

## PEMANFAATAN FUZZY LOGIC MAMDANI PADA TANAMAN VITIS VINIVERA DENGAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS

Ariandita Widi Saputri<sup>1)</sup>, Rizky Pradana<sup>2)</sup>, Indah Puspasari Handayani<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jl. Ciledug Raya – DKI Jakarta

<sup>2,3)</sup>Sistem Informasi Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jl. Ciledug Raya – DKI Jakarta

Co Responden Email: indah.puspasari@budiluhur.ac.id

### Abstract

#### Article history

Received 12 Feb 2025

Revised 13 Apr 2025

Accepted 15 Apr 2025

Available online 30 May 2025

#### Keywords

Fuzzy Logic,

Wemos D1 R1

Internet Of Things,

Grape,

Controlling

*Optimal irrigation is a crucial factor in grape cultivation to support healthy growth and maximize yield. This research aims to design and implement an intelligent automatic irrigation system based on the Wemos D1 R1, integrating temperature, soil moisture, and ultrasonic sensors to enhance watering efficiency. The system applies fuzzy logic to analyze soil moisture levels, while the temperature sensor is controlled using a threshold method to determine when irrigation is needed. Additionally, the ultrasonic sensor monitors the water level in the reservoir, ensuring a continuous water supply by maintaining it above a predefined threshold. The prototype is developed using the Wemos D1 R1 as the main controller, integrating multiple sensors to process real-time data. Fuzzy logic is implemented to optimize irrigation decisions based on soil conditions, allowing the system to adaptively regulate water usage. Testing was conducted in both simulated and real environments to evaluate accuracy and water consumption efficiency. The test results indicate that the system can perform automatic and efficient irrigation based on environmental conditions. Furthermore, it provides early warnings when the water level decreases, ensuring an adequate supply. This system offers an innovative solution to improve irrigation effectiveness in grape cultivation while reducing manual intervention.*

### Abstrak

#### Riwayat

Diterima 12 Feb 2025

Revisi 13 Apr 2025

Disetujui 15 Apr 2025

Terbit online 30 Mei 2025

#### Kata Kunci

Logika Fuzzy,

Wemos D1 R1

Internet Of Things,

Anggur,

Controlling,

Penyiraman yang optimal merupakan faktor krusial dalam budidaya tanaman anggur guna mendukung pertumbuhan yang sehat serta meningkatkan hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman otomatis berbasis Wemos D1 R1, yang menggabungkan sensor suhu, kelembapan tanah, dan ultrasonik guna meningkatkan efisiensi dalam proses penyiraman. Sistem ini menerapkan metode *fuzzy logic* untuk menganalisis tingkat kelembapan tanah, sementara sensor suhu dikendalikan dengan metode *threshold logic* guna menentukan kapan penyiraman diperlukan. Selain itu, sensor ultrasonik berperan dalam memantau volume air pada wadah penampungan, memastikan pasokan air tetap tersedia dengan menerapkan batas ambang tertentu. Prototipe sistem ini dirancang dengan Wemos D1 R1 sebagai pusat kendali utama yang mengintegrasikan berbagai sensor untuk mengolah data secara *real-time*. *fuzzy logic* diterapkan guna mengoptimalkan keputusan penyiraman berdasarkan kondisi tanah, sehingga sistem dapat menyesuaikan kebutuhan air secara adaptif. Uji coba dilakukan dalam lingkungan simulasi dan kondisi nyata untuk mengukur tingkat akurasi serta efisiensi penggunaan air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan penyiraman secara otomatis dan efisien sesuai dengan kondisi lingkungan. Selain itu, sistem dapat memberikan peringatan dini saat *volume* air menurun, sehingga dapat menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan efektivitas penyiraman tanaman anggur dan mengurangi ketergantungan pada intervensi manual.

