

IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC* METODE MAMDANI PADA SISTEM KONTROL PENYIRAM TANAMAN BAWANG MERAH OTOMATIS DI PRABUMULIH

Dela Septriani¹, Iskandar Lutfhi², Pola Risma³

Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Sriwijaya

dellasepriani256@gmail.com¹, lutfiskandar@gmail.com², polarisma@polsri.ac.id³

ABSTRAK

Bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) memerlukan pengairan yang efektif untuk tumbuh optimal. Penelitian ini menyajikan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT menggunakan metode *fuzzy logic* Mamdani sebagai kontrol penyiraman. Sistem ini menggunakan dua input, yaitu kelembaban tanah dan temperatur udara, serta satu output berupa pompa penyiraman. Pengujian kelembaban tanah dilakukan pada tiga kondisi: kering (0%-50%), lembab (50%-70%), dan basah (70%-100%). Selain itu, pengujian juga melibatkan pengukuran temperatur udara dengan kategori dingin (0°C-20°C), normal (20°C-32°C), dan panas (32°C-50°C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelembaban ideal berada di antara 55% hingga 58%. Jika kelembaban melebihi 60%, pompa mati untuk mencegah tanah terlalu basah, dan jika turun di bawah 55%, pompa menyala karena tanah mulai kering. Pengukuran temperatur udara menunjukkan fluktuasi konsisten sepanjang hari dengan perbedaan kecil antara RTD PT-100 dan *Thermohygro* Meter. Temperatur tertinggi terjadi pukul 13.00 dan terendah pukul 18.00. Data ini penting untuk pengelolaan lingkungan dan operasional sistem.

Kata kunci : Bawang merah, *Internet of Things*, *fuzzy logic* Mamdani, sistem penyiraman otomatis

ABSTRACT

Shallots (Allium cepa var. *ascalonicum*) require effective irrigation to grow optimally. This research presents an IoT-based automatic watering system using Mamdani fuzzy logic method as watering control. The system uses two inputs, namely soil moisture and air temperature, and one output in the form of a watering pump. Soil moisture testing was conducted in three conditions: dry (0%-50%), moist (50%-70%), and wet (70%-100%). In addition, the tests also involved air temperature measurements categorized as cold (0°C-20°C), normal (20°C-32°C), and hot (32°C-50°C). The results show that the ideal humidity is between 55% and 58%. If the humidity exceeds 60%, the pump turns off to prevent the soil from getting too wet, and if it drops below 55%, the pump turns on as the soil starts to dry. Air temperature measurements showed consistent fluctuations throughout the day with small differences between the RTD PT-100 and *Thermohygro* Meter. The highest temperature occurred at 13:00 and the lowest at 18:00. This data is important for environmental management and system operations.

Keywords: *Shallots*, *Internet of Things*, Mamdani fuzzy logic, automatic watering system

1. PENDAHULUAN

Bawang Merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) adalah tanaman hortikultura yang memerlukan pengairan yang efektif karena sistem perakarannya yang dangkal dan rentan terhadap hilangnya kelembaban dari lapisan atas tanah. Jika kelembaban tanah di sekitar tanaman bawang merah rendah, maka akan menghambat penyerapan nutrisi dan fotosintesis yang menyebabkan tanaman menjadi kerdil dan daunnya mengering. Sebaliknya, jika kelembaban tanah yang terlalu tinggi dapat mengurangi oksigen dan meningkatkan risiko pembusukan umbi serta infeksi jamur, menunjukkan gejala seperti daun menguning

dan pertumbuhan yang terhambat.

Oleh karena itu, diperlukan alat yang dapat secara otomatis menyiram tanaman berdasarkan waktu dan kondisi cuaca diperlukan. Dengan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT), penyiraman dapat dijadwalkan dan dipantau dari jarak jauh. Sistem kontrol penyiraman menggunakan *fuzzy logic*. Dalam sistem *fuzzy*, konsep *fuzzy logic* digunakan untuk menghitung variabel input berdasarkan tingkat ketidakpastian. Dalam teori himpunan *fuzzy*, ketidakpastian diukur dengan derajat keanggotaan dan kebenaran, yang memungkinkan suatu hal untuk dianggap sebagian benar dan sebagian salah pada saat yang sama [1].

