

## IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC* UNTUK PENGATURAN KELEMBAPAN TANAH PADA TANAMAN SAWI BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

J. Rifaldo Pagala<sup>1</sup>, Kristofel Santa<sup>2</sup>, Quido C. Kainde<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Negeri Manado  
Tondano, Sulawesi Utara

e-mail: \*[20210079@unima.ac.id](mailto:20210079@unima.ac.id), [kristofelsanta@unima.ac.id](mailto:kristofelsanta@unima.ac.id), [quidokainde@unima.ac.id](mailto:quidokainde@unima.ac.id)

### *Abstract*

*The soil moisture regulation system in mustard plants is an important part of ensuring optimal plant growth. In this study, we tested a soil moisture regulation system using fuzzy logic over a 7-day period. The test was carried out by watering in the morning and evening, according to the needs of mustard plants which require soil moisture to be maintained in the range of 50-70%. Soil moisture data was taken at 6:00 am and 4:30 pm using a soil moisture sensor. Tests were also conducted using Blynk software to visually monitor soil moisture. The test results show that the system is able to adjust the watering duration based on the measured soil moisture, in accordance with the rules set in fuzzy logic. Although there are variations in soil moisture every day, the system can still function well in maintaining soil moisture in the desired range.*

**Keyword:** *Fuzzy, Mustard Crop, Soil Moisture Regulation, Soil Moisture Sensor*

### PENDAHULUAN

Tanaman sawi (*Brassica rapa*) merupakan tanaman sayuran yang mempunyai peranan penting dalam sektor pertanian dan memenuhi berbagai kebutuhan pangan manusia. Pertumbuhan sawi yang optimal memerlukan perhatian yang cermat terhadap faktor lingkungan, termasuk kelembapan tanah. Kelembapan tanah adalah akibat penguapan melalui permukaan tanah, jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah menjadi sangat dinamis (Pineng & Tandirerung, 2021; Hikmah et al., 2021; Lahallo et al., 2022). Perencanaan irigasi, deteksi dini kekeringan, dan pengelolaan sumber daya semuanya memanfaatkan kelembapan tanah. Tanaman dapat layu karena tingkat kelembapan tanah yang rendah, namun tanaman dapat terselamatkan jika dilakukan pengairan atau penyiraman tepat waktu (Normah et al., 2022). Pembudidayaan membutuhkan banyak air untuk membudidayakan sawi dengan baik. Karena air diperlukan agar sawi bisa tumbuh subur, pedoman kelembapan tanah dengan kelembapan 50% hingga 70% cocok untuk tanaman sawi (Pratama & Setiawan, 2021).

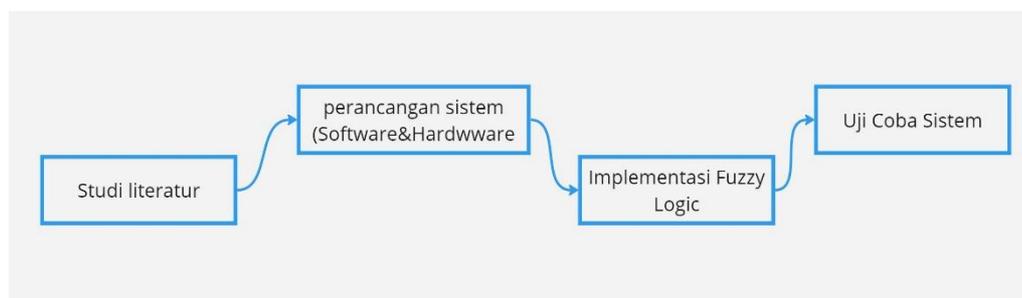
Dengan penggunaan logika fuzzy ini peneliti mengharapkan hasil pertumbuhan tanaman sawi dapat optimal. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Tulus Pranata, Beni Irawan, dan Ilhamsyah yang berjudul “Penerapan Logika Fuzzy Pada Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler” dimana pada penelitian mereka temuan dari percobaan sistem yang dilakukan pada tanaman seledri. Melalui pengujian sistem yang berlangsung selama tujuh hari dan melibatkan dua polibag berisi tanaman seledri, diketahui bahwa rata-rata tingkat kelembapan tanah dapat dipertahankan pada 73,93% selama percobaan berlangsung (Pranata et al., 2020). Penelitian lain juga yang dilakukan oleh Jonshon Tarigan yang berjudul “Perancangan Sistem Penyiraman otomatis Tanaman Sawi Berbasis Arduino Uno dan Sensor Kelembapan” dimana penelitian ini menghasilkan desain sistem otomatis penyiraman tanaman mustard menggunakan sensor kelembapan tanah dan Arduino Uno. Pengontrol sistem ini adalah Arduino Uno, pompa udara dikendalikan oleh pengontrol relai, dan pembacaan kelembapan tanah ditampilkan pada layar LCD. Alat ini dapat mengairi tanaman secara otomatis berdasarkan jumlah kelembapan tanah yang telah dipantau. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini bekerja secara

efektif dan berpotensi mempermudah penyiraman sawi. Kisaran kelembaban tanah yang ideal untuk tanaman sawi, sebagaimana ditentukan oleh pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini, adalah antara 60% dan 75% (Tarigan et al., 2020).

