

# SISTEM KONTROL *FUZZY LOGIC* ALAT PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN TOMAT DAN KAKTUS

Adi Saputra<sup>1</sup>, Yordan Hasan<sup>2</sup>, Niksen Alfarizal<sup>3</sup>

Teknik Mekatronika, Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Sriwijaya

[adisaputraa758@gmail.com](mailto:adisaputraa758@gmail.com)<sup>1</sup>, [yordan.hasan@gmail.com](mailto:yordan.hasan@gmail.com)<sup>2</sup>, [Niksenbae90@gmail.com](mailto:Niksenbae90@gmail.com)<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Tanaman membutuhkan perawatan yang tepat, termasuk penyiraman yang cukup, agar dapat tumbuh dengan baik dan memberikan hasil yang optimal. Dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi penyiraman tanaman, penelitian ini mengusulkan penggunaan sistem kontrol *fuzzy logic* untuk mengendalikan alat penyiraman otomatis pada tanaman tomat dan kaktus. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan pengumpulan data lingkungan yang relevan, seperti kelembaban tanah, suhu, dan intensitas cahaya. Data ini kemudian diolah menggunakan metode *fuzzy logic* untuk mendapatkan tingkat kelembaban tanah yang optimal untuk setiap jenis tanaman. Sistem kontrol *fuzzy logic* yang diusulkan menggunakan beberapa variabel linguistik, termasuk "kering, lembab dan basah", untuk menggambarkan tingkat kelembaban tanah. Aturan-aturan *fuzzy logic* yang telah ditentukan berdasarkan pengetahuan ahli diterapkan dalam sistem kontrol untuk menghasilkan keputusan penyiraman yang optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kontrol *fuzzy logic* ini mampu mengendalikan alat penyiraman otomatis dengan akurasi tinggi. Tanaman tomat dan kaktus yang ditanam dalam lingkungan uji coba mengalami peningkatan dalam pertumbuhan dan kesehatan tanaman setelah penerapan sistem kontrol ini. Kelembaban tanah dijaga dalam rentang yang optimal karena penyiraman dilakukan berdasarkan kebutuhan air pada tanaman, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan air dan menghindari risiko kelebihan atau kekurangan air.

**Katakunci:** Penyiraman Tanaman, Fuzzy Logic, Tomat dan Kaktus

## ABSTRACT

*Plants need proper care, including adequate watering, in order to grow properly and provide optimal results. In an effort to increase the efficiency of watering plants, this study proposes the use of a fuzzy logic control system to automatically control watering devices for tomato and cactus plants. The method used in this study involved collecting relevant environmental data, such as soil moisture, temperature, and light intensity. This data is then processed using a fuzzy logic method to obtain the optimal soil moisture level for each type of plant. The proposed fuzzy logic control system uses several linguistic variables, including "dry, moist and wet", to describe soil moisture levels. Fuzzy logic rules that have been determined based on expert knowledge are applied in the control system to produce optimal watering decisions. The results show that this fuzzy logic control system is capable of controlling automatic watering devices with high accuracy. Tomato and cactus plants grown in the experimental environment experienced an increase in plant growth and health after the application of this control system. Soil moisture is maintained within an optimal range because watering is done based on the water needs of the plants, thus increasing the efficiency of water use and avoiding the risk of excess or lack of water.*

**Keywords:** Plant Watering, Fuzzy Logic, Tomato and Cactus

## I. PENDAHULUAN

Salah satu faktor tumbuh dan berkembangnya tanaman yaitu dengan penyiraman. Penyiraman dapat menjaga serta merawat tanaman agar tumbuh dengan subur [1]. Penyiraman tanaman juga dipengaruhi oleh tingkat kelembapan tanah, jika kelembapan tanah yang terlalu tinggi dapat menimbulkan permasalahan dan keadaan tanah yang terlalu lembab mengakibatkan kesulitan dalam melakukan kegiatan permanen hasil pertanian [2].

Penyiraman tanaman merupakan suatu kegiatan yang perlu diperhatikan dalam melakukan pemeliharaan tanaman memerlukan asupan air yang cukup untuk melakukan fotosintesis dalam memperoleh kebutuhannya untuk tumbuh dan berkembang [3].

