

Sistem Cerdas Irigasi Sprinkler Pada Tanaman Bawang Berbasis IOT Menggunakan Logika Fuzzy

Nuruddin¹, Miftahul Walid², Masdukil Makruf³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Madura (UIM)
nuruddin@uim.ac.id¹

Diterima : 01 Februari 2025

Disetujui : 14 Februari 2025

Abstract— Tanaman Bawang merupakan salah satu jenis tanaman pertanian yang berkontribusi besar terhadap pemenuhan kebutuhan pangan nilai ekonomi. Produktivitas tanaman bawang sangat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk ketersediaan air yang optimal. penerapan sistem irigasi yang cerdas dan efisien menjadi kunci keberhasilan dalam Meningkatkan hasil pertanian sekaligus mengurangi konsumsi sumber daya air. sistem ini melibatkan peningkatan efisiensi penggunaan air, pengurangan biaya operasional, dan peningkatan hasil panen tanaman bawang. Selain itu, pendekatan berbasis menggunakan Logika Fuzzy memungkinkan sistem untuk beradaptasi dengan perubahan kondisi tanaman dan lingkungan, sehingga meningkatkan responsivitas dan ketahanan sistem terhadap fluktuasi cuaca dan kondisi tanah Selama proses pengujian perangkat, data kelembaban tanah akan dikirim ke platform Thingspeak serta aplikasi App Inventor. Ketika tanah mencapai tingkat kelembaban tertentu, sistem akan menentukan jumlah air yang perlu diberikan. Informasi ini akan disampaikan kepada pengguna melalui aplikasi App Inventor. Pembacaan sensor kelembaban secara langsung memengaruhi output sistem jika sensor mendeteksi bahwa tanah kering, output akan berupa perintah untuk 'menghidupkan' aliran air, menunjukkan bahwa penyiraman akan dimulai. Sebaliknya, ketika tanah terdeteksi lembab atau basah, maka output akan menghasilkan perintah 'mati', yaitu menandakan bahwa penyiraman akan dihentikan secara otomatis.

Keywords- Irigasi Sprinkler; Logika fuzzy, IoT, ESP32, Aplikasi Appinventor.

I. PENDAHULUAN

Tanaman Bawang merupakan salah satu jenis tanaman pertanian yang berkontribusi besar terhadap pemenuhan kebutuhan pangan nilai ekonomi.[1] Produktivitas tanaman bawang sangat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk ketersediaan air yang optimal.[2] Oleh karena itu, penerapan sistem irigasi yang cerdas dan efisien menjadi kunci keberhasilan dalam Meningkatkan produktivitas hasil pertanian dan menurunkan konsumsi sumber daya air.[3]

Salah satu pendekatan inovatif dalam meningkatkan efisiensi sistem irigasi adalah penggunaan Sistem Cerdas Irigasi Sprinkler berbasis Logika Fuzzy.[4] Logika Fuzzy memungkinkan kita untuk mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam pengambilan keputusan irigasi dengan memperhitungkan variabel yang bersifat tidak pasti, seperti kelembaban tanah, suhu udara, dan kebutuhan air tanaman. [5]

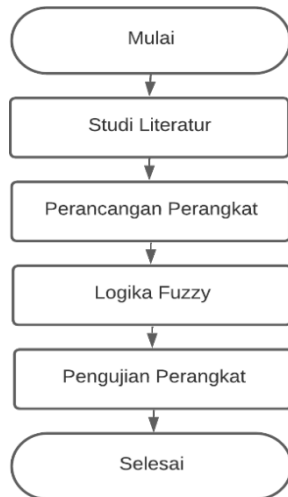
Sistem Cerdas Irigasi Sprinkler pada tanaman bawang yang diusulkan menggunakan Logika Fuzzy memanfaatkan konsep Internet of Things (IoT) sebagai indikator kesehatan tanaman.[6] IoT digunakan untuk mengukur tingkat kebutuhan air tanaman bawang berdasarkan parameter tertentu.[7] Dengan menerapkan Logika Fuzzy, sistem dapat secara adaptif mengatur intensitas dan durasi penyiraman berdasarkan kondisi aktual tanaman dan lingkungan sekitarnya. [8]

