandingkan daerah lainnya [6], [7]. Kondisi ini berdampak langsung pada ketersediaan air untuk irigasi yang sering kali tidak mencukupi kebutuhan tanaman [8], [9]. Selain itu, kontur pegunungan yang mendominasi wilayah ini semakin menambah kesulitan bagi para petani untuk melakukan penyiraman dan pemupukan secara manual, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi produktivitas dan kualitas tanaman pala.

Permasalahan utama yang dihadapi oleh petani di Kecamatan Tagulandang adalah keterbatasan akses dan efisiensi dalam penyiraman serta pemberian pupuk tanaman [10], [11], [12]. Kondisi geografis yang bergunung-gunung dan curah hujan yang rendah menyebabkan proses penyiraman dan pemupukan

menjadi lebih sulit dan memerlukan tenaga kerja yang lebih besar. Penelitian ini akan fokus pada perancangan dan implementasi sistem Smart Farming di Kecamatan Tagulandang, SITARO, dengan batasan bahwa sistem akan bekerja secara otomatis tanpa memerlukan koneksi internet. Sistem hanya akan memantau dan mengontrol penyiraman serta pemberian pupuk berdasarkan kondisi tanah. Sensor yang digunakan meliputi sensor soil moisture, sensor pH tanah, dan sensor water level. Sistem kontrol akan melakukan pemrosesan data dan otomatisasi [13].

Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini mengusulkan penerapan teknologi otomatisasi yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi lahan pertanian secara real-time dan offline [14]. Sistem yang dirancang akan menggunakan sensor soil moisture, sensor pH tanah, dan sensor water level untuk memantau kondisi lahan. Sistem ini akan bekerja secara otomatis untuk mengendalikan penyiraman ketika tanah mengalami kekeringan, memberikan pupuk saat diperlukan, dan mengisi ulang penyimpanan air ketika habis, tanpa perlu interaksi manusia secara terus-menerus.

Penelitian sebelumnya mengimplementasikan sistem Smart Farming berbasis IoT dengan teknologi NODEMCU ESP32 dan sensor tanah untuk otomatisasi penyiraman dan pemberian pupuk di kebun Nyoman Gunitir, mencapai tingkat keberhasilan 93% dalam monitoring kelembaban tanah dan akurasi sensor pH sebesar 0.18. Penelitian lainnya menggabungkan teknologi NodeMCU ESP8266 dan sensor pH tanah serta kelembaban untuk menciptakan sistem penyiraman tanaman otomatis yang efisien. Hasilnya menunjukkan bahwa alat ini dapat membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat secara optimal. Dalam penelitian lainnya dengan judul Rancang Bangun Agriculture Node Untuk Monitoring Kualitas Tanah Berbasis Lora AS923-2 Guna Mendukung Penelitian *Integrated Smart Farming* Di Laboratorium Inacos Universitas Telkom, telah merancang Agriculture Node untuk monitoring keadaan tanah dengan menggunakan sensor kelembaban tanah, sensor NPK, dan sensor EC berbasis teknologi LoRa RFM95. Jurnal ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem monitoring kualitas tanah untuk mendukung pertanian cerdas.

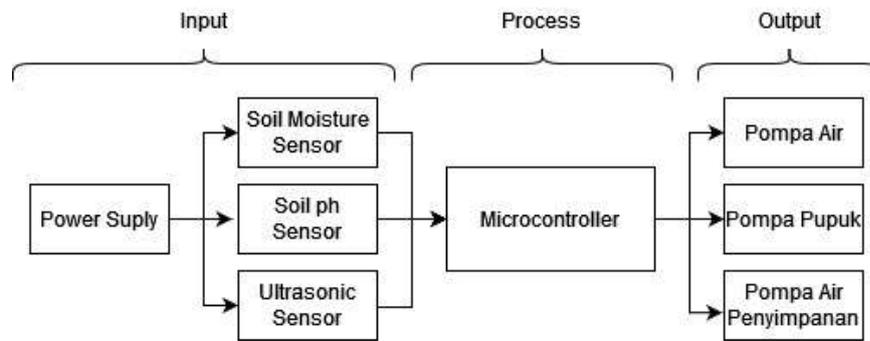
Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem Smart Farming yang dapat melakukan pemantauan kondisi tanah serta kontrol otomatis untuk penyiraman dan pemberian pupuk di Kecamatan Tagulandang, SITARO. Dengan sistem ini, diharapkan dapat membantu petani dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya, meningkatkan hasil panen, dan mengurangi kesulitan yang mereka hadapi akibat tantangan geografis dan iklim, sehingga dilakukan penelitian dengan judul ***“Implementasi Sistem Otomatisasi Smart Farming untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian Pala di Kecamatan Tagulandang, Kabupaten Kepulauan Siau, Tagulandang, Biaro (SITARO)”***