Salah satu elemen *soft computing* yang memetakan permasalahan mulai dari *input* hingga *output* yang diantisipasi adalah logika fuzzy. Logika fuzzy hadir dengan sejumlah keunggulan, termasuk kemampuan untuk memodelkan fungsi non-linier yang sangat kompleks, bekerja sama dengan teknik kontrol konvensional, didasarkan pada bahasa alami, fleksibel dalam penerapannya, memiliki toleransi terhadap data yang tidak akurat, dan mudah digunakan untuk dipahami karena konsep matematikanya yang sederhana (Normah et al., 2022). Mengintegrasikan teknologi *IoT* dengan logika fuzzy dalam pengaturan kelembaban tanah dapat memberikan solusi yang lebih otomatis, cerdas, dan adaptif untuk pengaturan kelembaban tanah untuk tanaman sawi. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan fuzzy logic pada teknologi *Internet of Things* untuk pengaturan kelembaban tanah yang sesuai pada tanaman sawi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan dengan beberapa tahap untuk perancangan sistem pengaturan kelembaban tanah pada tanaman sawi berbasis *Internet of Things (IoT)*. Adapun tahapan metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

### 1. Studi Literatur

Kegiatan pada tahap ini adalah mengumpulkan referensi sebagai dasar teori yang diambil dari buku, jurnal ilmiah dan artikel lainnya dari internet serta sumber lainnya mengenai sistem pengaturan kelembaban tanah berbasis *Internet of Things* menggunakan algoritma Fuzzy Logic.

### 2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem yaitu perancangan *software* dan *hardware*nya, dilakukan untuk pembuatan desain *prototype* yang digunakan pada sistem pengaturan kelembaban tanah pada tanaman berbasis *IOT* menggunakan mikrokontroler NodeMCU. Alat ini dikendalikan melalui hardware NodeMCU, juga terdapat sensor kelembaban tanah, relay, LCD dan juga *Software Blynk* untuk memonitor kelembaban tanah.

### 3. Implementasi Fuzzy Logic

Pada tahap ini akan mengimplentasikan logika fuzzy pada sistem berdasarkan input variabel dari sensor kelembaban tanah yang di ambil secara *real-time*. Pada tahap ini juga akan menggunakan hardware NodeMCU dengan bahasa pemrograman C++

### 4. Uji Coba Sistem

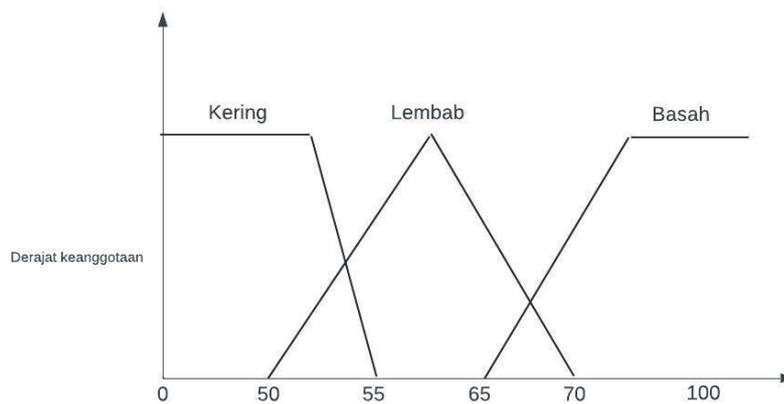
Berdasarkan pengamatan kelembaban tanah secara *real-time*, sistem pengaturan kelembaban tanah menggunakan *Internet of Things* dengan logika fuzzy diuji pada tanaman sawi. Nilai kelembaban tanah dengan demikian menjadi masukan. Pengujian alat dilakukan dengan batasan waktu tertentu. Misalnya, pengujian dilakukan pada tingkat kelembapan yang bervariasi pada pagi, siang, dan malam hari. Hasilnya, data ditampilkan dalam kategori penyiraman berat, sedang, ringan, dan tidak ada penyiraman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Perancangan *Software*

Adapun perangkat lunak (*software*) yang digunakan yaitu Arduino IDE sebagai pemrograman dan metode logika fuzzy sebagai pengendali alat pada sistem. Perancangan *software* yang akan dibuat dalam model penelitian ini diawali dengan didapatkannya nilai kelembapan tanah dan persentasenya, kemudian data dari sensor dijadikan sebagai input dalam metode fuzzy logic, yang selanjutnya masuk pada aturan.

