

SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY DENGAN TEKNOLOGI *INTERNET OF THINGS* BERBASIS ESP8266 DAN APLIKASI BLYNK

Ridho Alamsyah¹, Eddy Ryansyah², Andari Yasinta Permana³, Ratna Mufidah^{4*}

^{1,2,3,4}Universitas Singaperbangsa Karawang; Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361; Telp. (0267) 641177

Riwayat artikel:

Received: 25 Januari 2024

Accepted: 30 Maret 2024

Published: 2 April 2024

Keywords:

Teknologi;

Logika *fuzzy*;

IoT;

ESP8266;

Aplikasi Blynk.

Correspondent Email:

ratna.mufidah@cs.unsika.ac.id

Abstrak. Penyiraman tanaman menjadi aspek krusial dalam menjaga suhu dan kelembaban tanah guna mendukung pertumbuhan optimal. Di Indonesia, banyak petani masih mengandalkan metode manual sehingga proses penyiraman belum optimal. Oleh karena itu, penulis mengusulkan sebuah alat penyiraman otomatis untuk membantu proses penyiraman menjadi lebih efisien. Penelitian ini dibuat dengan menerapkan metode logika *fuzzy* menggunakan komponen ESP8266 dan aplikasi Blynk dengan teknologi IoT. Penelitian ini menghasilkan perangkat penyiram otomatis berdasarkan sensor kelembaban tanah dengan penambahan notifikasi terhadap *smartphone*. Dalam pengujian alat, akan memunculkan informasi tentang kelembaban tanah yang akan tampak di *dashboard* aplikasi Blynk, jika tanaman tersebut memiliki kelembaban tertentu pada tanah dan menghasilkan keputusan terhadap air yang akan diberikan, maka akan mendapatkan email dari platform Blynk. Hasil sensor kelembaban akan memengaruhi *output*, jika hasil sensor menunjukkan tanah kering maka luaran yang dihasilkan adalah “nyala” yang menandakan bahwa air akan mengalir untuk menyirami tanah. Sedangkan jika hasil sensor menunjukkan tanah lembab ataupun basah maka *output* yang dihasilkan adalah “mati” yang menandakan bahwa air akan berhenti menyirami tanah atau tidak mengalir.

Abstract. Watering plants is a crucial aspect in maintaining soil temperature and moisture to support optimal growth. In Indonesia, many farmers still rely on manual methods so the watering process is not optimal. Therefore, the author proposes an automatic watering tool to help the watering process become more efficient. This research was done by applying the fuzzy logic method using the ESP8266 component and the Blynk application with IoT technology. This research produces an automatic watering device based on soil moisture sensors with the addition of notifications on smartphones. When testing the tool, information about soil moisture will appear which will appear on the Blynk application dashboard. If the plant has a certain humidity in the soil and makes a decision on the water to be given, it will get an email from the Blynk platform. The results of the humidity sensor will affect the output, if the sensor results show the soil is dry then the output produced is “on” which indicates that water will flow to the soil. Meanwhile, if the sensor results show that the soil is damp, the output produced is “off”, which indicates that the water will stop watering the soil or will not flow.

1. PENDAHULUAN

Tanaman memiliki peran penting dalam kehidupan manusia dan lingkungan. Tanaman dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan, bangunan, obat-obatan dan bisa juga untuk hiasan. Selain itu, tanaman pun mempunyai peran penting dalam menjaga kestabilan ekosistem dan keanekaragaman hayati bumi [1].

