

Sistem Kontrol Kekeruhan Air pada Tanaman Aquascape dengan Metode Kontrol Fuzzy Berbasis IoT

Fitradhi Hanif Kurniawan¹, Yulianto², Mas Nurul Achmadiah³

e-mail: fitradhih@gmail.com, yulianto@polinema.ac.id, mas_nurul@polinema.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia (9 pt)

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 23 Agustus 2023

Direvisi 13 November 2023

Diterbitkan 31 Juli 2025

Kata kunci:

Aquascape

Kekeruhan

Fuzzy

ABSTRAK

Aquascape merupakan seni mengatur dan menempatkan tanaman dalam air berupa bebatuan, koral, batu karang, dan kayu, secara alami dan tertata indah dalam akuarium sehingga terlihat dari luar bisa seperti berkebun di dalam air. Tujuan utama Aquascaping yaitu untuk menciptakan sebuah pemandangan bawah air yang bagus dengan mempertimbangkan aspek pemeliharaan pada tanaman air. Faktor aquascape bermacam-macam seperti berupa kekeruhan, suhu, pencahayaan, dan juga pakan ikan didalam aquascape untuk keberlangsungan makhluk hidup didalam aquarium. Penelitian ini dirancang agar sistem pada aquascape lebih optimal dengan menggunakan metode logika fuzzy pada kekeruhan air dengan parameter 0.48 - 200 NTU agar tanaman aquascape dapat hidup dengan selayaknya yang akan mengendalikan kecepatan pompa air dan nantinya air yang keruh tersebut akan difilter pada box pemfilteran. Sedangkan sensor suhu akan dioutputkan menuju heater untuk pemanas agar air tetap stabil. Penelitian ini juga dapat mengendalikan pencahayaan dan pakan ikan secara real time menggunakan ESP32. Untuk pemantauan kondisi air dalam aquascape dapat menggunakan teknologi IoT (Internet of Things) yang dapat digunakan untuk pemantauan secara berkala dan pemberian notifikasi untuk pakan, agar dapat mempermudah para aquascaper menjaga dan merawat aquascape. Hasil dari penelitian ini didapatkan error pada metode fuzzy sebesar 0,1% dengan sensor kekeruhan air dan penjernihan filter selama lebih dari 2 hari dari set point 200 NTU hingga 0,48 NTU sehingga tanaman terlihat agak layu.

ABSTRACT

Aquascaping is the art of arranging and placing aquatic plants in water, typically within an aquarium, alongside rocks, corals, and wood, in a natural and aesthetically pleasing manner, so that it resembles gardening underwater when viewed from the outside. The primary goal of Aquascaping is to create a visually appealing underwater landscape while considering the maintenance aspects of aquatic plants. Various factors come into play in aquascaping, including water clarity, temperature, lighting, and fish feed within the aquarium to sustain the living organisms. This research is designed to optimize the system in aquascaping using fuzzy logic methods for water turbidity with a parameter range of 0.48 - 200 NTU to ensure that aquascape plants can thrive as desired. This will control the water pump's speed, and the cloudy water will be filtered in a filtration box. Meanwhile, temperature sensors will send output to a heater to maintain stable water temperatures. This study will also enable real-time control of lighting and fish feeding using ESP32. For monitoring the water conditions within the aquascape, Internet of Things (IoT) technology can be employed, allowing periodic monitoring and notification for feeding, thereby facilitating aquascapers in maintaining and caring for their aquascape. The results of this research showed that the error in the fuzzy method was 0.1% with the air turbidity sensor and filter purification for more than 2 days from the set point of 200 NTU to 0.48 NTU so that the plants looked somewhat wilted.

Keywords:

Aquascape

Turbidity

Fuzzy



Penulis Korespondensi:

Fitradhi Hanif Kurniawan,
Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Malang,
Jl. Senggani No. 30, Malang, Jawa Timur, Indonesia, Kode Pos 65141.
Email: fitradhih@gmail.com
Nomor HP/WA aktif: +62 818-0355-3362

1. PENDAHULUAN

Aquascape merupakan seni mengatur dan menempatkan tanaman dalam air berupa bebatuan, koral, batu karang, dan kayu, secara alami dan tertata indah dalam akuarium sehingga terlihat dari luar bisa seperti berkebum di dalam air [4]. Tujuan utama Aquascaping yaitu untuk menciptakan sebuah pemandangan bawah air yang bagus dengan mempertimbangkan aspek pemeliharaan pada tanaman air.

