

Optimalisasi Pertumbuhan Tanaman Sawo melalui Pemantauan Kelembapan Tanah berbasis IoT dengan Pengendali Fuzzy Logic

Syarifatul Izza¹, Gillang Al Azhar², Arianti Kusumawardhani³, Novta Dany'el Irawan⁴

e-mail: syarifatulizza95@gmail.com, gillang_al_azhar@polinema.ac.id, arianti.poltekunisma@gmail.com, novta@polisma.ac.id

^{1,3,4}Prodi Teknik Listrik, Politeknik Unisma Malang, Jalan Mayjen Haryono No.193 Malang, Indonesia

⁴Prodi Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan, Politeknik Unisma Malang, Jalan Mayjen Haryono No.193 Malang, Indonesia

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 7 Agustus 2023

Direvisi 10 September 2023

Diterbitkan 30 September 2023

Kata kunci:

Kelembapan Tanah

ESP32 LoRa

Logika Fuzzy

Keywords:

Soil Moisture

ESP32 LoRa

Fuzzy Logic

ABSTRAK

Dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi pertumbuhan tanaman sawo, penelitian ini mengusulkan pendekatan inovatif yang menggabungkan teknologi Internet of Things (IoT) dengan metode pengendalian Fuzzy Logic. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan kelembapan tanah sebagai faktor utama dalam pertumbuhan tanaman sawo melalui pemantauan secara terus-menerus dan pengendalian yang adaptif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan integrasi sensor kelembapan tanah, ESP32 LoRa sebagai platform IoT, dan pengendali Fuzzy Logic. Sensor kelembapan tanah memberikan data real-time tentang kondisi kelembapan tanah, yang kemudian dikirim ke ESP32 LoRa melalui jaringan WiFi. Pengendali Fuzzy Logic digunakan untuk mengubah data kelembapan tanah menjadi tindakan pengendalian yang optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pertumbuhan tanaman sawo secara signifikan dengan perubahan kelembapan tanah, sehingga menjaga tanaman dalam kondisi optimal. Uji algoritma fuzzy logic menunjukkan hasil bahwa pompa penyiraman secara cepat akan menyiram berdasarkan duty cycle 83.86%. Pengujian modul menunjukkan bahwa suhu dan tingkat kelembapan tanah memengaruhi intensitas penyiraman, dengan pompa akan menyiram dengan lambat pada kondisi suhu rendah (22°C) saat kelembapan tanah basah, serta pompa akan menyiram dengan cepat pada suhu tinggi (27°C) saat kelembapan tanah kering

ABSTRACT

To increase the efficiency of sapodilla plant growth, this study proposes an innovative approach that combines Internet of Things (IoT) technology with Fuzzy Logic control methods. The purpose of this research is to optimize soil moisture as a major factor in the growth of sapodilla plants through continuous monitoring and adaptive control. The method used in this study involves the integration of soil moisture sensors, ESP32 LoRa as an IoT platform, and Fuzzy Logic controllers. The soil moisture sensor provides real-time data on soil moisture conditions, which is then sent to the ESP32 LoRa via a WiFi network. Fuzzy Logic controllers are used to convert soil moisture data into optimal control measures. The results showed that this approach was able to significantly increase the efficiency of water use and the growth of sapodilla plants with changes in soil moisture, thus keeping the plants in optimal conditions. The fuzzy logic algorithm test shows the result that the watering pump will water quickly based on a duty cycle of 83.86%. Tests on the module show that soil temperature and moisture levels affect watering intensity, with the pump pumping slowly at low temperatures (22°C) when the



soil moisture is wet, and pumping rapidly at high temperatures (27°C) when the soil is moist dry.