Perawatan tanaman menjadi hal yang sangat penting untuk dilakukan agar tanaman bisa tumbuh dengan baik serta memberikan manfaat yang banyak [2]. Salah satu hal penting dalam perawatan tanaman adalah penyiraman. Penyiraman yang tidak tepat dapat menyebabkan tanaman menjadi layu atau bahkan mati [3]. Perawatan tanaman yang baik meliputi kegiatan memupuk dan menyiram secara rutin. Apabila jika tidak dilaksanakan secara teratur, tanaman akan layu dikarenakan kadar air pada tanah yang berkurang. Pada era saat ini, perkembangan IPTEK (Ilmu Pengetahuan dan Teknologi) sudah berkembang dengan sangat pesat [4]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat untuk membuat sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan *fuzzy logic* dengan teknologi IoT (*Internet of Things*) berbasis ESP8266 dan aplikasi Blynk untuk membantu menstabilkan kadar air yang diberikan pada tanaman [5]. Alat ini memakai sensor kelembaban tanah guna menentukan jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman. Beberapa komponen yang akan digunakan dalam penelitian ini seperti *Soil Moisture* untuk kelembaban tanah, ESP8266 sebagai mikrokontroler, dan pompa motor untuk penyiraman. Selain itu, aplikasi Blynk diinstal pada *smartphone* untuk memantau nilai kelembaban tanah dan notifikasi penyiraman. Hasil penyiraman menunjukkan kategori penyiraman termasuk nyala dan mati.

Penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat yang kesulitan dalam merawat tanaman mereka karena kurangnya waktu atau pengetahuan, serta membantu petani untuk menghemat air dan meningkatkan hasil panen. Penelitian sebelumnya juga telah menunjukkan keefektifan penggunaan teknologi IoT dan logika *fuzzy* dalam sistem penyiraman tanaman otomatis [6].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penyiraman Tanaman

Dalam dunia pertanian dan budidaya tanaman, tanah justru digambarkan sebagai substrat yang mendukung pertumbuhan tanaman di atas permukaan. Tanah terbentuk melalui proses pengikisan batuan, yang kemudian bercampur dengan bahan-bahan organik dan sisa-sisa organisme yang menghuni atau hidup di dalamnya, termasuk flora dan fauna. Selain itu, tanah mencakup keberadaan udara dan air. Pada dasarnya, tanah terdiri dari tiga materi berbeda: materi padat, materi cair, dan materi gas [7].

Untuk dapat menghidupi tanaman, dibutuhkan air untuk perawatan pertumbuhan dan akhirnya berkembang [8]. Salah satu aktivitas yang dapat memenuhi kebutuhan air terhadap tanaman yaitu dengan cara melakukan penyiraman. Penyediaan air yang cukup merupakan aspek penting untuk pertumbuhan tanaman, sebab air berperan sebagai transportasi unsur hara ke daun dan sebagai bahan pembentuk sel tumbuhan [9].

2.2. Logika Fuzzy

Prof. Lotfi Zadeh menciptakan teori himpunan logika *fuzzy* pada tahun 1965. Menurut Zadeh, logika salah dan benar secara sederhana tidak bisa menyelesaikan permasalahan nuansa yang terdapat di dunia ini. Untuk membereskan masalah tersebut, dikembangkanlah himpunan *fuzzy*. Berbeda dengan logika *boolean*, himpunan *fuzzy* memiliki nilai yang berkesinambungan. Suatu derajat kebenaran dan keanggotaan sama-sama ditentukan. Oleh karena itu, suatu nilai dapat dikatakan sama sekali salah dan benar [10].

2.3. Internet of Things (IoT)

IoT yang merupakan singkatan dari *Internet of Things*, merupakan kemajuan teknologi yang memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol perangkat yang terhubung ke internet dari jarak jauh. Dengan memanfaatkan sensor, teknologi ini mampu melacak dan memantau berbagai kondisi vital seperti tingkat kelembaban, suhu udara, kebocoran air, hingga bahaya kebakaran di dalam rumah atau suatu ruangan [11].

2.4. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah papan elektronika berbasis chip ESP8266 yang mampu menjalankan fungsi mikrokontroler serta konektivitas internet (*Wi-Fi*) [12]. Karena banyaknya pin I/O, ini dapat dikembangkan sebagai aplikasi pemantauan dalam *project IoT*. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram dengan inspirasi Arduino menggunakan *compiler* Arduino. Bentuk fisiknya dari NodeMCU ESP8266 dan memiliki *port* USB (Mini USB) untuk memudahkan pemrograman [13].