Fuzzyfikasi merupakan tahap yang mengambil nilai-nilai tegas dan menentukan derajat keanggotaan, dimana nilai-nilai tersebut menjadi anggota dari setiap himpunan fuzzy (Rahmawati et al., 2020; Upuy & Hiariey, 2023). Kemudian, fuzzy inferensi sebagai pembuat aturan pengolah data *input* sensor dalam kondisi yang ditentukan dengan penyesuaian penelitian yang menggunakan basis aturan IF THEN selanjutnya defuzzyfikasi sebagai langkah akhir dari aturan fuzzy dimana menentukan hasil *output* dari aturan aturan yang telah dibuat (Nugroho et al., 2019; Athiyah et al., 2021).



Gambar 2. Derajat Keanggotaan

Dimana

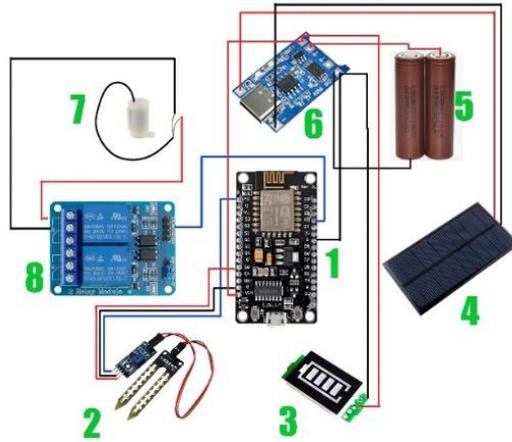
- Kering = 0-55
- Lembab = 50-70
- Basah = 65-100

Basis Aturan (IF-THEN Rule)

Setelah pembentukan himpunan fuzzy (fuzzifikasi), maka dilakukan pembentukan aturan fuzzy (*fuzzy rule*). Aturan aturan dibentuk untuk menyatakan relasi antara *input* dan *output*. dan yang memetakan antara *input-output* adalah IF THEN. Berdasarkan fungsi keanggotaan *input* yang telah dibentuk sebelumnya, maka dibentuk aturan sebagai berikut :

- IF K.Tanah Kering THEN Pompa (ON) Durasi (Lama)
- IF K. Tanah Lembab THEN Pompa (ON) Durasi (Cepat)
- IF K. Tanah Basah THEN Pompa (OF) (Tidak Menyiram)

## B. Perancangan Hardware



Gambar 3. Perancangan Hardware

## C. Implementasi Fuzzy Logic

Salah satu unsur *soft computing* yang pertama kali dikemukakan oleh Profesor Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 adalah logika fuzzy. Teori himpunan fuzzy, yang menjadi dasar logika fuzzy, memandang derajat dukungan sebagai faktor penting dalam menentukan ada atau tidaknya komponen-komponen dalam suatu himpunan. Ciri utama logika fuzzy adalah nilai keanggotaan, derajat keanggotaan, atau fungsi keanggotaan. Himpunan fuzzy terdiri dari dua karakteristik, yaitu (Sari, 2021) :

1. Linguistik, khususnya istilah suatu kategori yang menggunakan bahasa alami untuk menunjukkan suatu keadaan; misalnya, istilah kering, lembab, dan basah mewakili variabel suhu.
2. Numerik; yaitu suatu nilai, seperti 10, 20, 40, dan seterusnya, yang menunjukkan besarnya suatu variabel. Dalam penelitian ini, logika fuzzy diterapkan untuk mewakili kategori irigasi dari tingkat kelembaban.

Pada tahap ini, penulis mengimplementasikan logika fuzzy dengan menggunakan *Software ARDUINO IDE* seperti yang telah dijelaskan pada tahap perancangan *software*. Logika fuzzy di terapkan pada mikrokontroler NodeMCU ESP 8266 dengan menggunakan port D3 untuk *water pump* dan port A0 untuk *sensor soil moisture*. Berikut adalah implementasi logikanya

```
v2.2f.ino
24 void setup() {
25   Serial.begin(9600);
26   pinMode(WATER_PUMP_PIN, OUTPUT);
27   digitalWrite(WATER_PUMP_PIN, HIGH);
28
29   Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.cloud", 80);
30   timer.setInterval(1000L, checkSoilMoisture);
31 }
32
33 BLYNK_WRITE(V1) {
34   Relay = param.asInt();
35
36   if (Relay == 1) {
37     digitalWrite(WATER_PUMP_PIN, LOW);
38   } else {
39     digitalWrite(WATER_PUMP_PIN, HIGH);
40   }
41 }
42
43 void checkSoilMoisture() {
44   int soilMoisture = analogRead(SENSOR_PIN);
45   soilMoisture = map(soilMoisture, 0, 1024, 0, 100);
46   soilMoisture = (soilMoisture - 100) * -1;
47
48   float humidity = dht.readHumidity();
49   float temperature = dht.readTemperature();
50
51   Blynk.virtualWrite(V0, soilMoisture);
}
```