## PENDAHULUAN

*Vitis Vinivera* atau biasa disebut anggur merupakan salah satu buah yang banyak disukai oleh masyarakat Indonesia, beragam jenis buah anggur yang sudah berhasil dibudidayakan di Indonesia hingga saat ini, salah satunya adalah anggur merah yang sangat mudah ditemukan mulai dari pasar hingga *supermarket*. Tanaman anggur bukanlah tanaman yang mudah untuk ditanam hingga berubah, namun budidaya tanaman anggur di daerah tropis memerlukan perhatian khusus (Firdaus et al., 2023), diantaranya bergantung pada berbagai parameter lingkungan seperti suhu dan kelembaban tanah (Alfonsius et al., 2024). Perubahan iklim yang sukar untuk ditebak menjadi salah satu penyebab sulitnya tanaman dataran rendah bertumbuh dengan baik (Putri et al., 2023), sedangkan dalam pemeliharaan tanaman anggur dibutuhkan kelembaban tanah yang baik serta suhu udara yang tepat agar dapat meningkatkan kualitas tanaman dan buah yang dihasilkan. Tanaman anggur membutuhkan kelembaban tanah 60% hingga 75% dan suhu 31°C pada siang hari dan 23°C pada malam hari (Y. A. Rahman & Akbar, 2024).

Kurangnya pengetahuan terhadap kelembaban tanah dan mengontrol suhu udara dapat menyebabkan matinya tanaman, dari kekeringan hingga terjadinya kebusukan akar pada tanaman anggur, dengan kata lain hal ini dapat menyebabkan produksi tanaman di rumah menjadi kurang baik (Saputra et al., 2024). Penggunaan sumber daya seperti air secara berlebihan juga dapat berdampak negatif pada lingkungan (Aji et al., 2024), sehingga pemeriksaan secara berkala terhadap kelembaban tanah dan suhu udara pada tanaman anggur perlu dilakukan, salah satu cara yang efisien dalam memeriksa tanaman anggur adalah dengan penggunaan sensor.

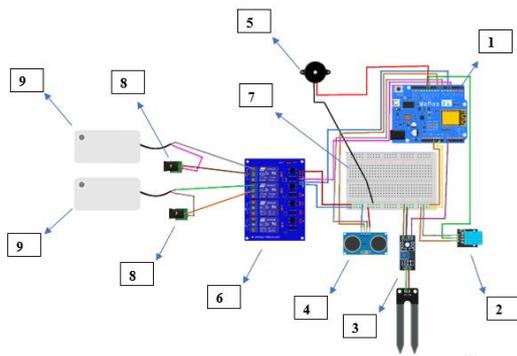
Sensor yang dimaksud adalah sebuah alat yang dapat dengan mudah mendeteksi suatu nilai dengan ketepatan dan kecepatan. Dalam memaksimalkan hasil yang baik, dibutuhkan 3 buah sensor, antara lain sensor *soil moisture* YL-9 untuk mendeteksi kelembaban tanah, sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu udara (Setiawan & Fauziah, 2022) dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian air (Harrischandra et al., 2022) pada wadah penyimpanan air agar dapat

membantu mencegah tidak adanya air untuk penyiraman.

Pada era digitalisasi, kolaborasi *internet* dan sensor merupakan hal yang sangat membantu para petani atau pemilik tanaman agar dapat dengan mudah *monitoring* dan *controlling* tanamannya dari jarak jauh tanpa harus mengunjungi atau melihat tanamannya secara langsung dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT). Sistem *Internet of Things* (IoT) mampu mengendalikan sensor dan perangkat elektronik yang terhubung dengan jaringan internet, sesuai dengan susunan perintah dan parameter yang digunakan (Kasliono et al., 2024). Dengan adanya *Internet of Things* (IoT), pengguna bisa terhubung dan menjalankan berbagai aktivitas, mulai dari mencari informasi hingga memproses data, tanpa perlu keterlibatan langsung di lokasi dengan adanya *automated system* yang digunakan untuk membantu segala jenis pekerjaan (Kasoni et al., 2023). Pada penggabungan sensor dan *Internet of Things* (IoT) dibutuhkan sebuah mikrokontroler, seperti *wemos D1 R1*, sebuah mikrokontroler yang dapat dimodifikasi sesuai dengan dibutuhkan (Hasrul et al., 2021). Selain penggabungan antara sensor dan internet, dibutuhkan juga pemanfaatan sebuah *software* berbasis *android* untuk memantau dan mengontrol tanaman secara otomatis, sehingga mampu menghemat waktu, tenaga dan penghematan air yang digunakan untuk menyiram tanaman sesuai dengan kebutuhan.