2.5. Blynk

Blynk merupakan platform yang mudah diakses dan digunakan baik di iOS ataupun android. Platform ini berfungsi untuk mengendalikan mikrokontroler seperti Arduino, NodeMCU, dan mikrokontroler lainnya dengan menggunakan *wifi* dan internet. Platform ini tergolong sangat membantu menghemat waktu dan sumber daya saat membangun suatu aplikasi berbasis IoT [14].

3. METODE PENELITIAN

Dalam pembuatan penelitian ini, terdapat beberapa tahapan untuk menyelesaikannya. Adapun tahap pengerjaan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka penelitian

3.1. Studi Literatur

Untuk mendukung pendapat atau keyakinan dalam suatu mencapai tujuan, para penulis jurnal sering menggunakan studi pustaka atau bisa juga disebut studi literatur, yaitu

mengumpulkan atau menggabungkan semua data [15]. Pada tahapan ini, dilakukan pencarian dan menganalisis jurnal yang dibuat oleh peneliti-peneliti terdahulu tentang penyiraman tanaman otomatis yang dijadikan sebagai referensi dalam pembuatan penelitian ini.

3.2. Logika Fuzzy

Dalam penelitian ini dihasilkan keputusan menggunakan *fuzzy logic* yang terdiri dari beberapa tahap yaitu fuzzifikasi, mesin inferensi, dan defuzzifikasi [16]. Pada *output* yang dihasilkan adalah keputusan akhir apakah pompa air otomatis akan menyala atau tidak.

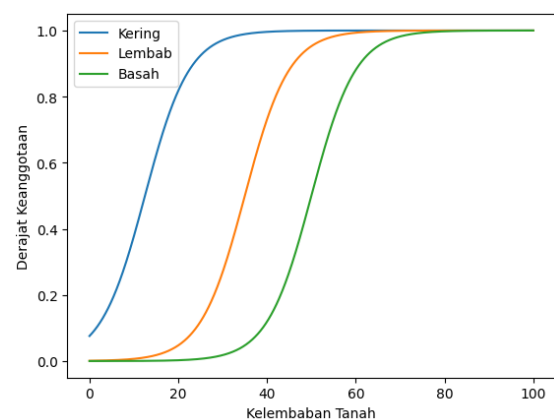
3.2.1. Fuzzifikasi

Pada tahap ini sensor YL-69 (*Soil Moisture Sensor*) akan menangkap nilai data pada kelembaban yang dicari kemudian dibaca oleh NodeMCU ESP8266 yaitu sebagai mikrokontroler pada alat ini. Lalu, untuk mengetahui *output* yang akan dihasilkan, tentukan variabel linguistik terlebih dahulu yang akan digunakan dan domain dari variabel tersebut seperti dalam Tabel 1.

Tabel 1. Variabel linguistik kelembaban tanah

Kelembaban tanah (%)	Variabel
0 – 25	Kering
15 – 55	Lembab
≥ 45	Basah

Berdasarkan Tabel 1, maka fungsi keanggotaan dari variabel linguistik pada variabel sensor input dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Fungsi keanggotaan sigmoid pada variabel sensor input

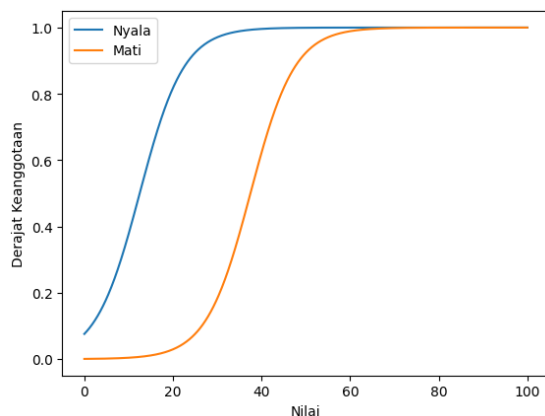
Untuk perhitungan *fuzzy* pada variabel input seperti himpunan kering, lembab, dan basah sebagai berikut.