Gambar 4. Implementasi pada NodeMCU

#### D. Uji Coba Keseluruhan Sistem

Pada tahap ini merupakan tahap untuk menguji coba keseluruhan sistem pengaturan kelembapan tanah pada tanaman sawi apakah logika fuzzy berfungsi sesuai dengan aturan-aturan yang telah dibuat sebelumnya pada tahap perancangan *software*. Uji coba alat dilakukan dengan menyesuaikan waktu tertentu. Misalkan di pagi hari dan sore hari dengan kelembapan yang berbeda sehingga dapat diketahui hasilnya berupa kategori durasi penyiraman yaitu lama, cepat ataupun tidak menyiram.

##### 1. Pengujian sistem pada tanaman sawi

Pengujian dilakukan untuk melihat kerja sistem secara nyata yang dilakukan selama 7 hari pada tanaman Sawi, dengan waktu untuk memulai penyiraman diatur pada jam 6.00 pagi dan juga 4.30 sore. Penyiraman dilakukan dua kali sehari, hal ini mengacu pada kebutuhan tanaman sawi yang memerlukan penyiraman minimal 1 kali sehari pada pagi atau sore hari dan kelembapan tanah dijaga pada rentang 50-70 %. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut :

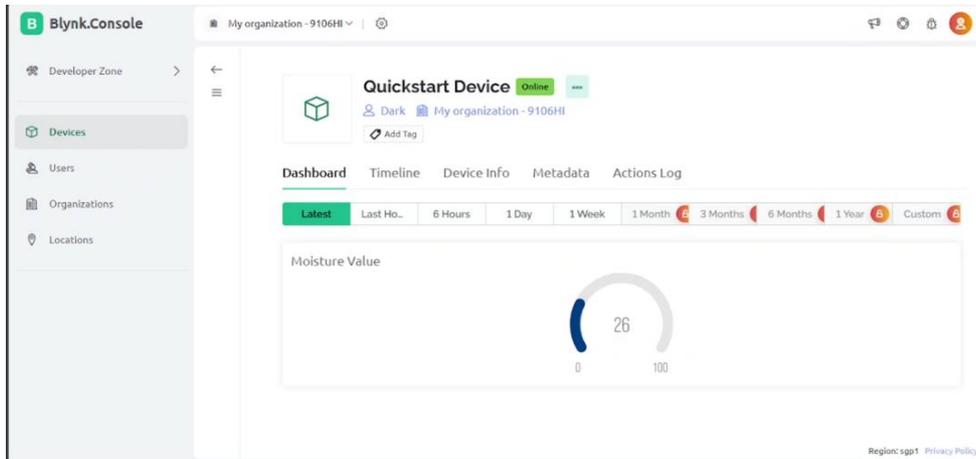
Tabel 1. Pengujian Sistem pada Tanaman Sawi

Pengujian	Jam	Bacaan sensor	Bacaan sensor manual	Durasi	Tanah setelah disiram
hari 1	6.00	26 %	Terdeteksi tanah kering	lama	70%
	4.30	40%	Terdeteksi tanah lembab	cepat	70%
hari 2	6.00	25%	Terdeteksi tanah kering	lama	70%
	4.30	29%	Terdeteksi tanah kering	lama	70%
hari 3	6.00	27%	Terdeteksi tanah kering	lama	70%
	4.30	29%	Terdeteksi tanah lembab	lama	70%
hari 4	6.00	30%	Terdeteksi tanah kering	lama	70%
	4.30	30%	Terdeteksi tanah kering	lama	70%
hari 5	6.00	44%	Terdeteksi tanah lembab	cepat	70%
	4.30	29%	Terdeteksi tanah kering	lama	70%
hari 6	6.00	28%	Terdeteksi tanah kering	lama	70%
	4.30	27%	Terdeteksi tanah kering	lama	70%
hari 7	6.00	43%	Terdeteksi tanah lembab	cepat	70%
	4.30	43%	Terdeteksi tanah lembab	cepat	70%