Penulis Korespondensi:

Syarifatul Izza
Prodi Teknik Listrik
Politeknik Unisma Malang
Jalan Mayjen Haryono No.193, Dinoyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang.
Email: syarifatulizza95@gmail.com
Nomor HP/WA aktif: +62 857-553-12711

1. PENDAHULUAN

Tanaman sawo (*Manilkara zapota*) merupakan salah satu tanaman buah yang memiliki nilai ekonomi penting di berbagai belahan dunia. Ketersediaan dan kualitas produksi tanaman sawo sangat berpengaruh terhadap kebutuhan pangan dan pasar buah. Dalam upaya meningkatkan produksi dan kualitas tanaman sawo, faktor lingkungan, terutama kelembapan tanah, sangatlah krusial. Kelembapan tanah memegang peranan penting dalam menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kelembapan tanah yang tepat dapat mendukung pertumbuhan tanaman dan mencegah masalah seperti kekeringan atau genangan air yang berlebihan [1]. Dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat, isu tersebut bisa diatasi melalui pengembangan suatu sistem atau alat pemantauan berbasis Internet of Things [2][3][4]. Teknologi internet of things memanfaatkan koneksi internet yang dihubungkan secara otomatis dengan berbagai peralatan. ESP32 LoRa memiliki peran penting dalam penerapan Internet of Things (IoT) pada pemantauan kelembapan tanah [5]. ESP32 LoRa adalah sebuah modul pengembangan yang menggabungkan kemampuan dari modul WiFi dan Bluetooth ESP32 dengan teknologi komunikasi jarak jauh LoRa (Long Range). Modul ini memungkinkan pengguna untuk menggabungkan keunggulan konektivitas nirkabel yang ditawarkan oleh ESP32 dengan kemampuan komunikasi jarak jauh LoRa untuk mengirim dan menerima data dalam jarak yang lebih besar daripada teknologi nirkabel lainnya.

Namun, pengumpulan data kelembapan tanah saja tidak cukup. Data tersebut perlu diolah dan dianalisis agar dapat diambil keputusan yang lebih adaptif. Maka dari itu pengendali logika fuzzy memainkan peran kunci. Logika fuzzy adalah pendekatan yang mencerminkan kemampuan manusia dalam mengatasi ketidakpastian dan kesamaran dalam pengambilan keputusan [6][7][8]. Dalam hal ini, pengendali logika fuzzy dapat digunakan untuk mengubah data kelembapan tanah menjadi tindakan pengendalian yang lebih presisi. Kombinasi pemantauan kelembapan tanah berbasis IoT dan pengendali logika fuzzy memiliki potensi besar dalam meningkatkan produktivitas pertanian dengan cara yang efisien dan berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dan pengembangan dalam pemantauan kelembapan tanah dengan pengendali logika fuzzy diterapkan dalam penelitian ini dimana mengoptimalkan pertumbuhan tanaman sawo dengan mempertimbangkan tingkat kualitas tanah (kering, optimal, basah) yang terhubung ke jaringan IoT.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan melibatkan beberapa tahapan penting untuk mencapai tujuan penelitian ini. Tahapan-tahapan tersebut mencakup perancangan sistem, implementasi metode Fuzzy Logic, dan analisis data yang dihasilkan dari sistem pemantauan kelembapan tanah. Setelah penyelesaian pembuatan prototipe dan perancangan software, langkah selanjutnya adalah menguji sistem kelembapan tanah guna menentukan tingkat kesesuaian tanah yang cocok digunakan pada tanaman sawo. Jika hasilnya tidak memenuhi harapan, langkah perbaikan akan diambil hingga sistem beroperasi sesuai yang diharapkan

