

# Implementasi Fuzzy Logic Untuk Menilai Kondisi Air Aquarium Berbasis IoT

<sup>1</sup>Junaedi, <sup>2</sup>Benny Daniawan, <sup>3</sup>Abidin, <sup>4</sup>Aditiya Hermawan

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Buddhi Dharma<sup>1,2,3,4</sup>

Jl. Imam Bonjol No.41 Karawaci – Tangerang <sup>1,2,3,4</sup>

junaedi@ubd.ac.id<sup>1</sup>, benny.daniawan@ubd.ac.id<sup>2</sup>, abidin@ubd.ac.id<sup>3</sup>, aditiya.hermawan@ubd.ac.id<sup>4</sup>

## Abstract

*Very high temperature fluctuations often cause mass mortality in ornamental fish farming. The death of this ornamental fish is caused unfavorable water conditions that mechanism system is needed that can monitor water conditions in aquarium real time without being limited by distance and can be a solution to changes in temperature that go up and down significantly. If water conditions are monitored in real time, the ornamental fish are treated in aquarium will be healthier and not easily die so they will produce the best quality ornamental fish. For this reason, a system is needed that can monitor condition of water in aquarium to reduce the number of deaths in ornamental fish. The result of the research is a system that is able to monitor condition of the water in the aquarium, such as: monitoring and controlling the temperature, monitoring level of turbidity in the water, and monitoring pH of the water. This system is made with an Arduino microcontroller that is connected to the internet with support of the Internet of Things (IoT) and Fuzzy Logic measurement method. The system can also store history with help of a platform from Thingspeak and MitApp for the creation of mobile applications.*

**Keyword:** Arduino, Fuzzy Logic, Internet of Things (IoT), MitApp, Ornamental Fish, Thingspeak.

## Abstrak

Fluktuasi suhu yang sangat tinggi yang menyebabkan kematian masal pada budidaya ikan hias. Kematian ikan hias ini disebabkan dari kondisi air yang kurang baik sehingga diperlukan sebuah sistem mekanisme yang dapat memantau kondisi air didalam sebuah akuarium secara *realtime* tanpa batasan oleh jarak dan dapat menjadi solusi atas perubahan suhu yang naik turun secara signifikan. Bila kondisi air terpantau secara *realtime* tentu saja ikan hias yang dirawat diakuarium menjadi lebih sehat dan tidak mudah mati sehingga akan menghasilkan kualitas ikan hias yang terbaik. Untuk itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memantau kondisi air yang ada diakuarium untuk menurunkan jumlah kematian pada ikan hias. Hasil dari penelitian adalah sebuah sistem yang mampu memantau kondisi air pada akuarium, seperti : memantau dan mengontrol suhu, memantau tingkat kekeruhan pada air, dan memantau ph air. Sistem ini dibuat dengan sebuah mikrokontroler arduino yang terhubung dengan *internet* dengan dukungan *Internet of Things (IoT)* dan metode pengukuran *Fuzzy Logic*. Sistem ini juga dapat menyimpan historis dengan bantuan sebuah *platform* dari *Thingspeak* dan *MitApp* untuk pembuatan *mobile* aplikasinya.

**Kata Kunci:** Arduino, Fuzzy Logic, Internet of Things (IoT), MitApp, Ikan Hias, Thingspeak.

## I. PENDAHULUAN

Peminatan orang – orang terhadap ikan hias dimasa pandemi Covid-19 meningkat secara drastis pada tahun 2020 kemarin, jumlah ekspor meningkat menjadi 23.317.318 ekor dengan nilai ekonomi sebesar Rp93,3 miliar [1]. Hal ini perlu diupayakan untuk bisa memenuhi kebutuhan permintaan pasar. Salah satu bentuk upaya memenuhi permintaan pasar tersebut peternak harus melakukan penambahan tempat budidaya dan perawatan yang intensif agar ikan – ikan hias yang dibudidaya terjaga kesehatan dan keselamatannya. Perawatan yang intensif ini memerlukan pemantauan dan pengecekan yang terus menerus secara berulang secara manual. Tentu saja hal ini sangat merepotkan bagi peternak karena harus bolak balik ketempat budidaya untuk melihat dan memantau secara langsung kondisi air yang ada ditempat budidaya. Untungnya dijamin yang sudah maju saat ini, segala sesuatu dan aktivitas dapat dilakukan secara efektif dan efisien karena terbantu dengan adanya kecanggihan teknologi. Perkembangan ilmu dan teknologi sangat berpengaruh, baik yang berhubungan dengan rutinitas manusia secara langsung maupun rutinitas secara tidak langsung [2] contohnya adalah perkembangan teknologi yang dapat dimanfaatkan dari adanya koneksi *internet* bisa mengakses perangkat elektronik ataupun dikontrol langsung dengan sebuah perangkat dari jarak jauh yang sudah terkoneksi, teknologi seperti itu dinamakan *Internet of Things (IoT)* [3]. Dengan kata lain *Internet of Things (IoT)* mengakses perangkat elektronik melalui media *internet*[4].

Pemanfaatan IoT dapat diterapkan untuk solusi pemantauan kondisi air secara terus menerus, seperti : pemantauan kestabilan pH air, pemantauan suhu air, ataupun tingkat kekeruhan didalam air dari jarak jauh dengan mengambil data secara digital menggunakan sensor-sensor yang terdapat pada sistem alat *IoT* [5], [6]. Pemanfaatan teknologi pengembangan budidaya ikan dengan *smart system* ini dapat mengukur parameter kualitas air yang ideal dapat membantu meringankan pekerjaan para peternak maupun penghobi ikan hias [7].