Faktor aquascape bermacam-macam seperti berupa kekeruhan, suhu, pencahayaan, dan juga pakan ikan didalam aquascape untuk keberlangsungan makhluk hidup didalam aquarium. Kekeruhan pada tumbuhan akan mengakibatkan tumbuhan menjadi busuk atau mati. Air menjadi keruh jika air itu berisi begitu banyak partikel bahan tersuspensi, oleh karena itu akan memberikan warna atau penampilan keruh dan kotor. Hal ini disebabkan pula oleh kehadiran zat organik yang terurai secara halus lumpur, pasir, dan zat koloid yang serupa atau benda yang terapung. Faktor kejernihan air juga berpengaruh pada proses pertumbuhan tanaman pada aquascape, tingkat kejernihan air yang diperlukan pada aquascape sesuai dengan standar kekeruhan air yang ditentukan yaitu 5-25 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) [4]. Selain itu faktor suhu udara di Indonesia pada iklim tropis yang tidak tentu panas maupun dingin dapat mengakibatkan suhu air yang selalu berubah dan digunakan sebagai media aquascape di dalam akuarium bisa mencapai angka $>28^{\circ}\text{C}$ atau $<22^{\circ}\text{C}$, padahal suhu air yang ideal dan dibutuhkan pada aquascape sekitar 22°C sampai dengan 28°C , oleh sebab itu penelitian ini akan memberikan set poin suhu sebesar 25°C . Faktor fotosintesis untuk tanaman aquascape sangat diperlukan, maka digunakan lampu LED dengan pencahayaan ideal selama 7 jam perhari [4]. Untuk kapasitas air yang digunakan didalam akuarium sebanyak 97 liter dan juga perlunya waktu pakan ikan yang teratur untuk memenuhi kehidupan didalam aquascape. Masih banyak para aquascaper yang kurang memperhatikan atau bahkan lupa memberi pakan yang tidak teratur maupun pencahayaan pada aquascape mereka.

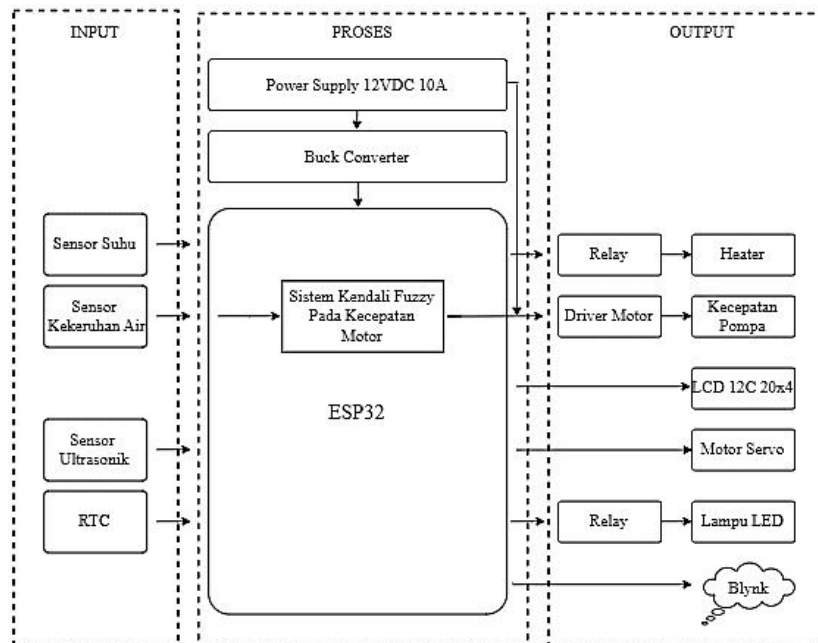
Berdasarkan permasalahan pada latar belakang tersebut penelitian ini dirancang agar sistem pada aquascape lebih optimal dengan menggunakan metode logika fuzzy pada kekeruhan air dengan parameter 0.48 - 200 NTU agar tanaman aquascape dapat hidup dengan selayaknya yang akan mengendalikan kecepatan pompa air dan nantinya air yang keruh tersebut akan difilter pada box pemfilteran. Sedangkan sensor suhu akan dioutputkan menuju heater untuk pemanas agar air tetap stabil. Penelitian ini juga dapat mengendalikan pencahayaan dan pakan ikan secara real time menggunakan ESP32. Untuk pemantauan kondisi air dalam aquascape dapat menggunakan teknologi IoT (Internet of Things) yang dapat digunakan untuk pemantauan secara berkala dan pemberian notifikasi untuk pakan, agar dapat mempermudah para aquascaper menjaga dan merawat aquascape.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Blok Keseluruhan

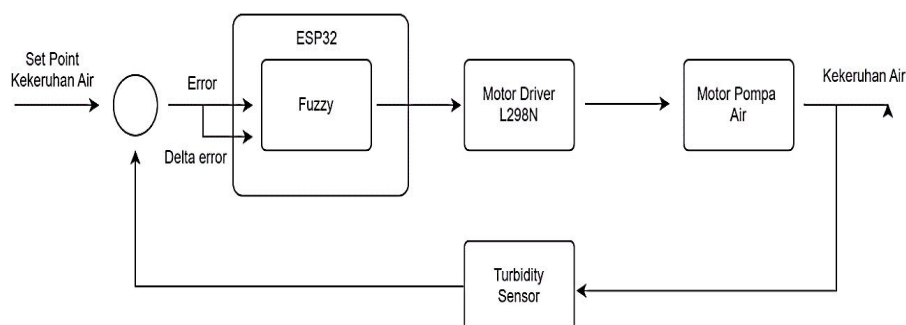
Diagram blok adalah diagram kotak (blok) yang digunakan untuk menjelaskan suatu proses kerja rekayasa atau desain. Diagram blok ini paling sering digunakan untuk menjelaskan proses kerja suatu alat yang dibuat dalam bidang engineering atau rekayasa.





