

PERBANDINGAN PENERAPAN METODE FUZZY SUGENO DAN SUKAMOTO PADA SISTEM IRIGASI AIR SAWAH

Bintang Nur Laksana, Karina Auliasari, Hani Zulfia Zahro'

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
Bintangnur1998@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia adalah tanah yang terkenal dengan kesuburannya, terutama pulau jawa. Perkebunan, Pertanian adalah pekerjaan mayoritas masyarakat Indonesia. Untuk menjadikan Indonesia menjadi negara swasembada salah satunya adalah meningkatkan mutu dari hasil pangan tersebut. Salah satunya hal yang bisa menentukan keberhasilan adalah meningkatkan sistem pengairan atau sistem irigasi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut peneliti mengembangkan sebuah sistem irigasi air sawah otomatis dengan mengimplementasikan algoritma fuzzy. Sistem tersebut bisa memudahkan para petani untuk memperoleh hasil pertanian yang bagus, dan bisa meringankan beban petani dalam segi waktu yang dibutuhkan untuk mengontrol air lahan sawah. Sistem irigasi air sawah menggunakan metode Fuzzy Sugeno dan Tsukamoto, data nilai yang diambil adalah nilai sensor kelembapan tanah dan nilai LDR untuk menggerakkan motor servo pintu air terbuka atau tertutup. Kemudian sensor waterlevel digunakan untuk melihat tinggi permukaan air penyimpanan. Hasil dari pengujian dari sensor ldr dan sensor soil moisture dibandingkan dengan alat threeway meter memiliki tingkat eror 0,41% dan 0,21%. Hasil dari output data sensor kedalam website sesuai dari nilai aslinya tanpa ada nilai eror. Berdasarkan hasil pengujian dari kedua metode didapatkan hasil Berdasarkan hasil pengujian dari kedua metode didapatkan hasil nilai akurasi sistem Tsukamoto sebanyak 66% dan Sugeno 100%

Kata Kunci: *Internet of Things, Fuzzy Tsukamoto, Fuzzy Sugeno*

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah tanah yang terkenal dengan kesuburannya, terutama pulau jawa. Perkebunan, Pertanian adalah pekerjaan mayoritas masyarakat Indonesia. Hal ini yang membuat Indonesia menjadi negara swasembada pangan 20 tahun yang lalu. Saat ini pemerintah juga ingin membuat Indonesia meraih kembali penghargaan itu. Poin tersebut terdapat pada salah satu program pemerintah yaitu nawacita, yaitu mewujudkan kemandirian ekonomi dengan menggerakkan sektor-sektor strategis ekonomi domestik.[1] Untuk menjadikan Indonesia menjadi negara swasembada salah satunya adalah meningkatkan mutu dari hasil pangan tersebut. Salah satunya hal yang bisa menentukan keberhasilan adalah meningkatkan sistem pengairan atau sistem irigasi. Hal itu bisa dilakukan dengan mengembangkan teknologi dengan inovasi pengelolaan irigasi air sawah yang bisa dimanfaatkan oleh para petani.

Di pedesaan rata rata petani belum bisa menggunakan teknologi untuk memudahkan dalam pengontrolan air irigasi sawah. Sebagian besar masih menggunakan cara tradisional dengan mengairi sawah tanpa memperhatikan kondisi lahan. Hal itu juga bisa membuat tanaman tidak bagus dan tidak efisien terhadap waktu.

Untuk mengatasi hal tersebut peneliti menawarkan sebuah inovasi yaitu sistem irigasi air sawah otomatis dengan menerapkan algoritma fuzzy. Sistem tersebut bisa memudahkan para petani untuk

memperoleh hasil pertanian yang bagus, dan bisa meringankan beban petani dalam segi waktu yang dibutuhkan untuk mengontrol air lahan sawah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait Irigasi

Menurut Udang Kurnia di dalam penelitiannya yang berjudul Prospek Pengairan Pertanian Tanaman Semusim Lahan Kering menyimpulkan bahwa ketika lahan kering harus segera dilakukan pengairan pertanian. Karena untuk menghindari cekaman air dan untuk meningkatkan produktivitas pada lahan. Sumber air di lahan yang kering biasanya di dapat dari air hujan atau aliran permukaan. Cadangan air ini biasanya di ambil menggunakan Teknik konservasi air, dan untuk menambah suplai air ketika tidak hujan biasanya menggunakan sumur. Air pengairan harus bagus dan memenuhi syarat, agar tidak mencemari tanah tanaman dan lingkungan sekitar. Pendistribusian air ke lahan pertanian menggunakan pompa. Perkembangan teknologi pertanian harus mendapat perhatian yang khusus agar bisa meningkatkan kualitas produksi, hasil dan indeks pertanaman.[2]