*Fuzzy logic* dapat meniru pola pikir manusia melalui konsep ambiguitas nilai (Atha'illah & Pradana, 2022). Perhitungan penyiraman tanaman menggunakan metode *Fuzzy Logic Mamdani* untuk sensor kelembaban tanah, untuk mendapatkan hasil akhir yang tepat, *Fuzzy Logic Mamdani* dengan mengamati kondisi daerah *fuzzy* (Sudrajat & Agustiani, 2023). *Threshold logic* digunakan untuk sensor ketinggian air serta sensor suhu udara, dimana pembatasan nilai kriteria dilakukan dalam subjektifitas penentuannya untuk kesesuaian antara klasifikasi dengan kategori (Gusrianda et al., 2024).

## METODE PENELITIAN



Gambar 1. Rangkaian Sistem

Gambar 1 merupakan rangkaian komponen yang terdapat pada sistem penyiraman otomatis, nama-nama komponen tersebut terdapat pada Tabel 1. Pada gambar rangkaian diatas sensor kelembaban tanah (3) yang terhubung ke mikro kontroler (1) digunakan sebagai triger untuk jalannya pompa (9) dalam mengalirkan air yang tertrigger oleh *relay* yang aktif (6). Kemudian sensor *ultrasonic* (4) digunakan untuk menentukan matinya *relay* oleh ketinggian air yang sudah tercukupi pada tanah yang dinilai sudah basah. Selanjutnya sensor suhu dan kelembaban udara (2) digunakan untuk indikator cerahnya cahaya matahari, hal ini mendasari jika cuaca cerah dan tanah kering, maka *relay* (6) tidak akan aktif untuk menghindari tanaman mati saat dilakukannya penyiraman di terik matahari. Seluruh komponen tersebut terhubung dengan *wemos D1 R1* dan akan mengirimkan nilai sensornya melalui jaringan *wireless* ke *database*, dengan penggunaan *firebase*. Untuk menerapkan metodely *fuzzy logic* dan *threshold logic*, maka nilai yang dikeluarkan oleh sensor akan di proses oleh mikrokontroler dan jika sesuai maka akan langsung mendapatkan *output*.

Tabel 1. Komponen Sistem

No	Nama Komponen
1	Wemos D1 R1
2	Sensor DHT11
3	Sensor YL-69
4	Sensor HC-SR04
5	Buzzer
6	Relay
7	Breadboard
8	Sumber Listrik
9	Pompa Air 5 Volt

Perangkat sensor *soil moisture* YL-69 untuk mengukur kelembaban tanah dengan membaca nilai kelembaban dari dalam tanah, dengan kategori tanah sangat kering, kering, lembap, basah atau sangat basah (Wijayanti et al., 2023). Sensor DHT 11 digunakan untuk peninjauan suhu dan kelembaban tanah (Abdurrohman et al., 2023). Pompa air berfungsi untuk mensirkulasikan air berdasarkan dari nilai hasil dari pembacaan sensor YL-69 dan DHT11, dengan cara menyalakan dan mematikan pompa air. Sensor HC-SR04 berfungsi untuk membaca ketinggian air pada wadah penyimpanan air, *buzzer* akan berbunyi apabila ketinggian air yang terbaca oleh sensor HC-SR04 dibawah nilai yang dibutuhkan. Nilai yang dihasilkan dari ketiga sensor tersebut dikirimkan kepada mikrokontroler *wemos D1 R1* untuk penginputan sistem. *Fuzzy Logic Mamdani* dan *Threshold Logic* digunakan untuk metode pada penelitian ini. Metode *fuzzy* diterapkan pada nilai yang dihasilkan dari sensor kelembaban tanah untuk menghasilkan anggota *variable input* dan *output*. Metode *fuzzy* terdapat 3 bagian, yaitu *fuzzifikasi*, *inferensi*, dan *defuzzifikasi* (M. F. Rahman & Yanti, 2023) yang memungkinkan dalam mengambil keputusan lebih fleksibel dan mampu mengatasi bias dalam masalah yang kompleks (Susanti & Nawangsit, 2023).