Gambar 1: Diagram Blok

Pada diagram blok diatas pada Gambar 1, menjelaskan bahwa otak dari penelitian alat ini berupa ESP32 dimana pada bagian input sensor suhu, kekeruhan air, sensor ultrasonik, dan juga RTC akan dikalibrasi terlebih dahulu hingga mencapai error terkecil dengan alat yang sudah terkalibrasi. Pada input terdapat sensor suhu yang akan berfungsi menyalakan relay yang tersambung dengan heater jika sudah mencapai set point tertentu lalu untuk sensor ultrasonik hanya berfungsi untuk pemberi notifikasi pada blynk jika pakan ikan akan habis. RTC sendiri akan berfungsi sebagai penjadwal untuk mengaktifkan motor servo pada pakan ikan dan lampu led untuk fotosintesis tanaman. Pada sensor utama sesuai dengan penelitian ini berupa kekeruhan air menggunakan metodologi pada penelitian ini berupa logika fuzzy yang diprogram pada ESP32 dan nantinya akan mengontrol kecepatan motor pompa sesuai dengan pembacaan kondisi input yang diberikan. Pada proses digunakan power supply 12V untuk menyuplai tegangan mikrokontroler yang nantinya tegangan tersebut diturunkan menggunakan buck converter sebesar 5V, lalu untuk mikrokontroler sendiri sebagai otak dari program menggunakan ESP32. Pada output sendiri sudah dijelaskan pada bagian input akan tetapi sensor- sensor ini nantinya dapat dimonitoring menggunakan blynk secara online dan juga terdapat beberapa monitoring dengan cara menampilkannya lewat LCD yaitu sensor turbidity, suhu, dan juga RTC. Terdapat blok diagram sistem pada penelitian ini berikut Gambarnya



Gambar 2: Diagram Blok Sistem

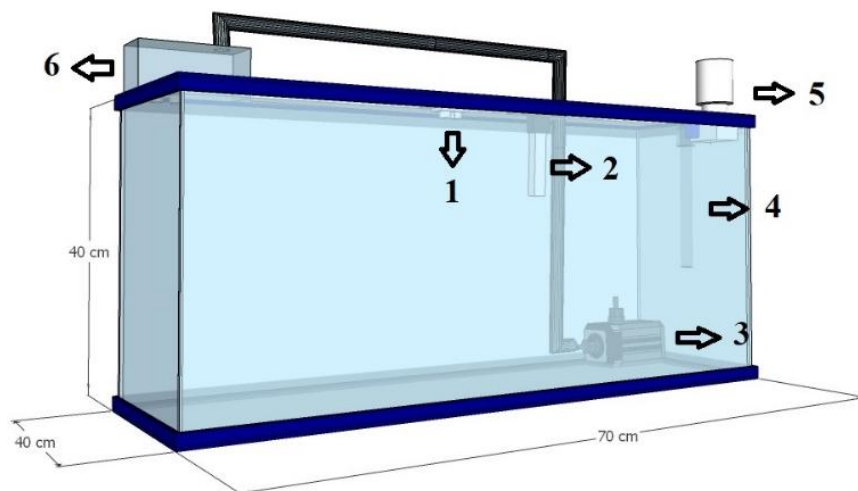
Pada Gambar 2 berupa blok diagram sistem tentang kontrol logika fuzzy dengan output berupa kecepatan pompa air. Pada kondisi awal turbidity sensor akan membaca set point kekeruhan air dengan satuan NTU dengan



error dan delta error yang berbeda. Pada variable error memiliki 3 linguistik *value* yaitu Sangat Bersih, Bersih, Biasa dan variable delta error memiliki 3 linguistik *value* yang berbeda juga yaitu Sedikit Keruh, Keruh, Sangat Keruh pada aquascape lalu pembacaan itu akan dikirimkan melalui ESP32 yang dikontrol menggunakan fuzzy yang nantinya terdapat beberapa kondisi jika terdapat pembacaan input tertentu sesuai dengan output kecepatan PWM motor dengan 3 kondisi juga yaitu lambat, normal, dan cepat. Hal itu akan terus dibaca oleh sensor kekeruhan secara berulang hingga alat akan dimatikan, Pompa yang diberikan yang nantinya akan difilter melalui box pemfilteran sehingga nilai kekeruhan yang telah difilter akan berkurang dengan berjalannya waktu, lalu kondisi tersebut akan terus berulang.

