

## **Perancangan Sistem Pendukung Keputusan untuk Prediksi Jumlah Air untuk Penyiraman Tanaman Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto**

**Muji Nur Fadilah<sup>1</sup>, Nurhasanah<sup>2</sup>**

<sup>12</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan,  
Indonesia

Email: <sup>1</sup>[mujinur563@gmail.com](mailto:mujinur563@gmail.com), <sup>2</sup>[dosen01123@unpam.ac.id](mailto:dosen01123@unpam.ac.id)

**Abstrak**—Penelitian ini merancang sistem pendukung keputusan untuk memprediksi jumlah air penyiraman tanaman menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* berdasarkan kelembaban tanah dan kondisi cuaca. Metode ini dipilih karena mampu mengolah data yang tidak pasti menjadi *output* tegas. Sistem dirancang menggunakan tiga variabel *Input* kelembaban, cuaca, dan tahap pertumbuhan serta satu *output* berupa durasi penyiraman, dengan total 27 aturan *Fuzzy* sebagai dasar *Inferensi*. Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan prediksi penyiraman yang sesuai kondisi lingkungan, seperti durasi  $\pm 40$  detik pada kelembaban rendah, 1 liter pada kondisi berawan, dan 0.3 liter saat kelembaban tinggi dan cuaca hujan. Sistem juga terbukti mampu menghemat penggunaan air hingga  $\pm 35\%$  dan semua komponen bekerja dengan baik. Sistem ini berpotensi dikembangkan menjadi penyiraman otomatis berbasis IoT di masa mendatang.

**Kata kunci:** *Fuzzy Tsukamoto*, Sistem Pendukung Keputusan, Penyiraman Tanaman, Kelembaban Tanah, Cuaca, Prediksi Jumlah Air.

**Abstract**—This research designs a decision support system to predict the amount of water needed for plant irrigation using the *Fuzzy Tsukamoto* method based on soil moisture AND weather conditions. This method is chosen because it is capable of processing uncertain data into precise (crisp) output. The system uses three Input variables—soil moisture, weather, AND plant growth stage—AND one output variable in the form of irrigation duration, supported by a total of 27 Fuzzy rules as the inference basis. The implementation AND testing results show that the system can generate irrigation predictions that adapt to environmental conditions, such as  $\pm 40$  seconds of watering for low soil moisture, 1 liter under cloudy weather conditions, AND 0.3 liters when soil moisture is high AND the weather is rainy. The system also proves capable of reducing water usage by approximately 35%, AND all components function properly. This system has the potential to be developed into a fully automated IoT-based irrigation system in the future.

**Keywords:** *Fuzzy Tsukamoto*, Decision Support System, Plant Irrigation, Soil Moisture, Weather, Water Prediction

### **1. PENDAHULUAN**

Sektor pertanian sangat bergantung pada ketersediaan air, namun efisiensi penyiraman seringkali menjadi kendala akibat ketidakpastian cuaca, terutama di wilayah tropis. Sistem penyiraman manual yang mengandalkan kebiasaan tidak mampu beradaptasi dengan kondisi harian, sehingga berisiko menyebabkan kelebihan air yang memicu busuk akar atau kekurangan air yang menghambat pertumbuhan tanaman. Meskipun solusi otomatis telah ada, banyak yang hanya mempertimbangkan satu parameter, seperti kelembaban tanah, tanpa mengintegrasikan faktor cuaca lokal yang dinamis. Hal ini menimbulkan tantangan utama, yaitu bagaimana merancang sebuah sistem pendukung keputusan (SPK) yang mampu menentukan kebutuhan penyiraman secara akurat dengan mengolah data kelembaban tanah dan cuaca secara simultan menggunakan metode kecerdasan buatan seperti Logika Fuzzy Tsukamoto.