Sistem penyiraman ini bekerja pada waktu kondisi kelembapan tanah saat kering yang dideteksi oleh sensor *Soil Moisture* yang mana akan terjadi penyiraman secara otomatis. Setelah terjadi penyiraman sampai kelembapan tanah itu basah maka

penyiraman pun akan berhenti. Dengan menggunakan 2 varian tanaman yang berbeda yaitu tomat dan kaktus maka dapat dibuktikan perbedaan kebutuhan kelembapan tanaman tersebut.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Tomat

Tanaman tomat merupakan tanaman yang bisa tumbuh baik dimusim kemarau dimana tidak banyak air. Untuk merawat tanaman ini perlu diperhatikan pemberian air agar tidak kurang atau berlebihan yang akan mengakibatkan tanaman akan mengalami penurunan proses fisiologi dan fotosintesis yang akhirnya mempengaruhi produksi dan kualitas buahnya. Proses pemberian air akan besar hubungannya dengan tingkat ketersediaan air dalam tanah. Air yang tersedia dalam tanah akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tanaman akan semakin baik dengan penambahan jumlah air, namun terdapat batasan maksimum dan minimum dalam jumlah air [4].



Gambar 1. Tanaman Tomat[4]

### 2.2 Tanaman Kaktus

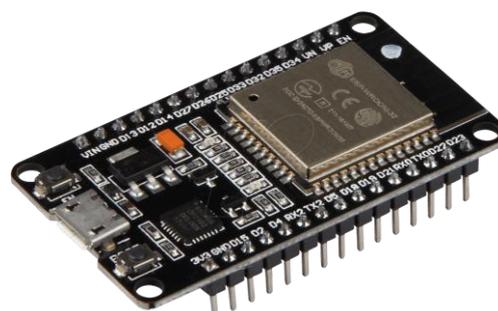
Kaktus merupakan tumbuhan hijau yang dapat berkembang cukup bertahan lama tanpa adanya air tergolong jenis sukulen. Tanaman kaktus dikenal tanaman yang sukulen, karena berada di gurun dapat menyimpan persediaan air di batangnya, keadaan batang membuatnya siap untuk berkembang cukup lama tanpa air [5].



Gambar 2. Tanaman Kaktus[5]

### 2.3 Mikrokontroler ESP32

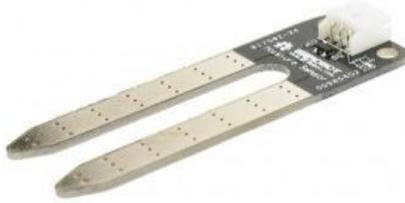
ESP32 adalah salah satu mikrokontroler yang terintegrasi dengan internet melalui Wi-Fi dan Bluetooth. Mikrokontroler merupakan suatu pengendali atau pusat dari rangkaian elektronik dalam sebuah sistem tertentu. Di dalam mikrokontroler ini di dalamnya terdapat inti prosesor, memori, regulator tegangan, port USB tipe B, led, serta pin input dan output. Nantinya sensor-sensor, relay, dan komponen lainnya akan dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 melalui pin input output ini [6].



Gambar 3. Mikrokontroler ESP32[6]

### 2.4 Soil Moisture Sensor (Sensor Kelembapan Tanah)

Soil Moisture sensor adalah sensor kelembapan yang dapat mendeteksi kelembapan dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau taman kota, atau tingkat air pada tanaman pekarangan anda. Sensor ini terdiri dua probe untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar) [7].



Gambar 4. *Soil Masture Sensor*[7]



Gambar 6. *Water Pump DC 12 Volt*[9]

### 2.5 Sensor Ultrasonik Waterproof (Sensor Jarak JSN-SR04T)

Seperti namanya, sensor ini memiliki sistem kerja yang sama dengan HC-SR04. Perbedaan yang paling menonjol adalah sensor ultrasonik JSN-SR04T bersifat waterproof atau tahan terhadap air. Selain itu, sensor ini juga memiliki kabel yang panjangnya mencapai 2.5 meter yang menghubungkan antara sensor dengan transduser (modul untuk mengubah hasil sensor menjadi pulse yang dapat dibaca arduino). Adanya kabel ini dapat dimanfaatkan sebagai pemisah antara sensor dengan device yang tidak tahan air seperti arduino atau tambahan lainnya [8].