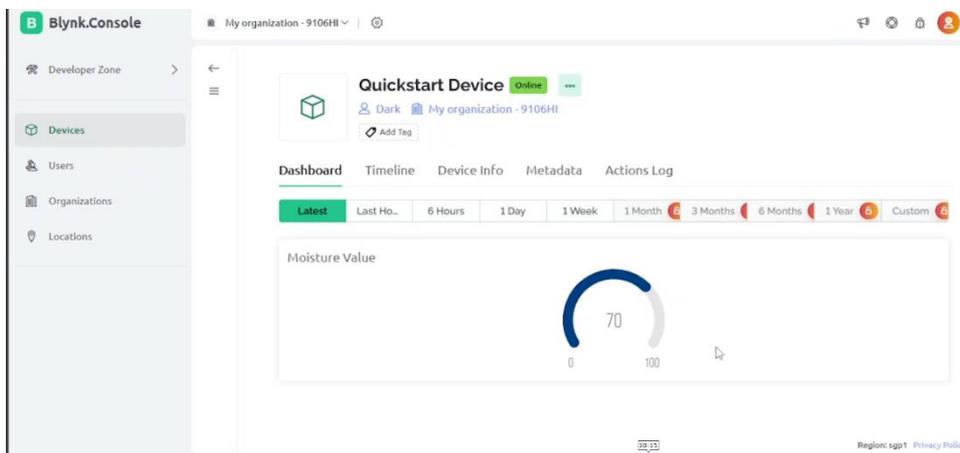
##### 2. Pengujian menggunakan Software Blynk

###### a. Pengujian hari pertama sampai hari ketujuh

Pada hari pertama pengujian dilakukan pada hari senin pagi hari jam 6.00 didapatkan kelembapan tanah sebesar 26% dan pada sore hari jam 4.30 didapatkan kelembapan tanah sebesar 40% sebelum penyiraman. Hasil pengujian bisa dilihat pada gambar berikut :



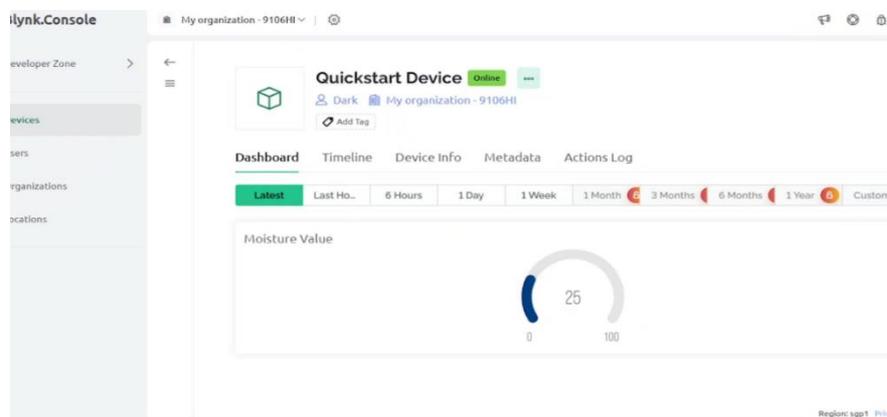
Gambar 5. Pengujian pagi hari 1 belum disiram



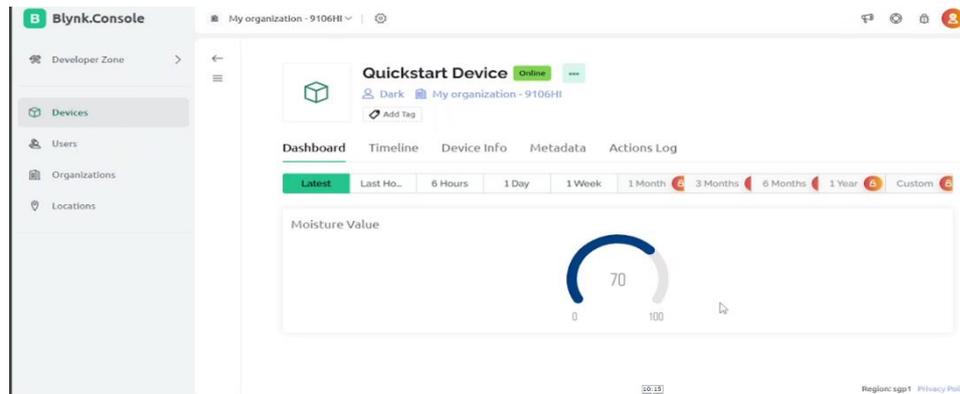
Gambar 6. Pagi hari 1 setelah penyiraman

b. Pengujian hari ke-2

Pada hari kedua pengujian dilakukan pada hari selasa pagi hari jam 6.00 didapatkan kelembapan tanah sebesar 25 % dan pada sore hari jam 4.30 didapatkan kelembapan tanah sebesar 29% sebelum penyiraman. Hasil pengujian bisa dilihat pada gambar berikut :