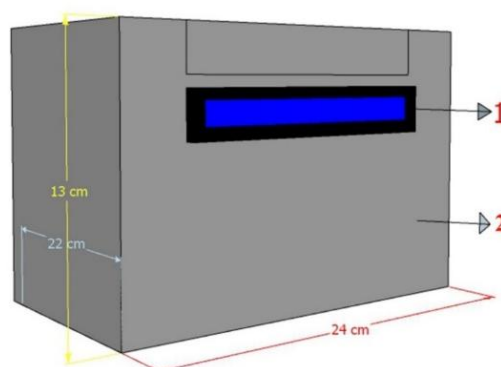
2.2 Perancangan Mekanik

Perancangan ini dilakukan agar dapat mengetahui spesifikasi mekanik dari alat yang akan dibuat secara 3D agar dapat membayangkan maupun memberi informasi tentang mekanik alat yang akan dibuat. Pada perancangan mekanik terdapat 2 mekanik yang harus dibuat yaitu yang pertama terdapat mekanik pada aquarium yang sudah dikonsep tata letak sensor maupun output yang akan dirancang dan yang kedua yaitu mekanik box elektrik yang berfungsi untuk tata letak komponen elektronik.



Gambar 3: Perancangan Mekanik Aquarium

Pada Gambar 3 menjelaskan mekanik penelitain ini pada aquarium berbahan kaca memiliki Panjang 70 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 40 cm. Terdapat tanda panah yang merupakan tata letak sensor maupun komponen yang akan diletakkan. Pada nomer 1 merupakan sensor kekeruhan air SENO189, nomer 2 merupakan sensor suhu DS18B20, nomer 3 merupakan motor pompa 12VDC, nomer 4 merupakan heater, nomer 5 merupakan pakan ikan yang berupa 3D print nantinya berisi sensor ultrasonik dan motor servo, dan nomer 6 merupakan box filter yang disambungkan dengan pompa dc.

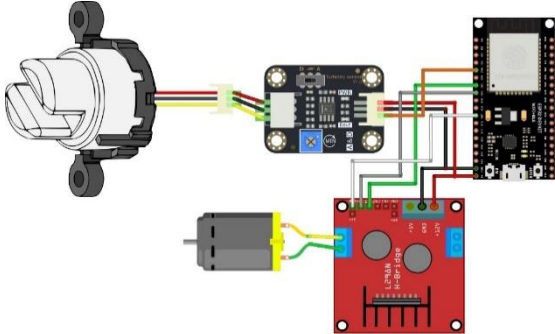


Gambar 4: Perancangan Box Elektrik



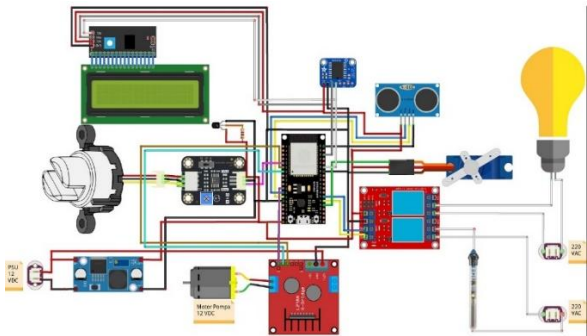
Pada Gambar 4 dijelaskan mekanik box elektrik memiliki panjang 24 cm, lebar 22 cm dan tinggi 13 cm. Pada tanda panah 1 merupakan LCD 12C 20x4 , dan tandah panah kedua merupakan bahan dari box elektrik itu sendiri berupa akrilik.

2.3 Perancangan Elektronik



Gambar 5: Perancangan Elektronik Turbidity Sensor

Pada Gambar 5 merupakan perancangan wiring untuk sensor SENO189. Sensor ini adalah alat yang sangat berguna dan kuat untuk mendeteksi larutan seperti air, kejernihan, dan partikel. Sensor kekeruhan digunakan untuk mengurangi limbah, meningkatkan produktivitas dan menganalisis kualitas air di berbagai industri. Turbidity sensor ini menggunakan input catu daya sebesar 5V dan disambungkan dengan GPIO pada ESP32, untuk perancangan ini dilakukan pada mikrokontroller ESP32 yang disambungkan oleh Turbidity sensor dengan output berupa motor pompa 12VDC menggunakan driver L298N. Nantinya nilai dari turbidity sensor akan dapat dimonitoring melalui aplikasi blynk secara online.



Gambar 6: Perancangan Elektronik Keseluruhan

Pada Gambar 6 menjelaskan keseluruhan perancangan elektronik dari penelitian ini. Tabel 1 dibawah merupakan penjelasan PIN pada perancangan elektronik secara keseluruhan agar dapat mudah dipahami.