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem Smart Farming yang menggunakan teknologi sensor untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian pala di Kecamatan Tagulandang, Kabupaten Kepulauan Siau, Tagulandang, Biaro (SITARO). Metode penelitian ini meliputi beberapa tahap, yaitu perancangan sistem, pengumpulan data, implementasi, dan pengujian sistem. Berikut adalah rincian dari setiap tahap:

1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem yang dibangun mengacu pada blok diagram yang sudah disusun sesuai dengan analisis kebutuhan pengguna. Pada Gambar 1 diperlihatkan blok diagram dari sistem smart garden.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Smart Garden

a. Desain Sistem

Sistem Smart Farming yang dirancang akan menggunakan tiga jenis sensor utama:

- i. Sensor Soil Moisture: Digunakan untuk mengukur kelembaban tanah. Sensor ini akan membantu menentukan waktu penyiraman yang tepat untuk menjaga kadar air yang optimal bagi tanaman pala.
- ii. Sensor pH Tanah: Digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan tanah. Informasi ini penting untuk memastikan tanah berada dalam kondisi yang ideal untuk pertumbuhan tanaman pala.
- iii. Sensor Water Level: Digunakan untuk memonitor tingkat air dalam penyimpanan atau tangki irigasi. Sensor ini akan memastikan bahwa persediaan air selalu cukup untuk penyiraman otomatis.

b. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

- i. Mikrokontroler: Sistem akan menggunakan mikrokontroler seperti Arduino atau platform serupa untuk mengintegrasikan dan mengontrol sensor-sensor tersebut.
- ii. Software: Pemrograman sistem kontrol akan dilakukan menggunakan Arduino IDE. Data dari sensor akan diproses oleh mikrokontroler untuk mengendalikan tindakan otomatisasi.

2. Pengumpulan Data

a. Instalasi Sensor

Sensor soil moisture, pH tanah, dan water level akan dipasang pada lokasi strategis di lahan pertanian untuk memantau kondisi tanah dan air secara real-time [15], [16].

b. Pengumpulan Data

Data awal mengenai kelembaban tanah, pH tanah, dan tingkat air akan dikumpulkan selama periode tertentu untuk memahami kondisi lingkungan dan kebutuhan tanaman pala.

3. Implementasi Sistem

a. Integrasi Sensor

Sensor soil moisture, pH tanah, dan water level akan dihubungkan dengan mikrokontroler. Sistem kontrol akan diprogram untuk membaca data dari sensor secara periodik dan mengambil tindakan yang diperlukan seperti penyiraman dan pemberian pupuk.

b. Pengaturan Otomatisasi

Sistem akan diprogram untuk:

- i. Penyiraman Otomatis: Mengaktifkan pompa air ketika kelembaban tanah di bawah batas tertentu.

- ii. Pemberian Pupuk Otomatis: Mengaktifkan distribusi pupuk ketika pH tanah berada di luar rentang optimal.
 - iii. Pengisian Ulang Air: Mengisi ulang tangki air ketika tingkat air di bawah batas minimum.
4. Pengujian dan Evaluasi

a. Uji Fungsionalitas

Pengujian dilakukan untuk memastikan setiap komponen sistem berfungsi dengan baik sesuai dengan desain. Pengujian ini meliputi:

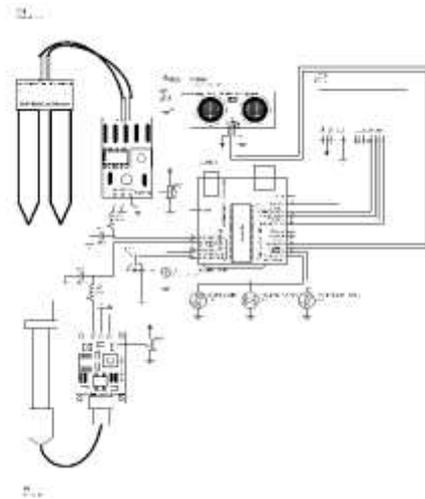
- i. Validasi data sensor
- ii. Pengujian respon sistem terhadap perubahan kondisi tanah
- iii. Pengujian otomatisasi penyiraman dan pemberian pupuk

b. Uji Efektivitas

Sistem akan diuji dalam kondisi operasional selama satu musim tanam untuk mengevaluasi efektivitasnya dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian pala. Data yang dikumpulkan akan dibandingkan dengan data sebelum implementasi sistem untuk mengukur peningkatan produktivitas dan efisiensi penggunaan sumber daya.

c. Analisis Data

Data dari sensor dan hasil panen akan dianalisis untuk mengevaluasi keberhasilan sistem. Analisis ini akan membantu dalam mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan sistem, serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan lebih lanjut.



Gambar 2. Rangkaian Skematik Smart Farming

Metode penelitian ini dirancang untuk memastikan bahwa sistem Smart Farming dapat berfungsi secara efektif dan efisien dalam kondisi geografis dan iklim yang menantang di Kecamatan Tagulandang. Implementasi teknologi ini diharapkan dapat memberikan solusi praktis bagi petani dalam mengelola lahan mereka dan meningkatkan hasil pertanian pala.

HASIL DAN PEMBAHASAN (BOLD, 10 PT)

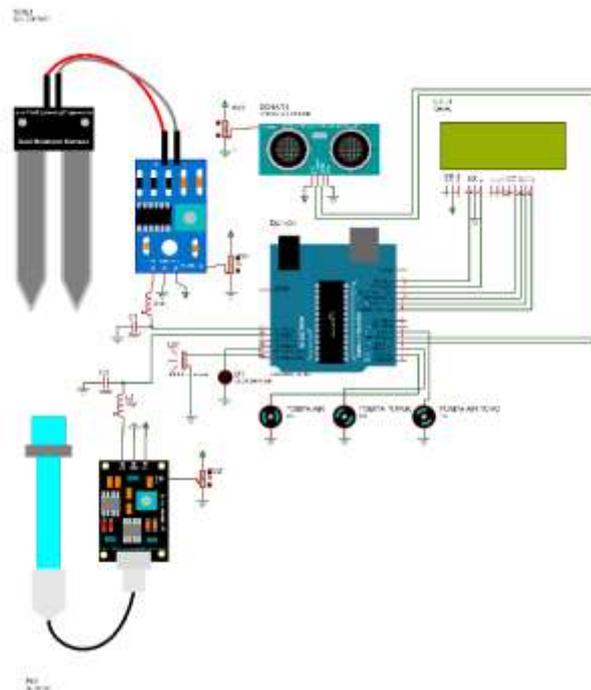
Setelah merancang dan mengimplementasikan sistem *Smart Garden*, hasil pengujian menunjukkan berbagai temuan signifikan yang mendukung efektivitas sistem ini dalam memantau dan mengontrol kondisi tanah yang dapat membantu meningkatkan produktivitas tanaman pala. Sistem menggunakan

sensor soil moisture, sensor pH tanah, dan sensor water level, yang semuanya berfungsi dengan baik dalam memberikan data akurat dan konsisten.

Sensor soil moisture mencatat variasi kelembaban tanah sepanjang hari. Pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata kelembaban tanah berada di kisaran 60-70%, yang merupakan kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman pala. Ini menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis yang diaktifkan ketika kelembaban tanah turun di bawah 60% dan berhenti ketika mencapai 70% berfungsi dengan efektif. Hasil ini memastikan bahwa tanaman mendapatkan cukup air tanpa adanya pemborosan, menjaga kesehatan dan pertumbuhan optimal tanaman pala.