Alat ini mampu untuk memberikan informasi secara realtime lewat *smartphone* untuk memantau kondisi air seperti, mendapatkan masukan dari sensor pH dan sensor Suhu yang akan dikenali oleh arduino [8]. Alat yang dibangun ini akan memudahkan dalam memantau setiap akuarium, apalagi kalau jumlah akuarium sangat banyak. Hal itu akan membutuhkan waktu yang lama bila ingin melakukan pemeriksaan kondisi air dari setiap akuarium. Maka dari itu sangat diperlukan adanya hal yang dapat membantu dengan bantuan teknologi dalam perawatan ikan hias. Berdasarkan permasalahan di atas untuk menangani permasalahan tersebut adalah mengimplementasikan Fuzzy Logic untuk menilai kondisi air aquarium dengan basis *Internet of Things* (IoT). Tujuan pada penelitian ini ialah dapat membuat sistem/alat yang dapat dikontrol dengan perangkat *smartphone* dan terhubung ke *internet* sehingga sangat mudah jika ingin memantau kondisi air dalam akuarium meskipun berada jauh dari rumah ataupun tempat budidaya.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Analisis Sampel Air yang digunakan

Dalam memelihara dan merawat ikan hias, komponen paling penting dan utama ialah kualitas air yang dipakai. Pengelolaan kualitas air dalam budidaya perikanan penting guna meningkatkan produksi dan menunjang keberhasilan budidaya tersebut [9].



**Gambar 1.** Analisis 3 Jenis Air

Pada Gambar 1 diatas telah dilakukan uji coba terhadap tiga jenis air yang berada dilingkungan peternakan. Ketiga jenis air tersebut adalah air hujan, air sumur dan air isi ulang. Hasil dari percobaan dari ketiga jenis air yang diuji coba, dapat disimpulkan air sumur dan air isi ulang memiliki suhu yang stabil antara 27.8°C - 29°C dibandingkan dengan air hujan yang memiliki suhu yang sangat rendah yaitu 25.5°C, sehingga membuat suhu air didalam akuarium dingin dan menyebabkan ikan sering terkena penyakit *whitespot*.



**Gambar 2.** Tahap Uji Coba pH Air

Hasil dari percobaan dari ketiga jenis air diatas dapat disimpulkan air hujan memiliki pH yang sangat tinggi yaitu 9.1, air isi ulang memiliki pH yang cukup tinggi yaitu 8.1 dan air sumur memiliki pH yang netral yaitu 7.4 serta paling cocok digunakan untuk pemeliharaan dan budidaya ikan hias.

### B. Analisis dengan *Internet of Things* (IoT)

Dengan adanya sistem *Internet of Things* diharapkan dapat lebih mengawasi keadaan kualitas air pada akuarium dan menekan jumlah kematian pada ikan hias sehingga tidak ada lagi terjadinya gagal panen [10]. Beberapa faktor yang menyebabkan kematian pada ikan hias dapat dikontrol dan dimonitoring secara *real time* seperti pada Fungsional tabel dibawah ini:

**Tabel 1.** Fungsional yang diterapkan

No	Fungsional dengan Internet of Things
1	Memonitor suhu dalam air dan menstabilkan suhu otomatis
2	Memonitor ph air
3	Mengontrol lampu (pencahayaan) on/off dan dapat on/off otomatis ketika keadaan gelap
4	Mengecek tingkat kekeruhan air dan dapat menguras otomatis air
5	Memberi makan dari jarak jauh dan dapat diset otomatis
6	Pompa menguras secara otomatis aktif jika kondisi air buruk

C. Analisis dengan *Fuzzy Logic*

Pengukuran pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil dari implementasi internet of things dengan hasil simulasi dari metode *Fuzzy Logic* Mamdani dengan fungsi keanggotaan dan nilai yang sudah ditentukan. Dengan *fuzzy logic* wilayah input dicirikan dengan istilah linguistik bukan dengan angka atau bilangan [11], [12].

- a. Fuzzifikasi Data dalam penelitian ini memiliki beberapa indikator yang akan dijadikan sebagai variabel penting didalam pengolahan.

**Tabel 2.** Variabel yang digunakan

Fungsi	Variabel	Variabel Linguistik	
		Himpunan Fuzzy	Domain
Input	Suhu	Dingin	0 - 22
		Normal	20 – 30
		Hangat	28 – 35
	pH	Asam	0 - 6
		Netral	5 – 8
		Basa	7 – 14
	Kekeruhan	Jernih	0 – 15
		Cukup	10 – 25
		Keruh	20 – 30
Output	Kondisi Air	Baik	0 – 35
		Cukup	25 – 65
		Buruk	55 - 100

b. Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan (membership function) adalah suatu Grafik yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering disebut juga dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1 [13].

Berikut persamaan garis pada grafik *input* suhu :

- I. Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy DINGIN, NORMAL dan HANGAT dari variabel Suhu

$$\mu[x]DINGIN = \begin{cases} 1, & x \leq 20 \\ \frac{22-x}{22-20}, & 20 \leq x \leq 22 \\ 0, & x \geq 22 \end{cases}$$

**Rumus 1.** Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Dingin pada Variabel Suhu

$$\mu[x]NORMAL = \begin{cases} \frac{x-20}{22-20}, & 20 \leq x \leq 22 \\ 1, & 22 \leq x \leq 28 \\ \frac{30-x}{30-28}, & 28 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

**Rumus 2.** Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Normal pada Variabel Suhu

$$\mu[x]HANGAT = \begin{cases} \frac{x-28}{30-28}, & 28 \leq x \leq 30 \\ 1, & x \geq 30 \end{cases}$$

