



Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Pada Greenhouse Berbasis Android Menggunakan Fuzzy Sugeno

Alvira Fauziah Rahmah¹, Dwi Sartika Simatupang², Alun Sujjada³

Email: ¹alvira.fauziah@nusaputra.ac.id, ²dwi.simatupang@nusaputra.ac.id, ³alun.sujjada@nusaputra.ac.id

^{1,2,3} Teknik Informatika, Teknik, Komputer dan Desain, Universitas Nusa Putra

Diterima: 26 Juni 2023 | Direvisi: - | Disetujui: 30 Agustus 2023
©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

Perkembangan teknologi akan terus berkembang sangat cepat dalam kemajuan di segala bidang dan dapat memudahkan pekerjaan manusia, salah satunya yaitu dalam sektor bidang pertanian. Salah satu dari kemajuan teknologi tersebut yaitu dalam sistem kontrol dan otomatisasi. Cuaca di Indonesia seringkali tidak menentu, sehingga menyebabkan terjadinya gagal panen. Hal ini membuat petani menggunakan beberapa cara untuk membuat tanaman mereka dapat tetap bertahan meskipun cuaca seringkali berubah, salah satunya adalah dengan menggunakan greenhouse. Masalah yang ada di greenhouse pada tanaman tomat apel yaitu belum adanya alat untuk monitoring pH tanah, suhu dan kelembapan secara *realtime*, selain dari itu, penyiraman tanaman masih manual sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama dalam proses penyiraman serta kurang meratanya pemberian nutrisi sehingga tumbuhan tomat tidak tumbuh dengan baik, selain dari itu petani sedikit kesusahan dalam mengecek tandon air penyiraman karena masih diisi secara manual. Untuk memudahkan para petani dalam menyiram tanaman dan pemberian pupuk dan nutrisi. Perancangan monitoring ini menggunakan metode *prototype* dan logika *fuzzy sugeno*. Dari hasil pengujian sistem, maka di dapatkan error dari sensor kelembapan tanah (Soil Moisture) sebesar 0,03% dengan selisih 2,4, error dari sensor ultrasonik sebesar 0,08% dengan selisih 9,6, dan error dari Sensor DHT 11 (Sensor suhu) sebesar 0,036% dengan selisih 0,74. Rata-rata error yang dihasilkan dari perbandingan lamanya penyiraman antara matlab dan jam digital adalah 0,844%.

Kata kunci: Green House, Tanaman Tomat, Internet of Things, Prototype, dan logika fuzzy sugeno.

Plant monitoring and control system in android-based greenhouse using fuzzy sugeno

Abstract

Technological developments will continue to develop very quickly in progress in all fields and can facilitate human work, one of which is in the agricultural sector. One of these technological advancements is in control and automation systems. The weather in Indonesia is often erratic, leading to crop failure. This makes farmers use several ways to keep their crops afloat even though the weather often changes, one of which is by using a greenhouse. The problem in the greenhouse for apple tomato plants is that there is no tool for monitoring soil pH, temperature and humidity in real time, apart from that, watering the plants is still manual so that it takes quite a long time in the watering process and the distribution of nutrients is uneven so that the tomato plants do not growing well, apart from that farmers have a little difficulty in checking the water reservoirs because they are still filled manually. To facilitate farmers in watering plants and providing fertilizers and nutrients. This monitoring design uses the prototype method and Sugeno fuzzy logic. From the results of system testing, an error from the soil moisture sensor is obtained by 0.03% with a difference of 2.4, an error from the ultrasonic sensor is 0.08% with a difference of 9.6, and an error from the DHT sensor 11 (temperature sensor) of 0.036% with a difference of 0.74. The average error resulting from the comparison of the duration of watering between matlab and digital clocks is 0.844%.

Keywords: Green House, Tomato Plant, Internet of Things, Prototype, and sugeno fuzzy logic.