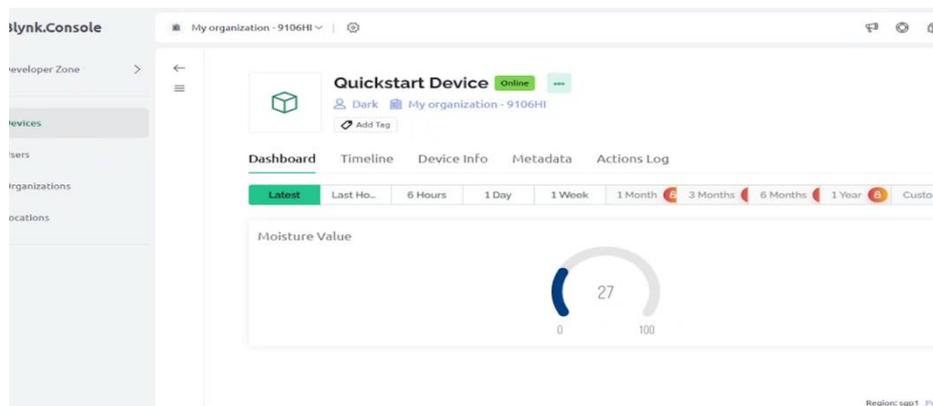
Gambar 7. Pengujian pagi hari 2 sebelum penyiraman



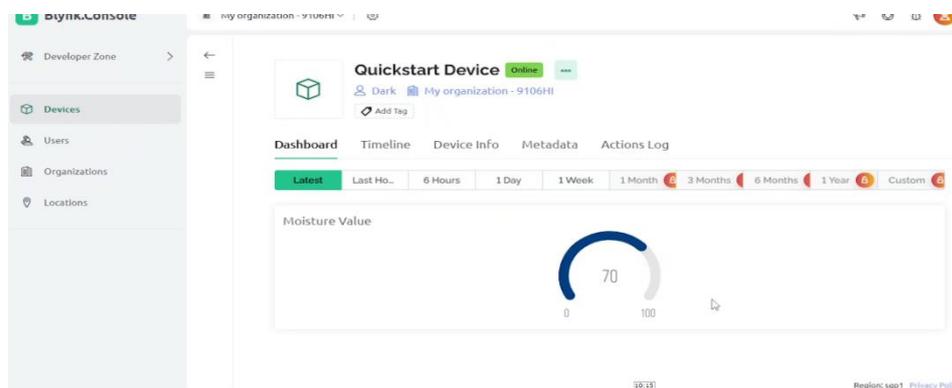
Gambar 8. Pengujian pagi hari 2 setelah penyiraman

c. Pengujian hari ke-3

Pada hari ketiga pengujian dilakukan pada hari rabu pagi hari jam 6.00 didapatkan kelembapan tanah sebesar 27 % dan pada sore hari jam 4.30 didapatkan kelembapan tanah sebesar 29% sebelum penyiraman. Hasil pengujian bisa dilihat pada gambar berikut:



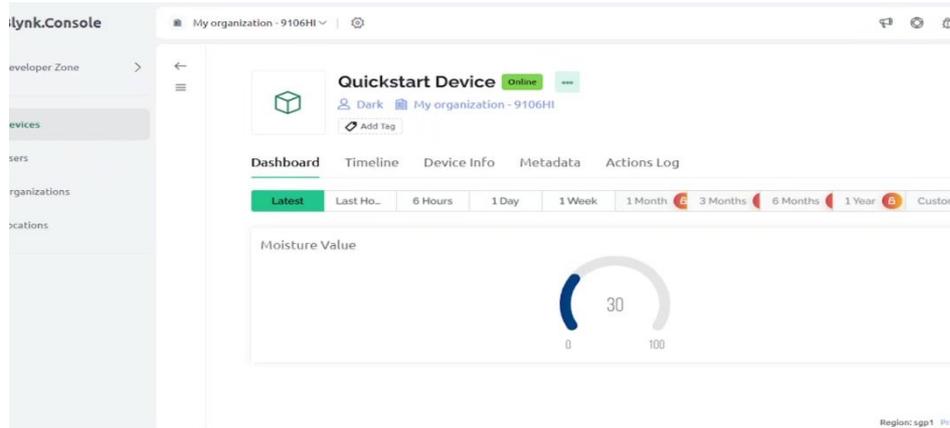
Gambar 9. Pengujian pagi hari 3 sebelum penyiraman



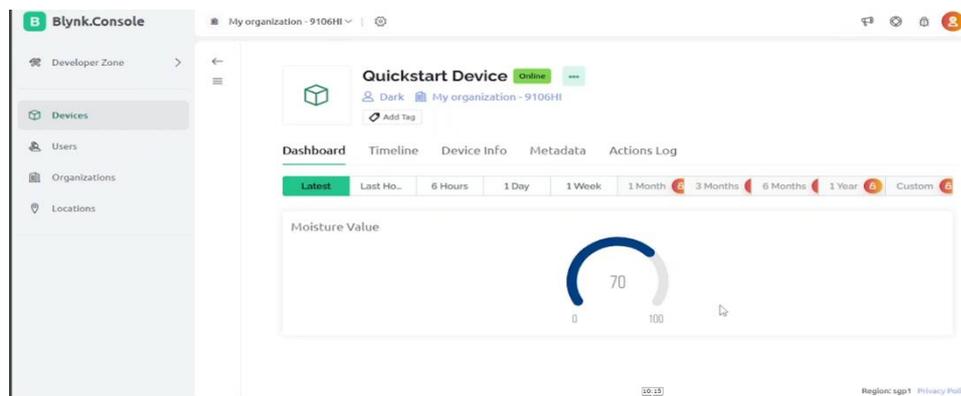
Gambar 10. Pengujian pagi hari 3 setelah penyiraman