2.2. Penelitian Terkait Metode Fuzzy

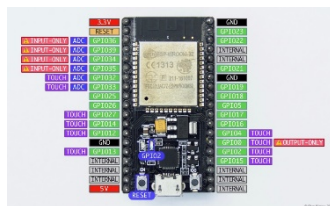
Andriantantri, E. Dan Irawan, J.D melakukan penelitian mengenai Implementasi IoT pada *Remote Monitoring* dan *Controlling Green House*. Penelitian ini mengembangkan teknologi IoT (*Internet Of Things*) untuk *memonitoring* dan *controlling Green*

House dari jarak jauh. Dengan menggunakan berbagai sensor seperti sensor kelembapan intensitas cahaya dan sensor suhu yang langsung dihubungkan ke jaringan internet untuk mengontrol sensor sensor tersebut. Sensor sensor tersebut dapat di monitoring dari dan dilihat langsung dari aplikasi yang dibuat peneliti.[4]

Hani, S.(2010) melakukan sebuah penelitian yang berjudul Sensor Ultrasonik Srf 05 Sebagai Pemantau Kecepatan Kendaraan Bermotor menemukan 3 hasil kesimpulan dari penelitiannya dengan sensor SRF atau ultrasonic. Kesimpulan pertama yaitu pengukuran dapat dilakukan dengan objek yang mempunyai

Pada tahun 1965 fuzzy atau himpunan samar pertama kali diperkenalkan oleh Lothfi Zadeh. Tori fuzzy dibuat untuk penanganan sebuah masalah yang tidak pasti. Fuzzy mempunyai 2 macam variabel yaitu variabel numerik dan linguistic. Numerik merupakan sebuah nilai yang variabelnya berupa angka atau ukuran sedangkan variabel linguistic mewakili kondisi atau keberadaan. [7]

2.3. Node MCU ESP32



Gambar 1. Node MCU ESP32

Node MCU ESP32 adalah suatu board mikrokontroler yang berdasar dengan ATmega328. Selain bisa menunjang semua yang dibutuhkan di dalam mikrokontroler menghubungkannya dengan computer juga sangat mudah, hanya menggunakan kabel USB. Selain bisa menggunakan kabel micro usb Node MCU juga bisa adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai. Bootloader dari Node MCU ESP32 adalah ATmega328, jadi kita bisa mengupload kode baru tanpa bingung menggunakan aplikasi pemrograman eksternal.[8]

2.4. Sensor Soil Moisture



Gambar 2. Soil Moisture

Soil moisture merupakan sensor kelembapan yang biasa digunakan untuk mendeteksi kelembapan di dalam tanah. Sensor ini memiliki sepasang *probe* untuk membaca nilai kelembapan dengan resistensi

listrik. Tanah yang memiliki banyak air akan sangat mudah untuk menghantarkan listrik, sedangkan tanah yang keras biasanya sulit untuk menghantarkan listrik karena kurang adanya air di dalamnya. Sensor Soil moisture memiliki input sebesar 3.3 V sampai 5V, Sedangkan outputnya maksimal 4.2 V. [9]

2.5. Motor Servo



Gambar 3. Motor Servo

DC motor Servo merupakan suatu sistem closed feedback yang mampu bekerja secara dua arah (clock wise dan counter clock wise) dengan maksimal sudut 90° jadi defleksi sudut kanan, tengah dan kiri sebesar 180° . Motor Servo dikendalikan dengan sinyal PWM pada bagian kontrolnya, sinyal ini akan diterima oleh magnet permanent motor servo. Maka dari itu Motor Servo tidak perlu tenaga untuk membuat medan magnet. Berbeda dengan motor DC motor servo tidak bisa bergerak secara kontinu. [10]

2.6. Sensor LDR



Gambar 4. LDR Sensor

LDR (*Light Dependent Resistant*) merupakan salah satu jenis resistor yang nilainya berubah ubah karena adanya cahaya yang ditangkap. Perinsip kerja dari sensor ini apabila saat sensor mendapatkan cahaya maka tegangan mencapai nilai terendah, dan pada saat mendapatkan cahaya yang tinggi maka tegangan yang dihasilkan juga tertinggi.[11]