Untuk Sistem prediksi jumlah air ini dirancang untuk memberikan rekomendasi waktu penyiraman (dalam detik) berdasarkan kombinasi dua variabel utama, yaitu kelembaban tanah dan kondisi cuaca lokal. Sistem bekerja dengan mengubah nilai-nilai masukan tersebut ke dalam bentuk linguistik seperti “kering”, “lembab”, dan “basah” untuk kelembaban tanah, serta “cerah”, “berawan”, dan “hujan” untuk cuaca. Proses *Inferensi Fuzzy* kemudian digunakan untuk menggabungkan berbagai kondisi tersebut menjadi prediksi jumlah air yang paling sesuai.

Dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*, sistem ini tidak hanya memberikan hasil yang realistis dan mudah dipahami, tetapi juga mampu membantu petani dalam menghemat penggunaan air, meningkatkan efisiensi penyiraman, dan menyesuaikan kebutuhan air tanaman terhadap kondisi lingkungan terkini.

### 1.1 PENELITIAN RELEVAN

Penelitian ini dikembangkan berdasarkan acuan dari beberapa penelitian relevan sebelumnya yang berfokus pada penerapan logika Fuzzy untuk sistem penyiraman tanaman otomatis. Penelitian-penelitian ini telah membuktikan efektivitas metode Fuzzy dalam mengelola irigasi secara cerdas, dan menjadi dasar untuk mengembangkan sistem yang lebih baik.

Salah satu penelitian yang menjadi acuan utama adalah yang dilakukan oleh Darmin, dkk. (2022), yang mengembangkan sistem otomatisasi penyiraman tanaman menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto yang dapat dipantau dari jarak jauh. Sistem mereka mengintegrasikan sensor kelembaban tanah dengan data suhu yang diperoleh dari API BMKG dan menampilkannya pada dasbor web. Penelitian lain oleh I Made Dwi Andika Saputra, dkk. (2025) juga merancang sistem penyiraman otomatis untuk tanaman daun mint menggunakan logika Fuzzy Tsukamoto berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem mereka menggunakan sensor DHT22 (suhu dan kelembaban udara) serta *soil moisture* YL-69, dengan hasil monitoring yang ditampilkan pada aplikasi Android melalui Firebase. Selanjutnya, penelitian oleh Dwi Wulandari, dkk. (2020) berhasil mengimplementasikan logika Fuzzy Tsukamoto untuk mengontrol interval penyiraman pada *mini greenhouse* aeroponik, yang terbukti efektif menjaga kelembaban tanaman tetap stabil serta mengurangi konsumsi air dan energi.

Meskipun penelitian-penelitian sebelumnya telah berhasil menunjukkan kelayakan metode Fuzzy Tsukamoto, penelitian ini menawarkan pengembangan dan perbaikan. Jika penelitian sebelumnya ada yang bergantung pada konektivitas internet untuk data cuaca (API BMKG) atau berfokus pada lingkungan yang sangat terkontrol seperti *greenhouse*, sistem yang dikembangkan saat ini mengintegrasikan data kelembaban tanah yang diukur langsung oleh sensor dengan data kondisi cuaca lokal yang diinput secara manual (misalnya: cerah, berawan, hujan). Pendekatan ini memberikan fleksibilitas yang lebih tinggi dan tidak sepenuhnya bergantung pada koneksi internet, sehingga lebih adaptif untuk berbagai kondisi lapangan. Subtansi pengembangan dalam penelitian ini adalah membangun sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang utuh dengan antarmuka web berbasis Python (Flask), yang tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring tetapi juga sebagai kalkulator Fuzzy interaktif bagi pengguna.