Gambar 5. *Sensor Ultrasonik Waterproof (JSN-SR04T)*[8]

### 2.6 Water Pump

*Water Pump* / pompa air adalah alat untuk menggerakkan air dari tempat bertekanan rendah ke tempat bertekanan yang lebih tinggi. Pada dasarnya *water pump* sama dengan motor DC pada umumnya, hanya saja sudah di-*packing* sedemikian rupa sehingga dapat digunakan di dalam air [9].

Pada penelitian ini digunakan *water pump* DC 12 volt untuk menyemprotkan air. Berikut ini gambar dari *water pump* 12 volt.

### 2.7 Solenoid Valve

*Solenoid valve* berfungsi menghentikan atau meneruskan aliran refrigeran dalam suatu sistem refrigerasi, dimana pengaturannya dilakukan oleh arus listrik. *Solenoid Valve* terdiri dari sebuah kumparan yang berbentuk silinder dimana pada bagian tengahnya terdapat sebuah inti besi yang mudah dibuat magnet yang disebut dengan *plunger*. Apabila kumparan dialiri arus listrik maka kumparan menjadi elektromagnet sehingga akan mengangkat / menarik *plunger* ke tengah kumparan dan akibatnya akan membuka katup. Apabila aliran listrik dimatikan maka medan magnet kumparan akan hilang dan *plunger* karena beratnya sendiri akan turun sehingga menutup katup [10].

Jenis *solenoid valve* yang digunakan pada alat ini yaitu *solenoid valve 1/2 inch*.



Gambar 7. *Solenoid Valve 1/2 inch*[10]

### 2.8 Modul Relay 2 Channel

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* (yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak

saklar / switch). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. Relay module 2 channel 5V dengan 2 channel output dapat digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan perangkat listrik yang memerlukan tegangan dan arus yang besar. Kompatible dengan semua mikrokontroler khususnya Arduino [11].



Gambar 8. Modul Relay 2 Channel[11]

## 2.9 Modul RTC DS3231 (Real - Time Clock)

RTC (Real time clock) merupakan sebuah perangkat yang dapat menerima dan menyimpan data *real-time* berupa dekripsi waktu, seperti hari, tanggal, bulan, dan tahun [12]. Pada penelitian ini, RTC yang digunakan adalah jenis RTC DS3231.



Gambar 9. Modul RTC DS3231[12]

## 2.10 Power Supply

*Power supply* adalah salah satu dalam komponen perangkat keras yang memiliki peran dalam menyediakan listrik dan daya untuk digunakan dalam menyalakan komputer serta perangkat lainnya. Tool dari power supply ini dapat mengubah arus listrik yang ditarik berasal dari sumber listrik contohnya seperti stop kontak, baterai ataupun generator untuk meneruskan daya ke perangkat yang telah terhubung. Bukan hanya itu saja, biasanya power supply ini juga dapat mengatur tegangan yang mengalir ke berbagai perangkat untuk dapat mencegah *overheating* atau kata lainnya panas berlebih [13].

*Power Supply* yang digunakan pada alat ini yaitu power supply 12 V 5 A.



Gambar 10. Power Supply[13]

## 2.11 Liquid Crystal Display (LCD) 20x4

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit* [14].

Sebagaimana tampilan LCD 20x4 dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 11. *Liquid Crystal Display (LCD) 20x4*

### 2.12 Kabel AWG 22

Fungsi kabel AWG sebagai penghantar arus listrik. Besaran kuat listrik inilah yang menentukan jenis ukuran kabel yang dipakai. Mengetahui fungsi kabel AWG sangatlah penting. Semakin besar power yang digunakan, maka ukuran kabel AWG yang dipakai pun semakin besar. Sebaliknya, jika power yang digunakan kecil, maka akan menggunakan ukuran kabel AWG kecil. Salah memahami hal demikian akan berakibat fatal [15].