Kajian terdahulu terkait penelitian ini

membahas tentang pengembangan sistem kendali otomatis untuk penyiraman tanaman menggunakan *fuzzy logic*. Sistem ini menggunakan kelembaban tanah dan intensitas cahaya matahari sebagai parameter untuk menentukan jumlah air yang diperlukan oleh tanaman dengan metode yang digunakan adalah *fuzzy logic* Sugeno yang dikendalikan oleh mikrokontroler [2].

Penelitian lain, membandingkan keakuratan algoritma *fuzzy inference* Tsukamoto dan Mamdani untuk menentukan durasi penyiraman. Sistem dengan aturan Tsukamoto memiliki akurasi 100%, sementara metode Mamdani hanya 45% akurat dengan durasi penyiraman minimal 20 detik dan maksimal 30 detik. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata durasi penyiraman 25 detik untuk Tsukamoto dan 12 detik untuk Mamdani, dengan selisih presentase 51,94% [3].

Fuzzy logic Mamdani adalah salah satu metode yang paling fleksibel dan toleran terhadap data yang tersedia. Metode *fuzzy* lebih efisien dalam menggunakan angka daripada metode peramalan. Ini karena peramalan statistik dapat menyebabkan kesalahan yang lebih besar [4]. Metode *fuzzy* menghasilkan hasil yang lebih mirip dengan keadaan sebenarnya. Sensor kelembaban tanah untuk mengukur kelembaban tanah, Sensor RTD untuk mengukur suhu udara di sekitar tanaman, dan ESP32 adalah mikrokontroler.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Bawang Merah

Bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) adalah tanaman umbi yang banyak ditanam di daerah dataran rendah dengan ketinggian 0 - 1.000 mdpl. Bawang merah lebih cocok tumbuh di iklim kering dengan minimal 70% sinar matahari. Temperatur udara ideal untuk pertumbuhannya adalah antara 25–32 derajat celsius, kelembaban relatif 50%–70%, dan pH tanah 5,5–7,0.



Gambar 2.1 Tanaman Bawang Merah

2.2 Penyiraman Tanaman

Penyiraman tanaman bawang merah dilakukan dua kali sehari secara teratur, yaitu pada pukul 07.00-10.00 pagi hari dan antara pukul 16.00-17.00 sore hari. Penyiraman ini dilakukan untuk mempertahankan kelembaban tanah dan temperatur lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan bawang merah agar pertumbuhannya maksimal, dimana kelembaban tanah yang cocok adalah 50% - 70%, dengan temperatur 25°C-32°C. Jika kelembaban tanah yang diinginkan sudah tercapai, maka proses penyiraman dihentikan.



Gambar 2.2 Penyiraman Tanaman Bawang Merah

2.3 Sensor Soil moisture

Sensor *Soil moisture* adalah sensor untuk mendeteksi kelembaban tanah. Sensor kelembaban tanah ini umumnya dimanfaatkan pada pertanian untuk membuat sistem penyiraman tanaman bawang merah otomatis atau untuk memantau kelembaban tanah secara *online* menggunakan teknologi IoT. Dengan menggunakan sensor *soil moisture*, petani dapat mengoptimalkan jadwal penyiraman dan menjaga keadaan tanah yang sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman bawang merah [5].



Gambar 2.3 Sensor Soil moisture[5]

2.4 Sensor Resistance Temperature Detector

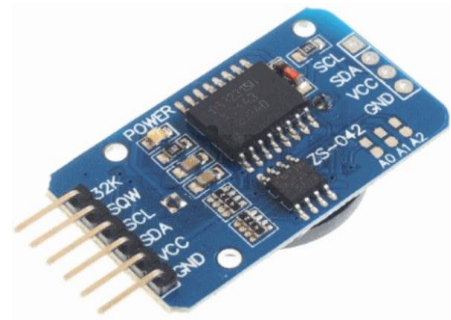
Sensor *Resistance Temperature Detector* (RTD) adalah sensor yang digunakan untuk mengukur temperatur udara. Sensor RTD dapat dimanfaatkan dalam bidang pertanian seperti membuat sistem penyiraman tanaman bawang merah otomatis atau untuk memantau temperatur udara secara *online* dengan IoT [6].