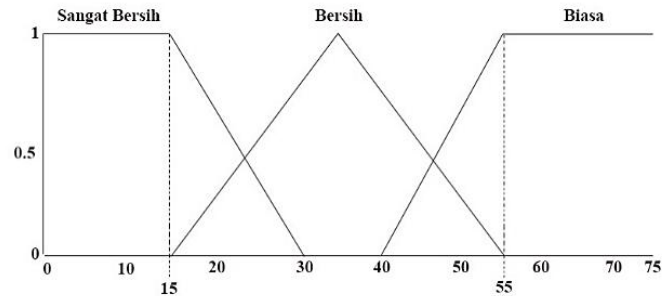
TABEL 1 PIN KESELURUHAN PERANCANGAN ELEKTRONIK		
No	Perangkat	PIN pada ESP32
1	LCD 20x4	VIN5V, GND, GPIO22(SDA), GPIO21(SCL)
2	RTC DS3231	VIN5V, GND, GPIO22(SDA), GPIO21(SCL)
3	SENO189	VIN5V, GND, GPIO34
4	L298N	VIN5V, GND, GPIO32(IN3), GPIO33(IN4), GPIO27(ENB)
5	LM2596	VCC 12V, GND



6	DS18B20	VIN5V, GND, GPIO25
7	HC-SR04	VIN5V, GND, GPIO14, GPIO12
8	SG90	VIN5V, GND, GPIO2
9	RELAY DUAL CHANNEL	VIN5V, GND, GPIO4, GPIO0

2.4 Perancangan Logika Fuzzy

a) Variabel Error



Gambar 7: Perancangan Elektronik Turbidity Sensor

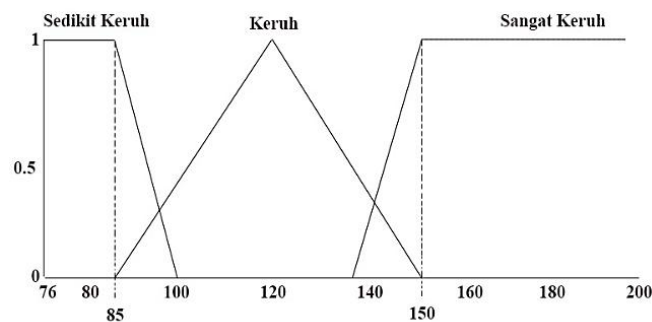
Fungsi keanggotaan untuk variable error sebagai berikut :

$$\mu E_{SangatBersih} = \begin{cases} 0; & x \geq 30 \\ \frac{x-15}{30-15}; & 15 \leq x \leq 30 \\ 1; & x \leq 15 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu E_{Bersih} = \begin{cases} 0; & x \leq 15, x \geq 55 \\ \frac{x-15}{35-15}; & 15 \leq x \leq 35 \\ \frac{55-x}{55-35}; & 35 \leq x \leq 55 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu E_{Biasa} = \begin{cases} 0; & x \leq 40 \\ \frac{x-40}{55-40}; & 40 \leq x \leq 55 \\ 1; & x \geq 55 \end{cases} \quad (3)$$

b) Variabel Delta Error



Gambar 8: Perancangan Elektronik Turbidity Sensor

Fungsi keanggotaan untuk variable delta error sebagai berikut :



$$\mu dE_{SedikitKeruh} = \begin{cases} 0; & y \geq 100 \\ \frac{y-85}{100-85}; & 85 \leq y \leq 100 \\ 1; & y \leq 85 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu dE_{Keruh} = \begin{cases} 0; & y \leq 85, y \geq 150 \\ \frac{y-85}{120-85}; & 85 \leq y \leq 120 \\ \frac{150-y}{150-120}; & 120 \leq y \leq 150 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu dE_{SangatKeruh} = \begin{cases} 0; & y \leq 135 \\ \frac{y-135}{150-135}; & 135 \leq y \leq 150 \\ 1; & y \geq 150 \end{cases} \quad (6)$$

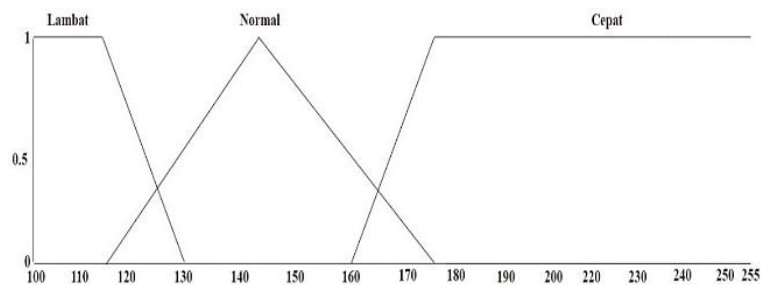
c) Variabel PWM

Fungsi keanggotaan untuk variable output PWM sebagai berikut :

$$\mu T_{Lambat} = \begin{cases} 0; & z \geq 130 \\ \frac{z-115}{130-115}; & 130 \leq z \leq 115 \\ 1; & z \leq 115 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu T_{Normal} = \begin{cases} 0; & z \leq 115, z \geq 175 \\ \frac{z-115}{130-115}; & 85 \leq z \leq 130 \\ \frac{175-z}{175-130}; & 130 \leq z \leq 175 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu T_{Cepat} = \begin{cases} 0; & z \leq 160 \\ \frac{z-160}{175-160}; & 135 \leq z \leq 150 \\ 1; & z \geq 175 \end{cases} \quad (9)$$