1. PENDAHULUAN

Penyiraman tanaman yaitu pekerjaan sehari-hari yang dilakukan oleh petani. Perawatan tanaman tentunya harus secara intensif dan berskala agar tanaman terlihat lebih sehat dan segar [1]. Salah satu langkah yang harus dilakukan dengan cara penyiraman yang teratur. Perawatan tanaman selain dari pemupukan, penyiraman yang efektif sangat dibutuhkan untuk membantu proses pertumbuhan tanaman, penyiraman tanaman adalah salah satu pekerjaan yang rutin dilakukan secara konvensional yang biasanya memunculkan berbagai permasalahan[2][3].

Permasalahan akan lebih kompleks jika tanaman yang dirawat merupakan tanaman yang membutuhkan perawatan yang lebih spesifik dan intensif, contohnya seperti tanaman tomat karena dibutuhkan pola penyiraman yang spesifik dan intensif pula. Salah satu solusinya adalah dalam penyiraman tanaman secara efektif dan tepat waktu. Sehingga akan membantu jika ada suatu monitoring penyiraman otomatis yang dapat melakukan penyiraman secara merata sesuai dengan kebutuhan[4].

Tomat cenderung lebih besar dengan ukuran buah yang bisa mencapai 10-15 cm berat mencapai 400-500 gram. Tomat membutuhkan waktu yang cukup lama untuk matang, biasanya sekitar 80-90 hari sehari tanaman. Tomat membutuhkan sinar matahari penuh selama 6-8 jam sehari. Nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman tomat meliputi nitrogen, fosfor, dan kalium, pemberian pupuk setiap 2-3 minggu atau sesuai dengan petunjuk pada kemasan pupuk yang digunakan [5]. Kelembaban yang baik untuk tanaman tomat apel berkisar antara 60-80%. Suhu yang ideal untuk tanaman tomat apel sekitar 21° C - 27° C. Berdasarkan permasalahan diatas maka dibangunlah “Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Pada Greenhouse Berbasis Android Menggunakan Fuzzy Sugeno” untuk memberikan solusi dalam penyelesaian permasalahan yang ada, dengan membuat Sistem monitoring dan kontrol tanaman tomat pada greenhouse berbasis *IoT* dan Android, sistem di menggunakan metode logic fuzzy sugeno, untuk membantu masyarakat dalam melakukan penyiraman dan mengetahui hasil yang diinginkan, diperlukan suatu teknologi yang melakukan penyiraman secara otomatis. Pendekatan fuzzy Sugeno merupakan salah satu yang dapat digunakan untuk membuat sistem penyiraman otomatis[6].

Untuk memudahkan para petani dalam menyiram tanaman dan pemberian pupuk dan nutrisi. Perancangan monitoring ini menggunakan beberapa komponen antara lain *Soil Moisture* untuk kelembaban tanah, sensor DHT11 untuk suhu sekitar, NodeMCU esp32 sebagai *mikrokontroler*, Ph tanah untuk melihat kelembaban tanahnya. Selain itu juga menggunakan LCD sebagai pemantau nilai kelembaban tanah, nilai suhu, Ph tanah dan notifikasi penyiraman. Hasil penyiraman menunjukkan kategori penyiraman antara lainnya banyak, sedang, sedikit dan tidak menyiraman[7].

Dengan adanya sistem ini semoga memberikan kontribusi yang baik dan tepat untuk petani dan memberikan dampak hasil panen yang optimal serta menghindari dari kegagalan panen yang dapat merugikan para petani dan menurunnya angka produksi tomat.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode kualitatif yang digunakan dalam proses pengumpulan data dan alurnya bisa dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini :

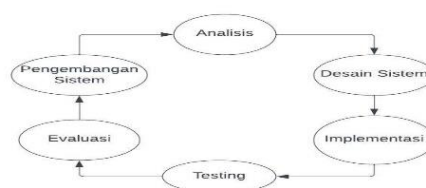


Gambar 2. 1 Metode Pengumpulan Data

- Observasi yaitu teknik dengan mengamati dan memperhatikan secara langsung suatu objek, peristiwa, atau kejadian, observasi merupakan teknik untuk mengumpulkan fakta atau informasi.
- Wawancara yaitu proses tanya jawab antara peneliti dan narasumber dengan menanyakan kebutuhan mengenai penyiraman otomatis pada tanaman tomat di greenhouse yang diterapkan secara langsung, teknik ini digunakan untuk mendapatkan bahan atau data yang diperlukan oleh peneliti.
- Studi Literatur sebagai tambahan dalam pengumpulan data yang menjadi sumber dan mendapatkan informasi melalui internet berupa buku, jurnal dan laporan lainnya untuk dijadikan referensi dalam penulisan ini.

2.3 Metode Pengembangan Sistem

Dalam penelitian Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Tomat Pada Greehouse Berbasis *IOT* dan *Android* ini menggunakan metode *Prototype*. Pada metode ini berupa perangkat lunak yang berbentuk fisik yang digunakan untuk mendefinisikan persyaratan desain[8]. *Prototype* digunakan oleh pengembang untuk perencanaan dan analisis. Sehingga pada tahap uji coba yang dilakukan secara waktu yang bersamaan dengan proses pengembangan sistem[9].



Gambar 2. 2 Metode Pengembangan Sistem

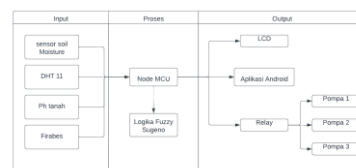
- a. Analisis merupakan suatu proses yang dilakukan agar penulis mengetahui permasalahan yang ada dan dapat menganalisis apa saja yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan sistem yang telah dibangunnya.

Table 2. 1 Analisi Kebutuhan Sistem

No	Nama Komponen	Fungsi
1.	Node Mcu esp 32	Sebagai mikrokontroller
2.	Senor Soil Moisture	Untuk mengukur kelembapan tanah pada tanaman tomat
3.	Sensor Ph tanah	Untuk mengukur Ph tanah pada tanaman tomat
4.	Sensor DHT 11	Untuk mengukur suhu ruangan pada greenhouse
5.	Relay	Relay digunakan untuk mengaktifkan otomatis yang terdapat pada mini pompa
6.	LCD 16 x 2	Menampilkan data dari sensor kelembapan tanah dan sensor Ph tanah
7.	Motor Dc	Untuk mengatur kecepatan putaran alat penyiram sesuai dengan perintah kontroler.
8.	Ultrasonic	Untuk melihat ketinggian air pada tando

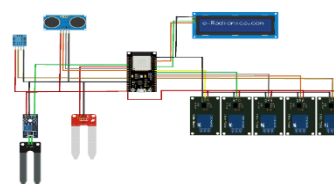
- b. Desain sistem merupakan suatu tahap dimana peneliti membuat sebuah perancangan *flowchat system*, perancangan *software* dan *hardware* serta sensor yang akan digunakan dan berfokus pada penyajian yang akan dibangun.

- Pada blok diagram di atas menjelaskan rangkain Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Tomat Pada Greenhouse berbasis IoT dan Android, pada sistem penelitian ini terdapat input, prose dan output. blok diagram diatas memiliki fungsi-fungsi yaitu pada input Sensor Soil Moisture (mengukur kadar air atau kelembapan tanah), Ph (mengukur ph tanah apakah tanah dalam kondisi kering, basah dan normal), DHT 11 (untuk mendeteksi nilai suhu yang ada digreenhouse) dan firebase untuk menyimpan data. Data yang telah didapatkan akan dikirim kedalam Node MCU esp32 dan dilakukan proses pengolahan data menggunakan fuzzy sugeno. Setelah itu akan proses pengolahan data dilakukan, LCD sebagai output untuk menampilkan data sensor dan relay akan dihubungkan ke arus dan pengendalian untuk pompa air, pupuk dan nutrisi yang akan dihubungkan dengan motor dc, motor cd ini untuk menyiramkan tanaman secara merata.