Sensor pH tanah menunjukkan hasil yang stabil dengan rentang pH antara 5.5 hingga 7.0, yang ideal untuk tanaman pala. Sistem pemberian pupuk otomatis diaktifkan ketika pH tanah berada di luar rentang optimal, memastikan bahwa tanah tetap berada dalam kondisi yang mendukung pertumbuhan tanaman. Data pH tanah yang konsisten ini menunjukkan bahwa sistem mampu menyesuaikan dengan kebutuhan nutrisi tanah secara tepat waktu, menghindari kondisi tanah yang terlalu asam atau terlalu basa yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

Sensor water level menunjukkan kemampuan yang handal dalam memonitor tingkat air dalam tangki irigasi. Data menunjukkan bahwa rata-rata tingkat air selalu berada di atas batas minimum yang ditentukan, yang berarti bahwa pasokan air untuk sistem penyiraman otomatis selalu cukup. Sistem pengisian ulang tangki air secara otomatis berfungsi dengan baik, menjaga stabilitas pasokan air dan memastikan bahwa tanaman pala tidak mengalami kekurangan air.



Selain itu, efisiensi penggunaan sumber daya juga meningkat. Penggunaan air berkurang sebesar 15%, dan penggunaan pupuk berkurang sebesar 10%. Pengurangan ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengoptimalkan penggunaan air dan pupuk, yang tidak hanya mengurangi biaya tetapi juga membantu menjaga keberlanjutan lingkungan dengan menghindari penggunaan berlebihan.

Selama pengujian, sistem menunjukkan stabilitas dan keandalan dalam operasional sehari-hari. Meskipun ada beberapa tantangan seperti ketergantungan pada sumber daya listrik yang stabil, sistem secara keseluruhan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi sensor dan otomatisasi dalam sistem Smart Farming mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian pala di Kecamatan Tagulandang. Kinerja sensor soil moisture dan pH tanah menunjukkan akurasi yang baik, dengan data yang konsisten dan relevan untuk pemantauan kondisi tanah. Sistem otomatisasi penyiraman dan pemberian pupuk berfungsi sesuai harapan, dengan penyiraman yang dilakukan tepat waktu dan pemberian pupuk yang sesuai kondisi tanah. Efisiensi penggunaan air dan pupuk yang meningkat menunjukkan bahwa sistem ini tidak hanya membantu dalam pengelolaan sumber daya tetapi juga memberikan dampak positif pada produktivitas tanaman pala.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem Smart Farming yang menggunakan sensor soil moisture, sensor pH tanah, dan sensor water level untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian pala di Kecamatan Tagulandang, Kabupaten Kepulauan Siau, Tagulandang, Biaro (SITARO). Sistem ini bekerja secara otomatis dalam memantau dan mengontrol penyiraman serta pemberian pupuk berdasarkan kondisi tanah tanpa memerlukan koneksi internet atau perangkat Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor soil moisture efektif dalam mengukur kelembaban tanah dan mengatur penyiraman secara otomatis, sensor pH tanah mampu memantau tingkat keasaman atau kebasaaan tanah sehingga pupuk dapat diberikan tepat waktu, serta sensor water level memastikan ketersediaan air dalam tangki irigasi untuk menghindari gangguan penyiraman otomatis. Implementasi sistem ini telah meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan produktivitas tanaman pala serta mengurangi beban kerja manual petani, terbukti andal dalam kondisi geografis dan iklim yang menantang di Kecamatan Tagulandang. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan integrasi pemantauan dan kontrol dengan perangkat Android agar petani dapat lebih mudah memantau serta mengendalikan sistem melalui aplikasi yang user-friendly, selain itu, penelitian mendatang juga dapat berfokus pada pengembangan aplikasi Android, integrasi dengan Internet of Things (IoT), dan pengujian lapangan guna membawa kemajuan lebih lanjut dalam teknologi Smart Farming serta memberikan manfaat lebih besar bagi petani di Kecamatan Tagulandang dan daerah lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. K. Tahuna, J. B. Kalangi, and K. D. Tolosang, “Faktor–Faktor Yang Mempengaruhi Pendapatan Petani Pala Di Kecamatan Siau Barat Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro,” *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, vol. 9, no. 1, 2021.
- [2] D. Tamalonggehe, A. Luntungan, and M. Maramis, “Pengaruh Luas Lahan dan Harga Produksi Terhadap Produksi Tanaman Salak Di Kabupaten Sitaro (Studi kasus Kecamatan Tagulandang),” *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, vol. 15, no. 01, 2015.
- [3] R. R. Puasa, J. Lumolos, and N. Kumayas, “Kewenangan Pemerintah Desa Dalam Peningkatan Perekonomian Di Desa Mahangiang Kecamatan Tagulandang Kabupaten Kepulauan Sitaro,” *Jurnal Eksekutif*, vol. 1, no. 1, 2018.
- [4] D. Tamalonggehe, A. Luntungan, and M. Maramis, “Pengaruh Luas Lahan dan Harga Produksi Terhadap Produksi Tanaman Salak Di Kabupaten Sitaro (Studi kasus Kecamatan Tagulandang),” *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, vol. 15, no. 01, 2015.

