



Otomatisasi Sistem Analisis Kebutuhan Air Pada Tanaman Selada Dengan Metode Fuzzy Mamdani

Muhammad Bintang¹, Mochamad Fajar Wicaksono²

¹Universitas Telkom, Bandung

²Universitas Komputer Indonesia, Bandung

Email author: mbintang@student.telkomuniversity.ac.id¹, mfajarw@email.unikom.ac.id²

Article Info

Article history:

Received Januari 3, 2025

Revised Februari 17, 2025

Accepted June 28, 2025

Keywords:

Fuzzy Logic

Plant

Soil Moisture

ABSTRACT

This research aims to be able to meet the water supply of lettuce plants automatically by using three sensors such as soil moisture, water level, and water discharge. The goal is to provide water needs to plants automatically and regularly. The developed tool uses YL-96 sensor for soil moisture, HC-SR04 for water level and YF-S201 for water discharge. Sensor data is sent to the arduino to be processed using the fuzzy mamdani method so that these three data values affect the movement of the tap servo motor that flows to the lettuce plant. Fuzzy logic here as a decision maker from the value of 3 sensor data and then processed automatically by arduino using fuzzy mamdani to determine how many degrees the servo motor moves. The result is that the Lettuce Plant Water Needs Analysis System Automation Tool is able to maintain the water supply of lettuce plants and soil moisture ideally at 76% with a servo motor movement system success rate of 100%.

Corresponding Author:

Muhammad Bintang

Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No. 1, Bandung Terusan Buahbatu - Bojongsoang

Email: mbintang@student.telkomuniversity.ac.id



1. PENDAHULUAN

Selada keriting (*Lactuca sativa*) merupakan tanaman hortikultura yang banyak diminati oleh masyarakat saat ini. Peranan komoditas hortikultura berperan penting dalam pengembangan gizi masyarakat. Selada merupakan tanaman sayuran yang memiliki kandungan gizi tinggi, warna, tekstur, serta yang banyak diminati. Tanaman ini termasuk kedalam tanaman semusim yang dapat dibudidayakan didaerah dingin, lembab baik didataran tinggi maupun rendah. Selada tumbuh optimal pada rentang suhu udara 25°C sampai 28°C dan kelembapan tanah 65% sampai 78%[1]. Selada cukup digemari oleh masyarakat Indonesia ditandai dengan meningkatnya permintaan kebutuhan akan selada. Selada memiliki banyak manfaat antara lain dapat memperbaiki organ dalam, mencegah panas dalam, melancarkan metabolisme, membantu menjaga kesehatan rambut, mencegah kulit menjadi kering, dan dapat mengobati insomnia. Kandungan gizi yang terdapat pada selada adalah serat, provitamin A (karotenoid), kalium dan kalsium Kandungan gizi serta rasanya yang enak, membuat selada menjadi salah satu produk pertanian yang diminati masyarakat, sehingga mempunyai potensi serta nilai komersial tinggi. Selada memiliki sistem perakaran tunggang dan serabut. Akar serabut menempel pada batang dan tumbuh menyebar ke semua arah pada kedalaman 20-50 cm atau lebih. Ketersediaan air

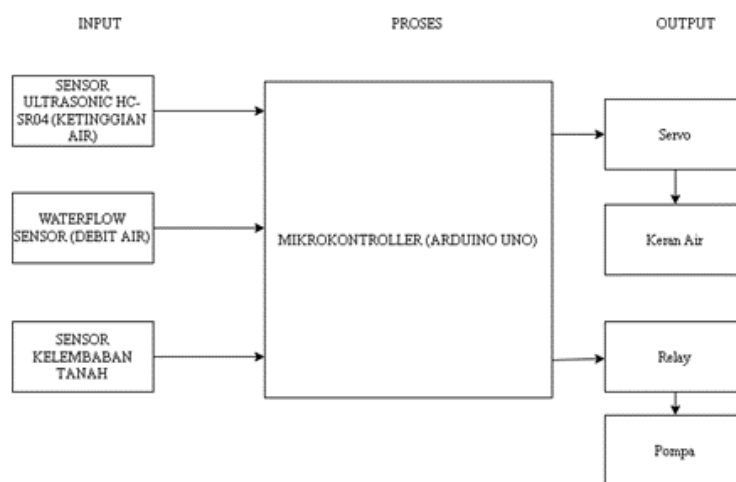
berkualitas yang terbatas menyebabkan perlu dilakukannya penggunaan air seefisien mungkin agar dapat memperkecil biaya produksi. Kebutuhan air dari jenis setiap tanaman berbeda-beda. Sehingga perlu dilakukannya analisis kebutuhan air dari jenis setiap tanaman tersebut[2].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada tahun 2021 ada sebuah penelitian dengan konsep yang sama, cara kerja penilitan ini memanfaatkan ketersediaan air sesuai dengan kebutuhan tanaman, dengan adanya sensor kelembababan tanah dimana nilai kelembaban tanah dapat ditentukan sesuai dengan kebutuhan tanaman dalam proses irigasi, kekurangan penelitian tersebut adalah hanya mengatur dan menampilkan kebutuhan air irigasi tanpa ada perhitungan data hasil analisis air irigasi. [3]