2.7. Water Level Sensor



Gambar 5. Water Level Sensor

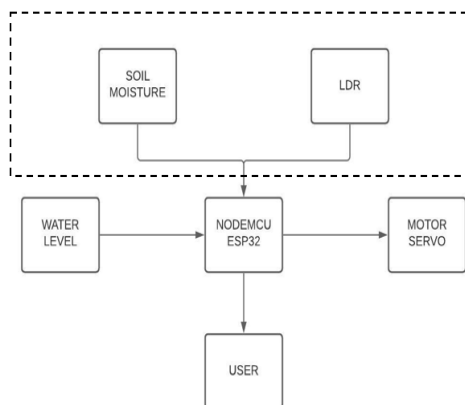
Water level sensor adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi tinggi permukaan air dengan cara memberikan sinyal *dry contact (NO/NC)*

ke panel dengan cara membaca tegangan pada rangkaian sensor. [12]

3. METODE PENELITIAN

3.1. Blok Diagram Sistem

Sensor *soil moisture* akan di tempatkan di tepi lain dari tempat Motor Servo berada agar air merata. Sedangkan sensor Motor Servo diletakan di samping tempat penyimpanan air agar mudah untuk membuka atau menutup pintu air. Ketika kondisi tanah lahan pertanian terdeteksi dalam keadaan kering dan keadaan cuaca sedang terang, maka Motor Servo akan membuka pintu air penyimpanan. Sedangkan ketika cuaca gelap dan air basah maka pintu penyimpanan air akan ditutup oleh Motor Servo, agar lahan pertanian terjaga airnya saat tidak terkontrol oleh petani, dan juga air akan lebih hemat bisa digunakan oleh petani lain.



Gambar 6. Blok diagram sistem

3.2. Flowchart Sistem

Adapun alur proses sistem dijelaskan pada Gambar 7



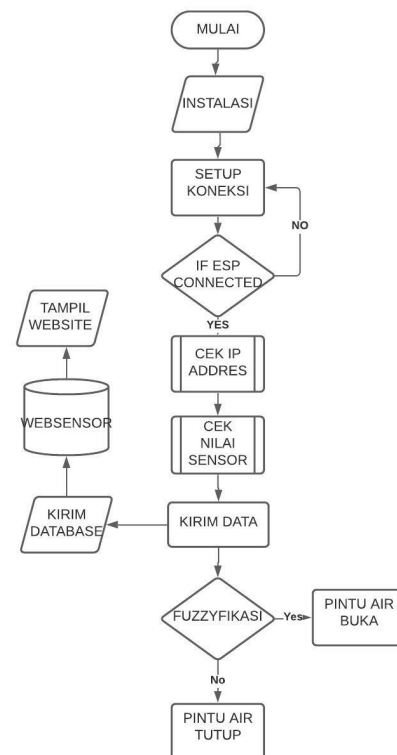
Gambar 7. Flowchat Proses Sistem

Pada Gambar 7. Flowchart Sistem Irigasi Air Sawah pertama sensor *soil moisture* dan *raindrop module* akan menginstalasi range yang dibutuhkan untuk kondisi tanah pada lahan pertanian. Instalasi Wifi ESP8266 digunakan untuk mengirimkan data ke database agar bisa ditampilkan ke dalam website. Water Level sensor menginstalasi tinggi permukaan air penyimpanan. Kemudian hasil nilai dari sensor *soil moisture* dan *LDR Sensor* akan dilakukan proses *Fuzzyfikasi* untuk menentukan *if then*. Kemudian akan dilakukan proses *Defuzzy*.

3.3. Diagram Alir Proses

Adapun alur proses alat dijelaskan pada Gambar

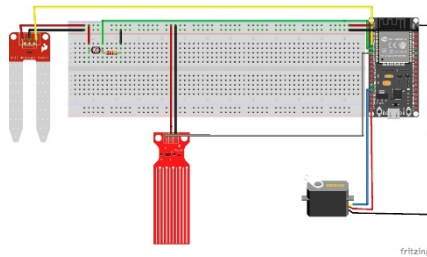
8



Gambar 8. Diagram Alir Proses

Pada Gambar 8 diagram alir proses dimulai dengan setting koneksi wifi, apabila wifi tidak terkoneksi maka serial akan menampilkan *Host Ip Address*, nilai sensor cahaya, sensor kelembapan dan waterlevel sensor. Kemudian data dari sensor cahaya dan sensor kelembapan akan diproses dengan Metode fuzzy untuk menggerakkan motor servo, kemudian data dari tadi akan diulang sampai esp terkoneksi, apabila sudah terkoneksi maka akan menjalankan perintah *kirimdata.php* untuk mengirimkan nilai yang ditampilkan tadi ke dalam database Websensor, kemudian data dari websensor tersebut akan ditampilkan di dalam website secara realtime.