## 2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian terapan (*applied research*), yaitu penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu sistem atau model yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah praktis di bidang pertanian, khususnya dalam menentukan jumlah air penyiraman tanaman secara tepat menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Menggunakan desain penelitian pengembangan sistem (*system development*) dengan menerapkan Metodologi Model Air Terjun (Waterfall Model). Rancangan kegiatan penelitian ini dilakukan secara sistematis dan berurutan melalui empat tahapan utama, yaitu: (1) Analisis Kebutuhan Sistem, di mana dilakukan identifikasi masalah dan penentuan kebutuhan perangkat keras serta perangkat lunak; (2) Perancangan Sistem, yang mencakup perancangan arsitektur, basis aturan Fuzzy, alur data, dan antarmuka pengguna; (3) Pengembangan Sistem, yaitu tahap implementasi dan pengkodean prototipe; dan (4) Pengujian Sistem, di mana dilakukan verifikasi fungsionalitas dan evaluasi kinerja sistem.

Ruang lingkup atau objek penelitian ini adalah pengembangan prototipe Sistem Pendukung Keputusan untuk penyiraman tanaman otomatis. Penelitian ini dibatasi pada penggunaan dua parameter utama, yaitu kelembaban tanah dan data cuaca lokal (cerah, berawan, hujan ringan, hujan badai), dengan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto sebagai dasar pengambilan keputusan. Perangkat keras yang digunakan terbatas pada mikrokontroler Arduino Uno, sensor kelembaban tanah YL-69, modul relay, dan pompa air DC. Pengembangan dan uji coba sistem dilakukan dalam lingkungan simulasi atau skala laboratorium, bukan pada lahan yang luas. Teknik pengumpulan data untuk variabel input sistem dilakukan dengan dua cara. Data kelembaban tanah dikumpulkan secara *real-time* menggunakan Sensor Soil Moisture YL-69 yang ditancapkan ke media tanam. Sementara itu, data untuk variabel kondisi cuaca lokal diperoleh melalui input manual oleh pengguna melalui antarmuka web yang telah disediakan.

Proses analisis sistem dimulai dengan mengidentifikasi kelemahan pada sistem penyiraman

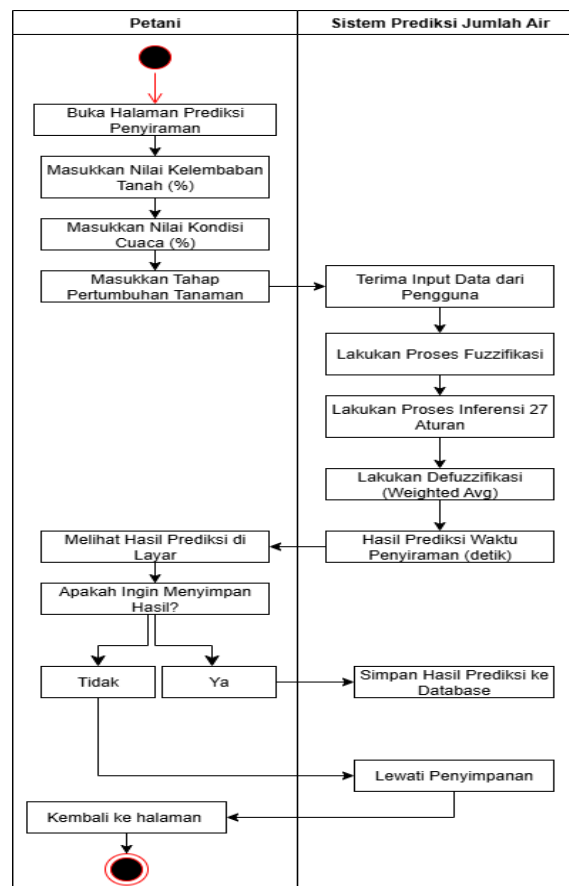
manual yang sedang berjalan, kemudian merumuskan kebutuhan fungsional untuk sistem usulan yang mencakup kebutuhan input, proses, dan output. Tahap perancangan sistem divisualisasikan menggunakan diagram blok, *flowchart*, dan diagram UML (*Unified Modeling Language*) seperti *Use Case Diagram* dan *Activity Diagram* untuk menggambarkan arsitektur, alur kerja, dan interaksi pengguna dengan sistem. Uji coba fungsionalitas sistem dilakukan dengan menggunakan metode Pengujian Kotak Hitam (Black Box Testing). Pengujian ini difokuskan pada verifikasi input dan output dari setiap fitur aplikasi web, mulai dari proses login, input data, hingga validasi hasil perhitungan Fuzzy, untuk memastikan bahwa semua fungsi berjalan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan tanpa perlu meninjau struktur kode internalnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memaparkan hasil penelitian yang mencakup hasil perancangan, implementasi sistem dalam bentuk aplikasi, serta hasil pengujian fungsionalitas dan logika Fuzzy. Pembahasan akan menginterpretasikan hasil yang diperoleh dan mengaitkannya dengan rujukan yang relevan.