2.2 Diagram Blok



Gambar 1. Diagram Blok

Diagram blok pada gambar 1 merupakan gambaran sistem terkait rancangan yang dibuat. Ketinggian air, debit air, dan kelembaban tanah akan diukur oleh sensor Ultrasonic HC-SR-04, Flow Sensor dan kelembaban tanah. Data dari ketiga sensor ini menjadi input dari sistem dan diteruskan ke Arduino Uno. Arduino yang akan mengirimkan data ke servo untuk menggerakkan keran air. Menggunakan metode fuzzy, Arduino Uno akan mengatur pergerakan motor servo dan relay untuk menyalakan pompa sesuai dengan kebutuhan air pada tanaman selada.

2.3 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial.



Gambar 1 Arduino UNO

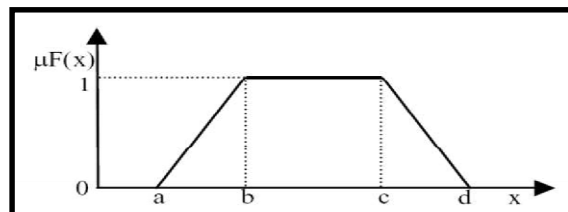
2.4 Fuzzy Mamdani

Metode mamdani sering juga dikenal dengan nama metode Max-Min atau Max-Product. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk memperoleh output diperlukan empat tahap yaitu[4]:

a. Pembentukan himpunan fuzzy

Metode mamdani, baik variable input maupun variable output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy, himpunan fuzzy diambil dari fungsi keanggotaan dinyatakan sebagai fungsi matematis tertentu. Derajat keanggotaan dari masing-masing elemen semesta pembicaraan memerlukan perhitungan. Fungsi matematis yang biasa digunakan yaitu fungsi trapesium. Fungsi keanggotaan trapesium mempunyai bentuk seperti pada gambar 3 dan dispesifikasikan oleh empat parameter {a,b,c,d} seperti persamaan 1[7].

$$\text{Trapezium}(x;a,b,c,d)= \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases} \quad (1)$$



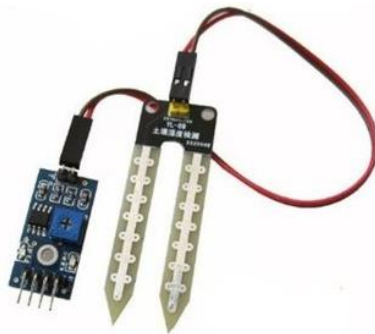
Gambar 3 Fungsi Keanggotaan Trapesium

Parameter {a,b,c,d} (dengan $a < b < c < d$) menentukan kordinat x pada empat sudut dari fungsi keanggotaan trapesium.