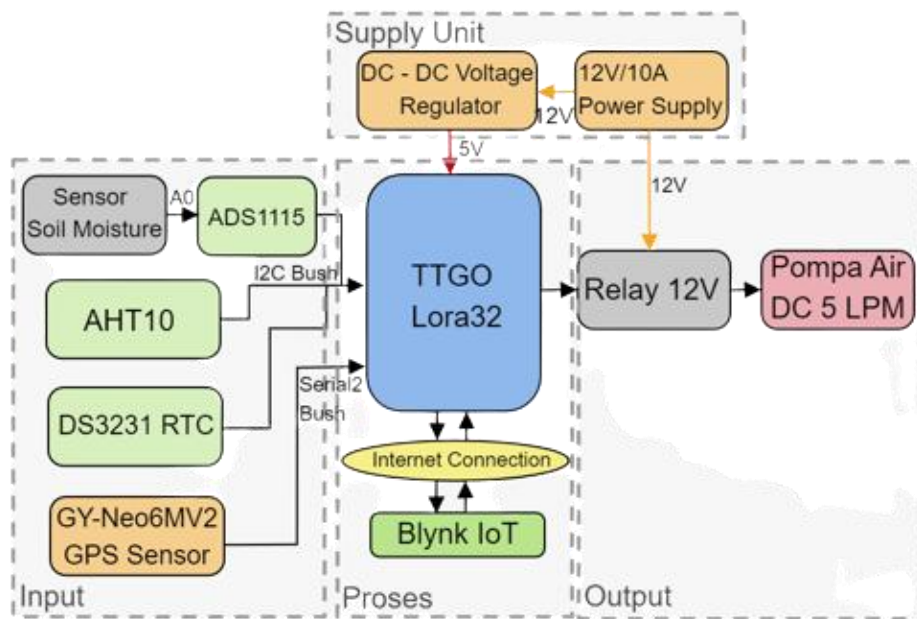
2.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem menjadi tahapan awal yang penting dalam penelitian ini. Perancangan sistem melibatkan pemilihan komponen perangkat keras, dan integrasi dengan ESP32 LoRa sebagai platform utama penghubung ke jaringan IoT. Sistem ini mengintegrasikan berbagai komponen penting seperti sensor kelembapan



tanah, sensor kelembapan udara, sensor GPS, dan real-time clock (RTC) untuk menghasilkan solusi yang lebih adaptif dan terarah dalam pengaturan penyiraman tanaman dengan sumber daya power supply 12 V. Sensor kelembapan tanah dan udara bertindak sebagai mata-mata penting dalam sistem ini. Sensor kelembapan tanah memberikan informasi vital tentang kondisi kelembapan tanah di sekitar akar tanaman sawo, sementara sensor kelembapan udara memberikan pemahaman mengenai kondisi lingkungan sekitar tanaman. Data dari kedua sensor ini diolah bersama-sama dengan informasi lokasi yang dikumpulkan oleh sensor GPS dan waktu dari real-time clock (RTC). Sedangkan platform untuk aplikasi OS Mobile (iOS dan Android) yang bertujuan untuk mengendalikan module ESP32 LoRa yaitu dengan menggunakan Aplikasi Blynk. Aplikasi Blynk dapat mengontrol system secara jarak jauh yang terkoneksi dengan internet yang stabil. Dengan demikian, sistem ini mampu memahami secara lebih komprehensif kondisi lingkungan dan menyediakan informasi yang diperlukan untuk pengambilan keputusan yang akurat [9][10].

Hasil dari keluaran yaitu aktivasi relay. Relay ini mengendalikan pompa penyiraman secara otomatis berdasarkan data yang diterima dari sensor-sensor sebelumnya [11][12]. Ketika kelembapan tanah turun di bawah ambang batas yang ditentukan, sistem akan mengaktifkan pompa penyiraman, memastikan bahwa tanaman sawo tetap tercukupi air dan lingkungan pertumbuhannya tetap ideal. Dengan integrasi komprehensif dari berbagai komponen dan mekanisme otomatisasi, sistem perancangan ini memberikan solusi yang lebih efektif dalam menjaga keadaan optimal tanaman sawo melalui pengaturan kelembapan tanah yang cerdas. Pada gambar 1 dapat dilihat blok diagram system ESP 32 LoRa yang terintegrasi dengan beberapa input berupa sensor dan komponen pendukung yang lain serta keluaran yang dilengkapi dengan relay 12 V.