**Rumus 3.** Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Hangat pada Variabel Suhu

II. Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* ASAM, NETRAL dan BASA dari variabel pH

$$\mu[x]ASAM = \begin{cases} 1, & x \leq 5 \\ \frac{6-x}{6-5}, & 5 \leq x \leq 6 \\ 0, & x \geq 6 \end{cases}$$

**Rumus 4.** Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Asam pada Variabel pH

$$\mu[x]NETRAL = \begin{cases} \frac{x-5}{6-5}, & 5 \leq x \leq 6 \\ 1, & 6 \leq x \leq 7 \\ \frac{8-x}{8-7}, & 7 \leq x \leq 8 \end{cases}$$

**Rumus 5.** Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Netral pada Variabel pH

$$\mu[x]BASA = \begin{cases} \frac{x-7}{8-7}, & 7 \leq x \leq 8 \\ 1, & x \geq 8 \end{cases}$$

**Rumus 6.** Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Basa pada Variabel pH

III. Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* JERNIH, CUKUP dan KERUH dari variabel Kekeruhan

$$\mu[x]JERNIH = \begin{cases} 1, & x \leq 10 \\ \frac{15-x}{15-10}, & 10 \leq x \leq 15 \\ 0, & x \geq 15 \end{cases}$$

**Rumus 7.** Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Jernih pada Variabel Kekeruhan

$$\mu[x]CUKUP = \begin{cases} \frac{x-10}{15-10}, & 10 \leq x \leq 15 \\ 1, & 15 \leq x \leq 20 \\ \frac{25-x}{25-20}, & 20 \leq x \leq 25 \end{cases}$$

**Rumus 8.** Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Cukup pada Variabel Kekeruhan

$$\mu[x]KERUH = \begin{cases} \frac{x-20}{25-20}, & 20 \leq x \leq 25 \\ 1, & x \geq 25 \end{cases}$$

**Rumus 9.** Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Keruh pada Variabel Kekeruhan

IV. Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* BAIK, CUKUP dan BURUK dari variabel *output* Kondisi Air

$$\mu[x]BAIK = \begin{cases} 1, & x \leq 25 \\ \frac{35-x}{35-25}, & 25 \leq x \leq 35 \\ 0, & x \geq 35 \end{cases}$$

**Rumus 10.** Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Baik pada Variabel Kondisi Air

$$\mu[x]CUKUP = \begin{cases} \frac{x-25}{35-25}, & 25 \leq x \leq 35 \\ 1, & 35 \leq x \leq 55 \\ \frac{65-x}{65-55}, & 55 \leq x \leq 65 \end{cases}$$

**Rumus 11.** Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Cukup pada Variabel Kondisi Air

$$\mu[x]BURUK = \begin{cases} \frac{x-55}{65-55}, & 55 \leq x \leq 65 \\ 1, & x \geq 65 \end{cases}$$

**Rumus 12.** Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy Buruk pada Variabel Kondisi Air

c. Inferensi

Dari tiga buah variabel *input* dan satu buah variabel *output* yang telah dideklarasikan diawal, dengan melakukan analisa data terhadap batas tiap – tiap himpunan keanggotaan *fuzzy* pada tiap – tiap variabelnya maka terdapat 9 aturan *fuzzy* yang akan dipakai dalam sistem ini dengan susunan aturan IF suhu IS .....THEN kondisi\_air IS ..... hasil penerapan nya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 3.** Aturan Fuzzy

Rule	Variabel			
	Input			Output
	Suhu	pH	Kekeruhan	Kondisi Air
R1	Dingin	Asam	Jernih	Buruk
R2	Dingin	Asam	Cukup	Buruk
R3	Dingin	Asam	Keruh	Buruk
R4	Dingin	Netral	Jernih	Cukup
R5	Dingin	Netral	Cukup	Cukup
R6	Dingin	Netral	Keruh	Buruk
R7	Dingin	Basa	Jernih	Buruk
R8	Dingin	Basa	Cukup	Buruk
R9	Dingin	Basa	Keruh	Buruk
R10	Normal	Asam	Jernih	Cukup
R11	Normal	Asam	Cukup	Cukup
R12	Normal	Asam	Keruh	Buruk
R13	Normal	Netral	Jernih	Baik
R14	Normal	Netral	Cukup	Baik
R15	Normal	Netral	Keruh	Cukup
R16	Normal	Basa	Jernih	Cukup
R17	Normal	Basa	Cukup	Buruk
R18	Normal	Basa	Keruh	Buruk
R19	Hangat	Asam	Jernih	Buruk
R20	Hangat	Asam	Cukup	Buruk
R21	Hangat	Asam	Keruh	Buruk
R22	Hangat	Netral	Jernih	Cukup
R23	Hangat	Netral	Cukup	Cukup
R24	Hangat	Netral	Keruh	Buruk
R25	Hangat	Basa	Jernih	Buruk
R26	Hangat	Basa	Cukup	Buruk
R27	Hangat	Basa	Keruh	Buruk

d. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi merupakan suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy [14]. Pada penelitian ini penulis memilih metode centroid sebagai proses defuzzifikasi yang akan dilakukan. Metode ini mencari centre of area/gravity dari aggregate set :

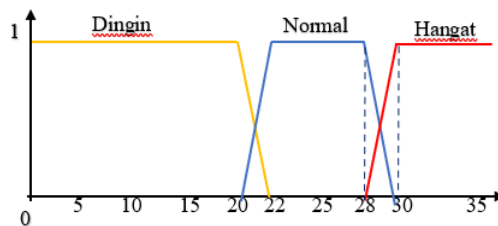
$$z^* = \frac{\int \mu(z)z dz}{\int \mu(z)dz}$$