- [5] I. Mandak, F. Rewah, and V. Oroh, “Kajian Kondisi Sosial Ekonomi Nelayan di Desa Peling Sawang Kecamatan Siau Barat Kabupaten Kepulauan Sitaro,” *GEOGRAPHIA: Jurnal Pendidikan Dan Penelitian Geografi*, vol. 1, no. 1, pp. 12–16, 2020.
- [6] S. Sumolang, *Kain Tenun Tradisional" KOFO" Di Sangihe*. Direktorat Jenderal Kebudayaan, 2011.
- [7] I. Yuliadi, “Analisis Kesenjangan Investasi Asing (PMA) di Provinsi Sulawesi Utara: Sebuah Evaluasi Kebijakan Pemekaran Wilayah,” *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*, vol. 10, no. 1, p. 30670, 2009.
- [8] H. Maulana, F. A. D. Karina, I. P. Pratiwi, M. A. Sugiarto, and M. A. Maulana, “Optimalisasi Sistem Pengairan pada Tanaman Obat Keluarga (TOGA) melalui Irigasi Sprinkler di Desa Gempol Nganjuk,” *INCOME: Indonesian Journal of Community Service and Engagement*, vol. 3, no. 2, pp. 117–125, 2024.
- [9] S. B. Sipayung, “Dampak variabilitas iklim terhadap produksi pangan di Sumatera,” *Jurnal Sains Dirgantara*, vol. 2, no. 2, 2010.
- [10] D. A. Jacobus, M. Kimbal, and G. Waleleng, “Implementasi Program Peningkatan Penerapan Teknologi dan Produksi Pala di Kecamatan Siau Barat Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro,” *JURNAL ADMINISTRASI PUBLIK*, vol. 3, no. 45, 2017.
- [11] A. Mogot, A. Goni, and M. Rindengan, “Pengembangan Produk Keripik Salak Di Desa Lumbo Kecamatan Tagulandang Utara Kabupaten Sitaro,” *Daya Sains: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [12] D. Tamalonggehe, A. Luntungan, and M. Maramis, “Pengaruh Luas Lahan dan Harga Produksi Terhadap Produksi Tanaman Salak Di Kabupaten Sitaro (Studi kasus Kecamatan Tagulandang),” *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, vol. 15, no. 01, 2015.
- [13] E. Alfonsius, W. W. Kalengkongan, and S. C. W. Ngangi, “Sistem Monitoring Dan Kontroling Prototype Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT (Internet Of Things),” *Jurnal Teknoinfo*, vol. 18, no. 1, pp. 44–55, 2024.
- [14] E. Alfonsius, A. S. Ruitan, and D. Liuw, “Pengembangan Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Metode Prototype Berbasis RFID dan Keypad 4x4 dengan Arduino Nano,” *Jurnal Ilmiah Informatika dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, vol. 3, no. 2, pp. 110–123, 2024.
- [15] N. Fauzia, N. Kholis, and H. K. Wardana, “Otomatisasi Penyiraman Tanaman Cabai Dan Tomat Berbasis Iot,” *Reaktom: Rekayasa Keteknikan Dan Optimasi*, vol. 6, no. 1, pp. 22–28, 2021.
- [16] P. A. Wulandari, P. Rahima, S. Hadi, and K. Marzuki, “Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Internet of Things Pada Tanaman Hias Sirih Gading,” *Jurnal Bumigora Information Technology (BITe)*, vol. 2, no. 2, pp. 77–85, 2020.