Tahap *fuzzifikasi* dilakukan penentuan terhadap keanggotaan *input* maupun *output* dan menginisialisasi kondisi himpunan dari kedua keanggotaan (Saputra et al., 2024), dimana pada setiap *variable input* mempunyai beberapa nilai baku (Bimantoro et al., 2023). Pada kelembaban tanah adalah sangat kering, kering, lembap, basah, sangat basah. Nilai himpunan terdiri dari 0-1024, titik terkering adalah 1024 dan terbasah pada titik 0, namun karena pada penelitian ini memiliki nilai kelembaban optimal adalah 60-75% maka dilakukan perubahan agar menjadi persentase menggunakan nilai persentasi 0% sampai 100%.

$$Persentase = \left(1 - \frac{Nilai}{1024}\right) \times 100 \quad (1)$$

Dengan perhitungan tersebut maka dihasilkan 0% kondisi tanah sangat kering dan 100% kondisi tanah sangat basah. Grafik dan himpunan *fuzzy* kelembaban tanah dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 2. Untuk

menentukan keanggotaan dari himpunan digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\mu_{VeryDry}(m) = \begin{cases} 1.0 & m \leq 20 \\ \frac{40 - m}{20} & 20 < m \leq 40 \\ 0.0 & m > 40 \end{cases} \quad (2)$$

Jika kelembaban  $m \leq 20$ , maka nilai keanggotaan 1.0 (sangat kering), kelembaban berada pada nilai  $20 < m \leq 40$  maka nilai keanggotaan menurun secara linier dari 1 ke 0, dan kelembaban  $> 40$  maka nilai keanggotaan 0.0.

$$\mu_{Dry}(m) = \begin{cases} \frac{m - 20}{20} & 20 < m \leq 40 \\ \frac{60 - m}{20} & 40 < m \leq 60 \\ 0.0 & \text{lainnya} \end{cases} \quad (3)$$

Jika  $20 < m \leq 40$  nilai keanggotaan naik dari 0 ke 1, dan jika  $40 < m \leq 60$  nilai keanggotaan turun dari 1 ke 0.

$$\mu_{Wet}(m) = \begin{cases} \frac{m - 40}{20} & 40 < m \leq 60 \\ \frac{65 - m}{5} & 60 < m \leq 65 \\ 0.0 & \text{lainnya} \end{cases} \quad (4)$$

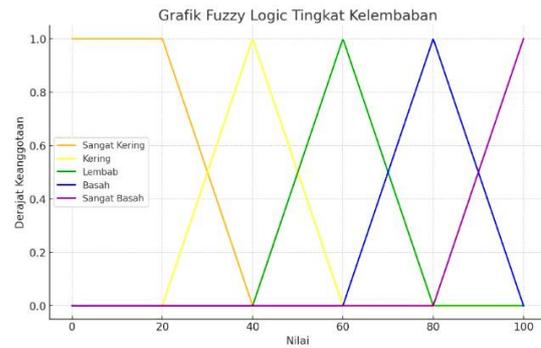
Jika  $40 < m \leq 60$  nilai keanggotaan naik dari 0 ke 1 dan jika  $60 < m \leq 65$  nilai keanggotaan turun dari 1 ke 0.

$$\mu_{VeryWet}(m) = \begin{cases} \frac{m - 60}{5} & 60 < m \leq 65 \\ 1.0 & m > 65 \\ 0.0 & \text{lainnya} \end{cases} \quad (5)$$

Jika  $60 < m \leq 65$ , nilai keanggotaan naik dari 0 ke 1,  $m > 65$ , maka nilai keanggotaan 1.0, dan jika dari perhitungan tersebut dihasilkan angka 0 maka dinyatakan sangat kering untuk kelembapan tanahnya.