Keunggulan sistem ini melibatkan peningkatan efisiensi penggunaan air, pengurangan biaya operasional, dan peningkatan hasil panen tanaman bawang. Selain itu, pendekatan berbasis Logika Fuzzy memungkinkan sistem untuk beradaptasi dengan perubahan kondisi tanaman dan lingkungan, sehingga meningkatkan responsivitas dan ketahanan sistem terhadap fluktuasi cuaca dan kondisi tanah [9]

Penelitian tentang Sistem Cerdas Irigasi Sprinkler berbasis Logika Fuzzy sangat penting karena bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian, khususnya tanaman bawang yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Ketersediaan air yang optimal merupakan faktor krusial dalam pertumbuhan tanaman ini, namun fluktuasi kondisi lingkungan dan cuaca sering kali menyebabkan inefisiensi dalam penggunaan air. Dengan mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT) dan Logika Fuzzy, sistem irigasi ini dapat memberikan penyiraman yang lebih presisi, mengurangi penggunaan air secara berlebihan, dan menekan biaya operasional. Implementasi sistem ini diharapkan dapat membantu petani bawang mencapai hasil panen yang lebih tinggi dengan meminimalisasi sumber daya yang digunakan.

II. METODELOGI PENELITIAN

Ada beberapa langkah yang perlu dilakukan untuk menyelesaikan persiapan penelitian ini. Gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian ini dilakukan sebagai berikut.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

A. Studi Literatur

Penulis jurnal sering kali mengandalkan kajian pustaka atau literatur untuk memperkuat argumen dan keyakinan dalam mencapai tujuan penelitian mereka. Proses ini melibatkan pengumpulan serta penggabungan data yang relevan [11]. Dalam fase ini, dilakukan eksplorasi dan evaluasi terhadap berbagai artikel yang telah dipublikasikan oleh peneliti sebelumnya mengenai sistem otomatis untuk penyiraman tanaman. Artikel-artikel ini berfungsi sebagai sumber referensi penting dalam pengembangan penelitian yang sedang dilakukan [12].

B. Logika Fuzzy

Fuzzifikasi, mesin inferensi, dan defuzzifikasi merupakan tahapan logika fuzzy yang digunakan dalam penelitian ini [13]. Keputusan akhir mengenai pengaktifan atau penonaktifan pompa air otomatis dibuat sebagai hasil dari proses ini [14].

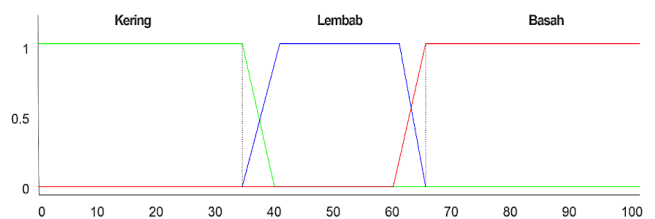
C. Fuzzifikasi

Pada tahapan ini, sensor YL-69 (Sensor Kelembaban Tanah) akan mengukur tingkat kelembaban tanah, yang kemudian akan diproses oleh NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler utama dalam sistem ini [15]. Selanjutnya, untuk menentukan keluaran yang dihasilkan, perlu ditetapkan terlebih dahulu variabel linguistik yang digunakan beserta nilai dari variabel tersebut, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1. Variabel linguistik kelembaban tanah

Kelembaban Tanah (%)	Variabel
0 – 40	Kering
35 – 65	Lembab
60 – 100	Basah

Gambar 2 menampilkan gambaran fungsi keanggotaan variabel linguistik yang digunakan pada input sensor, dengan mengacu pada Tabel 1.