#### 3.1 Hasil Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan secara terstruktur untuk memastikan semua kebutuhan fungsional terpenuhi. Alur kerja sistem usulan dirancang untuk mengotomatisasi proses penyiraman berdasarkan dua input utama: data kelembaban tanah dari sensor dan data kondisi cuaca lokal dari input pengguna. Data ini kemudian diproses menggunakan logika Fuzzy Tsukamoto untuk menentukan durasi penyiraman yang optimal. Alur proses ini secara lengkap digambarkan pada Gambar 1.

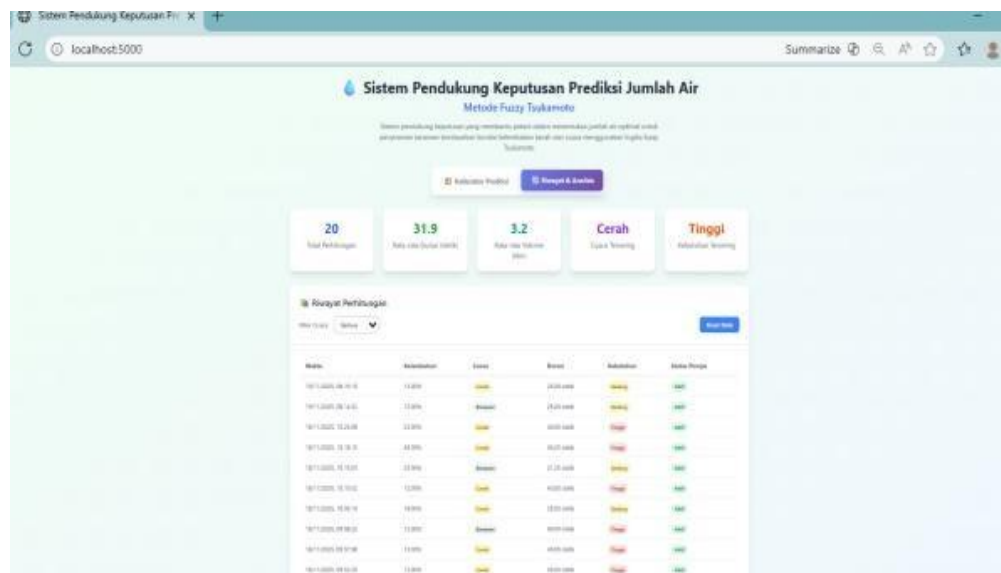


**Gambar 1.** FlowSistem

**Deskripsi Gambar 1:** Diagram alir di atas menunjukkan proses dimulai dari pembacaan data sensor kelembaban tanah. Data tersebut, bersama dengan input cuaca, dimasukkan ke aplikasi SPK untuk diproses melalui tahapan Fuzzy: fuzzifikasi, evaluasi aturan, dan defuzzifikasi untuk menghasilkan durasi penyiraman. Hasil keputusan dikirim ke Arduino Uno, yang akan mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa air jika kondisi tanah terdeteksi kering dan durasi penyiraman lebih dari nol menit. Seluruh aktivitas penyiraman kemudian dicatat dan disimpan sebagai log riwayat.