Gambar 1: Diagram Blok Sistem

2.2 Algoritma Fuzzy Logic

Metode Fuzzy Logic dipilih karena kemampuannya dalam mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam pengambilan keputusan. Logika fuzzy memungkinkan pengolahan data berbasis tingkat kebenaran yang tidak tegas (fuzzy), yang lebih sesuai dengan variasi dan dinamika lingkungan pertanian. Dalam konteks penelitian ini, metode Fuzzy Logic akan diimplementasikan untuk mengendalikan sistem irigasi berdasarkan data kelembapan tanah yang diperoleh dari sensor IoT [13]. Metode fuzzy logic bekerja dengan prinsip pengklasifikasian data kelembapan tanah



ke dalam berbagai tingkat kelayakan seperti "kering", "optimal", dan "basah". Dalam pengaturan fuzzy logic, data kelembapan tanah diproses berdasarkan skala probabilitas, di mana data tersebut dapat memiliki tingkat kebenaran yang berkisar antara 0 hingga 1 [14][15]. Dengan menggabungkan data dari sensor kelembapan tanah dengan aturan-aturan yang telah ditentukan sebelumnya oleh ahli pertanian, metode ini dapat mengeluarkan keluaran yang akurat dan adaptif berdasarkan pada situasi aktual. Ini memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan yang lebih cerdas dalam mengatur penyiraman tanaman sawo, menjaga kelembapan tanah pada tingkat yang paling sesuai untuk pertumbuhan yang optimal [16][17]. Dengan demikian, penggunaan metode fuzzy logic dalam menentukan kelembapan tanah pada tanaman sawo membawa potensi untuk meningkatkan hasil panen secara efisien sambil mengurangi pemborosan air. Dalam hal ini, proses fuzzifikasi pada sistem pendeteksi kualitas tanah bertujuan untuk mengubah variabel kering, optimal, dan basah menjadi bentuk yang lebih sesuai dalam menilai kelayakan kelembapan tanah dapat dilihat pada tabel 1 sedangkan untuk fungsi keanggotaan kelembapan tanah dapat dilihat pada gambar 2.

Tahapan yang dilakukan dalam metode fuzzy logic ini adalah menggunakan metode operasi MIN-MAX. metode ini digunakan untuk melakukan pengambilan keputusan dalam menentukan tingkat kelayakan kelembapan tanah dengan memprediksi tanah "basah", "optimal", dan "kering". Berikut persamaan fuzzy logic yang digunakan :

$$Z^* = \frac{\int \mu(z)z dz}{\int \mu(z) dz} \quad (1)$$

Dengan Z sebagai titik pusat dari daerah fuzzy, $\int \mu(z)z dz$ sebagai luas momen, dan $\int \mu(z) dz$ sebagai luas daerah [18][19][20][21].

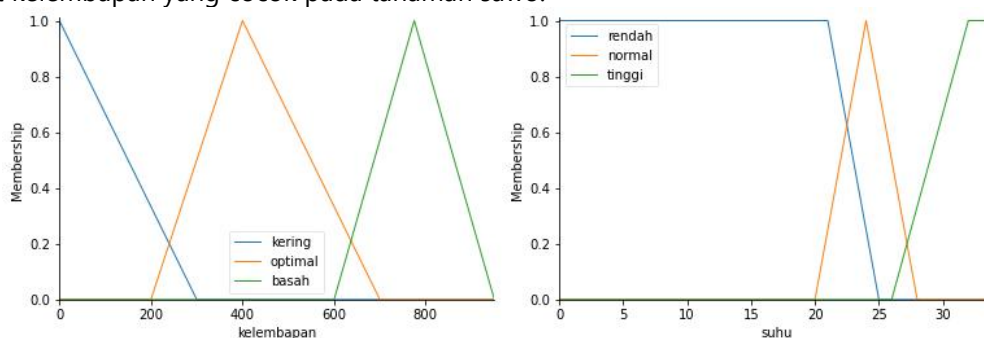
TABEL I : BATAS KELEMBAPAN TANAH

Kondisi Tanah	Batas Kelembapan Tanah
Kering	0-300
Optimal	300-700
Basah	700-950

TABEL 2 : BATAS SUHU

Kondisi Suhu	Batas Suhu
Tinggi	30°C-35°C
Normal	20°C-28°C
Rendah	18°C-25°C

Berdasarkan tabel 1 didapatkan bahwa batasan kelembapan tanah terbagi menjadi 3 bagian meliputi kering, optimal dan basah sedangkan pada tabel 2 menunjukkan batasan suhu yang umumnya dapat menyebabkan kelembapan tanah yang berbeda-beda khususnya di Kota Malang. Dari Batasan kelembapan tanah dan suhu tersebut maka dapat dibuat himpunan keanggotaan fuzzy yang ditunjukkan pada gambar 2 yang digunakan sebagai penentu tingkat kelembapan yang cocok pada tanaman sawo.