Gambar 2.4 Sensor RTD [6]

2.5 Real Time Clock (RTC)

Real time clock (RTC) adalah chip elektronik yang memiliki kemampuan untuk menghitung waktu secara akurat dari detik hingga tahun dan menyimpan data waktu secara real-time. Salah satu jenis RTC, DS3231, memiliki kompensasi temperatur kristal osilator (TCX0) yang terintegrasi, yang menghasilkan referensi jam yang stabil dan akurat, sehingga mempertahankan akurasi RTC sekitar +2 menit per tahun [7].



Gambar 2.5 Modul RTC DS3231[7]

2.6 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan *chip* mikroprosesor yang sudah terintegrasi dengan modul Wi-Fi dan modul *Bluetooth*. *Chip* ini dikembangkan dengan tujuan menjadi sebuah perangkat yang memiliki penggunaan sumber daya yang rendah, namun memiliki performa *Radio Frequency* (RF) yang tinggi. Hal ini menunjukkan ketangguhan dan kekuatan dari ESP32, yang membuatnya dapat digunakan untuk berbagai macam implementasi, salah satunya dalam sistem penyiraman tanaman bawang merah otomatis yang berbasis *Internet of Things* (IoT) [8].



Gambar 2.6 Mikrokontroler ESP32 [8]

2.7 Water Pump

Water Pump atau Pompa Air adalah mesin yang memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lain melalui pipa dengan menambahkan energi pada cairan secara terus menerus [9]. Mekanisme pompa bekerja dengan membedakan tekanan antara bagian masuk dan bagian keluar. Oleh karena itu, pompa dapat digunakan untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan sepanjang aliran karena proses transformasi energi mekanis dari penggerak (sumber tenaga) menjadi energi kinetis (sumber kecepatan). Pompa melakukan banyak hal selain memindahkan cairan. Pompa juga

dapat meningkatkan kecepatan, tekanan, dan ketinggian cairan [10].



Gambar 2.7 Water Pump [10]

2.8 Sprinkler

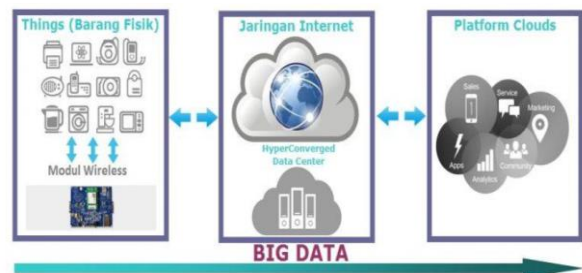
Sprinkler adalah alat untuk menyiram tanaman dengan menyemburkan air dari bawah ke atas berupa pemancaran, pemancaran tersebut menggunakan tenaga penggerak seperti pompa air [11]. *Sprinkler* memberikan air ke area lahan yang digunakan untuk menanam tanaman dengan menggunakan pipa bertekanan melalui *nozzle*. Sehingga, dapat menyirami tanaman dilahan yang luas secara merata [12].



Gambar 2.8 Sprinkler [12]

2.9 Internet of Things (IoT)

Internet of Things terdiri dari dua komponen utama: "*Things*", yang berarti objek atau perangkat, dan "Internet", yang menghubungkan dan mengatur konektivitas. Secara sederhana, "*Things*" ini dapat saling terhubung untuk mengumpulkan dan mengirimkan data ke Internet; "*Things*" lainnya juga dapat mengakses data tersebut, sehingga sebuah "*Things*" tertentu dapat mengirimkan data melalui jaringan di mana pun kita berada tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke perangkat komputer [13].