$$\mu_{Kering}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 0 \\ 2 \left(\frac{x-0}{25-0} \right)^2; 0 \leq x \leq 15 \\ 1 - 2 \left(\frac{x-0}{25-0} \right)^2; 15 \leq x \leq 25 \\ 1; x \geq 25 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Lembab}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 15 \\ 2 \left(\frac{x-15}{55-15} \right)^2; 15 \leq x \leq 35 \\ 1 - 2 \left(\frac{x-15}{55-15} \right)^2; 35 \leq x \leq 55 \\ 1; x \geq 55 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{Basah}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 45 \\ 2 \left(\frac{x-45}{100-45} \right)^2; 45 \leq x \leq 67 \\ 1 - 2 \left(\frac{x-45}{100-45} \right)^2; 67 \leq x \leq 100 \\ 1; x \geq 100 \end{cases} \quad (3)$$

Kemudian, untuk fungsi keanggotaan dari variabel linguistik pada variabel sensor *output* dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Fungsi keanggotaan sigmoid pada variabel sensor *output*

Untuk perhitungan *fuzzy* pada variabel *output* seperti himpunan nyala dan mati sebagai berikut.

$$\mu_{Nyala}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 0 \\ 2 \left(\frac{x-0}{25-0} \right)^2; 0 \leq x \leq 15 \\ 1 - 2 \left(\frac{x-15}{100-15} \right)^2; 15 \leq x \leq 25 \\ 1; x \geq 25 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Mati}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 15 \\ 2 \left(\frac{x-15}{100-15} \right)^2; 15 \leq x \leq 57 \\ 1 - 2 \left(\frac{x-15}{100-15} \right)^2; 57 \leq x \leq 100 \\ 1; x \geq 100 \end{cases} \quad (5)$$

Keterangan:

$\mu_{Mati}(x)$ = derajat keanggotaan pada himpunan *fuzzy* "Mati"

x = domain yang didapat

3.2.2. Mesin Inferensi

Setelah mengetahui fungsi keanggotaan, selanjutnya dapat ditentukan aturan dasar untuk menentukan *output* atau keputusan yang akan diambil dengan aturan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Aturan dasar

Input sensor	Output keputusan (pompa)
Kering	Menyala
Lembab	Mati
Basah	Mati

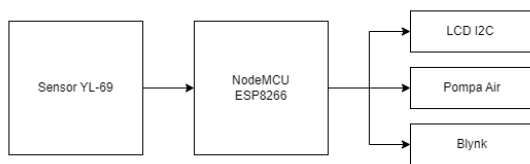
3.2.3. Defuzzifikasi

Pada tahap ini merupakan tahap *final* untuk menentukan *output* atau kondisi mana yang harus dilakukan berdasarkan hasil data nilai yang didapat dan kemudian menghasilkan keputusan sesuai dengan aturan dasar pada Tabel 2. Untuk implementasi hasil akan dijelaskan di bagian pembahasan.

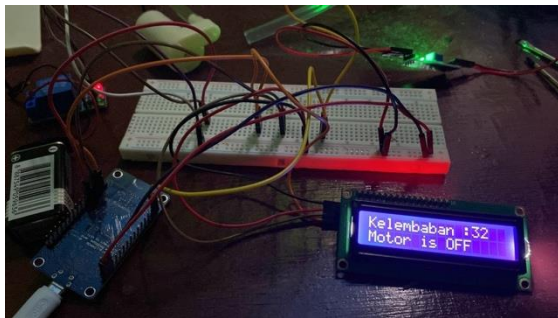
3.3. Perancangan Perangkat

Dalam perancangan sistem, dilakukan perancangan perangkat untuk sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan logika *fuzzy* dengan teknologi IoT berbasis ESP2866 dan aplikasi Blynk. Perancangan ini dilakukan dengan merangkai alat-alat seperti NodeMCU ESP8266, sensor YL-69, Relay, pompa mini 6V, selang kecil, LCD Display, I2C Converter yang dihubungkan satu sama lain dengan menggunakan *Connecting Cable* (Kabel Jumper) dan *breadboard*. Lalu, komponen

software yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu berupa platform Blynk sebagai notifikasi hasil alat uji, Arduino IDE sebagai aplikasi jalannya program alat uji, dan Jupyter Notebook sebagai platform untuk membuat grafik fungsi keanggotaan dari variabel sensor input serta *output* alat uji. Untuk gambaran proses perancangan alat serta dokumentasi dari perangkat dapat dilihat dalam Gambar 4 dan Gambar 5 secara berurut.