**Rumus 13.** Mencari Momen dan Luas dari Metode Centroid

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Fuzzifikasi

a. Variabel Suhu



**Gambar 3.** Grafik Variabel Suhu

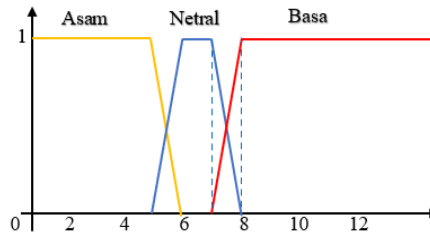
Derajat keanggotaan bila inputan dari sensor suhu pada alat 28,5 yang mana bersinggungan dengan variabel linguistik normal dan hangat, maka yang akan dipakai untuk menghitung adalah  $\mu[x]$ Normal dengan range domain  $28 \leq x \leq 30$  dan  $\mu[x]$ Hangat dengan range domain  $28 \leq x \leq 30$  sebagai berikut :

$$\mu_{Dingin}[28.5] = 0$$

$$\mu_{Normal}[28.5] = \frac{30-28.5}{30-28} = \frac{1.5}{2} = 0.75$$

$$\mu_{\text{Hangat}}[28.5] = \frac{28.5-28}{30-28} = \frac{0.5}{2} = 0.25$$

b. Variabel pH



Gambar 4. Grafik Variabel pH

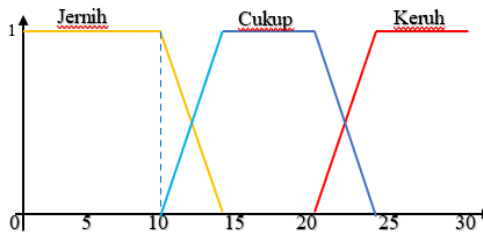
Derajat keanggotaan bila inputan dari sensor pH pada alat 7,6 yang mana bersinggungan dengan variabel linguistik netral dan basa, maka yang akan dipakai untuk menghitung adalah  $\mu[x]\text{Netral}$  dengan *range* domain  $7 \leq x \leq 8$  dan  $\mu[x]\text{Basa}$  dengan *range* domain  $7 \leq x \leq 8$  sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Asam}}[7.6] = 0$$

$$\mu_{\text{Netral}}[7.6] = \frac{8-7.6}{8-7} = \frac{0.4}{1} = 0.4$$

$$\mu_{\text{Basa}}[7.6] = \frac{7.6-7}{8-7} = \frac{0.6}{1} = 0.6$$

c. Variabel Kekeruhan



Gambar 5. Grafik Variabel Kekeruhan

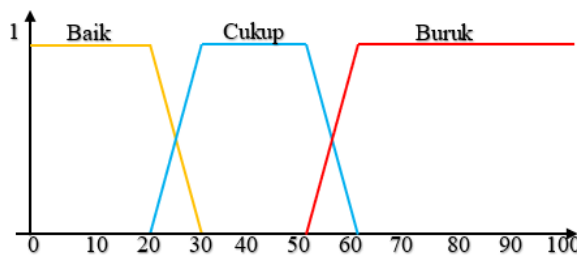
Derajat keanggotaan bila inputan dari sensor *turbidity* pada alat terdeteksi 2,6 yang mana TIDAK bersinggungan dengan variabel linguistik manapun, maka yang akan bernilai 1 karena  $x \leq 10$ .

$$\mu_{\text{Jernih}}[2.6] = 1$$

$$\mu_{\text{Cukup}}[2.6] = 0$$

$$\mu_{\text{Keruh}}[2.6] = 0$$

d. Variabel Kondisi Air



Gambar 6. Grafik Variabel Kondisi Air (Output)

Gambar 6 diatas menjelaskan bahwa pada variabel *output* kondisi air, terdapat tiga macam variabel linguistik yaitu Baik, Cukup dan Buruk. Hasil dari kondisi air ini berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dari ikan guppy sendiri. Untuk rumus dari fungsi keanggotaan variabel kondisi air ini dapat dilihat pada Rumus 10, Rumus 11 dan Rumus 12

B. Inferensi dan Implikasi

Inferensi digunakan untuk menghasilkan derajat keanggotaan dari sebuah aturan sistem [15]. Aturan (*rule*) memakai operator logika AND sehingga implikasinya akan menggunakan fungsi MIN dan agregasi menggunakan fungsi MAX.

[R1] Jika Suhu **Dingin** dan pH **Asam** dan Kekeruhan **Jernih**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat}_1 &= \mu_{\text{Dingin}}(x) \cap \mu_{\text{Asam}}(x) \cap \mu_{\text{Jernih}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Dingin}}(28,5); \mu_{\text{Asam}}(7,6); \mu_{\text{Jernih}}(2,6)) \\ &= \min(0;0;1) = 0 \end{aligned}$$

[R2] Jika Suhu **Dingin** dan pH **Asam** dan Kekeruhan **Cukup**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_2 &= \mu_{\text{Dingin}}(x) \cap \mu_{\text{Asam}}(x) \cap \mu_{\text{Cukup}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Dingin}}(28,5); \mu_{\text{Asam}}(7,6); \mu_{\text{Cukup}}(2,6)) \\ &= \min(0; 0; 0) = 0\end{aligned}$$

[R3] Jika Suhu **Dingin** dan pH **Asam** dan Kekeruhan **Keruh**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_3 &= \mu_{\text{Dingin}}(x) \cap \mu_{\text{Asam}}(x) \cap \mu_{\text{Cukup}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Dingin}}(28,5); \mu_{\text{Asam}}(7,6); \mu_{\text{Keruh}}(2,6)) \\ &= \min(0; 0; 0) = 0\end{aligned}$$