Gambar 2.9 Konsep *Internet of Things* [13]

2.10 Blynk

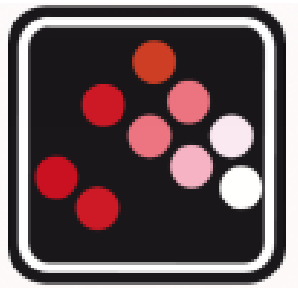
Platform Blynk adalah layanan *Internet of Things* yang memungkinkan pengguna dengan cepat membangun antarmuka yang memungkinkan pengendalian dan pemantauan proyek *hardware* dari perangkat iOS dan Android [14]. Tujuan *Blynk* adalah untuk memudahkan pengendalian jauh dan pembacaan data sensor dari perangkat ESP32 atau Arduino. Selain bertindak sebagai "*cloud IoT*", *Blynk* menawarkan solusi *end-to-end* yang menghemat waktu dan sumber daya dengan membuat aplikasi penting untuk produk dan layanan yang terhubung [15].



Gambar 2.10 *Blynk* [15]

2.11 Scilab

Scilab adalah perangkat lunak yang fokus pada komputasi numerik dan visualisasi data dua dimensi dan tiga dimensi. Selain itu, itu adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang didedikasikan untuk komputasi numerik. Dengan berfungsi sebagai interpreter, kode program *Scilab* dapat dieksekusi secara instan dan hasilnya dapat dilihat tanpa perlu kompilasi terlebih dahulu. Untuk simulasi logika *fuzzy*, *toolbox* logika *fuzzy* ada di *Scilab* [16].



Gambar 2.11 Scilab [16]

3. METODOLOGI

Metode *fuzzy logic* diterapkan pada sistem penyiraman tanaman bawang merah otomatis untuk mencapai hasil yang optimal sesuai dengan rencana. Berikut ini beberapa tahapan kegiatan pelaksanaan dalam menerapkan metode *fuzzy logic*, seperti:

3.1 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik merupakan perancangan peralatan atau *hardware* alat penyiram tanaman otomatis. Dalam perancangan ini, diperlukan desain 3D agar tampilan alat penyiram tanaman otomatis yang dirancang lebih atraktif (hidup) seperti aslinya yang ada di lapangan. Desain 3D ini dibuat dengan menggunakan *software sketchup* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut.



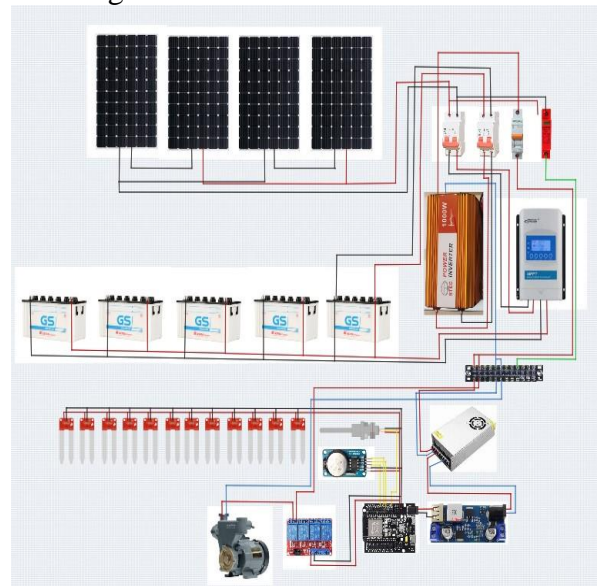
Gambar 3.1 Desain 3D Alat Penyiram Tanaman Otomatis Keseluruhan

Gambar 3.1 merupakan rancangan alat penyiram tanaman otomatis secara keseluruhan yang dibangun diatas lahan 15×20 Meter. Pada perancangan ini terdapat pipa paralon dan disetiap ujung pipa dipasang sprinkler pada lahan dengan jarak per-sprinkler 1,5 Meter yang nantinya digunakan

untuk penyiraman. Tanaman yang digunakan ialah tanaman bawang merah yang tertanam di 11 gulutan tanah, terdapat bangunan kecil yang terbuat dari seng yang didalamnya terdapat 1 box panel serta 5 baterai yang berkapasitas 500 Ah. Berdampingan dengan bangunan kecil tersebut terdapat 4 panel surya dengan kapasitas 640 wp.