3.4. Wiring Desain Alat



Gambar 9. Wiring Desain Alat

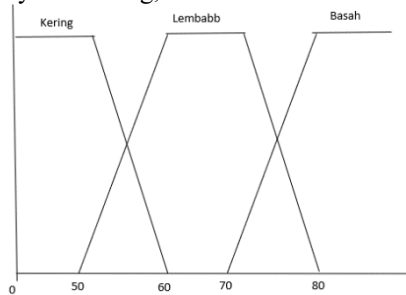
Node MCU ESP32 sebagai mikrokontroler sebagai pengontrol sensor soil moisture (kiri atas), LDR (bagian breadboard kiri), sensor water level (bawah tengah) ketiga sensor tersebut sebagai data input, lalu untuk outputnya menggunakan motor servo (kanan bawah) sebagai penggerak pintu air.

3.5. Metode yang digunakan

Pada penelitian ini peneliti menggunakan logika Fuzzy Tsukamoto dan Fuzzy Sugeno untuk mengatur pintu air pada Motor Servo dengan mempertimbangkan data dari sensor Soil Moisture dan sensor LDR pada IoT yang dikembangkan.

3.6. Nilai Keanggotaan

Untuk kelembapan menggunakan fungsi keanggotaan trapesium menggunakan tiga variabel linguistic yaitu: kering, lembab dan basah.



Gambar 10. Fungsi keanggotaan kelembapan

$$\mu_{kering}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{60-50} & 50 \leq x \leq 60 \\ 0 & x \geq 60 \end{cases}$$

Gambar 11. Nilai keanggotaan (kering)

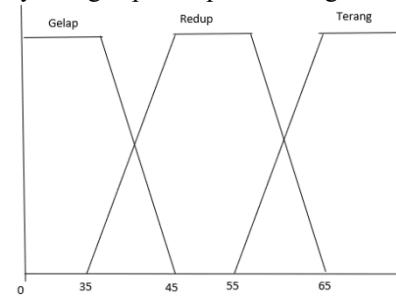
$$\mu_{lembab}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 50 \\ 1 & x \geq 80 \\ \frac{x-50}{60-50} & 50 \leq x \leq 60 \\ \frac{80-x}{80-70} & 60 \leq x \leq 70 \\ \frac{80-x}{80-70} & 70 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

Gambar 12. Nilai keanggotaan (lembab)

$$\mu_{basah}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 70 \\ \frac{x-70}{80-70} & 70 \leq x \leq 80 \\ 1 & x \geq 80 \end{cases}$$

Gambar 13. Nilai keanggotaan (basah)

Untuk kelembapan menggunakan fungsi keanggotaan trapesium menggunakan tiga variabel linguistic yaitu: gelap, redup dan terang.



Gambar 14. Fungsi keanggotaan intensitas cahaya

$$\mu_{gelap}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 35 \\ \frac{x-35}{45-35} & 35 \leq x \leq 45 \\ 0 & x \geq 45 \end{cases}$$

Gambar 15. Nilai keanggotaan (gelap)

$$\mu_{redup}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 35 \\ 1 & x \geq 65 \\ \frac{x-35}{45-35} & 35 \leq x \leq 45 \\ \frac{65-x}{65-55} & 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65-x}{65-55} & 55 \leq x \leq 65 \end{cases}$$

Gambar 16. Nilai keanggotaan (redup)

$$\mu_{terang}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 55 \\ 1 & x \geq 65 \\ \frac{x-55}{65-55} & 55 \leq x \leq 65 \end{cases}$$

Gambar 17. Nilai keanggotaan (terang)

Nilai Motor Servo ≥ 1 , Pintu Air Terbuka
Nilai Motor Servo ≤ 1 , Pintu Air Tertutup