[R4] Jika Suhu **Dingin** dan pH **Netral** dan Kekeruhan **Jernih**, maka Kondisi Air **Cukup**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_4 &= \mu_{\text{Dingin}}(x) \cap \mu_{\text{Netral}}(x) \cap \mu_{\text{Jernih}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Dingin}}(28,5); \mu_{\text{Netral}}(7,6); \mu_{\text{Jernih}}(2,6)) \\ &= \min(0; 0,4; 1) = 0\end{aligned}$$

[R5] Jika Suhu **Dingin** dan pH **Netral** dan Kekeruhan **Cukup**, maka Kondisi Air **Cukup**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_5 &= \mu_{\text{Dingin}}(x) \cap \mu_{\text{Netral}}(x) \cap \mu_{\text{Cukup}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Dingin}}(28,5); \mu_{\text{Netral}}(7,6); \mu_{\text{Cukup}}(2,6)) \\ &= \min(0; 0,4; 0) = 0\end{aligned}$$

[R6] Jika Suhu **Dingin** dan pH **Netral** dan Kekeruhan **Keruh**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_6 &= \mu_{\text{Dingin}}(x) \cap \mu_{\text{Netral}}(x) \cap \mu_{\text{Keruh}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Dingin}}(28,5); \mu_{\text{Netral}}(7,6); \mu_{\text{Keruh}}(2,6)) \\ &= \min(0; 0,4; 0) = 0\end{aligned}$$

[R7] Jika Suhu **Dingin** dan pH **Basa** dan Kekeruhan **Jernih**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_7 &= \mu_{\text{Dingin}}(x) \cap \mu_{\text{Basa}}(x) \cap \mu_{\text{Jernih}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Dingin}}(28,5); \mu_{\text{Basa}}(7,6); \mu_{\text{Jernih}}(2,6)) \\ &= \min(0; 0,6; 1) = 0\end{aligned}$$

[R8] Jika Suhu **Dingin** dan pH **Basa** dan Kekeruhan **Cukup**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_8 &= \mu_{\text{Dingin}}(x) \cap \mu_{\text{Basa}}(x) \cap \mu_{\text{Cukup}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Dingin}}(28,5); \mu_{\text{Basa}}(7,6); \mu_{\text{Cukup}}(2,6)) \\ &= \min(0; 0,6; 0) = 0\end{aligned}$$

[R9] Jika Suhu **Dingin** dan pH **Basa** dan Kekeruhan **Keruh**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_9 &= \mu_{\text{Dingin}}(x) \cap \mu_{\text{Basa}}(x) \cap \mu_{\text{Keruh}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Dingin}}(28,5); \mu_{\text{Basa}}(7,6); \mu_{\text{Keruh}}(2,6)) \\ &= \min(0; 0,6; 0) = 0\end{aligned}$$

[R10] Jika Suhu **Normal** dan pH **Asam** dan Kekeruhan **Jernih**, maka Kondisi Air **Cukup**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_{10} &= \mu_{\text{Normal}}(x) \cap \mu_{\text{Asam}}(x) \cap \mu_{\text{Jernih}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Normal}}(28,5); \mu_{\text{Asam}}(7,6); \mu_{\text{Jernih}}(2,6)) \\ &= \min(0,75; 0; 1) = 0\end{aligned}$$

[R11] Jika Suhu **Normal** dan pH **Asam** dan Kekeruhan **Cukup**, maka Kondisi Air **Cukup**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_{11} &= \mu_{\text{Normal}}(x) \cap \mu_{\text{Asam}}(x) \cap \mu_{\text{Cukup}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Normal}}(28,5); \mu_{\text{Asam}}(7,6); \mu_{\text{Cukup}}(2,6)) \\ &= \min(0,75; 0; 0) = 0\end{aligned}$$

[R12] Jika Suhu **Normal** dan pH **Asam** dan Kekeruhan **Keruh**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_{12} &= \mu_{\text{Normal}}(x) \cap \mu_{\text{Asam}}(x) \cap \mu_{\text{Keruh}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Normal}}(28,5); \mu_{\text{Asam}}(7,6); \mu_{\text{Keruh}}(2,6)) \\ &= \min(0,75; 0; 0) = 0\end{aligned}$$

[R13] Jika Suhu **Normal** dan pH **Netral** dan Kekeruhan **Jernih**, maka Kondisi Air **Baik**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_{13} &= \mu_{\text{Normal}}(x) \cap \mu_{\text{Netral}}(x) \cap \mu_{\text{Jernih}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Normal}}(28,5); \mu_{\text{Netral}}(7,6); \mu_{\text{Jernih}}(2,6)) \\ &= \min(0,75; 0,4; 1) = 0,4\end{aligned}$$

[R14] Jika Suhu **Normal** dan pH **Netral** dan Kekeruhan **Cukup**, maka Kondisi Air **Baik**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_{14} &= \mu_{\text{Normal}}(x) \cap \mu_{\text{Netral}}(x) \cap \mu_{\text{Cukup}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Normal}}(28,5); \mu_{\text{Netral}}(7,6); \mu_{\text{Cukup}}(2,6)) \\ &= \min(0,75; 0,4; 0) = 0\end{aligned}$$

[R15] Jika Suhu **Normal** dan pH **Netral** dan Kekeruhan **Keruh**, maka Kondisi Air **Cukup**

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_{15} &= \mu_{\text{Normal}}(x) \cap \mu_{\text{Netral}}(x) \cap \mu_{\text{Keruh}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{Normal}}(28,5); \mu_{\text{Netral}}(7,6); \mu_{\text{Keruh}}(2,6)) \\ &= \min(0,75; 0,4; 0) = 0\end{aligned}$$