Tabel 2. Himpunan Fuzzy Kelembapan Tanah

Variabel	Himpunan Fuzzy	Nilai
Kelembapan Tanah	Sangat Kering	0% - 20%
	Kering	20% - 40%
	Lembap	40% - 60%
	Basah	60% - 65%
	Sangat Basah	65% - 100%



Gambar 2. Grafik Fuzzy Kelembapan Tanah

Grafik diatas menggambarkan 6 himpunan yang saling beririsan mulai dari 0% yaitu sangat cepat hingga 100% untuk pompa mati, dengan nilai ambang 0,5 untuk setiap kelompok di dalam himpunnannya. Berdasarkan kelembapan tanah yang berada pada Tabel 2 dan Gambar 2, ditentukan kecepatan pompa air menggunakan perhitungan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Kecepatan Pompa Air

Variabel	Nilai	Pompa
Kelembapan Tanah	0% - 20%	Sangat Cepat
	20% - 40%	Cepat
	40% - 60%	Lambat
	60% - 65%	Sangat Lambat
	65% - 100%	Mati

Pada sensor suhu udara menggunakan *threshold logic* yang memiliki ambang batas  $31^{\circ}\text{C}$ , apabila suhu udara diatas  $31^{\circ}\text{C}$  maka pompa air akan otomatis menyala, namun jika suhu udara dibawah  $31^{\circ}\text{C}$  maka pompa akan mati. Hal itu diterapkan karena tanaman anggur akan berkembang dengan baik apabila suhu udara terjaga. Ambang batas sensor suhu udara dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Ambang Batas Sensor Suhu Udara

Variabel	Nilai	Pompa
Suhu Udara	$> 31^{\circ}\text{C}$	Hidup
	$< 31^{\circ}\text{C}$	Mati

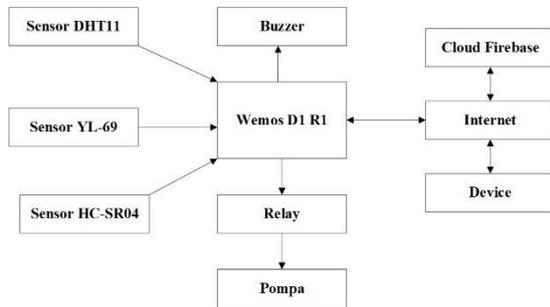
*Threshold logic* juga digunakan pada sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air pada wadah penyimpanan, apabila ketinggian air dibawah 7 cm maka *buzzer* akan berbunyi untuk memberi *signal* kepada pemilik tanaman bahwa ketinggian air sudah sangat rendah, hal ini berguna agar wadah penyimpanan selalu terisi air dengan cukup sehingga tidak mengurangi fungsi dari sistem

penyiraman tanaman otomatis. Ambang batas sensor ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Ambang Batas Sensor Ultrasonik

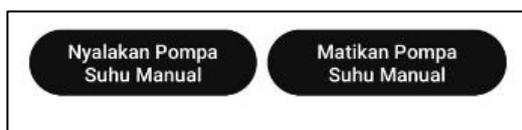
Variabel	Nilai	Pompa
Ketinggian Air	> 7 cm	Mati
	< 7 cm	Hidup

### HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3. Deployment Diagram

Gambar 3 Wemos D1R1 merupakan tempat dari input untuk di proses. *Input* yang mendasar adalah dari sensor DHT11, Sensor YL-69 dan sensor HC-SR04. Kemudian dari Wemos D1R1, memberikan hasil yang akan diteruskan ke relay untuk menyalakan pompa. Selanjutnya dari Wemos D1R1 memiliki koneksi bolak-balik ke *firebase* untuk menyimpan data nilai masukan sensor dan ke perangkat gawai (*device*) untuk memberikan laporan yang realtime. Selain itu dari *device* juga dapat mengontrol sistem melalui jaringan internet. Secara umum, alur kerja dari *software* dan *hardware*, dimana sensor mengirim data ke mikrokontroler yang akan diproses dan dikirimkan ke *buzzer*. Kemudian terdapat proses mengirimkan *output* ke *relay* untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik (Kasmawaru et al., 2024) terhadap pompa air, serta mengirimkan data ke *firebase* untuk dikirimkan ke *software*. Pada *software* terdapat *button* untuk menghidupkan atau mematikan pompa untuk penyiraman berdasarkan suhu udara seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Button Pompa Pada Aplikasi