3.7. Rule

	Basah	Lembab	Kering
Terang	Open	Open	Open
Redup	Close	Close	Open
Gelap	Close	Close	Open

Gambar 18. Rule Fuzzy

Dengan definisi aturan fuzzy diatas mempunyai 3x3 aturan fuzzy yaitu:

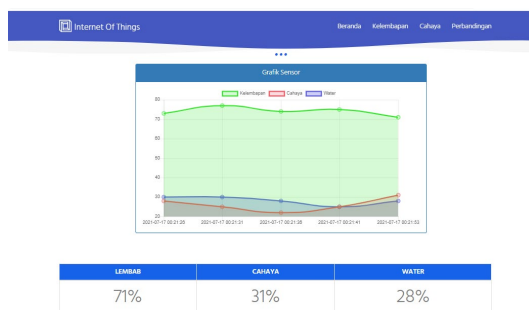
- IF Kelembapan Tanah = Kering AND Intensitas Cahaya = Terang THEN Motor Servo Open
- IF Kelembapan Tanah = Kering AND Intensitas Cahaya = Redup THEN Motor Servo Open
- IF Kelembapan Tanah = Kering AND Intensitas Cahaya = Gelap THEN Motor Servo Open
- IF Kelembapan Tanah = Lembab AND Intensitas Cahaya = Terang THEN Motor Servo Open
- IF Kelembapan Tanah = Lembab AND Intensitas Cahaya = Redup THEN Motor Servo Open
- IF Kelembapan Tanah = Lembab AND Intensitas Cahaya = Gelap THEN Motor Servo Open
- IF Kelembapan Tanah = Basah AND Intensitas Cahaya = Terang THEN Motor Servo Open
- IF Kelembapan Tanah = Basah AND Intensitas Cahaya = Redup THEN Motor Servo Open
- IF Kelembapan Tanah = Basah AND Intensitas Cahaya = Gelap THEN Motor Servo Open

Untuk intensitas cahaya saat cahaya gelap adalah 30% dan cuaca redup 50% serta maxnya adalah 70%. Kelembapan tanah yang dibutuhkan tanaman adalah basah adalah 60% dan lembab adalah 70% dan kering adalah 80 %.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Halaman Monitoring

merupakan halaman *website* untuk menampilkan nilai dari monitoring sensor



Gambar 19. Halaman Monitoring

4.2. Halaman Perbandingan



Gambar 20. Halaman Perbandingan

Gambar 4.2 terdapat halaman dimana data dari kedua metode akan dibandingkan, yaitu Fuzzy Tsukamoto dan Fuzzy Sugeno

4.3. Rancangan Prototype



Gambar 21. Rancangan Prototype

Pada gambar 21 adalah prototype dari sistem irigasi air sawah yang dibuat oleh peneliti menggunakan sensor *soil moisture* dan sensor LDR ke dalam Node MCU ESP32, agar nilai dari kedua sensor tersebut dapat ditampilkan dan juga bisa menggerakan aktuator yaitu motor servo.

4.4. Pengujian Sensor Soil Moisture

Sensor soil moisture adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi kelembapan pada tanah. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa tingkat ke akuratan dari sensor dan selisih dari threeway meter untuk dibandingkan.

Tabel 1. Pengujian SoilMoisture

No	Threeway Meter	Soil Moisture %	Error %
1	6,1	60	0,1
2	6	60	0
3	6,15	65	0,15
4	7,2	7	0,2
5	7,56	75	0,1
6	7,62	76	0,2
		Rata-Rata	0.12 %

Pada Tabel 1. Merupakan tabel dari hasil pengujian sensor Soil Moisture dibandingkan dengan Threeway Meter dengan diperoleh perbandingan rata-rata 0.12%



Gambar 22. Pengujian Threeway Meter dengan sensor output

Pada gambar 22 merupakan sensor kelembapan tanah dan threeway meter, gambar tersebut diambil pada saat pengujian sensor dan threeway meter untuk melihat selisih data.