Gambar 2. Fungsi keanggotaan sigmoid pada variabel sensor input

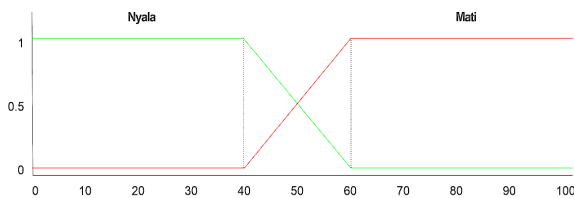
Berikut merupakan penjelasan mengenai proses perhitungan fuzzy untuk variabel input yang mencakup kategori seperti kering, lembab, dan basah.

$$\mu_{\text{kering}}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 30 \\ \frac{40 - x}{40 - 30}; & 30 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{lembab}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \text{ atau } \geq 65 \\ \frac{x - 35}{40 - 35}; & 35 \leq x \leq 60 \\ 1; & 40 \leq x \leq 60 \\ \frac{65 - x}{65 - 60}; & 60 \leq x \leq 65 \\ 0; & x > 65 \end{cases}$$

$$\mu_{basah}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{x - 60}{65 - 60}; & 60 \leq x \leq 65 \\ 1; & x > 65 \end{cases}$$

Selanjutnya, fungsi keanggotaan yang merepresentasikan variabel linguistik pada output sensor diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Menunjukkan fungsi keanggotaan sigmoid pada variabel sensor output.

Pendekatan logika fuzzy digunakan dalam perhitungan variabel output, seperti himpunan hidup dan mati, seperti ditunjukkan di bawah ini.

$$\mu_{menyala}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 40 \\ \frac{60 - x}{60 - 40}; & 40 \leq x \leq 60 \\ 0; & x > 60 \end{cases}$$

$$\mu_{mati}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 40 \\ \frac{x - 40}{60 - 40}; & 40 \leq x \leq 60 \\ 1; & x > 60 \end{cases}$$

Keterangan:
 μ Mati(x) = derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy "Mati"
 x = domain yang didapat

D. Mesin Inferensi

Tahap selanjutnya setelah memahami pengertian fungsi keanggotaan adalah

menentukan pedoman mendasar yang diterapkan untuk menghasilkan hasil atau membuat penilaian. Tabel 2 memberikan ringkasan pedoman ini.