3.2 Perancangan Elektronik

Perancangan elektronik merupakan proses pembuatan rangkaian dan *wiring diagram* yang memperlihatkan tata letak serta hubungan antar komponen yang merupakan keseluruhan sistem yang terintegrasi pada alat penyiram tanaman bawang merah otomatis.

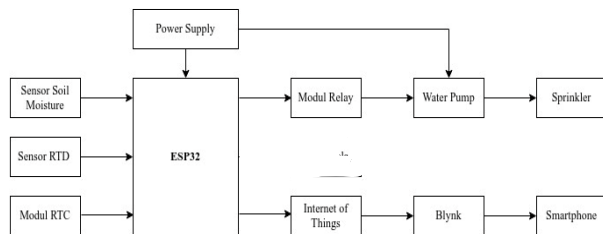


Gambar 3.2 Skematik rangkaian

Gambar 3.2 merupakan skematik sistem irigasi otomatis bertenaga surya untuk tanaman. Panel surya mengubah sinar matahari menjadi energi listrik yang disimpan dalam bank baterai. Pengendali muatan mengatur pengisian baterai untuk mencegah kelebihan atau kekurangan muatan. Sensor kelembaban tanah mengukur kadar kelembaban tanah dan mengirim data ke mikrokontroler, yang mengelola operasi sistem secara keseluruhan. Berdasarkan data dari sensor kelembaban tanah dan sensor suhu serta kelembaban udara, mikrokontroler mengaktifkan modul relay yang mengontrol pompa air. Pompa air menyiram tanaman sesuai kebutuhan yang

ditentukan oleh logika fuzzy pada mikrokontroler, memastikan penggunaan air yang efisien dan kesehatan tanaman optimal.

Blok Diagram perancangan alat yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem Penyiram Tanaman Otomatis

Pada Gambar 3.3 menunjukkan bahwa Sensor *soil moisture* bekerja sebagai pendeteksi kelembaban tanah, sementara sensor RTD bekerja untuk mendeteksi temperatur udara. Kedua sensor ini merupakan parameter penyiraman, dimana nilai yang dideteksi sensor ini akan dikirim ke ESP32 yang bekerja sebagai mikrokontroler pada sistem penyiraman ini. Terdapat Sensor RTC bekerja untuk menentukan waktu penyiraman tanaman.

Nilai ini disebut juga sebagai nilai *setpoint* atau nilai acuan dalam menentukan batasan nilai berdasarkan kelembaban tanah dan temperatur udara yang akan dikendalikan mikrokontroler ESP32. Jika nilai kelembaban tanah dan temperatur udara yang dideteksi oleh sensor *soil moisture* dan sensor RTD kurang atau melebihi nilai *setpoint* maka mikrokontroler akan mengaktifkan pompa untuk penyiraman.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Fuzzy logic

Fuzzy logic digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran menggunakan istilah linguistik. Untuk ilustrasi, istilah yang digunakan untuk menggambarkan kelembaban tanah adalah basah, lembab, dan kering, sedangkan istilah yang digunakan untuk menggambarkan temperatur udara adalah dingin, normal, dan panas. *Fuzzy logic* memiliki lebih banyak kemungkinan daripada logika klasik atau tegas, yang hanya memiliki dua kemungkinan: benar atau salah. Oleh karena itu, suatu nilai dalam *fuzzy logic*

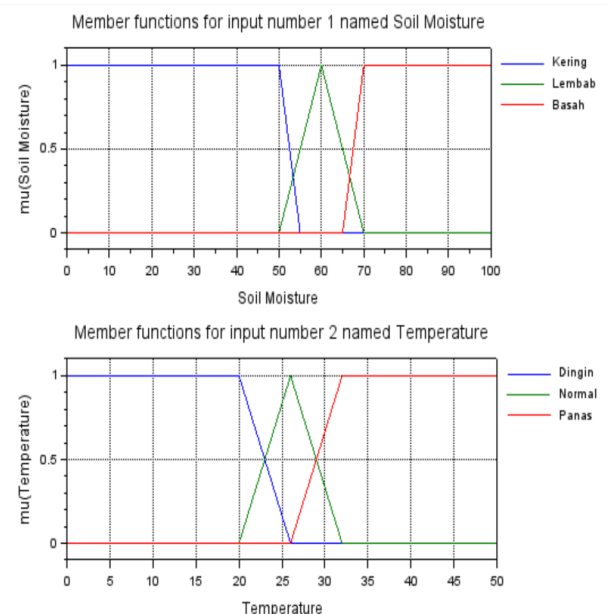
dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada saat yang sama.