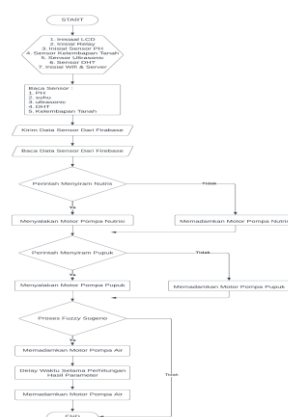
Gambar 2. 3 Blok Diagram

- Rangkain alat keras adalah gambaran mengenai alat yang digabungkan kepada kabel diantara komponen untuk menghubungkan satu sama yang lain.



Gambar 2. 4 Rangkaian alata keras

- Flowchat sistem merupakan bagian alur sistem apakah sistem ini bekerja. Dibawah ini merupakan rancangan pada sistem ditujukan pada gambar 2.5 dibawah ini :



Gambar 2. 5 Flowchat Sistem

- c. Implementasi merupakan suatu tahap sistem yang akan dikembangkan dalam program yang akan digunakan, dalam sebuah sistem yang telah direncanakan yang dibuat sebagai kebutuhan serta memasukkan kode programan terhadap sistem yang sudah dirancang.
- d. Evaluasi merupakan tahapan pada penerapan logika fuzzy sugeno pada Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Pada Greenhouse Berbasis Android Menggunakan Fuzzy Sugeno yang dibuat.
- e. Pengembangan sistem merupakan tahap yang dilakukan ketika perangkat yang dirancang telah diuji dan sesuai dengan harapan sehingga sistem tersebut telah layak digunakan.

2.4 Metode fuzzy sugeno

Metode fuzzy Sugeno adalah teknik inferensi fuzzy untuk aturan yang dinyatakan sebagai pernyataan IF-THEN, dimana output (konsekuensi) dari sistem berbentuk konstanta atau persamaan linier dari pada himpunan fuzzy. Output metode sugeno bukan menghasilkan berupa himpunan fuzzy akan tetapi menghasilkan berupa persamaan linear[8]. Berdasarkan model fuzzy tersebut, terdapat tahapan-tahapan yang harus diikuti untuk menghitung metode fuzzy Sugeno, antara lain:

- a. Fuzzifikasi
Fuzzifikasi yaitu proses untuk mengubah variabel non-fuzzy menjadi variabel linguistik. himpunan fuzzy kemudian dikelompokkan. Tujuannya adalah untuk menentukan derajat nilai keanggotaan[8].
- b. Implikasi
Implikasi adalah Prosedur penentuan nilai minimum (nilai terkecil) dari aturan yang dibangun tersebut sebagai cara untuk menentukan nilai keluaran dari aturan IF-THEN[10]. Hal tersebut dikarenakan pada tahapan pembentukan *rules* sugeno menggunakan operator AND.
- c. Defuzzifikasi
Proses menggunakan variabel tunggal kedalam variabel keluar dengan metode *center of area* atau metode keanggotaan maksimum. Kebalikan dari proses fuzzifikasi disebut defuzzifikasi[11]. Prosedur defuzzifikasi metode perhitungan Sugeno menggunakan Weight Average (WA) dan rumus berikut:

$$Z = \frac{a_1 z_1 + a_2 z_2 + a_m z}{a_1 + a_2 + \dots + a_m} \quad (1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Desain Sistem

Implementasi desain sistem dibagi menjadi 2 (dua) yaitu Implementasi perangkat keras (Hardware) dan implementasi perangkat lunak (Software).

3.1.1 Implementasi Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat Keras (Hardware) adalah hasil penerapan dari perancangan rangkaian alat yang telah dibuat sebelumnya yang. Dimana perakitan alat bisa dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini :

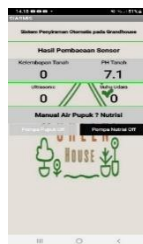


Gambar 3. 1 Implementasi Perangkat Keras

3.1.2 Implementasi perangkat lunak (Software)

Pada bagian implementasi software yaitu berisikan mengenai penjelasan software sudah yang sudah dibuat.