d. Pengujian hari ke-4

Pada hari keempat pengujian dilakukan pada hari Kamis pagi hari jam 6.00 didapatkan kelembapan tanah sebesar 30 % dan pada sore hari jam 4.30 didapatkan kelembapan tanah sebesar 30% sebelum penyiraman. Hasil pengujian bisa dilihat pada gambar berikut:



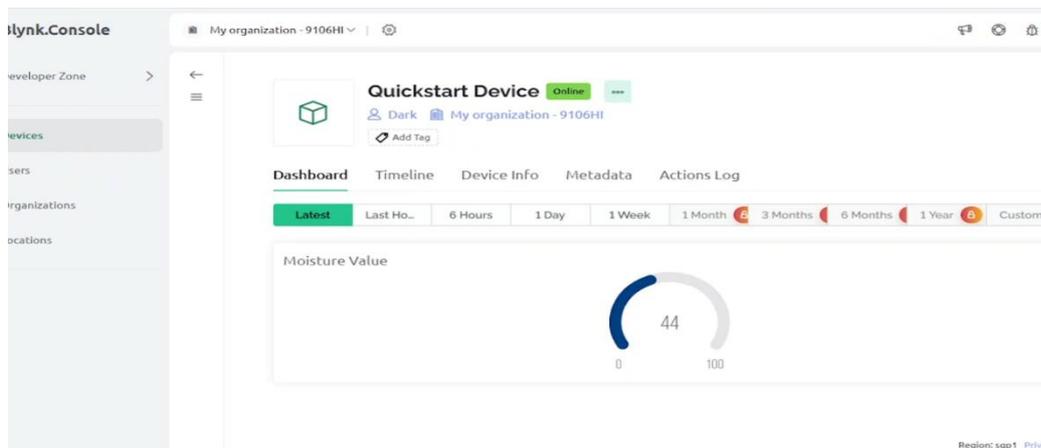
Gambar 11. Pengujian pagi hari 4 sebelum penyiraman



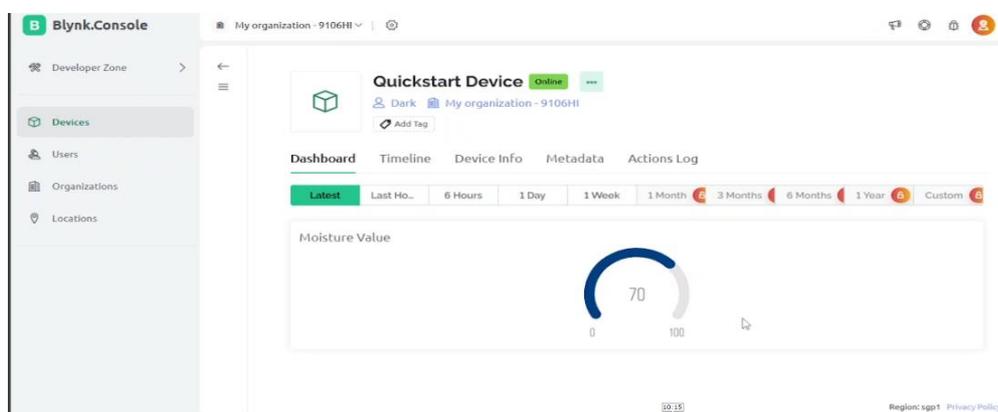
Gambar 12. Pengujian pagi hari 4 setelah penyiraman

e. Pengujian hari ke-5

Pada hari kelima pengujian dilakukan pada hari Jumat pagi hari jam 6.00 didapatkan kelembapan tanah sebesar 44 % dan pada sore hari jam 4.30 didapatkan kelembapan tanah sebesar 29% sebelum penyiraman. Hasil pengujian bisa dilihat pada gambar 4.20 berikut :



Gambar 13. Pengujian pagi hari 5 sebelum penyiraman



Gambar 14. Pengujian pagi hari 5 setelah penyiraman

## KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang di dapat setelah melakukan pengujian sistem pengaturan kelembapan tanah pada tanaman sawi berbasis *internet of things* adalah sistem pengaturan kelembapan tanah menggunakan logika fuzzy telah berhasil dirancang dan diuji coba selama 7 hari dengan hasil yang dapat dilihat pada tahap serangkaian pengujian. Variasi kelembapan tanah terlihat setiap harinya, menunjukkan dinamika yang perlu diperhatikan dalam pengaturan penyiraman. Durasi penyiraman berhasil disesuaikan dengan kelembapan tanah yang terukur, menunjukkan efektivitas logika fuzzy dalam mengatur sistem penyiraman, Penggunaan *Software Blynk* memudahkan pemantauan kelembapan tanah secara visual dan membantu dalam pengambilan keputusan. Meskipun beberapa pengukuran kelembapan tanah berada di luar rentang optimal yang ditetapkan, namun sistem masih dapat berfungsi dengan baik dan memberikan hasil yang memadai.