Simulasi yang digunakan untuk merancang *fuzzy logic* dalam penelitian ini adalah aplikasi *Scilab*. Metode yang diterapkan adalah metode Mamdani dengan menggunakan kurva berbentuk trapezium.

Tabel 4.1 Rules Penyiraman Otomatis

No	INPUT		OUTPUT
	Soil moisture	Temperature	Pompa
1	Kering	Dingin	Sedang
2	Kering	Normal	Sedang
3	Kering	Panas	Lama
4	Lembab	Dingin	Mati
5	Lembab	Normal	Mati
6	Lembab	Panas	Sebentar
7	Basah	Dingin	Mati
8	Basah	Normal	Mati
9	Basah	Panas	Sebentar

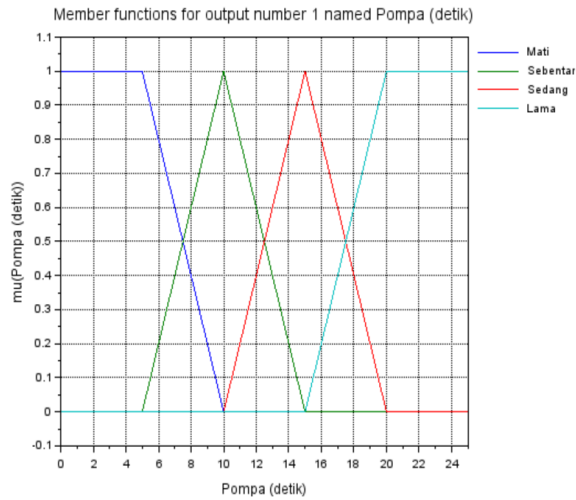
Jumlah *membership input* pada sistem penyiraman otomatis tanaman bawang merah meliputi 1 sensor *soil moisture* dan 1 sensor RTD, sedangkan jumlah *membership output* nya adalah pompa air.



Gambar 4.1 Membership function input penyiraman tanaman otomatis

Input dari alat penyiram tanaman bawang merah otomatis memiliki 2 input yaitu *soil moisture* dan sensor temperatur. Sensor *soil moisture* memiliki 3 kondisi:

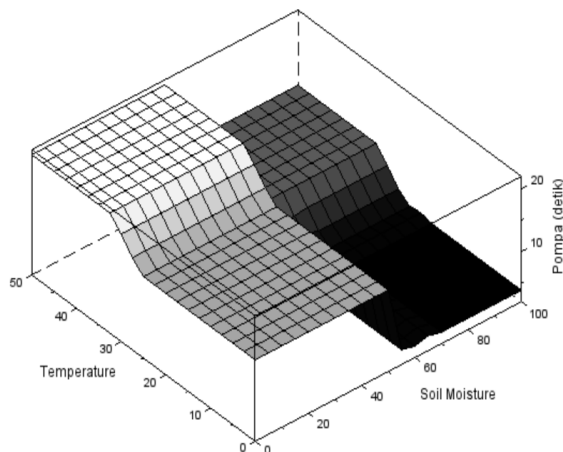
kering, lembab, dan basah, sementara sensor temperatur udara memiliki 3 kondisi: dingin, normal, dan panas.



Gambar 4.2 Membership function output penyiraman tanaman otomatis

Sedangkan *output* dari alat penyiraman tanaman bawang merah otomatis memiliki 1 *output* yaitu pompa. Pompa tersebut terdiri dari 4 kondisi yaitu mati, nyala sebentar, nyala normal dan nyala lama.