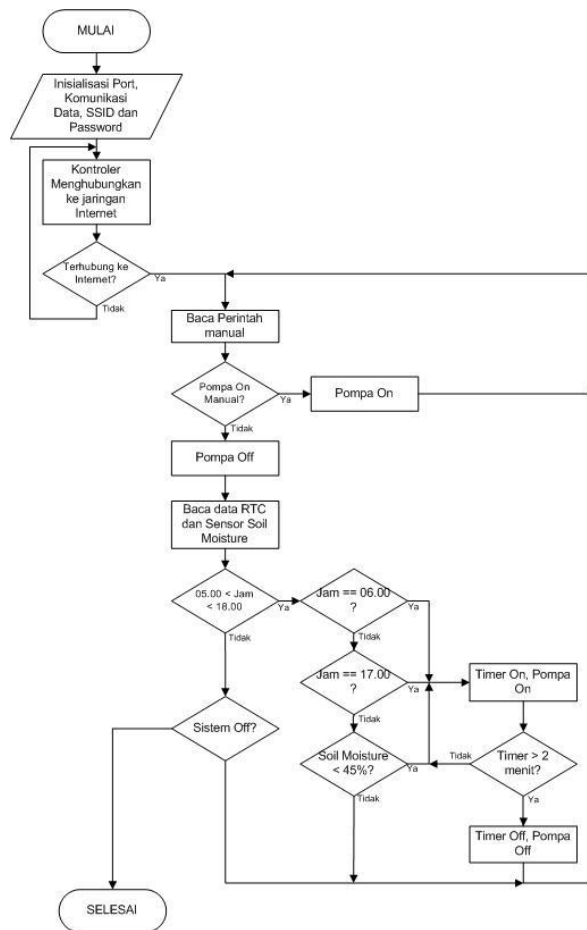


Gambar 2: Himpunan keanggotaan kelembapan tanah dan suhu



2.3 Analisis Data

Setelah sistem diimplementasikan dan pengendali Fuzzy Logic aktif, pengumpulan data dari sensor kelembapan tanah dan respons pengendali akan dilakukan uji coba. Data uji coba akan diolah dan dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem. Analisis ini melibatkan pembuatan grafik, kurva, dan perhitungan statistik untuk menilai sejauh mana pengendali Fuzzy Logic mampu mengatur kelembapan tanah dengan lebih baik dibandingkan metode konvensional. Selain itu, analisis data juga akan membantu dalam mengidentifikasi tren pertumbuhan tanaman dan efisiensi penggunaan air selama periode pemantauan. Kesimpulan yang diambil dari analisis ini akan menjadi titik tolak untuk menilai sejauh mana penerapan metode Fuzzy Logic dalam pemantauan kelembapan tanah berbasis IoT telah berhasil dalam mengoptimalkan pertumbuhan tanaman sawo. Gambar 3 menunjukkan flowchart dari sistem dalam melakukan uji coba pada tanaman sawo.



Gambar 3: Flowchart Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil pengujian algoritma fuzzy logic dan pengujian system yang dipresentasikan dalam bentuk penjelasan, tabel, dan gambar. Tujuan dari pengujian system ini yaitu menentukan tingkat kelembapan tanah pada tanaman sawo dengan menggunakan algoritma fuzzy logic.