Gambar 9: Perancangan Elektronik Turbidity Sensor

d) Rule Base

Pada tabel 2 merupakan rule base yang dibuat pada penelitian ini berupa :

TABEL 2 RULE BASE			
Error (E) / Delta Error (dE)	Sedikit Keruh	Keruh	Sangat Keruh
Sangat Bersih	Lambat	Normal	Normal
Bersih	Lambat	Normal	Cepat



Biasa	Normal	Cepat	Cepat
-------	--------	-------	-------

e) Inferensi

Inferensi pada penelitian ini menggunakan min-max dimana nilai tersebut akan dicari terlebih dahulu nilai minimum yang sudah didapatkan, setelah nilai minimum didapatkan maka mencari nilai maksimal dari nilai minimum yang sudah dihitung. Berikut merupakan perancangan inferensi pada penelitian ini :

$$\mu E = \{\text{Sangat Bersih, Bersih, Biasa}\} \quad (10)$$

$$\mu dE = \{\text{Sedikit Keruh, Keruh, Sangat Keruh}\} \quad (11)$$

$$\mu T = \{\text{Lambat, Normal, Cepat}\} \quad (12)$$

$$\mu T_{Lambat} = \max\{\min(\mu E_{Sangat Bersih}, \mu dE_{Sedikit Keruh}), \min(\mu E_{Bersih}, \mu dE_{Sedikit Keruh})\} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \mu T_{Normal} = \max\{ & \min(\mu E_{Sangat Bersih}, \mu dE_{Keruh}), \\ & \min(\mu E_{Sangat Bersih}, \mu dE_{Sangat Keruh}), \\ & \min(\mu E_{Bersih}, \mu dE_{Keruh}), \\ & \min(\mu E_{Biasa}, \mu dE_{Sedikit Keruh})\} \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \mu T_{Cepat} = \max\{ & \min(\mu E_{Bersih}, \mu dE_{Sangat Keruh}), \\ & \min(\mu E_{Biasa}, \mu dE_{Keruh}), \\ & \min(\mu E_{Biasa}, \mu dE_{Sangat Keruh})\} \end{aligned} \quad (15)$$

f) Defuzifikasi

Pada penelitian ini menggunakan metode Weighted Avarage Method yang diterapkan pada himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan keluaran simetris dan menghasilkan hasil yang sangat mirip dengan metode COA. Berikut representasi linier dari perancangan Defuzifikasi Weighted Avarage Method. Metode ini kurang komputasi intensif. Setiap fungsi keanggotaan dibobotkan dengan nilai keanggotaan maksimumnya. Nilai defuzzifikasi didefinisikan sebagai:

$$x^* = \frac{\sum \mu(x) \cdot x}{\sum \mu(x)} \quad (16)$$

Pada rumus diatas Σ menunjukkan penjumlahan aljabar dan x adalah elemen dengan keanggotaan maksimum fungsi. Berdasarkan rumus dan juga Gambar kurva yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung nilai hasil yang nantinya akan menjadi output pwm motor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sensor Kekeruhan SENO189

TABEL 3 PENGUJIAN SENSOR KEKERUHAN

Parameter	Pengujian	Pengujian	Error
Sampel Air	Air Dengan Turbidity	Air Dengan Sensor	



	Meter	SENO189	
0 NTU (Air PDAM)	0,48	0,48	0%
	0,48	0,48	0%
	0,48	0,48	0%
	0,48	0,48	0%
100 NTU (Air Kopi)	100	101,18	1,18%
	101	94,08	6,8%
	101	98,6	2,3%
	100	96,05	3,95%
200 NTU (Air Kopi)	200	200	0%
	200	200	0%
	200	200	0%
	200	200	0%
Rata – Rata Error			1,18%

Dari Tabel 3 pada pengujian kalibrasi sensor SENO189 menggunakan alat turbidity meter HACH 2100Q, dimana alat tersebut digunakan untuk mengukur NTU dalam air dengan parameter maksimal sebesar 800 NTU. Pada paket alat tersebut terdapat air NTU dari pabrikan yang sudah tersedia agar turbidity meter dapat terkalibrasi secara sempurna pada saat pengujian sedang berlangsung. Pada sensor menggunakan SENO189 didapatkan perbandingan hasil rata-rata error sebesar 1,18% dengan kalibrasi sensor tersebut, sensor dapat digunakan secara optimal.