Berikut adalah grafik 3D dari sistem penyiraman tanaman otomatis.



Gambar 4.3 Grafik 3D Penyiraman otomatis

4.2 Pengujian Sensor *Soil moisture*

Pengujian sensor *soil moisture* dilakukan secara langsung pada 3 kondisi kelembaban tanah yang berbeda yaitu kering, lembab dan basah. Pada kondisi tanah kering rentang nilai kelembaban tanah berkisar dari 0% hingga 50%, pada kondisi tanah lembab rentang nilai

berkisar dari 50% hingga 70%. Sedangkan, pada kondisi tanah basah dengan nilai berkisar dari 70% hingga 100%. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat kelembaban tanah.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor *Soil moisture*

Waktu	Kelembaban tanah	Kondisi Tanah
07.00	58%	Lembab
08.00	57.3%	Lembab
09.00	56.5%	Lembab
10.00	56.4%	Lembab
11.00	57.3%	Lembab
12.00	53.9%	Lembab
13.00	55.8%	Lembab
14.00	60.6%	Basah
15.00	53.9%	Lembab
16.00	52.8%	Lembab
17.00	51.9%	Lembab
18.00	49.9%	Kering

Berdasarkan data Tabel 4.2, kelembaban tanah yang baik adalah yang berada dalam rentang 55% hingga 58%. Selama periode pagi hingga sore hari, kelembaban tanah umumnya berada dalam rentang ini, menunjukkan kondisi tanah yang lembab dan ideal untuk tanaman. Namun, pada pukul 14.00, kelembaban meningkat menjadi 60.6%, menandakan kondisi tanah yang basah, sementara pada pukul 18.00, kelembaban turun menjadi 49.9% yang menunjukkan kondisi tanah mulai kering. Untuk menjaga kesehatan tanah dan tanaman, idealnya kelembaban tanah perlu dipertahankan dalam kisaran 55% hingga 58%.

4.3 Pengujian Sensor RTD

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sensor dengan membandingkannya dengan alat ukur Tygrometer untuk mengukur hasil pengukurannya. Perbandingan hasil pengukuran antara sensor RTD dan *Hygrometer* ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian sensor RTD

Waktu (WIB)	RTD PT-100 (°C)	Thermohygro Meter (°C)
07.00	26	25
08.00	32	33
09.00	32	31
10.00	34	34
11.00	33	35
12.00	33	35
13.00	38	39
14.00	37	36
15.00	35	35
16.00	32	32
17.00	30	29
18.00	28	27

Berdasarkan data **Tabel 4.3**, data temperatur RTD PT-100 dan *Thermohygro Meter* menunjukkan bahwa kedua alat memberikan pembacaan temperatur yang relatif konsisten, meskipun terdapat perbedaan kecil antara keduanya. RTD PT-100 cenderung mencatat temperatur sedikit lebih rendah dibandingkan *Thermohygro Meter*. Temperatur tertinggi yang tercatat adalah pada pukul 13.00, dengan 38°C dari RTD PT-100 dan 39°C dari *Thermohygro Meter*, sedangkan temperatur terendah terjadi pada pukul 18.00, yaitu 28°C dari RTD PT-100 dan 27°C dari *Thermohygro Meter*. Variasi temperatur ini penting untuk memantau kinerja pompa, memastikan bahwa temperatur operasional tidak melebihi batas yang dapat mempengaruhi efisiensi dan keandalan pompa.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil antara lain:

1. *Fuzzy logic* mamdani dapat menentukan keputusan untuk mengatur penyiraman pada sistem penyiram tanaman bawang otomatis.
2. Kelembaban tanah ideal berada di antara 55% hingga 58%. Jika kelembaban melebihi 60%, pompa akan mati untuk

mencegah tanah menjadi terlalu basah. Sebaliknya, jika kelembaban turun di bawah 55%, pompa akan menyala karena tanah mulai kering.