3.1 Hasil Pengujian Algoritma Fuzzy Logic

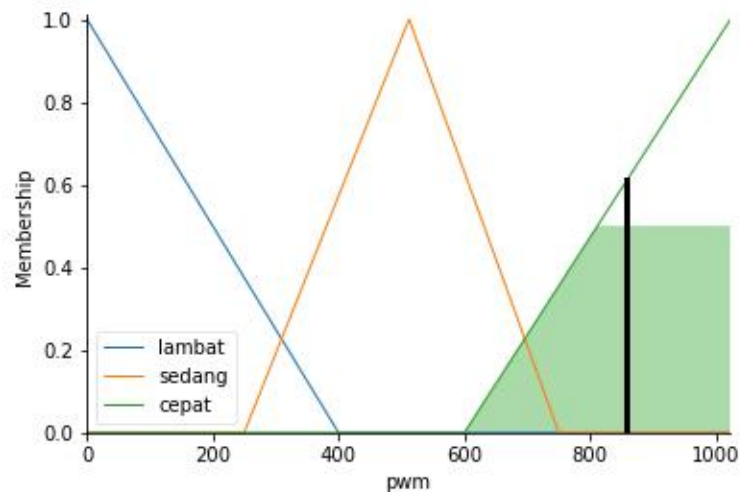
Sebelum dilakukan pengujian fuzzy logic maka di buat penentuan *rule fuzzy* yang digunakan untuk output pompa melakukan penyiraman pada tanaman sawo dengan berbagai variasi yang berbeda meliputi lambat, sedang dan cepat. Penentuan *rule fuzzy* dapat dilihat pada tabel 3 dimana scenario pompa dalam penyiraman tanaman sawo dilakukan dengan kondisi saat kelembapan tanah kering, maka pompa penyiraman akan melakukan penyiraman dengan cepat, begitu sebaliknya jika kelembapan tanah basah maka pompa penyiraman akan



melakukan penyiraman lambat/berhenti. Pada pengujian fuzzy logic diatur menggunakan pemrograman python. Dalam penggunaan program python ini didapat hasil pengujian fuzzy seperti pada gambar 4 dimana beberapa keputusan yang dibuat jika kelembapan tanah yang optimal dianjurkan pada tanaman sawo sehingga dapat diketahui apakah tanah "kering", "optimal", dan "basah".

TABEL 3 : PENETUAN RULE FUZZY

Suhu	Rendah	Normal	Tinggi
Kelembapan			
Kering	Lambat	Cepat	Cepat
Optimal	Lambat	Lambat	Sedang
Basah	Lambat	Lambat	Sedang



Gambar 4: Hasil Pengujian Fuzzy Logic

Hasil pengujian Fuzzy Logic berdasarkan gambar 4 menunjukkan PWM sebesar 857,981 dengan Duty Cycle sebesar 83.86 % dimana pompa penyiraman akan melakukan penyiraman dengan variasi cepat dengan kondisi kelembapan tanah yang dibutuhkan tanaman sawo.

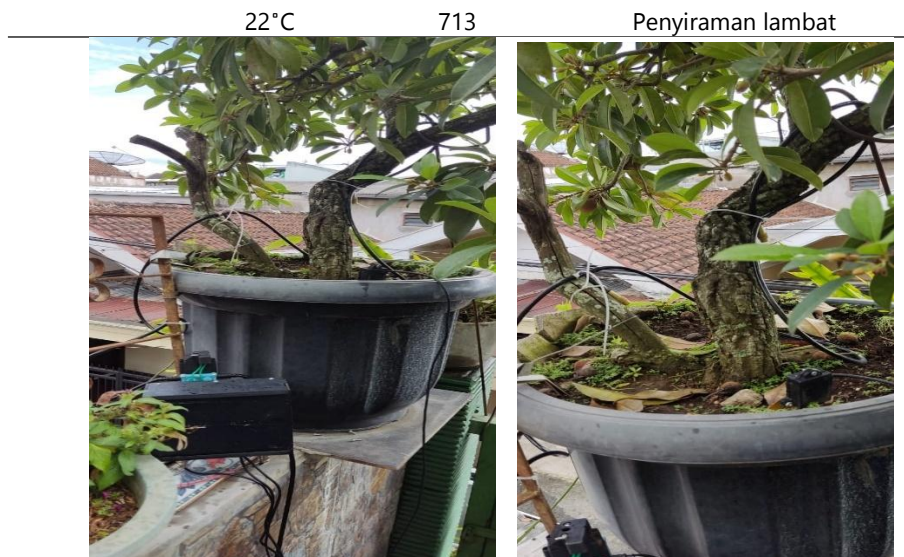
3.2 Hasil Pengujian Sistem

Pada pengujian system ini dilakukan dengan menyiapkan sample tanaman sawo dalam sebuah pot dengan mengaktifkan modul system control kelembapan tanah dengan meletakkan probe sensor *soil moisture* yang terhubung dengan pompa penyiraman air yang menghadap langsung pada tanaman sawo seperti pada gambar 5. Modul system tersebut dilakukan uji coba selama 2 bulan secara *non stop*.