3.2 Pengujian Fuzzy Mamdani

TABEL 4 PENGUJIAN FUZZY MAMDANI

Kekeruhan air yang terbaca (NTU)	Mikrokontroller (PWM)	Perhitungan Manual	Error
200	255	255	0%
182,94	255	255	0%
170	255	255	0%
150,14	255	255	0%
120,60	255	255	0%
101,18	255	255	0%
99,3	246,8	246,74	0,02%
98,6	239,55	239,27	0,11%
96,05	218,59	218,50	0,04%
95,14	217	212,08	2,2%
94,08	206,74	206,25	0,23%
93,07	201,61	201,66	0,02%
91,9	196,38	195,82	0,2%
90,77	191,91	191,62	0,15%
88,25	183,49	183,27	0,11%
85,51	176,19	176,14	0,02%
83,99	175	175	0%
82,54	175	175	0%
80,91	175	175	0%
77,6	175	175	0%
75,94	175	175	0%
74,07	175	175	0%
55,5	175	175	0%
50,74	164,69	164,68	0,006%



45,76	150,43	150,42	0,006%
40,55	132,19	132,14	0,03%
35,12	130	130	0%
23,59	130	130	0%
17,48	130	130	0%
11,16	130	130	0%
4,6	130	130	0%
0,48	130	130	0%
Rata - Rata Error			0,1 %

Dari tabel 4 didapatkan hasil pengujian antara mikrokontroller dan juga perhitungan manual yang nantinya didapatkan nilai error setiap data tersebut lalu dirata-rata. Rata-rata error pada penelitian ini sebesar 0,1% dengan kata lain error sudah mendekati 0% atau hampir sempurna. Pada Gambar 11 merupakan kondisi pada saat kekeruhan air mencapai 200 NTU dimana kekeruhan air ini didapat dari campuran antar pasir hitam dan pasir malam. Pada Gambar 12 merupakan kondisi pada saat air sudah difilter secara terus menerus sehingga didapatkan air yang bersih dan aman bagi tanaman aquscapes. Kondisi tanaman sendiri pada saat pemfilteran dari 200 NTU ke 0,48 NTU sedikit layu dikarenakan kondisi air yang tidak bagus.



