



## SISTEM PENENTUAN KEBUTUHAN AIR TANAMAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO

### ***PLANT WATER REQUIREMENTS DETERMINATION SYSTEM USING THE FUZZY SUGENO METHOD***

**Nasir Fadilla Marpaung<sup>1</sup>, Rahmat<sup>2</sup>, Khairul Saleh<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Asahan

Email : [nasirfdlmarpaung@gmail.com](mailto:nasirfdlmarpaung@gmail.com)<sup>1</sup>, [rahmat7359@gmail.com](mailto:rahmat7359@gmail.com)<sup>2</sup>, [hutasuhutkhairul@gmail.com](mailto:hutasuhutkhairul@gmail.com)<sup>3</sup>

---

#### Article Info

##### Article history :

Received : 10-01-2026

Revised : 11-01-2026

Accepted : 13-01-2026

Pulished : 15-01-2026

#### Abstract

*Improper water management in agriculture often leads to inefficient resource use and negatively affects plant growth and productivity. This issue is mainly caused by conventional irrigation practices that rely on subjective estimation and fail to consider environmental conditions comprehensively. This study aims to design a plant water requirement determination system using the Fuzzy Sugeno method as an adaptive and systematic irrigation decision-making solution. The research adopts a qualitative approach with descriptive-analytical methods through literature review, identification of key variables, and development of fuzzy membership functions and rule bases. The input variables include environmental temperature, soil moisture, and plant growth stages, while the system output is a numerical value representing plant water requirements. The results indicate that the Fuzzy Sugeno method effectively handles environmental data uncertainty and produces proportional, easily applicable water requirement recommendations. This system has the potential to improve irrigation efficiency and support the development of precision agriculture technologies. The study is expected to contribute conceptually to sustainable agricultural water management based on artificial intelligence.*

**Keywords:** *Fuzzy Sugeno, Plant Water Requirement, Decision Support System*

---

#### Abstrak

Pengelolaan air yang tidak tepat dalam kegiatan pertanian dapat menimbulkan pemborosan sumber daya serta berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Permasalahan ini umumnya disebabkan oleh metode penyiraman konvensional yang masih bergantung pada perkiraan subjektif dan belum mempertimbangkan kondisi lingkungan secara menyeluruh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penentuan kebutuhan air tanaman menggunakan metode Fuzzy Sugeno sebagai solusi pengambilan keputusan irigasi yang adaptif dan sistematis. Metode penelitian yang digunakan bersifat kualitatif dengan pendekatan deskriptif-analitis melalui studi literatur, identifikasi variabel utama, serta perancangan fungsi keanggotaan dan basis aturan fuzzy. Variabel input yang digunakan meliputi suhu lingkungan, kelembapan tanah, dan fase pertumbuhan tanaman, sedangkan keluaran sistem berupa nilai numerik kebutuhan air tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Fuzzy Sugeno mampu mengakomodasi ketidakpastian data lingkungan dan menghasilkan rekomendasi kebutuhan air yang lebih proporsional serta mudah diterapkan. Sistem ini berpotensi mendukung efisiensi irigasi dan menjadi dasar pengembangan teknologi pertanian presisi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi konseptual dalam pengelolaan air pertanian berbasis kecerdasan buatan yang berkelanjutan.

**Kata Kunci:** *Fuzzy Sugeno, Kebutuhan Air Tanaman, Sistem Pendukung Keputusan*



## PENDAHULUAN

Ketersediaan dan pengelolaan air merupakan faktor krusial dalam keberhasilan budidaya tanaman, khususnya di tengah meningkatnya tekanan terhadap sumber daya air akibat perubahan iklim, pertumbuhan penduduk, serta intensifikasi sektor pertanian. Praktik penyiraman tanaman yang masih dilakukan secara konvensional, berbasis kebiasaan atau perkiraan subjektif petani, sering kali menimbulkan ketidaksesuaian antara kebutuhan aktual tanaman dengan volume air yang diberikan (Mursalin, 2020). Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan pemborosan air, penurunan efisiensi irigasi, serta berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Sistem cerdas berbasis logika fuzzy menjadi alternatif solusi yang menjanjikan karena mampu menangani ketidakpastian dan variabilitas data yang lazim dijumpai dalam sistem pertanian (Hendri, 2022).

Perkembangan penelitian terkini menunjukkan bahwa penerapan kecerdasan buatan dalam bidang pertanian presisi semakin mendapat perhatian, khususnya dalam permasalahan pengelolaan air irigasi. Sejumlah penelitian dalam lima tahun terakhir telah mengkaji penggunaan metode fuzzy untuk mendukung pengambilan keputusan kebutuhan air tanaman. Penelitian pertama mengembangkan sistem fuzzy Mamdani dengan input suhu udara dan kelembapan tanah untuk menentukan durasi penyiraman, namun sistem tersebut masih menghasilkan output linguistik yang memerlukan interpretasi lanjutan oleh pengguna (Saragih, 2025). Penelitian kedua mengusulkan model berbasis sensor *Internet of Things* (IoT) yang dikombinasikan dengan fuzzy logic untuk mengatur irigasi otomatis, tetapi fokus utamanya lebih pada aspek infrastruktur perangkat keras dibandingkan akurasi model penentuan kebutuhan air. Penelitian ketiga menerapkan metode fuzzy Sugeno pada sistem irigasi tetes, namun hanya menggunakan satu variabel input utama sehingga kurang merepresentasikan kompleksitas kondisi lingkungan tanaman. Penelitian keempat memanfaatkan algoritma fuzzy adaptif untuk tanaman hortikultura di rumah kaca, tetapi model yang dibangun bersifat spesifik lokasi dan belum diuji pada variasi kondisi lapangan yang berbeda (Padlia, 2025).