Gambar 12. Kabel AWG[15]

## III. METODOLOGI

Untuk mendapatkan hasil yang baik dan sesuai dengan yang direncanakan, ada beberapa tahapan yang dilakukan dari metode *fuzzy logic* dalam mengontrol input dan output pada penyiraman tanaman otomatis sehingga dibuat beberapa kegiatan pelaksanaannya. Beberapa kegiatan tersebut antara lain, yaitu:

### 3.1 Perancangan Mekanik

Pengumpulan komponen-komponen yang digunakan untuk membuat alat penyiraman tanaman otomatis. Pada tahap

ini digunakan data *e-book* serta petunjuk lain yang dapat membantu dalam mengetahui spesifikasi dari komponen tersebut sehingga komponen yang didapat merupakan pilihan yang tepat untuk menjalankan fungsi dari alat penyiraman tanaman otomatis.

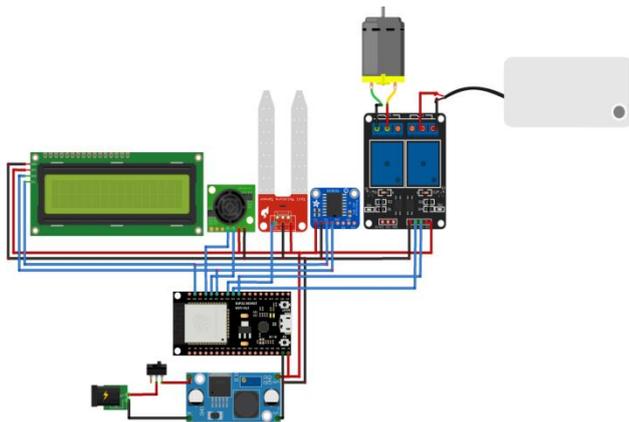
Perancangan desain alat penyiraman tanaman otomatis ini dapat dilihat pada gambar 13 berikut ini.



Gambar 13. Desain Alat Penyiraman Tanaman Otomatis

### 3.2 Perancangan Elektronik

Rangkaian Sistem Kontrol *Fuzzy Logic* Pada Alat Penyiraman Otomatis pada Tanaman Tomat dan Kaktus terdiri dari ESP 32, sensor *Soil Masture*, sensor *Ultrasonik Waterproof*, modul *relay*, modul RTC DS3231 kemudian digabung dan menjadi rangkaian skematik keseluruhan seperti pada gambar berikut ini.

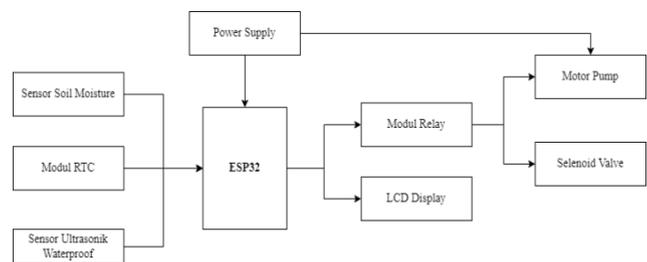


Gambar 14. Skematik Rangkaian

Komponen-komponen diatas memiliki fungsi masing-masing agar berjalannya alat penyiraman otomatis dengan baik.

- Esp 32, untuk mengontrol dan mengatur semua operasi sistem penyiraman tanaman otomatis.
- *Soil Masture*, Sensor ini akan memberikan informasi tentang tingkat kelembaban tanah kepada ESP32. Berdasarkan informasi tersebut, sistem dapat menentukan apakah tanah perlu disiram atau tidak.
- Modul RTC, untuk mengatur jadwal penyiraman berdasarkan waktu yang telah ditentukan sebelumnya.
- *Ultrasonic Waterproof*, untuk mengukur jarak antara sensor dan permukaan air dalam wadah penyimpanan air atau tangki.
- Modul Relay, untuk mengaktifkan dan mematikan motor pump serta selenoid valve sesuai dengan kebutuhan penyiraman tanaman.
- Motor Pump, untuk memompa air dari sumber air ke sistem penyiraman.
- Selenoid Valve, ketika ESP32 mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan penyiraman, modul relay akan mengontrol selenoid valve untuk membuka aliran air ke saluran penyiraman dan mengairi tanaman.
- LCD Display, Informasi yang dapat ditampilkan meliputi status penyiraman, tingkat kelembaban tanah, tingkat air dalam tangki, dan waktu terkini.