## SARAN

- Melakukan evaluasi lebih lanjut terhadap aturan-aturan yang telah dibuat dalam logika fuzzy untuk meningkatkan keakuratan dalam pengaturan penyiraman.
- Memperluas rentang pengukuran kelembapan tanah yang dianggap optimal untuk menangani variasi alami dalam kondisi lingkungan.
- Mengintegrasikan sensor kelembapan tanah yang lebih akurat atau tambahan sensor lain untuk memperoleh data yang lebih terperinci.
- Memperluas pengujian sistem dengan mempertimbangkan berbagai kondisi lingkungan yang mungkin berbeda, seperti perbedaan musim atau cuaca.
- Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan efisiensi sistem dan memastikan bahwa pertumbuhan tanaman sawi dapat ditingkatkan secara signifikan.

Dengan mengambil langkah-langkah tersebut, diharapkan sistem pengaturan kelembapan tanah pada tanaman sawi dapat lebih dioptimalkan dan memberikan hasil yang lebih konsisten serta memuaskan dalam jangka panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Athiyah, U., Handayani, A. P., Aldean, M. Y., Putra, N. P., & Ramadhani, R. (2021). Sistem Inferensi Fuzzy: Pengertian, Penerapan, dan Manfaatnya. *Journal of Dinda : Data Science, Information Technology, and Data Analytics*, 1(2), 73–76. <https://doi.org/10.20895/dinda.v1i2.201>
- Hikmah, P. I. N., Mislana, & Rahmiati. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Tanah pada Media Tanam Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328P. *Progressive Physics Journal*, 2(1), 29–36.
- Lahallo, M., Suaedi, S., & Manrulu, R. H. (2022). Rancang Bangun Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Bahan Stenlis Steel Tipe 304 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Applied Physics of Cokroaminoto Palopo*, 3(2), 33–41.
- Normah, Rifai, B., Vambudi, S., & Maulana, R. (2022). Perancangan Alat Ukur Kelembaban Tanah Media Tanaman Hias Menggunakan Sensor YL-69 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, 8(2), 174–180. <https://doi.org/10.31294/jtk.v4i2>
- Nugroho, R. P., Setiawan, B. D., & Furqon, M. T. (2019). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Menentukan Harga Sewa Hotel ( Studi Kasus : Gili Amor Boutique Resort , Dusun Gili Trawangan , Nusa Tenggara Barat ). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informatika Dan Ilmu Komputer*, 3(3), 2581–2588. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/4755>
- Pineng, M., & Tandirerung, W. Y. (2021). Monitoring Kelembaban Tanah Pada Persemaian Bibit Tanaman Berbasis Arduino. *Infinity*, 1(1), 15–20. <https://doi.org/10.47178/infinity.v1i1.996>
- Pranata, T., Irawan, B., & Ilhamsyah. (2020). Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, 03(2), 11–22.
- Pratama, M. K. N., & Setiawan, G. (2021). Rancang Bangun Sistem Pengontrol Kelembaban Tanah Pertanian Sayur Pakcoy dan Sawi. *Jurnal Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi*, 13(2), 101–108. <https://doi.org/10.5614/joki.2021.13.2.5>
- Rahmawati, R., Rahma, A. N., & Hernita, H. (2020). Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Dalam Menentukan Jumlah Pembiayaan Rahn Berdasarkan Jumlah Nasabah Dan Harga Emas. *MAp (Mathematics and Applications) Journal*, 2(2), 40–49. <https://doi.org/10.15548/map.v2i2.2263>
- Sari, Y. R. (2021). Penerapan Logika Fuzzy Metode Mamdani dalam Menyelesaikan Masalah Produksi Garam Nasional. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 8(1), 341–356. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i1.647>
- Tarigan, J., Bukit, M., Sutaji, H. I., & Deka, A. (2020). Perancangan Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Sawi Berbasis Arduino Uno Dan Sensor Kelembaban. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(1),

21–26.

Upuy, D., & Hiariey, A. H. (2023). Implementasi Fuzzy Sugeno Untuk Menentukan Jumlah Produksi Tahu. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Terapan*, 10(2), 91–94.