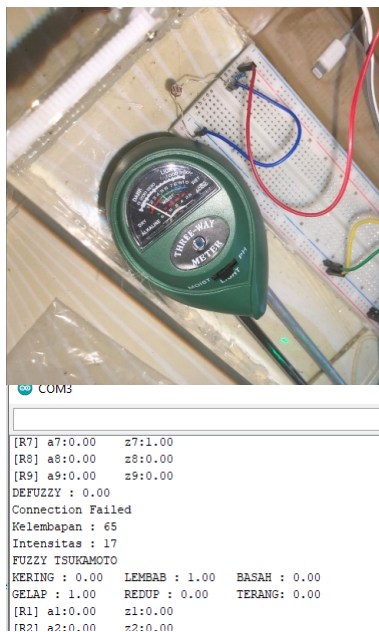
4.5. Pengujian LDR Sensor

Pengujian Sensor LDR ditujukan untuk mengetahui perbandingan tingkat eror dari sensor, pengukuran nilai dilakukan kalibrasi menggunakan menyandingkan sensor ldr dengan threeway meter dengan intensitas cahaya yang sama sehingga dapat diketahui perbandingan tingkan eror dengan threeway meter, dari pengujian tersebut terdapat perbandingan sedikit.

Tabel 2. Pengujian LDR Sensor

No	Threeway Meter	LDR Output %	Error %
1	165	17	0.5
2	185	18	0.5
3	200	20	0
4	230	22	0.5
5	225	22	0.5
6	225	22	0,5
		Rata-Rata	0.41 %

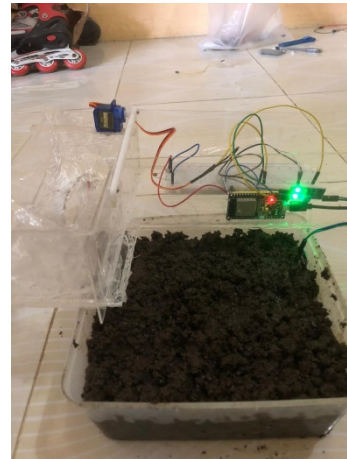
Pada Tabel 4.2 Merupakan table dari hasil pengujian sensor LDR yang dibandingkan dengan Threeway Meter dengan diperoleh perbandingan rata-rata 0.41%



Gambar 23. Pengujian sensor LDR dengan Threeway meter

Pada gambar 4.3 merupakan sensor LDR dan threeway meter, gambar tersebut diambil pada saat pengujian sensor LDR dan threeway meter untuk melihat selisih nilai.

4.6. Pengujian Alat



Gambar 24. Pengujian alat hari pertama

Pada gambar 4.5 pada hari pertaman pengujian untuk mengetahui data dari sensor dan untuk memantau kerja dari Sistem Irigasi Air Sawah untuk mengetahui alat tersebut berkerja dengan baik. Dari pengamatan tersebut apakah sistem bisa mengontrol perariran sawah dengan baik dan efisien.

Tabel 3. Pengujian alat hari pertama

No	Cahaya	Kelembapan	Pintu Air
1	29	59	0(tertutup)
2	70	50	1(terbuka)
3	60	52	1(terbuka)
4	60	70	0(tertutup)
5	29	58	0(tertutup)

Tabel 4. Pengujian alat hari kedua

No	Cahaya	Kelembapan	Pintu Air
1	35	75	0(tertutup)
2	80	75	1(terbuka)
3	78	69	1(terbuka)
4	65	59	1(terbuka)
5	35	75	0(tertutup)

4.7. Perbandingan Perhitungan Metode Fuzzy

Perbandingan antara metode Fuzzy yang digunakan dan alat penulis mengambil data pada hari pertama dengan total data 5. Perhitungan dilakukan dengan perhitungan manual Fuzzy. Langkah langkah perhitungan manual tersebut adalah sebagai berikut:

1. Fuzzy Tsukamoto

Perhitungan Manual Kelembapan:

Kering (45) : 1

Lembab (45) : 0

Basah (45) : 0

Perhitungan Manual Cahaya:

Terang (60) : 0,5

Redup (60) : 0,5

Gelap (60) : 0

Mencari Nilai Z Kondisi

[R1] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (1 ; 0,5)

Nilai Z Kondisi = 1

Z = 1.5

[R2] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (1 ; 0,5)

Nilai Z Kondisi = 1

Z = 1.5

[R3] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (1 ; 0)

Nilai Z Kondisi = 1

Z = 1

[R4] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (0 ; 0,5)

Nilai Z Kondisi = 0

Z = 0

[R5] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (0 ; 0,5)

Nilai Z Kondisi = 0

Z = 0

[R6] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (0 ; 0)

Nilai Z Kondisi = 0

Z = 0

[R7] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (0 ; 1)