Dengan kombinasi semua komponen di atas, sistem penyiraman tanaman otomatis dapat mengukur kelembaban tanah, memantau tingkat air dalam tangki, menjaga jadwal penyiraman yang tepat, mengontrol motor pump dan selenoid valve, serta menampilkan informasi yang relevan kepada pengguna. Kemudian pembagian fungsi kerja serta peran komponen akan diperlihatkan pada gambar blok diagram berikut.



Gambar 15. Blok Diagram Sistem Kontrol Penyiraman Tanaman Otomatis

Pada blok diagram di atas menjelaskan mengenai sistem kontrol penyiraman tanaman otomatis pada tanaman tomat dan kaktus. Pada setiap blok mempunyai fungsionalnya masing-masing dan pada blok rangkaian dari satu dengan blok lainnya merupakan satu kesatuan yang saling terkait untuk menunjang kerja dari sistem. ESP 32 bertugas sebagai otak dari sistem pengatur dan pengendalian dari semua proses dimana ESP 32 akan mengoperasikan data masukan dan keluaran dari alat yang dikendalikan.

*Flowchart* atau diagram alir akan mendiskripsikan bagaimana proses kerja dari sistem yang akan dibahas diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 16. Flowchart Sistem Kontrol Penyiraman Tanaman Otomatis

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Efisiensi penggunaan air dalam sistem penyiraman tanaman otomatis sangat penting untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya air dan menjaga keberlanjutan lingkungan. Sensor Kelembaban Tanah (*Soil Masture*) Penggunaan sensor kelembaban tanah yang akurat dan kalibrasi dengan baik memungkinkan sistem untuk menyirami tanaman hanya ketika tanah benar-benar kering. Hal ini menghindari penyiraman berlebih yang dapat menyebabkan pemborosan air.

##### 4.1 Fuzzy logic

*Fuzzy Logic* digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang dinyatakan dengan menggunakan linguistic (ilmu bahasa). Contohnya yaitu dengan besaran kelembaban tanah yang dinyatakan dengan basah, lembab dan kering. Dalam hal ini *fuzzy logic* menunjukkan sejauh mana suatu nilai dapat dikatakan benar atau salah. Tidak seperti logika klasik atau tegas yang hanya mempunyai dua kemungkinan cepat atau lambat, *fuzzy logic* mempunyai kemungkinan yang lebih banyak. Oleh sebab itu *fuzzy logic* dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah dalam waktu yang

bersamaan.

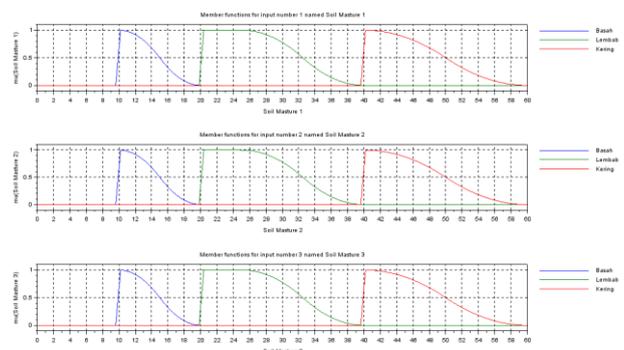
Simulasi yang digunakan untuk perancangan *fuzzy logic* pada paper ini adalah aplikasi Scilab. Ada beberapa metode dalam mempresentasikan hasil dari *fuzzy logic* yaitu Sugeno, Tsukamoto dan Mamdani. Pada paper ini metode yang digunakan adalah metode Mamdani dengan bentuk kurva tringular. Tabel 1 berikut merupakan Rules atau aturan sistem penyiraman tanaman otomatis pada penelitian ini.