[R16] Jika Suhu **Normal** dan pH **Basa** dan Kekeruhan **Jernih**, maka Kondisi Air **Cukup**

$$\alpha\text{-predikat}_{16} = \mu_{\text{Normal}}(x) \cap \mu_{\text{Basa}}(x) \cap \mu_{\text{Jernih}}(x)$$

$$= \min(\mu_{\text{Normal}}(28,5); \mu_{\text{Basa}}(7,6); \mu_{\text{Jernih}}(2,6))$$

$$= \min(0,75; 0,6; 1) = 0,6$$

[R17] Jika Suhu **Normal** dan pH **Basa** dan Kekeruhan **Cukup**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\alpha\text{-predikat}_{17} = \mu_{\text{Normal}}(x) \cap \mu_{\text{Basa}}(x) \cap \mu_{\text{Cukup}}(x)$$

$$= \min(\mu_{\text{Normal}}(28,5); \mu_{\text{Basa}}(7,6); \mu_{\text{Cukup}}(2,6))$$

$$= \min(0,75; 0,6; 0) = 0$$

[R18] Jika Suhu **Normal** dan pH **Basa** dan Kekeruhan **Keruh**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\alpha\text{-predikat}_{18} = \mu_{\text{Normal}}(x) \cap \mu_{\text{Basa}}(x) \cap \mu_{\text{Keruh}}(x)$$

$$= \min(\mu_{\text{Normal}}(28,5); \mu_{\text{Basa}}(7,6); \mu_{\text{Keruh}}(2,6))$$

$$= \min(0,75; 0,6; 0) = 0$$

[R19] Jika Suhu **Hangat** dan pH **Asam** dan Kekeruhan **Jernih**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\alpha\text{-predikat}_{19} = \mu_{\text{Hangat}}(x) \cap \mu_{\text{Asam}}(x) \cap \mu_{\text{Jernih}}(x)$$

$$= \min(\mu_{\text{Hangat}}(28,5); \mu_{\text{Asam}}(7,6); \mu_{\text{Jernih}}(2,6))$$

$$= \min(0,25; 0; 1) = 0$$

[R20] Jika Suhu **Hangat** dan pH **Asam** dan Kekeruhan **Cukup**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\alpha\text{-predikat}_{20} = \mu_{\text{Hangat}}(x) \cap \mu_{\text{Asam}}(x) \cap \mu_{\text{Cukup}}(x)$$

$$= \min(\mu_{\text{Hangat}}(28,5); \mu_{\text{Asam}}(7,6); \mu_{\text{Cukup}}(2,6))$$

$$= \min(0,25; 0; 0) = 0$$

[R21] Jika Suhu **Hangat** dan pH **Asam** dan Kekeruhan **Keruh**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\alpha\text{-predikat}_{21} = \mu_{\text{Hangat}}(x) \cap \mu_{\text{Asam}}(x) \cap \mu_{\text{Keruh}}(x)$$

$$= \min(\mu_{\text{Hangat}}(28,5); \mu_{\text{Asam}}(7,6); \mu_{\text{Keruh}}(2,6))$$

$$= \min(0,25; 0; 0) = 0$$

[R22] Jika Suhu **Hangat** dan pH **Netral** dan Kekeruhan **Jernih**, maka Kondisi Air **Cukup**

$$\alpha\text{-predikat}_{22} = \mu_{\text{Hangat}}(x) \cap \mu_{\text{Netral}}(x) \cap \mu_{\text{Jernih}}(x)$$

$$= \min(\mu_{\text{Hangat}}(28,5); \mu_{\text{Netral}}(7,6); \mu_{\text{Jernih}}(2,6))$$

$$= \min(0,25; 0,4; 1) = 0,25$$

[R23] Jika Suhu **Hangat** dan pH **Netral** dan Kekeruhan **Cukup**, maka Kondisi Air **Cukup**

$$\alpha\text{-predikat}_{23} = \mu_{\text{Hangat}}(x) \cap \mu_{\text{Netral}}(x) \cap \mu_{\text{Cukup}}(x)$$

$$= \min(\mu_{\text{Hangat}}(28,5); \mu_{\text{Netral}}(7,6); \mu_{\text{Cukup}}(2,6))$$

$$= \min(0,25; 0,4; 0) = 0$$

[R24] Jika Suhu **Hangat** dan pH **Netral** dan Kekeruhan **Keruh**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\alpha\text{-predikat}_{24} = \mu_{\text{Hangat}}(x) \cap \mu_{\text{Netral}}(x) \cap \mu_{\text{Keruh}}(x)$$

$$= \min(\mu_{\text{Hangat}}(28,5); \mu_{\text{Netral}}(7,6); \mu_{\text{Keruh}}(2,6))$$

$$= \min(0,25; 0,4; 0) = 0$$

[R25] Jika Suhu **Hangat** dan pH **Basa** dan Kekeruhan **Jernih**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\alpha\text{-predikat}_{25} = \mu_{\text{Hangat}}(x) \cap \mu_{\text{Basa}}(x) \cap \mu_{\text{Jernih}}(x)$$

$$= \min(\mu_{\text{Hangat}}(28,5); \mu_{\text{Basa}}(7,6); \mu_{\text{Jernih}}(2,6))$$

$$= \min(0,25; 0,6; 1) = 0,25$$

[R26] Jika Suhu **Hangat** dan pH **Basa** dan Kekeruhan **Cukup**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\alpha\text{-predikat}_{26} = \mu_{\text{Hangat}}(x) \cap \mu_{\text{Basa}}(x) \cap \mu_{\text{Cukup}}(x)$$

$$= \min(\mu_{\text{Hangat}}(28,5); \mu_{\text{Basa}}(7,6); \mu_{\text{Cukup}}(2,6))$$

$$= \min(0,25; 0,6; 0) = 0$$

[R27] Jika Suhu **Hangat** dan pH **Basa** dan Kekeruhan **Keruh**, maka Kondisi Air **Buruk**

$$\alpha\text{-predikat}_{27} = \mu_{\text{Hangat}}(x) \cap \mu_{\text{Basa}}(x) \cap \mu_{\text{Keruh}}(x)$$