Gambar 4. Diagram sistem perancangan *hardware*



Gambar 5. Rangkaian alat uji

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah alat sudah terakit, perlu adanya pengujian alat tersebut untuk mendapatkan hasil data yang dapat dianalisis lebih lanjut dalam penelitian ini menggunakan logika *fuzzy* yang telah dikonfigurasi. Berikut merupakan hasil data yang telah didapat dalam bentuk tabel pada Tabel 3.

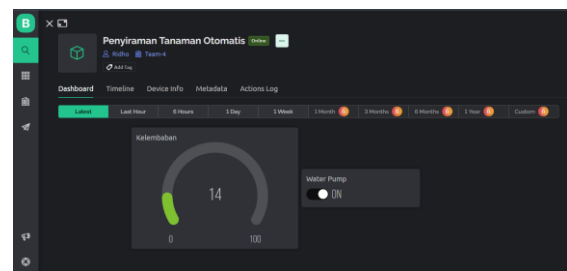
Tabel 3. Hasil pengujian kelembaban tanah

Kelembaban	Kondisi	Output	Keterangan
14%	Kering	Nyala	Percobaan 1
23%	Kering	Nyala	Percobaan 2
34%	Lembab	Mati	Percobaan 3
58%	Basah	Mati	Percobaan 4

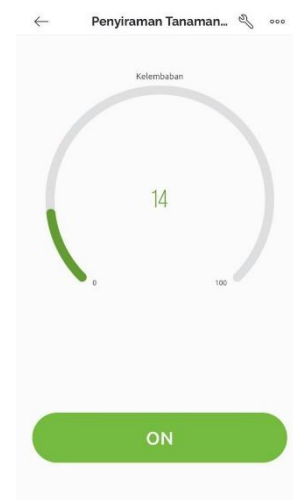
Tabel di atas merupakan hasil pengujian sensor kelembaban tanah (YL-69) yang dilakukan di lahan pertanian yang terletak di daerah RT. 011/RW. 004, Ds. Majalaya, Kec. Majalaya, Kab. Karawang, Jawa Barat.



Gambar 6. Salah satu dokumentasi hasil pengujian yang muncul pada LCD (*Liquid Crystal Display*)



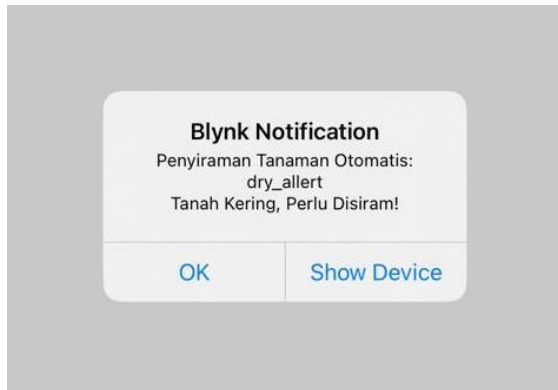
Gambar 7. Hasil pengujian yang muncul pada *dashboard website* Blynk



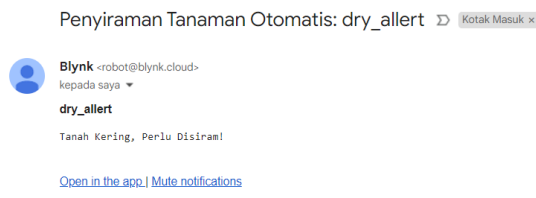
Gambar 8. Hasil pengujian yang muncul pada aplikasi Blynk di *smartphone*

Ketika sensor mendeteksi nilai kelembaban tanah $\leq 25\%$, maka akan terdapat notifikasi pada *smartphone* dan

email *user* yang berisi pesan “Tanah Kering, Perlu Disiram!”.