Tabel 1. Rules Penyiraman Tanaman Otomatis

NO	INPUT			OUTPUT			
	Soil Masture 1	Soil Masture 2	Soil Masture 3	Motor Pump	Solenoid Valve 1	Solenoid Valve 2	Solenoid Valve 3
1	Basah	Basah	Basah	Off	Off	Off	Off
2	Basah	Basah	Lembab	Off	Off	Off	Off
3	Basah	Basah	Kering	On	Off	Off	On
4	Basah	Lembab	Basah	Off	Off	Off	Off
5	Basah	Lembab	Lembab	Off	Off	Off	Off
6	Basah	Lembab	Kering	On	Off	Off	On
7	Basah	Kering	Basah	On	Off	On	Off
8	Basah	Kering	Lembab	On	Off	On	Off
9	Basah	Kering	Kering	On	Off	On	On
10	Lembab	Basah	Basah	Off	Off	Off	Off
11	Lembab	Basah	Lembab	Off	Off	Off	Off
12	Lembab	Basah	Kering	On	Off	Off	On
13	Lembab	Lembab	Basah	Off	Off	Off	Off
14	Lembab	Lembab	Lembab	Off	Off	Off	Off
15	Lembab	Lembab	Kering	On	Off	Off	On
16	Lembab	Kering	Basah	On	Off	On	Off
17	Lembab	Kering	Lembab	On	Off	On	Off
18	Lembab	Kering	Kering	On	Off	On	On
19	Kering	Basah	Basah	On	On	Off	Off
20	Kering	Basah	Lembab	On	On	Off	Off
21	Kering	Basah	Kering	On	On	Off	On
22	Kering	Lembab	Basah	On	On	Off	Off
23	Kering	Lembab	Lembab	On	On	Off	Off
24	Kering	Lembab	Kering	On	On	Off	On
25	Kering	Kering	Basah	On	On	On	Off
26	Kering	Kering	Lembab	On	On	On	Off
27	Kering	Kering	Kering	On	On	On	On

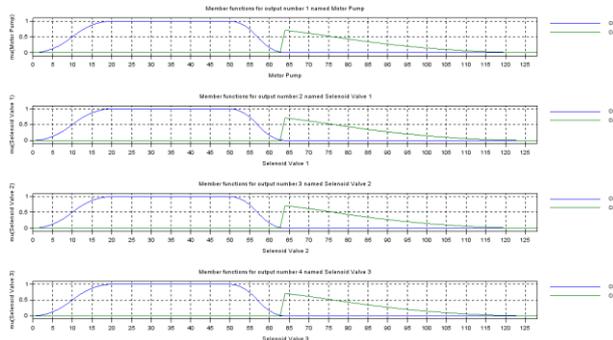
Jumlah *membership* input pada alat penyiraman tanaman otomatis ada 3 sensor *soil moisture* sedangkan jumlah *membership* output nya adalah 4 yaitu berupa *motor pomp* dan 3 *solenoid valve*.

Berikut simulasi *fuzzy logic* pada aplikasi Scilab.



Gambar 17. Member Function Input Penyiraman Tanaman Otomatis

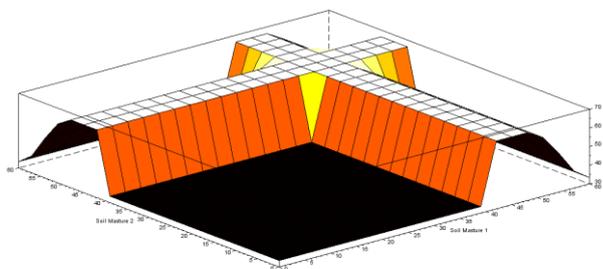
Input dari alat penyiraman tanaman otomatis ini sendiri terdiri dari 3 input yaitu sensor *soil moisture 1*, *soil moisture 2* dan *soil moisture 3*. Dari ketiga input tersebut masing-masing memiliki 3 kondisi, yaitu basah, lembab dan kering.



Gambar 18. Member Function Output

Sedangkan output dari alat penyiraman tanaman otomatis ini sendiri terdiri dari 4 output yaitu *motor pump*, *solenoid valve 1*, *solenoid valve 2* dan *solenoid valve 3*. Dari ketiga input tersebut masing-masing memiliki 2 kondisi, yaitu off dan on.