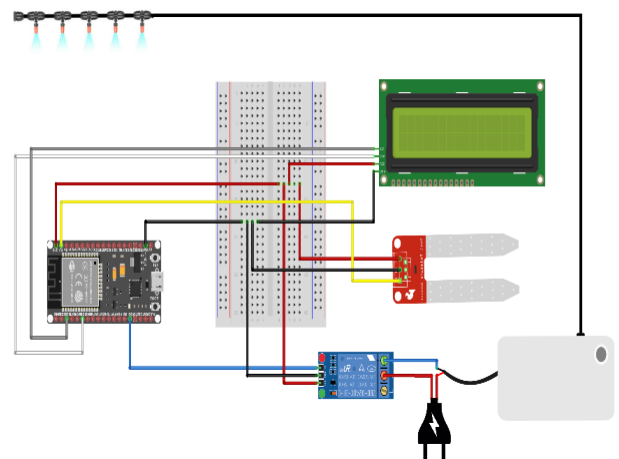
Tabel 2. Ringkasan Pedoman

Input Sensor	Output keputusan (pompa)
Kering	Menyala
Lembab	Mati
Basah	Mati

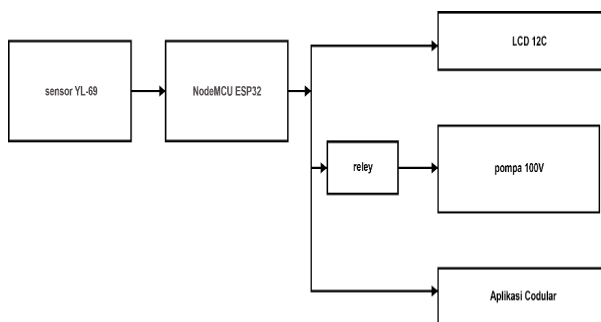
E. Perancangan Perangkat

Pada tahap perancangan sistem, dirancang perangkat yang mendukung implementasi Sistem Irigasi Sprinkler Cerdas. berbasis IoT pada tanaman bawang dengan memanfaatkan logika fuzzy serta teknologi ESP32 dan web. Desain ini melibatkan integrasi berbagai Perangkat yang digunakan dalam sistem ini meliputi NodeMCU ESP32, sensor kelembaban tanah YL-69, relay, pompa berdaya 100V, selang kecil, layar LCD, serta konverter I2C. NodeMCU ESP32, sensor YL-69, relay, pompa 100V, selang kecil, LCD Display, dan I2C Converter, yang saling terhubung melalui kabel jumper dan breadboard.

Komponen perangkat lunak yang digunakan untuk penelitian ini meliputi platform web untuk notifikasi hasil pengujian, Arduino IDE untuk menjalankan program. Jupyter Notebook digunakan untuk pengujian guna melihat diagram representasi keanggotaan data input sensor dan hasil output alat uji. Gambar 4 dan 5 menggambarkan proses desain alat dan dokumentasi perangkat dalam urutan kronologis.



Gambar 3 Perancangan Sistem



Gambar 4. Diagram Sistem Perancangan Hardware



Gambar 5. Rangkaian Alat Coba

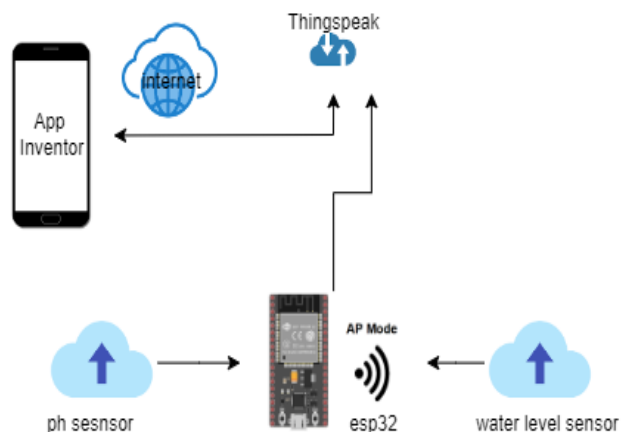
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat tersebut harus diuji setelah diproduksi untuk mengumpulkan informasi yang logika fuzzynya akan digunakan untuk pemeriksaan yang lebih menyeluruh di kemudian hari dalam penelitian. Selanjutnya hasil data ditampilkan secara tabel seperti terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran kelembaban tanah

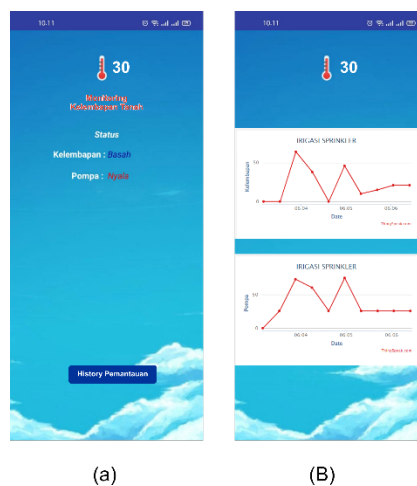
Sensor	Kondisi	Output	Keterangan
15%	Kering	Nyala	Uji Coba 1
20%	Kering	Nyala	Uji Coba 2
58%	Lembab	Mati	Uji Coba 3
56%	Lembab	Mati	Uji Coba 4
20%	Kering	Nyala	Uji Coba 5
78%	Basah	Mati	Uji Coba 6
67%	Basah	Mati	Uji Coba 7
25%	Kering	Nyala	Uji Coba 8
82%	Basah	Mati	Uji Coba 9
90%	Basah	Mati	Uji Coba 10

Hasil output uji coba sensor kelembapan tanah (YL-69) yang digunakan dalam sistem irigasi pintar berbasis sprinkler (Gambar 7) untuk tanaman bawang, yang ditunjukkan pada tabel di atas yang diterapkan pada sistem irigasi cerdas berbasis sprinkler (Gambar 7) untuk tanaman bawang yang ditampilkan pada tabel di atas.