- Implementasi Aplikasi Android
Aplikasi Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Tomat Pada *Greenhouse* dibuat menggunakan Mit App untuk membuat aplikasinya. Adanya aplikasi ini diantaranya dapat mengontrol kondisi *greenhouse* dari manapun dan kapanpun. Dimana penampilan aplikasi bisa dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini :



Gambar 3. 2 Implementasi Aplikasi Andorid

- Implementasi Perangkat Lunak Arduino

Perangkat lunak berperan dalam terbentuk sistem ini, agar alat dapat bekerja sebagaimana fungsinya. Pernagkat lunak yang dipakai dalam pembuatan sistem adalah Arduino IDE. Sebagai aplikasi menulis pemrograman yang kemudian diupload ke Arduino. Pada gambar 3.3 dibawah ini merupakan penulisan program pada Arduino IDE.



Gambar 3. 3 Implementasi Perangkat Lunak Arduino

3.1.3 Pembentukan Logika Fuzzy Sugeno

Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Tomat Pada Greenhouse berdasarkan Ph dan kelembapan tanah ini akan di kendalikan langsung oleh mikrokontroller Esp 32. Untuk mengambil keputusan berdasarkan kondisi tanah. Mikrokontroller ini menggunakan metode Fuzzy Sugeno dalam menentukan kondisi yang sesuai dengan yang di harapkan [12]. Untuk mengetahui kondisi kelembapan dan Ph tanah tertentu. Fuzzy sugeno memiliki beberapa tahapan yaitu Fuzzifikasi, implikasi dan defuzzifikasi [13].

a. Fuzzifikasi

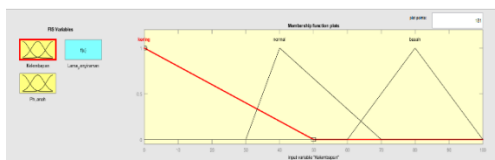
Pada Kelembapan tanah memiliki nilai linguistik yaitu kering, normal, basah. Waktu penyiraman memiliki nilai linguistik yaitu tidak menyiram, cepat, sedang, lama, dan sangat lama.

Himpuna rentang variabel kelembapan tanah dapat dilihat di table 3.1 dibawah ini :

Table 3. 1 Himpuna rentang variabel kelembapan tanah

Rentang kelembapan	Variabel Linguistic
0 – 50 %	Kering
30 – 70 %	Normal
60 – 100 %	Basah

Berikut ini menunjukan himpunan Variabel Linguistic pada kelembapan tanah ditunjukan pada gambar 3.4 dibawah ini:



Gambar 3. 4 Himpunan Variabel Linguistic Kelempnan Tanah

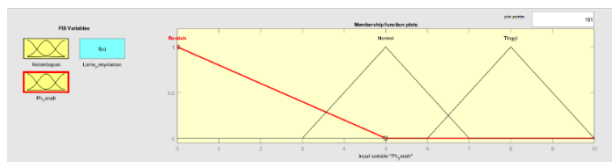
Ph tanah memiliki nilai linguistik yaitu berupa tinggi, normal dan rendah. Waktu penyiraman memiliki nilai linguistik yaitu tidak menyiram, cepat, sedang, lama, dan sangat lama.