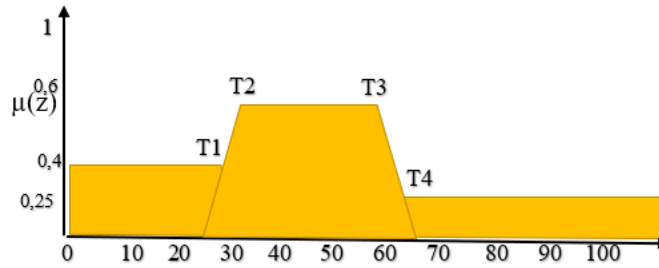
$$= \min(\mu_{\text{Hangat}}(28,5); \mu_{\text{Basa}}(7,6); \mu_{\text{Keruh}}(2,6))$$

$$= \min(0,25; 0,6; 0) = 0$$

### C. Komposisi Aturan Mamdani

Ditahap ini semua hasil inferensi dan implikasi dari rule akan dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu : Baik, Cukup dan Buruk. Setelah dikelompokkan dari tiap kelompok akan dipilih satu Grafik dengan nilai paling tinggi dikelompoknya. Selanjutnya memilih rule yang memiliki derajat keanggotaan terbesar dengan fungsi max dari setiap variabel linguistik. Dari kelompok variabel Baik terdapat pada *Rule* 13 atau [R13], kelompok variabel Cukup terdapat pada *Rule* 16 atau [R16] dan untuk kelompok variabel Buruk terdapat pada *Rule* 25 atau [R25]. Sehingga apabila grafik tersebut digabungkan menjadi seperti gambar dibawah ini:





Gambar 7. Hasil Penggabungan Tiga Kelompok Variabel Linguistik

Variabel *output* :

Derajat kebenaran himpunan Baik

$$\begin{aligned} &= \max (\alpha_{13}; \alpha_{14}) \\ &= \max (0,4 ; 0) \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

Derajat kebenaran himpunan Cukup

$$\begin{aligned} &= \max (\alpha_4; \alpha_5; \alpha_{10}; \alpha_{11}; \alpha_{15}; \alpha_{16}; \alpha_{22}; \alpha_{23}) \\ &= \max (0; 0; 0; 0; 0; 0,6; 0,25; 0) \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

Derajat kebenaran himpunan Buruk

$$\begin{aligned} &= \max (\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3; \alpha_6; \alpha_7; \alpha_8; \alpha_9; \alpha_{12}; \alpha_{17}; \alpha_{18}; \alpha_{19}; \alpha_{20}; \alpha_{21}; \alpha_{24}; \alpha_{25}; \alpha_{26}; \alpha_{27}) \\ &= \max (0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0,25; 0; 0) \\ &= 0,25 \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi keanggotaan dari variabel *output* himpunan baik diperoleh nilai 0,4 d(13) pada  $\alpha_{13}$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned} T1 (d13) = \alpha_{13} &\longleftrightarrow \frac{d(13)-25}{35-25} = 0,4 \\ d(13) - 25 &= 4 \\ d(13) &= 29 \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi keanggotaan dari variabel *output* himpunan cukup diperoleh nilai 0,6 d(16) pada  $\alpha_{16}$  sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T2 (d16) = \alpha_{16} &\longleftrightarrow \frac{d(16)-25}{35-25} = 0,6 \\ d(16) - 25 &= 6 \\ d(16) &= 31 \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi keanggotaan dari variabel *output* himpunan cukup diperoleh nilai 0,6 d(16) pada  $\alpha_{16}$  sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T3 (d16) = \alpha_{16} &\longleftrightarrow \frac{65-d(16)}{35-25} = 0,6 \\ 65 - d(16) &= 6 \\ d(16) &= 59 \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi keanggotaan dari variabel *output* himpunan cukup diperoleh nilai 0,25 d(25) pada  $\alpha_{25}$  sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T4 (d25) = \alpha_{25} &\longleftrightarrow \frac{65-d(25)}{65-55} = 0,25 \\ 65 - d(25) &= 2,5 \\ d(25) &= 62,5 \end{aligned}$$

Modifikasi fungsi keanggotaan dari variabel *output* setelah diterapkan ialah :  $\mu(z) = \begin{cases} 0,4 ; z \leq 29 \\ 0,6 ; 31 \leq z \leq 59 \\ 0,25 ; z \geq 62,5 \end{cases}$

D. Defuzzifikasi

Proses perhitungan yang dilakukan menggunakan metode *centroid* atau *centre of area*, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} M_1 &= \int_0^{29} (0,4)z \, dz \\ &= \left[ \frac{0,4(29)^2}{2} - \frac{0,4(0)^2}{2} \right] = \left[ \frac{336,4}{2} - 0 \right] = 168,2 \\ M_2 &= \int_{31}^{59} (0,6)z \, dz \\ &= \left[ \frac{0,6(59)^2}{2} - \frac{0,6(31)^2}{2} \right] = \left[ \frac{2088,6}{2} - \frac{576,6}{2} \right] = 1044,3 - 288,3 = 756 \\ M_3 &= \int_{62,5}^{100} (0,25)z \, dz \end{aligned}$$

$$= \left[ \frac{0,25(100)^2}{2} - \frac{0,25(62,5)^2}{2} \right] = \left[ \frac{2500}{2} - \frac{976,56}{2} \right] = 1250 - 488,3 = 761,7$$

$$A_1 = \int_0^{29} 0,4 \, dz$$

$$= 0,4 \int_0^{29} 1 \, dz = 0,4(29) - 0,4(0) = 11,6$$

$$A_2 = \int_{31}^{59} 0,6 \, dz$$

$$= 0,6 \int_{31}^{59} 1 \, dz = 0,6(59) - 0,6(31) = 35,4 - 18,6 = 16,8$$

$$A_3 = \int_{62,5}^{100} 0,25 \, dz$$

$$= 0,25 \int_{62,5}^{100} 1 \, dz = 0,25(100) - 0,25(62,5) = 25 - 15,625 = 9,37$$