Berdasarkan telaah terhadap penelitian-penelitian terdahulu tersebut, dapat diidentifikasi adanya celah penelitian yang masih terbuka, khususnya terkait kebutuhan akan sistem penentuan kebutuhan air tanaman yang sederhana, adaptif, dan menghasilkan output numerik yang mudah diimplementasikan secara langsung. Sebagian besar penelitian sebelumnya belum mengoptimalkan keunggulan metode Fuzzy Sugeno yang mampu memberikan hasil keluaran berupa nilai tegas (crisp output), sehingga lebih sesuai untuk sistem pendukung keputusan dan otomatisasi irigasi (Sogian, 2024).

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian ini bersifat kualitatif dengan pendekatan deskriptif-analitis, yang difokuskan pada pemahaman mendalam terhadap proses perancangan dan penerapan sistem penentuan kebutuhan air tanaman berbasis metode Fuzzy Sugeno. Penelitian ini diawali dengan studi literatur terhadap teori kebutuhan air tanaman, konsep logika fuzzy, serta karakteristik metode Sugeno yang relevan dengan sistem pengambilan keputusan. Selanjutnya dilakukan identifikasi variabel-variabel utama yang memengaruhi kebutuhan air tanaman, seperti kondisi kelembapan tanah, suhu lingkungan, dan fase pertumbuhan tanaman. Data yang digunakan bersumber dari referensi ilmiah, hasil pengamatan konseptual, serta dokumentasi penelitian



terdahulu, yang kemudian dianalisis untuk merumuskan fungsi keanggotaan dan aturan fuzzy secara sistematis (Fiqar, 2023).

Tahap berikutnya meliputi penyusunan basis aturan (rule base) Fuzzy Sugeno dan pemodelan alur inferensi untuk menghasilkan nilai keluaran berupa kebutuhan air tanaman secara kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan untuk menilai kesesuaian logika aturan dengan kondisi nyata tanaman dan lingkungan, serta untuk mengevaluasi konsistensi hubungan antarvariabel dalam sistem yang dibangun. Hasil pemodelan kemudian dikaji secara interpretatif guna memastikan bahwa sistem mampu merepresentasikan pola pengambilan keputusan irigasi yang rasional, adaptif, dan mudah diimplementasikan. Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan menghasilkan model sistem penentuan kebutuhan air tanaman yang valid secara konseptual dan relevan untuk mendukung praktik pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan (Suprasetyo, 2023).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Gambaran Umum Hasil Penerapan Metode Fuzzy Sugeno**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem penentuan kebutuhan air tanaman berbasis metode Fuzzy Sugeno mampu merepresentasikan proses pengambilan keputusan irigasi secara adaptif dan kontekstual. Sistem yang dirancang tidak hanya mempertimbangkan satu faktor tunggal, melainkan mengintegrasikan beberapa parameter lingkungan dan karakteristik tanaman yang saling memengaruhi. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk memberikan rekomendasi kebutuhan air yang lebih proporsional dibandingkan metode konvensional yang umumnya bersifat statis dan berbasis perkiraan subjektif (Rahmah, 2023).

Penerapan Fuzzy Sugeno dalam penelitian ini menghasilkan keluaran berupa nilai numerik yang secara langsung dapat digunakan sebagai dasar penentuan volume air tanaman. Karakteristik ini menjadi keunggulan utama karena hasil sistem tidak memerlukan interpretasi lanjutan, sehingga lebih mudah diimplementasikan dalam sistem irigasi manual maupun otomatis. Secara konseptual, sistem ini menggambarkan pergeseran dari pendekatan irigasi tradisional menuju pendekatan berbasis kecerdasan buatan yang lebih responsif terhadap dinamika lingkungan (Nunsina, 2024).

### **Penentuan Variabel dan Fungsi Keanggotaan**

Variabel input yang digunakan dalam sistem ini meliputi suhu lingkungan, kelembapan tanah, dan fase pertumbuhan tanaman. Ketiga variabel tersebut dipilih berdasarkan pertimbangan agronomis dan hasil kajian literatur yang menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kebutuhan air tanaman. Suhu lingkungan berperan dalam meningkatkan atau menurunkan laju evapotranspirasi, kelembapan tanah mencerminkan ketersediaan air di zona perakaran, sedangkan fase pertumbuhan tanaman menentukan intensitas kebutuhan air pada setiap tahap siklus hidup (Pogasang, 2024).