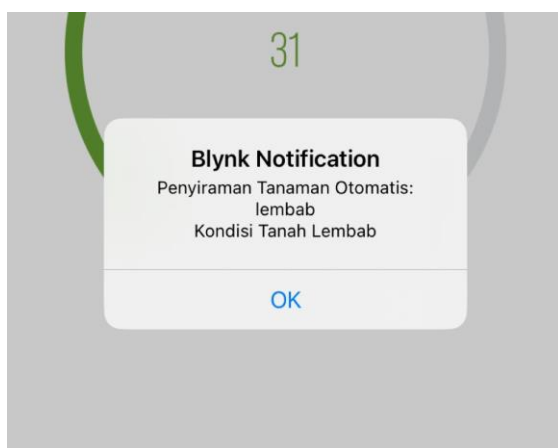


Gambar 9. Notifikasi yang muncul pada aplikasi Blynk di *smartphone*

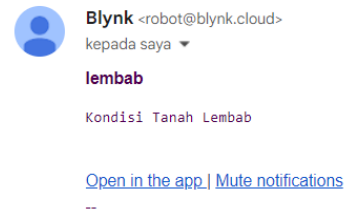


Gambar 10. Notifikasi yang muncul pada email

Ketika sensor mendeteksi nilai kelembaban tanah $> 25\%$, maka akan terdapat notifikasi pada *smartphone* dan email *user* yang berisi pesan “Kondisi Tanah Lembab”.



Gambar 11. Notifikasi yang muncul pada aplikasi Blynk di *smartphone*



Gambar 12. Notifikasi yang muncul pada email

Dalam implementasi alat menggunakan logika *fuzzy* berjalan dengan baik, kondisi tersebut dapat dilihat berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di lahan pertanian. Berdasarkan tabel hasil uji coba di atas, ketika nilai kelembaban kurang dari 25% (pada percobaan ke-1 dan ke-2), maka tanah tersebut tergolong dalam kategori kering kemudian pompa air pun otomatis menyala untuk menyiram tanaman. Setelah itu, pada percobaan ke-3 yang memiliki nilai kelembaban sebesar 34%, maka tanah tersebut tergolong dalam kategori lembab dan pompa air pun tidak akan menyala atau menghasilkan *output* mati. Dan pada percobaan ke-4 sensor mendeteksi nilai kelembaban sebesar 84%, maka tanah tersebut tergolong dalam kategori basah dan pompa air pun juga tidak akan menyala atau menghasilkan *output* mati. Ini telah sesuai dengan *rule* atau aturan yang berada di dalam program yang telah ditanamkan pada NodeMCU ESP8266 yang digunakan.

Pada *smartphone* dan email pun akan terdapat notifikasi “Tanah Kering, Perlu Disiram!” ketika nilai kelembaban tanah $\leq 25\%$, dan terdapat notifikasi “Kondisi Tanah Lembab” ketika nilai kelembaban tanah $> 25\%$. Notifikasi tersebut bertujuan agar pengguna dapat mengetahui kondisi terkini keadaan tanah ketika tidak sedang membuka aplikasi atau platform Blynk.

5. KESIMPULAN

- Pada alat sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah menggunakan logika *fuzzy* dengan teknologi IoT (*Internet of Things*) berbasis ESP8266 dan aplikasi Blynk yang dibuat dapat bekerja dengan baik.