### 3.2 Implementasi dan Keluaran Aplikasi

Hasil dari tahap perancangan diimplementasikan menjadi sebuah prototipe fungsional yang terdiri dari perangkat keras (Arduino Uno, sensor, relay, pompa) dan perangkat lunak. Perangkat lunak berupa aplikasi web yang dikembangkan menggunakan Python dengan *framework* Flask, yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna (UI) untuk monitoring dan pusat kalkulasi Fuzzy. Aplikasi ini menampilkan data secara *real-time* dan menyajikan hasil keputusan sistem secara informatif, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Implementasi Hasil

**Deskripsi Gambar 2:** Gambar di atas adalah tampilan implementasi halaman *Monitoring IoT*. Halaman ini menyajikan data hasil perhitungan Fuzzy secara *real-time*, meliputi kelembaban tanah, suhu, kelembaban udara, status pompa (ON/OFF), dan durasi penyiraman yang direkomendasikan. Setiap parameter ditampilkan dalam bentuk kartu informasi dengan label kondisi terkini (misalnya "Kering", "Panas", "Aktif") untuk memudahkan pengguna dalam menginterpretasi kondisi lahan secara cepat dan akurat.

### 3.3 Hasil Pengujian dan Pembahasan

Pengujian sistem dilakukan dengan metode *Black Box Testing* untuk memvalidasi fungsionalitas aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua fitur, termasuk login pengguna, input data kelembaban dan cuaca, serta proses kalkulasi Fuzzy, berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Logika Fuzzy Tsukamoto juga diuji dengan beberapa skenario untuk memastikan akurasi keputusan. Hasilnya dirangkum pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian

| No | Skenario Input                           | Hasil Keluaran Sistem                         | Kesesuaian |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
| 1  | Kelembaba n 15% (Kering) & Cuaca Cerah   | Durasi penyiraman ±40 detik (Lama)            | Sesuai     |
| 2  | Kelembaba n 70% (Lembab) & Cuaca Berawan | Durasi penyiraman singkat atau tidak menyiram | Sesuai     |
| 3  | Kelembaba n >80% (Basah) & Cuaca Hujan   | "Tidak perlu menyiram", durasi 0 detik        | Sesuai     |

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan keputusan yang adaptif dan logis sesuai dengan kombinasi kondisi lingkungan. Pada kondisi tanah yang sangat kering dan cuaca cerah, sistem merekomendasikan durasi penyiraman yang lama, dan sebaliknya, tidak akan melakukan penyiraman jika tanah sudah basah atau cuaca sedang hujan. Interpretasi dari keseluruhan hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengintegrasikan data sensor dan cuaca untuk menghasilkan penyiraman yang efisien. Salah satu hasil paling signifikan adalah sistem ini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air sekitar 30-40% dibandingkan dengan metode penyiraman manual.

Temuan ini sejalan dengan penelitian relevan sebelumnya. Seperti halnya penelitian oleh Wulandari, dkk. (2020) dan Darmin, dkk. (2022), hasil ini kembali menegaskan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto sangat efektif untuk sistem kontrol irigasi otomatis. Namun, sistem yang dikembangkan ini memberikan kontribusi dengan menyediakan fleksibilitas input data cuaca secara manual, yang membuatnya dapat diimplementasikan di lokasi dengan konektivitas internet terbatas, sehingga memperluas cakupan penerapannya.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan Sistem Prediksi Sistem pendukung keputusan telah berhasil dirancang untuk memprediksi jumlah air penyiraman menggunakan Kelembaban Tanah, Kondisi Cuaca, dan Tahap Pertumbuhan Tanaman sebagai input. Output sistem berupa durasi waktu penyiraman (detik).
2. Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Metode Fuzzy Tsukamoto berhasil diimplementasikan untuk mengolah data yang tidak pasti menjadi keputusan yang tegas (crisp output). Penerapan ini menghasilkan prediksi air yang akurat dan adaptif terhadap lingkungan, serta mampu menghemat penggunaan air hingga 35%.
3. Pengujian Hasil Prediksi Hasil prediksi sistem telah teruji secara fungsional (Black Box) dan melalui simulasi data, di mana semua komponen sistem (seperti proses perhitungan Fuzzy, integrasi sensor, dan Dashboard) berfungsi dengan baik dan stabil. Penelitian ini menjadi dasar kuat untuk pengembangan sistem irigasi otomatis berbasis IoT di masa mendatang.