Nilai Z Kondisi = 1

Z = 1

[R8] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (0 ; 0,5)

Nilai Z Kondisi = 0

Z = 0

[R9] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (0 ; 0)

Nilai Z Kondisi = 0

Z = 0

$$Z_{\text{Total}} = \frac{((\alpha_1 * z_{\text{kondisi1}}) + (\alpha_2 * z_{\text{kondisi2}}) + (\alpha_3 * z_{\text{kondisi3}}) + (\alpha_4 * z_{\text{kondisi4}}) + (\alpha_5 * z_{\text{kondisi5}}) + (\alpha_6 * z_{\text{kondisi6}}) + (\alpha_7 * z_{\text{kondisi7}}) + (\alpha_8 * z_{\text{kondisi8}}) + (\alpha_9 * z_{\text{kondisi9}}))}{(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8 + \alpha_9)}$$

= 1.5

Kondisi kelembapan (45) dan kondisi Cahaya (60) mendapatkan output Motor Servo 1.5 (Open).

2. Fuzzy Sugeno

Mencari Nilai Z Kondisi

[R1] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (1 ; 0,5)

Nilai Z Kondisi = 1

Z = 1

[R2] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (1 ; 0,5)

Nilai Z Kondisi = 1

Z = 1

[R3] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (1 ; 0)

Nilai Z Kondisi = 1

Z = 1

[R4] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (0 ; 0,5)

Nilai Z Kondisi = 0

Z = 0

[R5] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (0 ; 0,5)

Nilai Z Kondisi = 0

Z = 0

[R6] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (0 ; 0)

Nilai Z Kondisi = 0

Z = 0

[R7] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (0 ; 1)

Nilai Z Kondisi = 1

Z = 1

[R8] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (0 ; 0,5)

Nilai Z Kondisi = 0

Z = 0

[R9] : MIN μ Kelembapan (45) ; MIN μ Cahaya (60)

MIN (0 ; 0)

Nilai Z Kondisi = 0

Z = 0

$$Z_{\text{Total}} = \frac{((\alpha_1 * z_{\text{kondisi1}}) + (\alpha_2 * z_{\text{kondisi2}}) + (\alpha_3 * z_{\text{kondisi3}}) + (\alpha_4 * z_{\text{kondisi4}}) + (\alpha_5 * z_{\text{kondisi5}}) + (\alpha_6 * z_{\text{kondisi6}}) + (\alpha_7 * z_{\text{kondisi7}}) + (\alpha_8 * z_{\text{kondisi8}}) + (\alpha_9 * z_{\text{kondisi9}}))}{(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8 + \alpha_9)}$$

Kondisi kelembapan (45) dan kondisi Cahaya (60) mendapatkan output Motor Servo 1 (Open)

4.8. Hasil Perbandingan Sistem dan Manual

Perbandingan ini adalah data aktual ground truth dengan perhitungan sistem dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 5. Perbandingan Ground Truth dengan Fuzzy Sugeno

		GT	Sugeno			Perbandingan Kondisi			Pintu Air
No	Date/Time	Cahaya	Lembab	Pintu Air	No	Date/Time	Cahaya	Lembab	
1	2021-06-27 11:06:01	29	59	0(tertutup)	1	2021-06-27 11:06:01	29	59	0(tertutup)
2	2021-06-27 12:12:04	70	50	1(terbuka)	2	2021-06-27 12:12:04	70	50	1(terbuka)
3	2021-06-27 13:05:52	60	52	1(terbuka)	3	2021-06-27 13:05:52	60	52	1(terbuka)
4	2021-06-27 14:26:34	60	70	0(tertutup)	4	2021-06-27 14:26:34	60	70	0(tertutup)
5	2021-06-27 15:20:07	29	58	0(tertutup)	5	2021-06-27 15:20:07	29	58	0(tertutup)

Tabel 6. Perbandingan Ground Truth dengan Fuzzy Tsukamoto

No	Date/Time	GT			Tsukamoto			Perbandingan Kondisi
		Cahaya	Lembab	Pintu Air	Cahaya	Lembab	Pintu Air	
1	2021-06-27 11:06:01	29	59	0(tertutup)	29	59	1.4	Berbeda
2	2021-06-27 12:12:04	70	50	1(terbuka)	70	50	2	Sama
3	2021-06-27 13:05:52	60	52	1(terbuka)	60	52	2	Sama
4	2021-06-27 14:26:34	60	70	0(tertutup)	60	70	1.3	Berbeda
5	2021-06-27 15:20:07	29	58	0(tertutup)	29	58	1.4	Berbeda