Himpuna rentang variabel Ph tanah dapat dilihat di table 4.7 dibawah ini :

Table 3. 2 Himpuna rentang variabel pH tanah

Rentang Ph	Variabel Linguistic
$0 - 5 c^o$	Rendah
$3 - 7 c^o$	Normal
$6 - 10 c^o$	Tinggi

Berikut ini menunjukan himpunan Variabel Linguistic pada pH tanah ditunjukan pada gambar 3.5 dibawah ini:



Gambar 3. 5 Himpunan Variabel Linguistic Ph Tanah

b. Implikasi

Jika ditulis dalam IF-THEN rules atau aturan JIKA-MAKA maka atauranya sebagai berikut :

Table 3. 3 Implemetasi Fuzzy

No	Input		Output
	Kelembapan tanah	Ph tanah	Lama Penyiraman tanaman
1.	Kering	Rendah	SangatLlama
2.	Kering	Normal	Lama
3.	Kering	Tinggi	Sedang
4.	Normal	Rendah	Cepat
5.	Normal	Normal	Tidak Menyiram
6.	Normal	Tinggi	Cepat
7.	Basah	Rendah	Cepat
8.	Basah	Normal	Tidak Menyiram
9.	Basah	Tinggi	Sedang

c. Defuzzyfikasi

Proses Defuzzyfikasi dilakukan dengan perhitungan *Weight Average* (WA/Z):

Misalkan, Kita ambil contoh soal berikut :

berapa lama penyiraman jika kelembapannya 45 dan ph nya 6 ?

Penyelesaian :

Kita lihat pada himpunan *fuzzy* bahwa ph 6 berada pada normal dan tinggi sedangkan kelembapan 45 berada pada titik normal dan kering, sehingga :

$$\alpha_{\text{normal}} = \text{tinggi} [6] = \frac{6-3}{5,5-3} = \frac{3}{2,5} = 1,2 \quad (2)$$

$$\alpha_{\text{tinggi}} = \text{tinggi} [6] = \frac{5,5-6}{5,5-3} = \frac{0,5}{2,5} = 0,2 \quad (3)$$

$$\alpha_{\text{kering}} = \text{kering}[45] = \frac{50-45}{50-40} = \frac{5}{10} = 0,2 \quad (4)$$

$$\alpha_{\text{normal}} = \text{normal}[45] = \frac{45-40}{50-40} = \frac{5}{15} = 0,2 \quad (5)$$

$$\alpha_{\text{normal}} \cap \alpha_{\text{tinggi}} = 1,2 \times \text{cepat} (4) = 4,8 \quad (6)$$

$\alpha_{normal} \cap \alpha_{rendah} = 0,2 \times \text{cepat (4)} = 0,8$ (7)

$\alpha_{kering} \cap \alpha_{normal} = 0,2 \times \text{lama (9)} = 1,8$ (8)

$\alpha_{kering} \cap \alpha_{rendah} = 0,2 \times \text{sangat lama (12)} = 2,4$ (9)

$$Z = \frac{4,8 + 0,8 + 1,8 + 2,4}{1,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2} = \frac{9,8}{1,8} = 5,4$$

Sehingga lama penyiraman ketika kelembapan bernilai 45 % dan ph 6 maka lama penyiramannya yaitu 5,4 detik.

3.1.4 Pengujian Sistem

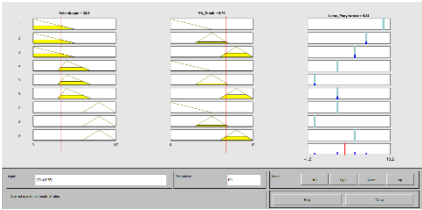
3.1.4.1 Pengujian Fuungsional

Pada mengujian ini berfungsi pada kerja sistem alat, apakah alat ini sudah sesuai yang dibauat apa belum. Pada gambar dibawah meruapakan proses pengujain alat.



Gambar 3. 6 Pengujian Alat

Pada pengujian Fuzzy Logic Toolbox pada MATLAB digunakan untuk pengujian fuzzy Sugeno yang merupakan pengujian sistem inferensi fuzzy tipe Sugeno.