Setelah grafik input dan output dilakukan, selanjutnya membuat grafik 3D dari alat penyiraman tanaman otomatis yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 19. Grafik 3D Penyiraman Tanaman Otomatis

#### 4.2 Analisa Penyiraman pada Tomat dan Kaktus

Dalam alat penyiraman tanaman otomatis, objek tomat dan kaktus memiliki kebutuhan air yang berbeda.

- Tomat adalah tanaman yang membutuhkan air yang cukup untuk tumbuh dengan baik. Oleh karena itu, dalam alat penyiraman otomatis, tomat akan disiram dengan jumlah air yang cukup untuk menjaga kelembaban tanahnya.

- Sementara itu, kaktus adalah tanaman yang dapat bertahan dalam kondisi kekeringan dan memiliki toleransi yang tinggi terhadap kekurangan air. Mereka menyimpan air di dalam batang dan daunnya, sehingga tidak membutuhkan penyiraman yang sering. Dalam alat penyiraman otomatis, kaktus akan menerima jumlah air yang lebih sedikit dibandingkan dengan tomat.

## V. KESIMPULAN

Pada paper ini menjelaskan bagaimana peran *fuzzy logic* dalam mengendalikan input sensor dan output sebagai penggerak dalam penyiraman tanaman otomatis ini. Simulasi yang digunakan pada paper ini yaitu *scilab*. Metode *fuzzy logic* ini yang dapat mengendalikan sensor *soil moisture* sebagai pendeteksi kelembapan tanah, sehingga dapat melakukan penyiraman secara baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nabil Azzaky dan Anang Widiyanto, "Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan *Internet Of Things (Iot)*", vol 2, no. 2, 2020.
- [2] Ardeana Galih Mardika dan Rikie Kartadie, "Mengatur Kelembapan Tanah Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Y1-69 Berbasis Arduino Pada Media Tanam Pohon Gaharu", vol. 3, no. 2, 2019.
- [3] Satrio Bimo Mursalin, Hastha Sunardi dan Zulkifli, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembapan Tanah Menggunakan *Logika Fuzzy*", vol. 11, no. 1, 2020.
- [4] Anton Yudhana dan Muhammad Caesar Febriansyah Putra,

- “Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Informasi Sinyal Sensor Kelembapan”, vol. 2, no. 1, 2016.
- [5] Dafina Agustina dan M. Faishol Amrulloh, “Rancang Bangun Sensor Kelembapan Tanah Untuk Sistem Irigasi Tanaman Kaktus Berbasis Android”, vol. 3, no. 1, 2023.
- [6] Muhammad Yusuf Majid. (2022). “Rancang Bangun Alat Monitoring Pada Tanaman Hias Menggunakan Esp32 Berbasis Aplikasi Android” Universitas Hasanuddin Makassar.
- [7] Imam Mahdi dan Dian Kasoni, “Rancang Bangun Prototype Kelembapan Tanah”, vol. 5, no. 1, 2019.
- [8] Indobot Update. (2023). “Sensor Jarak Underwater Dengan Sensor Ultrasonik Jsn-Sr04t”. Retrieved Juni, 22, 2023.
- [9] Agnes Sukmariyani. (2021). “Implementasi Prototype Robot Pengepel Lantai Berbasis Arduino Uno”. Politeknik Harapan Bersama Tegal.
- [10] Adelia Febrianti, Hafidudin dan Dadan Nur Ramadan, “Prototype Mesin Kopi Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Internet Of Things”, vol. 6, no. 2, 2020.
- [11] Nurwijayanti Kusuma Ningrum, “Perancangan Pembuatan Permen Kapas Otomatis Berbasis Arduino”, vol. 22, no. 1, 2020.
- [12] Pratolo Rahardjo, “Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan Rtc (Real Time Clock) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali”, vol. 8, no. 1, 2021.
- [13] Mega. (2022). “Power Supply: Pengertian, Fungsi & Jenisnya”. Retrieved Juni, 22, 2023, from <https://bikin.website/blog/power-supply-adalah/>
- [14] Elektronika Dasar. (2023). “Lcd (Liquid Cristal Display)”. Retrieved Juni, 22, 2023, from <https://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>
- [15] Yosua Erick. (2022). “Fungsi Kabel Awg”. Retrieved Juni, 22, 2023, from <https://stellamariscollege.org/kabel-awg/>