TABEL 4 : HASIL PENGUJIAN MODUL/SISTEM

Suhu	Kelembapan	Keterangan	
Pagi Hari	18°C	850	Penyiraman lambat
	19°C	844	Penyiraman lambat
	25°C	276	Penyiraman cepat
Siang Hari	26°C	450	Penyiraman sedang
	29°C	315	Penyiraman cepat
	30°C	297	Penyiraman cepat
Sore Hari	27°C	299	Penyiraman sedang
	23°C	693	Penyiraman lambat





Gambar 5: Pengujian Sistem (Modul)

Pada tabel 4 dengan hasil pengujian system didapatkan bahwa pompa penyiraman akan otomatis menyiram dengan cepat, lambat atau sedang berdasarkan respon suhu dan kelembapan tanah pada tanaman sawo. Jika suhu di pagi hari sebesar 25°C dengan tingkat kelembapan tanah yg kering sebesar 276 maka pompa penyiraman akan otomatis menyiram dengan cepat hingga sensor soil moisture mendeteksi kelembapan tanah pada tanaman sawo. Begitupun sebaliknya, jika suhu di sore hari sebesar 22°C dengan tingkat kelembapan tanah yg basah sebesar 713 maka pompa penyiraman akan menyiram dengan lambat atau pompa juga akan mati sesuai dengan tingkat kelembapan tanah pada tanaman sawo yang sudah diatur berdasarkan skenario/kondisi yang telah di input dalam system pada modul tersebut.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka modul yang dirancang menggunakan ESP32 LoRa yang terhubung dengan beberapa input sensor terutama sensor soil moisture bekerja secara optimal. Pengujian modul tersebut dilakukan dengan pengujian menggunakan algoritma fuzzy logic dimana hasil pengujian tersebut menunjukkan pompa penyiraman akan menyiram dengan cepat berdasarkan duty cycle sebesar 83.86 % sedangkan pengujian system/modul yang telah dibuat menunjukkan hasil dimana jika suhu pada sore hari rendah (sebesar 22°C) dengan tingkat kelembapan tanah basah maka pompa penyiraman akan otomatis menyiram dengan lambat. Akan tetapi jika suhu pada sore hari tinggi (sebesar 27°C) dengan tingkat kelembapan kering, maka pompa penyiraman akan menyiram dengan sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. A. Rahardjo and D. Setiyadi, "Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering Implementasi Sensor Pengukur Kelembapan Tanah Dan Penyiraman Otomatis Serta Monitoring Pada Kebun Tanaman Cabai Rawit," *Homepage*, vol. 3, no. 2, pp. 106–115, 2021, [Online]. Available: <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- [2] S. Izza and A. Styawan, "Miniatur Rumah Pintar Berbasis Internet Of Things Menggunakan Google Nest," vol. 6, no. 01, pp. 61–65, 2023.
- [3] N. Dany, S. Nurdin, A. Kusumawardhani, and S. Izza, "Smart Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Efektifitas Pertumbuhan Tanaman Bayam," vol. 5, no. 2, pp. 1–8, 2023.
- [4] N. Effendi, W. Ramadhani, and F. Farida, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 91–98, 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i2.3923.
- [5] G. Al Azhar, M. N. Achmadiyah, and S. Izza, "Peningkatan Kestabilan Sistem Kontrol UGV melalui Optimalisasi Manajemen Core dan Free-



RTOS pada ESP32," vol. 10, 2023.