Gambar 3. 7 Pengujian Fuzzy Logic Toolbox pada MATLAB

Dibawah ini merupakan pengujian terhadap fungsi komponen pada pembuatan Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Pada Greenhouse Berbasis Android Menggunakan Fuzzy Sugeno. Hasil pejuian alat dapat dilihat di table

Table 3. 4 Pengujian Komponen

No	Pengujian	Keterangan	
		Berjalan	Tidak berjalan
1.	Sensor Soil Masture	✓	
2.	Sensor DHT 11	✓	
3.	LCD 16X2	✓	
4.	Node MCU ESP 32	✓	
5.	Sensor ph tanah	✓	

3.1.4.2 Usability

Pada pengujian usability adalah Quisioner yang diberikan kepada 50 responden. Dibawah ini merupakan table hasil pengisi dari penelitian Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Pada Greenhouse Berbasis Android Menggunakan Fuzzy Sugeno [14].

Table 3. 5 Hasil Quisioner

P	Keterangan				
	STS	TS	BS	S	SS
P1	2	0	8	20	20
P2	2	1	2	19	26
P3	2	0	7	14	27
P4	2	0	10	16	22
P5	0	1	8	22	19
P6	1	0	5	24	20

Setelah menentukan interval selanjutnya kita harus mendapatkan hasil penilaiannya interpretasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Y = Skor tertinggi likert x jumlah responden, maka $5 \times 50 = 250$

X = Skor terendah likert x jumlah responden, maka $1 \times 50 = 50$

Dan langkah selanjutnya menentukan interpretasi dari setiap pertanyaan yang diisi oleh responden

$$\text{Presentase Usability} = \frac{\text{Total Skor}}{\text{Nilai Maksimum}} \times 100$$

Berikut ini merupakan perhitungan pada Quisioner pada number 1 yaitu :

$$\text{Presentase \%} = \frac{206}{250} \times 100$$

Dibawah ini merupakan quisioner mengenai kesetujan responden terhadap membuat Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Pada Greenhouse Berbasis Android Menggunakan Fuzzy Sugeno. Ditunjukkan pada table

Table 3. 6 Hasil Persentase Quisioner

Pertanyaan	Total Skor	Prsentase	Kriterian
1	206	82,4%	Sangat Setuju
2	216	86,4%	Sangat Setuju
3	216	86,4%	Sangat Setuju
4	231	92,4%	Sangat Setuju
5	209	83,6%	Sangat Setuju
6	212	84,8%	Sangat Setuju
Rata – Rata Presentase		86%	Sangat Setuju