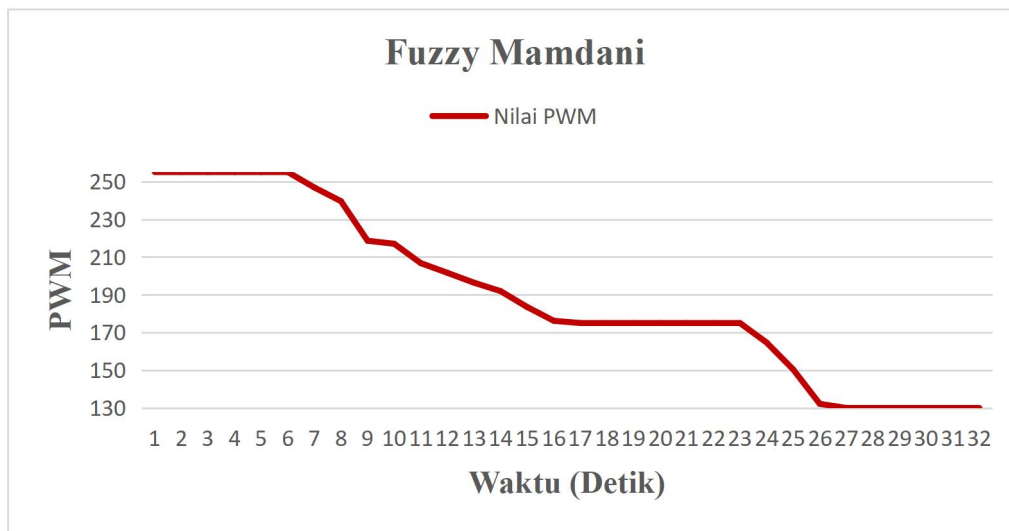
Gambar 11: Kondisi Air 200 NTU



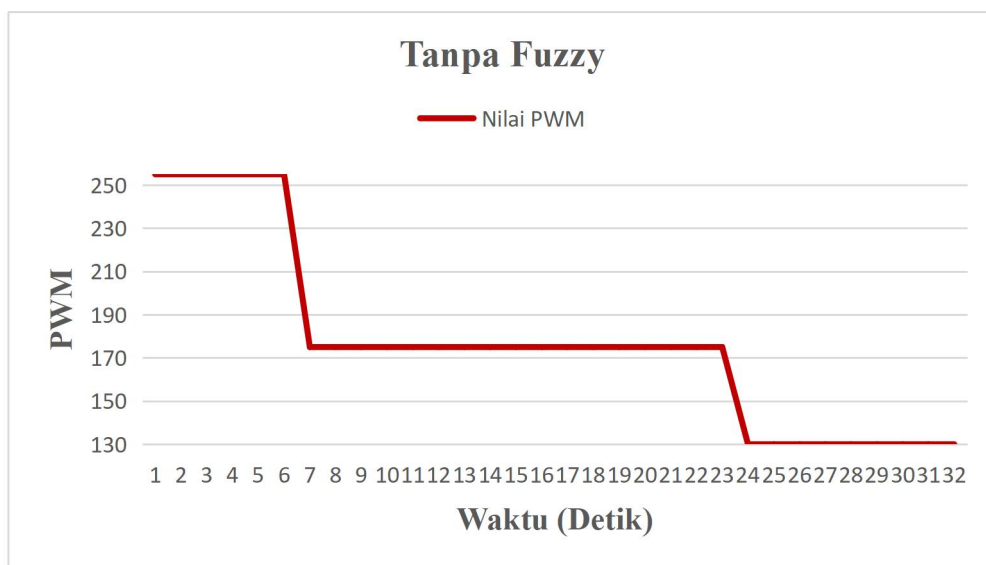
Gambar 12: Kondisi Air 0,48 NTU

Dari data penelitian kurva hasil pengujian sistem kendali logika fuzzy Mamdani yang ditunjukkan pada Gambar 13 terlihat adanya perubahan nilai PWM atau kecepatan motor saat menggunakan sistem kendali logika fuzzy. lebih konsisten atau lebih konsisten dan stabil dalam menghadapi perubahan kekeruhan air (NTU) dengan sensor SENO189. Sementara itu, tanpa sistem kendali logika fuzzy, berdasarkan kurva hasil pengujian seperti pada Gambar 14 terlihat bahwa perubahan nilai PWM atau kecepatan motor pompa PK terhadap kekeruhan air dengan sensor SENO189 tampak lebih kaku. dan kurang. sesuai dengan kecepatan putaran, nilai PWM berubah setiap detik.





Gambar 13: Grafis Respon Kontrol Fuzzy



Gambar 14: Grafis Respon Tanpa Kontrol Fuzzy

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa komponen tambahan yang berguna untuk mempertahankan kehidupan dalam aquascape seperti sensor suhu, ultrasonik, rtc, lampu maupun heater yang disesuaikan dengan kontrol masing-masing sedangkan untuk kontrol kekeruhan merupakan kontrol utama yang menggunakan fuzzy mamdani pada tanaman aquascape didapatkan perbandingan antara mikrokontroller dan perhitungan manual dengan error sebesar 0,1 % dan error tersebut sudah hampir mendekati error sebesar 0% dengan kondisi tanaman yang agak layu. Lalu untuk perbandingan antara kontrol kekeruhan menggunakan fuzzy mamdani dan tanpa menggunakan fuzzy terdapat perbedaan grafik setiap detiknya yaitu jika menggunakan metode fuzzy perubahan nilai pwm lebih runtut berbeda dengan perubahan nilai tanpa fuzzy yang lebih kaku.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Angger Setyo Kusumo, "Sistem Kontrol Intensitas Cahaya Lampu Aquascape Menggunakan Fuzzy Logic Controller Berbasis Arduino," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 322–331, 2022.
- [2] A. Rahman and A. N. Salim, "Jurnal Teknologi Terpadu MENGGUNAKAN WEMOS D1 MINI ESP8266 BERBASIS IOT," vol. 8, no. 1, pp. 22–

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



- 30, 2022.
- [3] R. Prahastina *et al.*, "Pertumbuhan Tanaman Cabai Menggunakan Metode Fuzzy Logic Type-1 Skripsi," 2020.
- [4] M. D. Udin, I. Istiadi, and F. Rofii, "Aquascape Dengan Kontrol Fotosintesis Buatan Pada Tanaman Air Menggunakan Metode Kendali Logika Fuzzy," *Transmisi*, vol. 23, no. 3, pp. 103–111, 2021, doi: 10.14710/transmisi.23.3.103-111.
- [5] E. Haerani, "Analisa Kendali Logika Fuzzy Dengan Metode Defuzzifikasi COA (Center of Area), Bisektor, MOM (mean of Maximum), LOM (Largest of Maximum), DAN SOM (Smallest of Maximum)," *J. Sains dan Teknol. Ind.*, vol. 10, no. 2, pp. 245–253, 2013.
- [6] D. Aztisyah, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada pH Air dalam Sistem Otomatisasi Suhu dan pH Air Aquascape Ikan Guppy," *J. Informatics, Inf. Syst. Softw. Eng. Appl.*, vol. 4, no. 1, pp. 58–70, 2022, doi: 10.20895/inista.v4i1.345.
- [7] M. Safii and Syaddam, "Sistem Otomatis UntukSafii, M., & Syaddam. (2021). Sistem Otomatis Untuk Pemberian Pakan Ikan Di Aquarium. Jtst, 02(02), 13–24. Pemberian Pakan Ikan Di Aquarium," *Jtst*, vol. 02, no. 02, pp. 13–24, 2021.
- [8] W. Fitria, A. Hidayat, and R. Aisuwarya, "B Ox Bayi Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Fuzzy Logic Control," no. November, pp. 1–6, 2015.
- [9] R. Alghoffary, "Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC pada Alat Ekstraktor Madu Menggunakan Kontroler," vol. 2014, no. 0910630092, pp. 1–6, 2014.
- [10] F. Fahmizal, T. R. Orlando, B. B. Murti, M. Budiyanto, and A. Mayub, "Kendali Logika Fuzzy pada Sistem Electronic Control Unit (ECU) Air Conditioner Mobil," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 1, p. 25, 2019, doi: 10.25126/jtiik.2019611045.