Dari data tabel 5 dan 6 diperoleh nilai akurasi sistem Tsukamoto sebanyak 66% dan Sugeno 100%

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang ditemukan dari hasil perbandingan sistem irigasi air sawah menggunakan metode Fuzzy Sugeno dan Tsukamoto yaitu:

1. Hasil dari pengujian dari sensor ldr dan sensor soil moisture dibandingkan dengan alat threeway meter memiliki tingkat eror 0,41% dan 0,21%.
2. Hasil dari output data sensor kedalam website sesuai dari nilai aslinya tanpa ada nilai eror
3. Berdasarkan hasil pengujian dari kedua metode didapatkan hasil nilai akurasi sistem Tsukamoto sebanyak 66% dan Sugeno 100%

5.2. Saran

Berdasar penelitian tersebut, maka peneliti memberikan saran untuk pengembangan sistem berikutnya antara lain :

1. Metode Fuzzy Sugeno dan Fuzzy Tsukamoto bukan satu-satunya metode yang dapat digunakan untuk melakukan proses di sistem mikrokontroler, menggunakan metode fuzzy sugeno lebih akurat daripada menggunakan fuzzy Tsukamoto.
2. Diharapkan ada perbandingan dari ketiga Fuzzy agar tingkat keakuratan dari logika Fuzzy bisa diukur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Putra, H. Sukri, and K. Zuhri, "Sistem Monitoring Realtime Jaringan Irigasi Desa (JIDES) Dengan Konsep Jaringan Sensor Nirkabel," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.*, vol. 8, no. 2, p. 221, 2018, doi: 10.22146/ijeis.39783.
- [2] S. L. Kering and U. Kurnia, "Prospek pengairan pertanian tanaman semusim lahan kering," vol. 1, no. 98, 2004.
- [3] N. A. Fuadi, M. Y. J. Purwanto, and S. D. Tarigan, "Kajian Kebutuhan Air dan Produktivitas Air Padi Sawah dengan Sistem Pemberian Air Secara SRI dan Konvensional Menggunakan Irigasi Pipa," *J. Irig.*, vol. 11, no. 1, p. 23, 2016, doi: 10.31028/ji.v11.i1.23-32.
- [4] D. M. Alfian, A. P. Sasmito, N. Vendyansyah, and F. T. Industri, "IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY PADA RANCANG BANGUN," vol. 5, no. 1, pp. 94–101, 2021.
- [5] M. Rizaldhy Fatahillah, "Implementasi Fuzzy Logic Sugeno Untuk Sistem Pemberi Pakan Lele Otomatis Menggunakan Node MCU ESP32," vol. 1, no. 1, pp. 127–134, 2017.
- [6] A. W. Annur, "Penerapan Logika Fuzzy (Metode Sugeno) Untuk Aplikasi Mobile Monitoring Pencahayaan Rumah Menggunakan Arduino," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [7] A. A. Afifuddin, "Penerapan Metode Fuzzy Untuk Monitoring Penggunaan Air Rumah Tangga Berbasis Arduino," vol. 3, no. 1, pp. 31–38, 2019.
- [8] P. Prototipe, S. Pengendalian, L. Pada, and P. Android, "Jurnal informatika," vol. 4, no. 1, pp. 13–25.
- [9] U. I. Gorontalo and I. O. Things, "MONITORING KELEMBABAN TANAH PERTANIAN MENGGUNAKAN SOIL MOISTURE SENSOR FC- 28 DAN NODE MCU ESP32," vol. 10, pp. 237–243, 2018.
- [10] D. Pramanda, "Sistem Kendali Kecepatan Motor Servo Berbasis Arduino dengan Metode Open Loop," vol. 06, no. 01, pp. 187–198, 2020.
- [11] Y. Mirza, "LIGHT DEPENDENT RESISTANT (LDR) SEBAGAI," pp. 39–45
- [12] R. O. W. Muhamad Yusvin Mustar, "Implementasi Sistem Monitoring Deteksi Hujan dan Suhu Berbasis Sensor Secara Real Time (Implementation of Rain Detection and Temperature Monitoring System Based on Real Time Sensor)," *Semesta Tek.*, vol. 20, no. 1, pp. 20–28, 2017, [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoard>.