Dari tabel berikut kita dapat ketahui bahwa rata-rata dari eman pertanyaan yang diberikan peneliti dihasilkan persentasi kesetujan responden mengenai penelitian ini yaitu pada responden 1 menunjukan 68,66% kriteria suju, responden 2 menunjukan 86,6%, responden ke 3 menunjukan 86,4%, responden 4 menunjuka 82,4%, responden 5 menunjuka 83,6%, responden 6 menunjuka 84,8%. Hal menunjukan rata-rata presentase 86% tersebut membuktikan banyaknya responden yang setuju akan pentingnya akan kegunaan monitoring penyiram dan kontrol tanaman tomat pada greenhouse.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, perancangan, implementasi, dan sampai pada tahap pengujian, maka dapat disimpulkan yang dapat diambil adalah Sistem ini menentukan Lamanya penyiraman tanaman tomat apel pada greenhouse menggunakan fuzzy sugeno dengan menentukan parameter ph tanah dan kelembapan tanah, dimana parameter tanah memiliki nilai 0 – 10 dan kelembapan 0 %– 100%. Fuzzy sugeno dibuat dengan 3 cara yaitu fuzzyfikasi (membuat himpunan fuzzy), membuat aturan, defuzzyfikasi. Menggunakan 2 variabel input dan menggunakan 1 variabel output. Variabel input pertama (ph tanah) memiliki 3 variabel lingwistik rendah, normal dan tinggi, Variabel input 2 (ph tanah) memiliki 3 variabel lingwistik kering normal, dan basah. Untuk variabel lingwistik yaitu tidak menyiram, sedang, cepat, sangat cepat. Pada hasil uji usability dapat diperoleh rata-rata tertinggi yaitu 26% dimana 26% berada pada interval kesetujuan setuju. Bahwa hal itu membuktikan penerapan Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Pada Greenhouse Berbasis Android Menggunakan Fuzzy Sugeno ini dapat mudah diterapkan dan dapat manfaat bagi para petani tanaman tomat pada greenhouse guna untuk memenuhi kadar air dalam tanaman sehingga tanaman bisa tumbuh dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. B. Dwinugroho, Y. T. Hapsari, and Kurniawanti, "Greenhouse automation: Smart watering system for plants in greenhouse using programmable logic control (PLC)," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1823, no. 1, pp. 0–9, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1823/1/012014.
- [2] A. Sujjada, Rizki Maulana, and Anggun Fergina, "Rancang Bangun Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU dan Telegram," *J. RESTIKOM Ris. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 45–49, 2023, doi: 10.52005/restikom.v4i1.115.
- [3] R. Gunawan, T. Andhika, . S., and F. Hibatulloh, "Monitoring System for Soil Moisture, Temperature, pH and Automatic Watering of Tomato Plants Based on Internet of Things," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 66–78, 2019, doi: 10.34010/telekontran.v7i1.1640.
- [4] F. Marinus, B. Yulianti, and M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Berdasarkan Waktu Menggunakan Rtc Berbasis Arduino Uno Pada Tanaman Tomat," *J. Univ. Suryadarma*, pp. 78–89, 2020.
- [5] D. Anggreyani, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Suhu dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Tomat Berbasis Internet of Things," p. 19, 2021, [Online]. Available: http://eprints.poltektegal.ac.id/1053/1/Rancang_Bangun_Sistem_Monitoring_Kelembaban_Tanah%2C_Suhu_Dan_Penyiraman_Otomatis_Pada_Tanaman_Tomat_Berbasis_Internet_Of_Things.pdf
- [6] A. Reichenbach *et al.*, "Perancangan sistem penyiraman otomatis tanaman bawang dengan metode fuzzy sugeno berbasis arduino uno," *Prog. Retin. Eye Res.*, vol. 561, no. 3, pp. S2–S3, 2019.
- [7] N. Fauzia, N. Kholis, and H. K. Wardana, "Otomatisasi Penyiraman Tanaman Cabai Dan Tomat Berbasis Iot," *Reaktom Rekayasa Keteknikan dan Optimasi*, vol. 6, no. 1, pp. 22–28, 2021.
- [8] I. Ahmad, "Implementasi Metode Fuzzy Sugeno Untuk Mensimulasi Perilaku," 2019.
- [9] A. S. Rahmat, "Sistem Monitoring pada Smart Aeroponics Tanaman Selada Berbasis Internet of Things (IoT)," 2021, [Online]. Available: <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/689>
- [10] R. D. Irsansyah, "Sistem Monitoring Tanaman Cabai Menggunakan Fuzzy Logic Sugeno Dengan Konsep Internet of Things (IoT)," 2020, [Online]. Available: <http://repository.untag-sby.ac.id/id/eprint/5928>
- [11] K. Alfianugraha, "Rancang Bangun Alat Penyiraman Tanaman Tomat Otomatis Menggunakan Sensor Rtc Berbasis Arduino Uno," *COMSERVA J. Penelit. ...*, vol. 2, no. 5, pp. 369–383, 2022, doi: 10.36418/comserva.v2i5.317.
- [12] 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.
- [13] S. B. Mursalin, H. Sunardi, and Z. Zulkifli, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy," *J. Ilm. Inform. Glob.*, vol. 11, no. 1, pp. 47–54, 2020, doi: 10.36982/jig.v11i1.1072.
- [14] S. Agustian and S. Ramadhani, "Jurnal Computer Science and Information Technology (CoSciTech) menggunakan algoritma lexicrank," vol. 3, no. 3, pp. 371–381, 2022.