2.5 Sensor Kelembaban Tanah YL-96

Sesuai dengan gambar 4, sensor terdiri dari dua elektroda dan dua elektroda tersebut ditancapkan ke tanah. Arus listrik yang mengalir menuju kedua elektroda melalui tanah, serta resistansi pada tanah akan menentukan kelembaban tanah. Saat kadar air tanah tinggi, ion air akan mempermudah arus listrik mengalir melalui tanah dan menyebabkan resistansi menjadi kecil. Sebaliknya saat kadar air

rendah, resistansi menjadi besar[5]. Sering kali sensor dijual bersama rangkaian potensiometer untuk mengatur batasan pengukuran. [6]



Gambar 4 Sensor YL-96

2.6 Sensor Ultrasonic HC SR-04

Modul sensor *ultrasonic* HC-SR04 dapat mengukur jarak dengan rentang dari mulai 2cm sampai 400cm, dengan nilai akurasi mencapai 3mm. Pada modul ini terdapat ultrasonik *transmitter*, ultrasonik *receiver* dan *control circuit*. Berikut ini dasar prinsip kerja dari sensor *ultrasonic* HC-SR04 :

- a. Menggunakan IO trigger sedikitnya sinyal high selama 10us.
- b. Modul HC-SR04 secara otomatis akan mengirimkan 8 kali 40 KHz dan mendeteksi apa terdapat sinyal balik atau tidak.
- c. Jika terdapat sinyal balik, maka durasi waktu dari output high adalah waktu dari pengiriman dan penerimaan ultrasonik.

$$\text{Jarak} = (\text{waktu sinyal high}) * \text{kecepatan suara} (340\text{m/s}) / 2$$



Gambar 5 Sensor HC-SR04

Pengujian Sensor Ultrasonic

Tujuan pengujian sensor *Ultrasonic* ini adalah untuk mengukur akurasi sensor *Ultrasonic* HC-SR04 nilai pembacaan sensor dengan pembanding lain, dalam pengujian ini membandingkan antara jarak kedalaman tong air dengan hasil pembacaan nilai sensor.

Tabel 1 Pengujian sensor ultrasonic

| No. | Jam pengujian | Nilai sensor (cm) | Pengukuran manual (cm) | Tingkat Kesalahan (cm) |
|-----|---------------|-------------------|------------------------|------------------------|
| 1. | 07.00 | 12 | 11 | 1 |
| 2. | 07.01 | 15 | 15 | 0 |
| 3. | 07.02 | 22 | 24 | 2 |
| 4. | 07.03 | 32 | 33 | 1 |
| 5. | 07.04 | 37 | 37 | 0 |
| 6. | 07.05 | 45 | 45 | 0 |

| | | | | |
|-------------------------------|-------|----|-------|---|
| 7. | 07.06 | 59 | 60 | 1 |
| 8. | 07.07 | 60 | 61 | 1 |
| 9. | 07.08 | 60 | 60 | 0 |
| 10. | 07.09 | 61 | 62 | 1 |
| Rata – Rata Tingkat Kesalahan | | | 0.7 % | |

3. Hasil dan**Pembahasan****3.1. Hasil pengukuran Debit Air****Tabel 2 Pengujian Sensor Ultrasonic**

| Pengujian ke | Volume Botol Hasil Sensor (mL) | Volume botol air mineral (mL) | Selisih (mL) | Tingkat Kesalahan (%) |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------------|
| 1. | 457 | 500 | 43 | 8.6 |
| 2. | 453 | 500 | 47 | 9.4 |
| 3. | 520 | 500 | 20 | 4 |
| 4. | 531 | 500 | 31 | 6.2 |
| 5. | 543 | 500 | 43 | 8.6 |
| 6. | 472 | 500 | 28 | 5.6 |
| 7. | 532 | 500 | 32 | 6.4 |
| 8. | 462 | 500 | 38 | 7.6 |
| 9. | 512 | 500 | 12 | 2.4 |
| 10. | 518 | 500 | 18 | 3.6 |
| Rata- Rata tingkat kesalahan | | | 6.24 % | |

3.2. Pengujian Alat Keseluruhan

Tujuan Pengujian Alat Keseluruhan ini adalah untuk menguji fungsi keseluruhan alat dan membandingkan dengan hasil MATLAB. Pengujian dilakukan dengan memasukkan sensor kelembaban tanah ke media tanah yang kering, mendeteksi kapasitas tong air, dan debit air. Sehingga dengan otomatis servo akan menggerakkan keran.