Sehingga nilai *crisp output* menjadi :

$$Z = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{168,2 + 756 + 761,7}{11,6 + 16,8 + 9,37} = \frac{1686}{37,77} = 44,63$$

Dapat disimpulkan hasil analisis dengan metode mamdani yang dijadikan sampel menghasilkan kondisi air Cukup.

#### IV. KESIMPULAN

Pengujian pada penelitian ini terdapat dari tiga macam variabel input yang terdiri dari : suhu air, pH air dan tingkat kekeruhan air (*turbidity*). Untuk variabel output menghasilkan kondisi air dengan parameter baik, cukup dan buruk. Kemudian hasil akhir dari nilai *crisp output* yang didapat dari uji coba sensor – sensor dan perhitungan *Fuzzy Logic* yang diimplementasikan kedalam sistem sebesar 44,63 dimana hasil tersebut bila dibandingkan dengan *software matlab r2013a* dengan parameter yang sama mendapatkan hasil 44,8.

#### V. REFERENSI

- [1] DPPP, “Penggemar Ikan Hias Terus Meningkat Dikalangan Masyarakat Meski Saat Pandemi Covid-19 | Dinas Pertanian, Pangan, Perikanan Bangka Selatan,” *Dinas Kelautan dan Perikanan Kab Bangka Selatan*, 2021. <https://dppp.bangkaselatankab.go.id/post/detail/874-penggemar-ikan-hias-terus-meningkat-dikalangan-masyarakat-meski-saat-pandemi-covid-19> (accessed Jun. 20, 2022).
- [2] H. S. Weku, E. V. C. Poekoel, R. F. Robot, and M. Eng, “Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 7, pp. 54–64, 2015.
- [3] Y. Efendi, “Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile,” *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [4] S. Wasista, D. A. Saraswati, and E. Susanto, *Aplikasi Internet Of Things (IOT) Dengan Arduino Dan Android “Membangun Smart Home Dan Smart Robot Berbasis Arduino Dan Android.”* Deepublish, 2019. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=r824DwAAQBAJ>
- [5] A. J. Kuswinta, I. G. P. W. Wedashwara W, and I. W. A. Arimbawa, “Implementasi IoT Cerdas Berbasis Inference Fuzzy Tsukamoto pada Pemantauan Kadar pH dan Ketinggian Air dalam Akuaponik,” *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 65–74, 2019, doi: 10.29303/jcosine.v3i1.245.
- [6] R. Maulana, A. Fauzi, and ..., “Implementasi Sistem Bilik Disinfektan Otomatis Berbasis Iot Dengan Nodemcu Dan Sensor Ultrasonic,” ... *Innov. ...*, no. Ciastech, pp. 445–454, 2021.
- [7] I. Ullah and D. H. Kim, “An optimization scheme for water pump control in smart fish farm with efficient energy consumption,” *Processes*, vol. 6, no. 6, pp. 1–23, 2018, doi: 10.3390/pr6060065.
- [8] H. Jatnika, “Monitoring Kualitas Air Berbasis Smart System Untuk Ketersediaan Air Bersih Desa Ciaruteun Ilir,” *Petir*, vol. 14, no. 2, pp. 181–192, 2021, doi: 10.33322/petir.v14i2.1040.
- [9] Z. I. Salsabila, “Pentingnya Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perikanan,” <https://desaloano.com/>, 2020. <https://desaloano.com/important-pengelolaan-kualitas-air-dalam-budidaya-perikanan/>
- [10] S. F. Kadir, “Mobile Iot ( Internet of Things ) Untuk Pemantauan Kualitas Air Habitat Ikan Hias Pada Akuarium Menggunakan Metode Logika,” *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 298–305, 2019.
- [11] A. Abidin and B. Daniawan, “Pemodelan Sistem Fuzzy Untuk Pengukuran Kualitas Papan Partikel,” *Akselerator J. Sains Terap. dan ...*, no. January, pp. 19–28, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.ubd.ac.id/index.php/aksel/article/view/449%0Ahttps://jurnal.ubd.ac.id/index.php/aksel/article/download/449/254>
- [12] Marimin, *Sistem pendukung pengambilan keputusan dan sistem pakar*, Cetakan 1. Bogor: Bogor : IPB Press, 2017.
- [13] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi logika fuzzy untuk pendukung keputusan*, Edisi 2. C. Yogyakarta: Yogyakarta : Graha Ilmu, 2010.
- [14] D. A. Puryono, “Metode Fuzzy Inferensi System Mamdani Untuk Menentukan Bantuan Modal Usaha Bagi UMKM Ramah Lingkungan,” *J. STMIKA*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2014.
- [15] D. Mahasati, K. Kushartantya, and H. A. Wibawa, “Penerapan Sistem Inferensi Fuzzy Dalam Menentukan Prioritas Heuristik Pada Aplikasi Game Fighting Sederhana,” *J. Masy. Inform.*, vol. 2, no. 4, pp. 15–20, 2012, doi: 10.14710/jmasif.2.4.15-20.