3. Temperatur Udara menunjukkan fluktuasi yang konsisten sepanjang hari dengan perbedaan kecil antara RTD PT-100 dan *Thermohygro Meter*. Temperatur tertinggi terjadi pada pukul 13.00 dan terendah pada pukul 18.00, Data ini penting untuk pengelolaan lingkungan dan operasional sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Vinsensia, "Penentuan Prestasi Belajar siswa Menggunakan aplikasi *Fuzzy Mamdani*," *Sinkron*, vol. 2, no. 2, pp. 47-51, 2018.
- [2] M. F. M. B. Muh.Fahmi Rustan, "Implementasi Penyiraman Otomatis Tanaman Bawang Merah Berbasis Mikrokontroler," *JCIS (Journal of Computer and Information System)*, vol. 1, no. 2, pp. 37-44, 2019.
- [3] F. G. S. Fhizyel Nazareta, "Smart Agriculture: Pengendalian Kelembapan Dan Temperatur Pada Penyiraman Otomatis Tanaman Berbasis IoT," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 9, no. 2, pp. 839-854, 2022.
- [4] S. Siti Olis, "Penerapan logika *fuzzy* mamdani pada sistem penyiram tanaman stroberi otomatis berbasis mikrokontroler," *Jurnal Computer Science and Information Technology (CoSciTech)*, vol. 4, no. 1, pp. 33-41, 2022.
- [5] M. A. Gilang Fauzi, "Implementasi Alat Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Internet Of Things Menggunakan Metode *Fuzzy logic* Pada Kebun Artawi Flora," *INFORMATIKA*, vol. 3, no. 1, pp. 92-104, 2022.

- [6] Siswadi, "Analisis Tekanan Pompa Terhadap Debit Air," *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik - Sistem*, vol. 11, no. 3, pp. 39-46, 2018.
- [7] N. Musyaffa, B. Rifai, R. Sastra and E. Yuniarto, "Smart Plant *Monitoring System* Kelembaban Tanah Menggunakan Metode *Fuzzy logic* Pada Tumbuhan Cabai Berbasis IoT," *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 35-42, 2023.
- [8] G. D. A. M. A. A. M. I. B. M. N. F. M. K. M. E. Arief Selay, "Internet Of Things," *Karimah Tauhid*, vol. 1, no. 6, pp. 860-868, 2022.
- [9] Y. R. Ade Budiman, "Pengontrolan Alat Elektronik Menggunakan Modul Nodemcu Esp8266 Dengan Aplikasi Blynk Berbasis Iot," *eProsiding Teknik Informatika (PROTEKTIF)*, vol. 2, no. 1, pp. 68-74, 2021.
- [10] Y. A. Khoirul Anam, "Metoda Cramer Untuk Solusi Analisa Rangkaian Listrik Menggunakan Scilab," *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, vol. 12, no. 1, pp. 61-68, 2019.
- [11] T. Nur Azizah, "Penyiraman dan Pemupukan Tanaman Bawang Merah Secara Otomatis Pada Greenhouse Menggunakan Internet of Things (IoT)," *Jurnal VoteTeknika*, vol. 9, no. 4, pp. 74-84, 2021.
- [12] M. S. Asih, "Sistem Pendukung Keputusan Fuzzy Mamdani pada Alat Penyiraman Tanaman Otomatis," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 41-52, 2018.
- [13] H. H. H. A. R. J. Teuku Muhammad Syaref, "Rancang Bangun Penyiram Tanaman Aglaonema Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah dan Temperatur Udara dengan Metode Fuzzy logic Berbasis IoT," *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, vol. 3, no. 2, pp. 182-189, 2022.
- [14] A. M. Y. A. P. Kevin Fernanda Bagaskara, "Sistem Kontrol Dan Monitoring Pada Tanaman Bawang Merah Berbasis Iot," *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 1, pp. 873-880, 2023.
- [15] d. J. A. Budi Sugandi, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Metode Logika Fuzzy," *Journal Of Applied Electrical Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 5-8, 2021.
- [16] A. S. B. Naufal Anis, "Sistem Penyiraman Tanaman Bawang Merah berdasarkan Kondisi Temperatur Udara, Kelembapan Tanah, dan PH Tanah dengan Metode Logika Fuzzy," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 4, pp. 1810-1816, 2023.