- [6] S. Izza, G. Azhar, and A. Kusumawardhani, "Pengaturan tingkat iluminasi lampu guna memantau konsumsi energi rumah tinggal," *5th Conf. Innov. Appl. Sci. Technol.*, no. Ciastech, pp. 421–428, 2022.
- [7] R. L. Alam and A. Nasuha, "Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik menggunakan Fuzzy Logic berbasis IoT," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.*, vol. 5, no. 1, pp. 11–20, 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.34587.
- [8] A. D. Novianto, I. N. Farida, and J. Sahertian, "Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, pp. 316–321, 2021.
- [9] H. Marcos and H. Muzaki, "Monitoring Suhu Udara Dan Kelembaban Tanah Pada Budidaya Tanaman Pepaya," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.33365/jtst.v3i2.2200.
- [10] A. Armanto, A. A. T. Susilo, H. O. L. Wijaya, and W. M. Sari, "Pengukuran Tingkat Kelembaban Tanah Dan Suhu Berbasis Arduino Uno pada Kelompok Tani Karya Maju II (Dua)," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 4, p. 417, 2022, doi: 10.30865/json.v3i4.4197.
- [11] S. Nurhalimah, A. M. Yusa, and A. Fahmi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dengan Konsep Smart Farming untuk Budidaya Tanaman Cabai Rawit Berbasis Internet of Things (IOT)," *Softw. Dev. Digit. Bus. Intell. Comput. Eng.*, vol. 1, no. 02, pp. 49–54, 2023, doi: 10.57203/session.v1i02.2023.40-54.
- [12] B.b Dicky Sanjaya, Dedi Setiawan, Milfa Yetri, "Implementasi IOT Untuk Mendeteksi Kelembaban Tanah Pada Tanaman Cabai Menggunakan Teknik Simplex Berbasis Arduino," *J. Cyber Tech*, vol. 1, no. 5, 2022, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jct/article/view/1849><https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jct/article/view/1849><https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jct/article/download/1849/761>
- [13] M. S. Andri Rinaldy Halim Simangunsong, Andrianto Pranata, "Metode Fuzzy Logic Berbasis Arduino," vol. 2, pp. 156–162, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jskom>
- [14] N. S. Pezol, R. Adnan, and M. Tajjudin, "Design of an Internet of Things (Iot) Based Smart Irrigation and Fertilization System Using Fuzzy Logic for Chili Plant," *2020 IEEE Int. Conf. Autom. Control Intell. Syst. I2CACIS 2020 - Proc.*, no. June, pp. 69–73, 2020, doi: 10.1109/I2CACIS49202.2020.9140199.
- [15] S. Izza and G. Al Azhar, "JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional) Pengembangan Trainer Elektronika Digital Sebagai Media Pembelajaran Teknik Listrik Politeknik Unisma", doi: 10.24036/jtev.v8i1.114103.
- [16] D. Febrina, S. Agustina, and F. Trisnawati, "ALAT PENDETEKSI KELEMBAPAN TANAH dan PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO MENGGUNAKAN SOIL MOISTURE SENSOR dan RELAY," vol. 2, no. 2, pp. 2723–598, 2021.
- [17] N. Anis and A. S. Budi, "Sistem Penyiraman Tanaman Bawang Merah berdasarkan Kondisi Suhu Udara , Kelembaban Tanah , dan PH Tanah dengan Metode Logika Fuzzy," vol. 7, no. 4, 2023.
- [18] A. Ridhoi, K. Setyadjit, and B. Hariadi, "PENGATURAN LAMPU PENERANGAN MENGGUNAKAN KOMPARATOR OP-AMP LM358," 2021. [Online]. Available: <http://univ45sby.ac.id/ejournal/index.php/industri/index>
- [19] L. Santya, "Dudih Gustian 5) 1,2,3,4,5) Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknik."
- [20] F. Arinie Soelistianto, M. Dwi Atmadja, A. Wahyu Purwandi, P. Negeri Malang, J. Teknik Elektro, and P. J. Teknik Telekomunikasi Soekarno Hatta No, "MONITORING SISTEM PENCAHAYAAN LAMPU PARUH WAKTU PADA RUANG RAWAT INAP BERBASIS MIKROKONTROLER," vol. 4, no. 2, pp. 118–122, 2018.
- [21] C. Ramdani, Marisa, "11," vol. 7, pp. 51–58, 2021, [Online]. Available: <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/jtt>