Gambar 6. Konektivitas thing speak Aplikasi Mobile

Penelitian ini memanfaatkan app inventor sebagai platform pembuat aplikasi untuk menampilkan data yang dikirim oleh database. Aplikasi ini memiliki dua menu, yaitu Beranda dan Data. Dimana pada menu beranda terdapat tampilan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor kelembapan tanah yang sudah di olah oleh mikrokontroler. Sedangkan menu Data akan di arahkan pada website thingspeak yang menampilkan data grafik dari history pemantauan. Tampilan aplikasi dapat di lihat pada Gambar 8. (a) menunjukkan halaman Home, (b) menunjukkan halaman Data.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi

A. Perancangan Sistem

Perangkat lunak dengan menggunakan bahasa pemrograman c++ beserta alat perangkat IOT yaitu Arduino IDE. Dalam pemrograman ini di implementasikan logika fuzzy yang akan menentukan keputusan sistem. Selama proses perancangan perangkat lunak, peneliti banyak menggunakan kode program yang sudah tersedia pada aplikasi ini karena dianggap lebih efisien dan mempercepat pemrograman. Berikut adalah hasil perancangan perangkat lunak.

B. Pengujian Sistem

Sistem ini merupakan suatu sistem cerdas yang akan mengontrol kelembapan tanah. Dimana sistem ini dirancang untuk menjadi sistem monitoring yang real-time. Untuk itu pengujian sistem perlu dilakukan untuk mengetahui sistem sudah berfungsi dengan baik. Pengujian sistem meliputi semua perangkat keras maupun perangkat lunak. Tabel 1 menyajikan hasil dari pengujian yang dilakukan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem irigasi cerdas berbasis IoT yang efektif untuk meningkatkan produktivitas tanaman bawang dengan penerapan logika fuzzy. Sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian kelembapan tanah secara otomatis melalui platform Thingspeak dan aplikasi App Inventor, yang memberikan fleksibilitas dan kemudahan bagi pengguna. Berdasarkan hasil pengujian, sistem irigasi ini dapat beradaptasi dengan baik terhadap kondisi tanah dan cuaca yang berubah-ubah. Penggunaan sensor kelembapan memungkinkan irigasi dilakukan secara efisien, di mana air hanya disuplai ketika kelembapan tanah berada di bawah ambang batas yang ditentukan, dan aliran air akan dihentikan secara otomatis saat tanah sudah cukup lembab. Hal ini berkontribusi terhadap penghematan penggunaan air sekaligus memastikan tanaman tetap terhidrasi dengan baik. Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan agar sistem ini diintegrasikan dengan sensor tambahan seperti sensor suhu dan curah hujan, yang akan membantu meningkatkan presisi pengambilan keputusan irigasi. Penelitian juga dapat memperluas cakupan dengan melakukan uji coba pada jenis tanaman lain, serta menguji sistem di berbagai kondisi cuaca dan lingkungan yang lebih ekstrem. Selain itu, pengembangan energi terbarukan seperti panel surya untuk mendukung

operasional sistem irigasi ini dapat menjadi fokus penelitian masa depan agar sistem lebih ramah lingkungan dan mandiri energi.

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM:

Prototipe sistem berhasil dirancang dan dibuat dengan sukses sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Sistem terdiri dari sensor kelembapan tanah, relay, sprinkler, dan mikrokontroler NodeMCU ESP32 sebagai otak sistem.

PERFORMA SISTEM:

Performa Sistem: Sistem mampu mengukur kondisi lingkungan tanaman dengan akurat dan mengontrol irigasi secara efisien berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan hasil panen tanaman bawang.