### **Penyusunan Basis Aturan (Rule Base) Fuzzy Sugeno**

Basis aturan dalam sistem Fuzzy Sugeno disusun dalam bentuk aturan logika “jika–maka” yang mencerminkan hubungan sebab-akibat antara variabel input dan kebutuhan air tanaman. Aturan ini dirancang berdasarkan pengetahuan pakar dan praktik umum dalam pengelolaan irigasi. Setiap kombinasi kondisi suhu, kelembapan tanah, dan fase pertumbuhan tanaman dipetakan ke dalam nilai keluaran tertentu yang merepresentasikan kebutuhan air (Baiki, 2025).



## Tabel Penjelasan Variabel dan Peran dalam Sistem

Berikut disajikan tabel yang menjelaskan variabel utama yang digunakan dalam sistem serta perannya dalam penentuan kebutuhan air tanaman.

**Tabel 1. Variabel Input dan Perannya dalam Sistem Fuzzy Sugeno**

Variabel	Kategori Fuzzy	Peran dalam Sistem Penentuan Air
Suhu Lingkungan	Rendah, Sedang, Tinggi	Mempengaruhi tingkat penguapan dan evapotranspirasi tanaman
Kelembapan Tanah	Kering, Cukup, Basah	Menunjukkan ketersediaan air di zona perakaran
Fase Pertumbuhan Tanaman	Awal, Vegetatif, Generatif	Menentukan intensitas kebutuhan air sesuai tahap pertumbuhan
KebutuhanAir (Output)	Nilai numerik (crisp)	Rekomendasi volume atau intensitas penyiraman tanaman

Tabel diatas menunjukkan bahwa sistem dirancang dengan mempertimbangkan keterkaitan antarvariabel secara menyeluruh. Integrasi variabel input menghasilkan keluaran yang lebih representatif terhadap kondisi nyata tanaman dibandingkan pendekatan yang hanya menggunakan satu parameter (Ardiansyah, 2025).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode Fuzzy Sugeno dalam sistem penentuan kebutuhan air tanaman mampu memberikan pendekatan pengambilan keputusan irigasi yang lebih adaptif dan rasional dibandingkan metode konvensional. Sistem yang dirancang berhasil mengintegrasikan variabel suhu lingkungan, kelembapan tanah, dan fase pertumbuhan tanaman untuk menghasilkan rekomendasi kebutuhan air dalam bentuk nilai numerik yang mudah diimplementasikan. Pendekatan ini menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air serta mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena bersifat kualitatif dan konseptual, sehingga belum dilakukan pengujian empiris berbasis data lapangan atau sensor secara langsung. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan pengujian kuantitatif dan implementasi sistem secara real-time agar tingkat akurasi dan keandalan sistem dapat divalidasi secara lebih komprehensif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah. (2025). Optimasi Durasi pada Sistem Irigasi Tetes dengan Sensor Kelembaban dan Suhu Tanah Menggunakan Logika Fuzzy Takagi-Sugeno. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 24(1), 73–88.
- Baiki. (2025). Implementasi Sistem Kendali Pompa Otomatis Menggunakan Fuzzy Logic Sugeno Pada Penyiraman Tanaman Bawang Merah Di Kelompok Wanita Tani Kemuning. *Teliska-Jurnal Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya*, 18(I), 39–47.
- Fiqar. (2023). Implementasi sistem monitoring tanaman hidroponik menggunakan metode fuzzy



- sugeno. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 5(2), 109–121.
- Hendri. (2022). Sistem Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Rawit Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno. *JUTECH J. Educ. Technol*, 4(1), 49–60.
- Mursalin. (2020). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 11(1).
- Nunsina. (2024). Prototype Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Bawang Putih dengan Metode Fuzzy Sugeno Berbasis Arduino Uno. *TEKNIKA*, 18(1), 105–â.
- Padlia. (2025). *Sistem Kontrol Kebutuhan Air Tanaman Padi Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic*. Universitas Sulawesi Barat.
- Pogasang. (2024). Sistem Cerdas Irigasi Menggunakan Metode Fuzzy Logic Pada Tanaman Tomat. *AnoaTIK: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer*, 2(2), 90–93.
- Rahmah. (2023). Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Pada Greenhouse Berbasis Android Menggunakan Fuzzy Sugeno. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 4(2), 332–340.
- Saragih. (2025). Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis IoT dengan Logika Fuzzy Sugeno untuk Pengendalian Kelembaban Tanah di Greenhouse. *Jurnal Algoritma*, 22(1), 808–819.
- Sogian. (2024). Optimalisasi Produksi Dayam Melalui IoT Dan Fuzzy Dalam Sistem Irigasi Otomatis Budidaya Bayam. *Jurnal Komunikasi, Sains Dan Teknologi*, 3(2), 292–300.
- Suprasetyo. (2023). Penyiraman Otomatis dan System Monitoring Bibit Kelapa Sawit Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno. *Jurnal Fasilkom*, 13(3), 431–437.