#### REFERENCES

- Alfan, N., & Ramadhan, A. (2022). Desain Prototipe Sistem Detektor Gas dan Monitoring Suhu Menggunakan Sensor Mq-2 dan DHT11 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(12).
- Alhamri, Z. (2016). Implementasi Framework Bootstrap dalam Membangun Website Responsif. *Jurnal Teknik Informatika*, 9(1).
- Aji, M., Darmawan, G., Bhawiyuga, A., & Akbar, S. R. (2022). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Tomat Menggunakan Wireless Sensor Network dengan Metode Fuzzy Logis. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(12), 6029–6038. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Anggraini, N., Dinillah, M. R., Wardhani, L. K., Shofi, I. M., Hakiem, N., Fadhilah, K., & Saputra, D. (2023). Sistem Penyiram Tanaman Paralel Multikarakter dengan Logika Fuzzy Metode Sugeno dan LoRa Ra-02 SX1278 Berbasis IoT. *Petir*, 16(2), 216–227. <https://doi.org/10.33322/petir.v16i2.2.075>
- Basriati, M.Sc, S., & Safitri, M.Mat, E. (2021). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dalam Menentukan Jumlah

- Produksi Tahu. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 18(1), 120. <https://doi.org/10.24014/sitekin>.
- Cobantoro, A. F., Setyawan, M. B., & Budi Wibowo, M. A. (2019). Otomasi Greenhouse Berbasis Mikrokomputer RASPBERRY PI. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 13(2), 115–124. <https://doi.org/10.32815/jitika.v13i2.360>
- Darmin, Anis Septi Budiani, & Alim Hardiansyah. (2022). Otomatisasi Penyiraman Tanaman Dengan Metode Inference Fuzzy Tsukamoto Yang Dapat Dipantau Secara Remote. *ISTA Online Teknologi Journal*, 3(2), 1–14. <https://doi.org/10.62702/ion.v3i2.53>
- Dwi Andika Saputra, I. M., Sjamsjiar Rachman, A., & Wahyu Wiriasto, G. (2025). Perancangan Sistem Penyiraman Otomatis Dan Monitoring Tanaman Daun Mint Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto Berbasis Internet of Things. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(2), 2663–2669. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i2.13148>
- Dzaki, N. (2023). Rancang bangun prototype alat kontrol ketinggian air menggunakan metode fuzzy logic berdasarkan tingkat kelembapan tanah berbasis internet of things. Repository. Uinjkt.Ac.Id. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/76620%0A>  
[https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/76620/1/NAUFAL DZAKI-FST.pdf](https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/76620/1/NAUFAL%20DZAKI-FST.pdf)
- IMAM, M. K., PERMATA, E., & DESMIRA, D. (2022). Sistem Kontrol Penyiram Otomatis Tanaman Tomat menggunakan Wemos D1 R1. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(4), 815. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v10.i4.815>
- Latif. (2021). PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR SOIL MOISTURE DAN SENSOR SUHU. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 7(1), 16–20.
- Mursalin, S. B., Sunardi, H., & Zulkifli, Z. (2020). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 11(1), 47–54. <https://doi.org/10.36982/jii.g.v11i1.1072>
- Narulita, S., Nugroho, A., & Abdillah, M. Z. (2024). Diagram Unified Modelling Language (UML) untuk Perancangan Sistem Informasi Manajemen Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (SIMLITABMAS) Universitas Nasional Karangturi Semarang, Indonesia (deskripsi) dan perancangan sistem, khususnya pada pemrograman. 3, 244–256.