Proses yang terjadi pada Gambar 4, jika dihidupkan maka akan mengirimkan perintah

ke *firebase* yang akan dikirim ke mikrokontroler yang selanjutnya pompa air akan bekerja sesuai dengan perintah pada aplikasi. Dari hasil rancangan prototipe sistem penyiraman otomatis yang dibuat, maka mendapatkan hasil jadi yang dapat digunakan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Prototipe Sistem

Sensor YL-69 yang ditancapkan pada tanah mendeteksi nilai kelembapan tanah dan menghasilkan *input value* untuk himpunan *fuzzy* serta menentukan kecepatan penyiraman tanaman, percobaan dilakukan sebanyak 10 kali dan didapatkan hasil seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Nilai Kelembapan Tanah	Kecepatan Pompa	Pengiriman ke <i>Firebase</i>
67%	Mati	Terikirim
27%	Cepat	Terikirim
31%	Cepat	Terikirim
70%	Mati	Terikirim
29%	Cepat	Terikirim
33%	Cepat	Terikirim
80%	Mati	Terikirim
66%	Mati	Terikirim
29%	Cepat	Terikirim
32%	Cepat	Terikirim

Sensor DHT11 merupakan modul sensor yang mendeteksi suhu udara yang memberikan sinyal kepada pompa air untuk menghidupkan atau mematikan pompa air. Pada percobaan 10 kali menghasilkan hasil seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Sensor Suhu Udara

Suhu Udara	Pompa Air	Pengiriman ke Firebase
28°C	Mati	Terikirim
27°C	Mati	Terikirim
33°C	Hidup	Terikirim
32°C	Hidup	Terikirim
29°C	Mati	Terikirim
33°C	Hidup	Terikirim
27°C	Mati	Terikirim
28°C	Mati	Terikirim
29°C	Mati	Terikirim
31°C	Hidup	Terikirim

Sensor HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang cara kerjanya menggunakan gelombang ultrasonik yang dimanfaatkan untuk mendeteksi ketinggian air. Apabila ketinggian air terdeteksi dibawah 7 cm maka *buzzer* akan berbunyi, hal tersebut dapat dilihat pada tabel 8, yang sudah dilakukan pengujian sebanyak 10 kali.

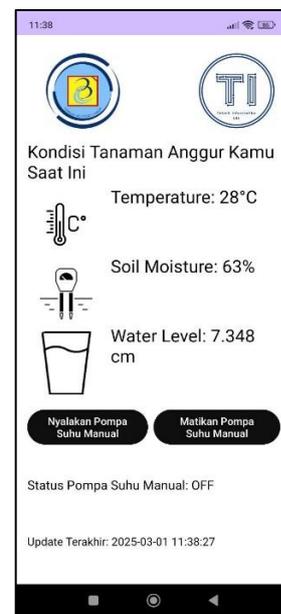
Tabel 8. Pengujian Sensor Ultrasonik

Suhu Udara	Pompa Air	Pengiriman ke Firebase
28°C	Mati	Terikirim
27°C	Mati	Terikirim
33°C	Hidup	Terikirim
32°C	Hidup	Terikirim
29°C	Mati	Terikirim
33°C	Hidup	Terikirim
27°C	Mati	Terikirim
28°C	Mati	Terikirim
29°C	Mati	Terikirim
31°C	Hidup	Terikirim

Pada pengujian prototipe dilakukan pengujian efisiensi penggunaan air, dimana pada dua tanaman yang berbeda dilakukan penyiraman konvensional dengan kelembapan tanah hanya dilihat berdasarkan kasat mata dan penyiraman otomatis dengan pendeteksian sensor, penyiraman dilakukan dengan permulaan kelembapan tanah masing masing pada nilai 57% dan ketinggian air dengan dua wadah yang berbeda dengan masing masing

ketinggian air 10 cm, pada proses pengujian efisiensi penggunaan air. Batas pengujiannya adalah apabila kelembapan pada tanaman yang menggunakan sensor otomatis mencapai 65%, dan setelah dilakukan penyiraman pada kedua tanaman tersebut dihasilkan data penyiraman otomatis hanya mengurangi air 2 cm sedangkan pada penyiraman konvensional mengurangi air hingga 5 cm dan mengalami kelebihan kelembapan tanah mencapai 78% yang dimana sebaiknya adalah penyiraman hanya sampai 65%.