Tabel 3 Pengujian Alat Keseluruhan dan Perbandingan dengan MATLAB

| No. | Ultrasonic | Kelembaban Tanah | Debit Air | Output Servo Alat | Output Matlab | Keterangan |
|-----|------------|------------------|-----------|-------------------|---------------|------------|
| 1. | 25 | 6% | 72 | 85 | 85 | Sesuai |
| 2. | 25 | 44% | 88 | 85 | 85 | Sesuai |
| 3. | 40 | 44% | 50 | 51 | 51 | Sesuai |
| 4. | 46 | 53% | 21 | 50 | 50.7 | Sesuai |
| 5. | 42 | 25% | 53 | 85 | 85 | Sesuai |
| 6. | 35 | 74% | 10 | 0 | 0 | Sesuai |
| 7. | 45 | 42% | 44 | 55 | 55 | Sesuai |
| 8. | 42 | 58% | 34 | 39. | 39.2 | Sesuai |
| 9. | 42 | 52% | 34 | 35 | 35. | Sesuai |
| 10. | 33 | 76% | 34 | 0 | 0 | Sesuai |

Berdasarkan Tabel 3, data dari output alat bisa dibandingkan dengan hasil dari alat dan output Matlab sesuai, walaupun ada berbeda 0,7 seperti baris pengujian ke 4



Gambar 6 Alat Keseluruhan

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Mengacu pada hasil pengujian yang telah didapatkan dari beberapa hal, dapat disimpulkan bahwa :

Pengembangan perangkat keras sistem analisis kebutuhan air selada yaitu bisa memenuhi kebutuhan air tanaman selada dengan otomatis, dan mengimplementasikan metode fuzzy mamdani ke sistem

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis, berikut beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan dan penelitian lanjutan:

- a. Pengembangan Cakupan Tanaman
Penelitian ini difokuskan pada tanaman selada, namun sistem yang dikembangkan memiliki potensi untuk diadaptasi pada berbagai jenis tanaman hortikultura lainnya. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian selanjutnya menguji keandalan sistem pada jenis tanaman lain dengan karakteristik kebutuhan air yang berbeda, seperti sawi, bayam, atau tomat.
- b. Integrasi IoT dan Monitoring Jarak Jauh
Untuk meningkatkan efisiensi dan skalabilitas sistem, penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT), sehingga proses pemantauan dan pengendalian kebutuhan air dapat dilakukan secara real-time melalui perangkat mobile atau dashboard berbasis web.
- c. Optimasi Parameter Fuzzy
Dalam penelitian ini, penentuan fungsi keanggotaan dan aturan fuzzy masih bersifat manual dan berdasarkan referensi literatur. Oleh karena itu, disarankan untuk menerapkan metode optimasi, seperti Genetic Algorithm atau Particle Swarm Optimization, guna memperoleh parameter fuzzy yang lebih akurat dan adaptif terhadap dinamika lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. M. Ulfa, "Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu dan Kelembapan Tanah Bilik Tanaman Selada Berbasis IoT 'Perancangan Arduino untuk Pengendali Suhu dan Kelembapan Tanah pada Bilik Tanaman Selada,'" 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/714/>
- [2] N. B. Igo Shafarullah, "Analisis Kebutuhan Air Tanaman Pada Selada Keriting Dengan Teknologi Hidroponik Di Greenhouse Dengan Penambahan Evaporative Cooling Pad System," 2022.
- [3] D. Mukhamad Alfian, A. Panji Sasmito, dan N. Vendyansyah, "Implementasi Logika Fuzzy Pada Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Berbasis Arduino," JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 5, no. 1, hal. 94–101, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3309.
- [4] R. T. Jurnal, "Implementasi Metode Fuzzy Mamdani Pada Aplikasi Inventory Untuk Prediksi Pengadaan Barang Di Pt.Pertamina (Persero) Perkapalan," Petir, vol. 10, no. 2, hal. 1–8, 2018, doi: 10.33322/petir.v10i2.18.
- [5] I. Ardiansah, S. H. Putri, A. Y. Wibawa, dan D. M. Rahmah, "Optimalisasi Ketersediaan Air Tanaman dengan Sistem Otomasi Irigasi Tetes Berbasis Arduino Uno dan Nilai Kelembaban Tanah," Ultimatics, vol. 10, no. 2, hal. 78–84, 2019, doi: 10.31937/ti.v10i2.955.
- [6] S. K. : Mochamad Fajar Wicaksono, S.Kom., M.Kom dan Hidayat, "Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino. Informatika. Bandung," 2017.