KELEBIHAN DAN KELEMAHAN SISTEM:

Kelebihan sistem ini adalah kemampuannya untuk secara otomatis mengatur irigasi berdasarkan kondisi tanaman dan lingkungan. Namun, kelemahan sistem ini adalah keterbatasan dalam penggunaan logika fuzzy yang belum optimal dalam menghasilkan keputusan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. Novianto, I. N. Farida, and J. Sahertian, "Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Fuzzy Logic."
- [2] S. Panji Cipta and dan Finki Dona Marleny, "Internet Of Things: Prototipe Irigasi Digital Berbasis Mikrokontroler."
- [3] R. L. Alam and A. Nasuha, "Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik menggunakan Fuzzy Logic berbasis IoT," *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 5, no. 1, pp. 11–20, May 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.34587.
- [4] A. Haris, H. Sikumbang, and L. M. S. Anwar, "Mikro-Irigasi Cerdas dengan Sprinkler Menggunakan Fuzzy Logic Pada Lahan Terbatas Untuk Pertanian 4.0," *Faktor Exacta*, vol. 14, no. 4, p. 168, Jan. 2022, doi: 10.30998/faktorexacta.v14i4.10742.
- [5] D. Ichwana, S. D. Saputra, and S. Ekariani, "Intelligent System for Determining Parking Locations in Campus Areas Using Fuzzy Logic Based on Internet of Things," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 64–70, Apr. 2019, doi: 10.14710/jtsiskom.7.2.2019.64-70.
- [6] E. Noerhayati, B. Suprpto, E. S. Wirateruna, and S. A. Mardiyani, "Penerapan Pintu Air Otomatis Pada

- Bangunan Bagi Saluran Irigasi Guna Meningkatkan Hasil Panen Petani Berbasis Iot,” 2022.
- [7] R. Jupita, A. N. Tio, A. Rifaini, and S. Dadi, “Title of the article,” *Jurnal of English Language Teaching and Learning*, vol. 2, no. 1, p. page, 2021, doi: 10.33365/jimel.v1i1.
- [8] M. I. Hasani and S. Wulandari, “Implementasi Internet of Things (IoT) Pada Sistem Otomatisasi Penyiraman Tanaman Berbasis Mobile,” *ILKOMNIKA: Journal of Computer Science and Applied Informatics E*, vol. 5, no. 3, pp. 149–161, 2023, doi: 10.28926/ilkomnika.v5i3.573.
- [9] D. I. Mulyana and S. S. Wati, “Penerapan Alat Bantu Tunanetra Menggunakan Metode Fuzzy Logic Dengan Teknologi IoT Dalam Meningkatkan Kemandirian Dan Mobilitas Pengguna The Application Of Blind Aids Using Fuzzy Logic Methods With Iot Technology In Increasing User Independence And Mobility,” *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, vol. 6, no. 2, 2023.
- [10] G. H. Sandi and Y. Fatma, “Pemanfaatan Teknologi Internet Of Things (Iot) Pada Bidang Pertanian,” 2023.
- [11] E. Ryansyah, M. Yoga Fauzan, R. Maulana, C. Rozikin, and S. Karawang, “STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi) Survei Tingkat Pemahaman Mahasiswa Mengenai Ancaman Keamanan Sistem Pada Facebook.”
- [12] A. Abrar, T. Jurusan Teknik Mesin, P. Negeri Balikpapan, and K. Balikpapan, “Pengembangan Sistem Pengontrolan Irigasi Cerdas dengan Teknologi Internet of Things (IoT),” vol. 15. 2023.
- [13] A. Aldi, “Rancang Bangun Sistem Kendali Intensitas Cahaya Lampu Ruangan Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3642.
- [14] M. Aji, G. Darmawan, A. Bhawiyuga, and S. R. Akbar, “Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Tomat Menggunakan Wireless Sensor Network dengan Metode Fuzzy Logic,” 2022. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [15] A. Prasetyo, Y. Litanianda, M. Bhanu Setyawan, F. Masykur, and T. Informatika, “Pengendalian Suhu dan Kelembapan Kumbung Jamur Dengan Metode Fuzzy Terintegrasi Internet of Things.”.