Selain pengujian pada prototipe, pengujian juga dilakukan pada aplikasi yang di *install* pada *smartphone android* dan berhasil berjalan dengan baik, *monitoring* dan *controlling* yang menunjukkan nilai dari ketiga sensor yang terpasang pada prototipe sistem.



Gambar 6. Layout Monitoring dan Controlling

Pada gambar 6, terlihat pendeteksian nilai suhu udara, kelembapan tanah dan ketinggian air pada wadah penyimpanan air. Selain pendeteksian nilai, aplikasi tersebut juga menampilkan waktu terakhir pendeteksian tersebut serta terdapat tombol untuk menghidupkan dan mematikan pompa air manual untuk suhu udara sekaligus terdapat status apakah pompa manual sedang hidup atau tidak, jika pompa manual mati maka pompa otomatis akan menyala, begitupun sebaliknya. Aplikasi ini dapat bekerja dengan baik apabila terkoneksi dengan *internet* guna

mengakses data dari *firebase* secara *online* dan *realtime*.

## KESIMPULAN

Dengan menerapkan *fuzzy logic mamdani* pada sensor kelembapan tanah dan *threshold logic* pada sensor suhu udara serta sensor ultrasonik, dapat disimpulkan penggabungan ketiga sensor dan kedua logika tersebut dapat membantu pemilik tanaman untuk mengurangi penggunaan air, serta dapat meningkatkan kualitas tanaman dan mengurangi resiko tanaman mati karena kelebihan air atau kekurangan air. Selain itu, mengurangi penggunaan air juga dapat menjadikan tanaman tersebut lebih terawat dengan baik dan membantu pemilik tanaman untuk menjaga tanamannya dari jarak jauh.

## REFERENSI

- Abdurrohman, R. M., Barriyah, K., Nursuciliyat, K., Rochim, K. A., & Hasanah, H. (2023). Prototipe Monitoring Suhu dan Kelembapan Secara Realtime. *Engineering Journals of Information, Control, Telecommunication and Electrical (ICTEE)*, 4(2), 29–36. <https://doi.org/10.33365/jictee.v4i2.3158>
- Aji, B. S., Wibowo, A., & Faisol, A. (2024). Rancang Bangun Smart Farming Pada Tanaman Kacang Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (JATI)*, 8(5), 8416–8426. <https://journal.unimar-amni.ac.id/index.php/ocean/article/view/2111>
- Alfonsius, E., Kalengkongan, W., & Ngangi, S. C. W. (2024). Sistem Monitoring dan Kontroling Prototipe Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT (Internet of Things). *Jurnal Teknoinfo*, 18(1), 44–55. <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/index>
- Atha'illah, M. I., & Pradana, R. (2022). Penerapan Metode Fuzzy Logic Sugeno Pada Prototpe Sistem Kendali Pengereman Dengan Menggunakan Arduino. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, 1(1), 759–767. <http://senafti.budiluhur.ac.id/index.php/senafti/article/view/67>
- Bimantoro, F. N., Subagio, R. T., & Sulhan, M. A. (2023). Prototipe Smart Street Light System Berbasis Arduino Menggunakan Fuzzy Logic. *Jurnal Informatika (JIKA)*, 7(3), 281–291.
- Firdaus, S., Rismawan, T., & Ristian, U. (2023). Sistem Manajemen Pengairan Pada Budidaya Tanaman Anggur Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, 11(3), 907–916. <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3s1.3389>
- Gusrianda, I., Dwi, M., Manesa, M., & Setiadi, H. (2024). Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Cabai Merah Menggunakan Logika Fuzzy di Desa Ciputri, Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 8(2), 147–157. <https://doi.org/10.29408/geodika.v8i1.26841>
- Harrischandra, I. P. E. A., Wibawa, I. M. S., & Wendri, N. (2022). Perancangan Alat Kontrol Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis SMS. *Buletin Fisika*, 23(2), 121–129. <https://doi.org/10.24843/bf.2022.v23.i02.p07>
- Hasrul, R., Adnan, H. A., Bhaswara, A. D., Rafid, M. A. A., & Utomo, R. M. (2021). Rancang Bangun Prototipe WC Pintar Berbasis Wemos D1R1 Yang Terhubung Pada Android. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri (SainETIn)*, 5(2), 51–59. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/SainETIn/index> 51
- Kasliono, Ruslianto, I., & Erniajan, Y. (2024). Penerapan Model Waterfall Dalam Pengembangan Perangkat Lunak Pemantauan Tanaman Anggur Berbasis Mobile Menggunakan IoT. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 5(3), 526–534. <https://doi.org/10.47065/josyc.v5i3.5099>
- Kasmawaru, Husain, Herlinda, Nurdiansah, & Asran. (2024). Sistem Kendali Cerdas Pemberian Pakan Dengan Penerapan Internet of Things. *Jurnal Informatika*