- b. Dalam pengujiannya, ketika tanah pada tanaman memiliki nilai kelembaban $\leq 25\%$ menandakan kondisi kering dan memunculkan notifikasi “Tanah Kering, Perlu Disiram!”. Sedangkan apabila nilai kelembaban $> 25\%$ akan memunculkan notifikasi “Kondisi Tanah Lembab”. Notifikasi ini bertujuan agar *user* dapat mengetahui kondisi terkini keadaan tanah ketika tidak sedang membuka aplikasi atau platform Blynk.
- c. Dengan adanya alat ini, penyiraman tanaman dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan, sehingga penyiraman air pada tanaman tidak berlebihan ataupun kurang dari kebutuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ratna Mufidah, M.Kom. selaku Dosen Prodi Informatika Universitas Singaperbangsa Karawang yang telah membimbing selama penyusunan jurnal ini berlangsung. Kemudian, penulis juga ingin berterima kasih kepada pihak terlibat yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. M. A. Wattimena, “Pendampingan Masyarakat sebagai Upaya Konservasi Kawasan Pesisir di Negeri Passo, Kota Ambon,” *MAANU: J. Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 46-52, 2023.
- [2] S. S. Olis, “Analisis Perancangan Sistem Monitoring Penyiraman Tanaman Stroberi Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani,” in *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Manajemen Informatika Universitas Nusa Putra*, vol. 2, no. 2, 2022.
- [3] I. Mahfuddin and A. H. Lubis, “Prototype Sistem Penyiram Lahan Perkebunan Kangkung Otomatis Berbasis Internet of Things dengan Logika Fuzzy Sugeno,” *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 4, no. 2, pp. 443-450, 2023.
- [4] E. Ryansyah and A. S. Y. Irawan, “Systematic Literature Review (SLR): Penyalahgunaan Wifi Publik Terhadap Orang Awam yang ada di Indonesia,” *Jurnal Informatika Dan Tekonologi Komputer (JITEK)*, vol. 3, no. 1, pp. 1-13, 2023.
- [5] N. Anis and A. S. Budi, “Sistem Penyiraman Tanaman Bawang Merah berdasarkan Kondisi Suhu 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.
- [6] S. B. Mursalin, H. Sunardi, and Z. Zulkifli, “Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy,” *J. Informatika Global*, vol. 11, no. 1, pp. 1-7, 2020.
- [7] R. Tullah, S. Sutarnan, and A. H. Setyawan, “Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Toko Tanaman Hias Yopi,” *J. Sisfotek Global*, vol. 9, no. 1, pp. 100-105, 2019.
- [8] M. Hendri, S. Sucipto, and R. W. S. Insani, “Sistem Penyiraman Otomatis pada Tanaman Cabai Rawit Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno,” *Universitas Muhammadiyah Pontianak*, 2022.
- [9] A. Nugroho, A. F. Daru, and A. E. Cahyono, “Otomatisasi Penyiraman Tanaman Dengan Metode Saw Menggunakan Arduino Berbasis Web,” *J. Pengemb. Rekayasa dan Teknol.*, vol. 13, no. 2, pp. 52-57, 2018.
- [10] B. Sugandi and J. Armentaria, “Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Metode Logika Fuzzy,” *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 5-8, Jun. 2021.
- [11] S. K. Risandriya, “Pemantauan dan Pengendalian Kelembapan, Suhu, dan Intensitas Cahaya Tanaman Tomat dengan Logika Fuzzy Berbasis IoT,” *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 9-14, 2019.
- [12] F. M. Erbyansyah, “Smart Garden for the Care of Aglonemaseeds Using NodeMCU ESP 8266 with the Telegram-Based Fuzzy Logic Method,” *Universitas Nasional*, 2023.
- [13] M. A. Gobel and A. R. K. Haba, “Rancang Bangun Prototype Sistem Pendeteksi Banjir Menggunakan Thingspeak Dan Esp8266,” *J. Ilmiah Ilmu Komputer Banthayo Lo Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 85-91, 2022.
- [14] A. N. Rostini and A. P. Junfithrana, “Aplikasi smart home node mcu iot untuk blynk,” *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 7, no. 1, pp. 1-7, 2020.
- [15] E. Ryansyah, M. Y. Fauzan, R. Maulana, and C. Rozikin, “Survei Tingkat Pemahaman Mahasiswa Mengenai Ancaman Keamanan Sistem pada Facebook,” *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 7, no. 3, pp. 292-299, 2023.
- [16] A. Aldi, A. Ahmad, N. Emir Nasrullah, and S. Sumadi, “Rancang Bangun Sistem Kendali Intensitas Cahaya Lampu Ruangan Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, pp. 178-185, 2024.