- (JIKA), 8(3), 272.  
<https://doi.org/10.31000/jika.v8i3.10828>
- Kasoni, D., Liesnaningsih, Taufiq, R., & Anwar, M. S. (2023). Prototipe Smart Fish Feeder Berbasis Automated System Untuk Meningkatkan Budaya Ikan Lele. *Jurnal Informatika (JIKA) Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 7(1), 54–62. <https://jurnal.umt.ac.id/index.php/jika/article/view/7131/3986>
- Putri, A. R., Kurdiyan, Syakur, A., & Muhandi. (2023). Dampak La Nina pada Produksi dan Uji Banding Waktu Pangkas Vegetatif Tanaman Anggur (Vitis Vinifera) di Kota Palu. *Buletin GAW Bariri*, 4(2), 50–59. <https://doi.org/10.31172/bgb.v4i2.116>
- Rahman, M. F., & Yanti, F. (2023). Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Optimisasi Produksi Mebel Menggunakan Metode Mamdani. *Jurnal Informatika MULTI*, 1(3), 172–182. <https://jurnal.publikasitecno.id/index.php/jim>
- Rahman, Y. A., & Akbar, M. B. (2024). Rancang Bangun Alat Pintar Menanam Tanaman Anggur Berbasis Internet of Things (IoT ). *Jurnal Info Digit (JID)*, 2(2), 709–721. <https://kti.potensi-utama.org/index.php/JID/article/view/1364%0Ahttps://kti.potensi-utama.org/index.php/JID/article/download/1364/432>
- Saputra, R. F., Pradana, R., & Handayani, I. P. (2024). Internet of Things Dalam Smart Vertical Garden Dengan Fuzzy Logic Method. *Jurnal Informatika (JIKA)*, 8(4), 456–465.
- Setiawan, Y., & Fauziah, L. (2022). Penerapan Sensor Soil Moisture (YL-69) Pada Sistem Pengukur Kelembaban Jagung. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam (JTST)*, 3(1). <https://doi.org/10.33365/jtst.v3i1.1909>
- Sudrajat, & Agustiani, S. (2023). Penerapan Fuzzy Logic Mamdani Untuk Menentukan Prestasi Belajar Matematika Siswa SMP. *Elips: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 202–215. <http://journal.unpacti.ac.id/index.php/ELIPS>
- Susanti, S., & Nawangsit, G. R. (2023). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Pemberian Beasiswa. *Jurnal Informatika (JIKA)*, 7(3), 248–255. <https://doi.org/10.35508/jicon.v11i1.10113>
- Wijayanti, R. R., Nugroho, F. E., Faridi, Robby, M. N., & Abdurrasyid. (2023). Implementasi Internet of Things Pada Monitoring Kesuburan Tanaman Cabai. *Jurnal Informatika (JIKA)*, 7(1), 97–103. <https://doi.org/10.31000/jika.v7i1.7279>