



## Implementasi fuzzy mamdani sebagai pendukung keputusan pada sistem monitoring air layak konsumsi

Usnul Latipah<sup>\*1</sup>, Zaenal Alamsyah<sup>2</sup>

Email: <sup>1</sup>usnul.latipah\_ti19@nusaputra.ac.id, <sup>2</sup>zaenal.alamsyah@nusaputra.ac.id

<sup>1,2</sup>Teknik Informatika, Teknik, Komputer dan Desain, Universitas Nusa Putra

Diterima: 5 Januari 2023 | Direvisi: 6 Januari 2023 | Disetujui: 28 April 2023

©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,  
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

### Abstrak

Seiring dengan pertumbuhan teknologi yang sangat pesat sehingga dapat meringankan pekerjaan manusia, termasuk dalam pengimplementasian pada sistem monitoring. Air merupakan bagian dari kebutuhan pokok manusia. Pemanfaatan air pada manusia salah satunya yaitu digunakan sebagai air minum. Air yang dikonsumsi harus senantiasa air yang memiliki kualitas baik, air yang yang dinyatakan memiliki kualitas yang baik yaitu air yang memiliki pH kurang dari 6,5 dan tidak lebih dari 8,5 serta nilai kekeruhannya tidak lebih dari 5 NTU. Pemasokan air bersih di Kota Sukabumi salah satunya dilakukan oleh PDAM Tirta Bumi Wibawa, sehingga pihak PDAM harus selalu menjaga kualitas airnya. Bersarkan hal tersebut, penulis melakukan riset untuk merancang bangun sistem pengontrol air. Tujuan dibangunnya alat ini yaitu sebagai sistem monitoring kualitas air. Sistem ini dirancang menggunakan turbidity sensor (sensor keruh), pH sensor dan sensor suhu sebagai inputnya. Turbidity sensor digunakan sebagai alat pengukur tingkat kekeruhan, pH sensor berfungsi sebagai alat pengukur kondisi pH air, sedangkan sensor suhu digunakan sebagai pengukur tingkat suhu air. Dalam menentukan status kelayakan airnya, sistem ini menggunakan metode logika fuzzy mamdani sebagai sistem pendukung keputusannya.

**Kata kunci:** Air, Sitem Monitoring, PDAM, Fuzzy Mamdani, Kekeruhan, pH

## *Implementation of Fuzzy Mamdani as Decision Support in a Monitoring System for Consumable Water*

### *Abstract*

*Along with the rapid growth of technology so that it can ease human work, including in implementing monitoring systems. Water is part of the basic human needs. One of the uses of water in humans is that it is used as drinking water. The water that is consumed must always be water that is of good quality, water that is declared to have good quality, namely water that has a pH of less than 6.5 and not more than 8.5 and a turbidity value of not more than 5 NTU. The supply of clean water in Sukabumi City is one of them carried out by PDAM Tirta Bumi Wibawa, so that the PDAM must always maintain the quality of its water. Based on this, the authors conducted research to design a water control system. The purpose of building this tool is as a water quality monitoring system. This system is designed to use turbidity sensors (turbidity sensors), pH sensors and temperature sensors as inputs. The turbidity sensor is used to measure turbidity, the pH sensor is used to measure the pH of the water, while the temperature sensor is used to measure the temperature of the water. In determining the feasibility status of the water, this system uses the mamdani fuzzy logic method as a decision support system.*

**Keywords:** Water, System Monitoring, PDAM, Fuzzy Mamdani, Turbidity, pH

### 1. PENDAHULUAN

Air adalah elemen yang sangat penting dan tidak bisa dipisahkan dari kelangsungan hidup manusia [1] [2]. Oleh karena itu, air menduduki tingkat tertinggi dalam kebutuhan manusia [3] [4] [5]. Salah satu pemanfaatan air yang sangat penting bagi manusia

yaitu sebagai air minum. Air yang dikonsumsi harus senantiasa air yang memiliki kualitas baik, air yang dinyatakan memiliki kualitas yang baik yaitu air yang memiliki pH kurang dari 6,5 dan tidak lebih dari 8,5 serta nilai kekeruhannya tidak lebih dari 5 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) berdasarkan aturan dari PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010 [5] [6].

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih, sebagian besar warga Kota Sukabumi mempercayakan kepada PDAM Tirta Bumi Wibawa. Oleh sebab itu, sebagai penyalur air kepada masyarakat, PDAM Tirta Bumi Wibawa harus senantiasa memantau dan memelihara kualitas air yang akan disalurkan kepada masyarakat.

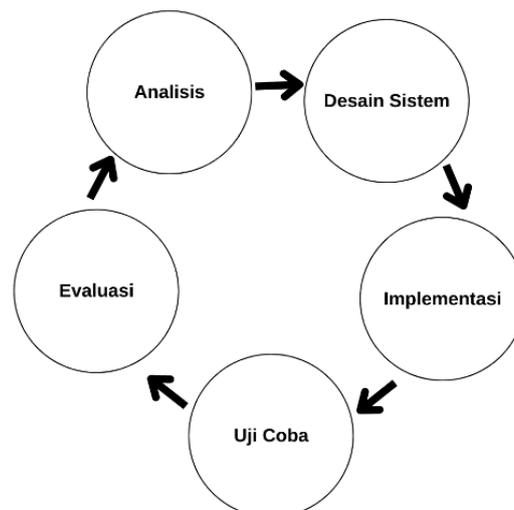
Seiring dengan pertumbuhan teknologi yang sangat pesat sehingga dapat meringankan pekerjaan manusia, termasuk dalam pengimplementasian pada sistem monitoring. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian pada PDAM Tirta Bumi Wibawa dengan membangun sistem monitoring air layak konsumsi yang bertujuan untuk memberikan solusi dari permasalahan yang telah disebutkan.

Tujuan dari sistem monitoring air ini yaitu untuk melakukan pemantauan kualitas air, sehingga memudahkan dalam mengetahui air yang layak untuk dikonsumsi. Sistem monitoring air yang dirancang menggunakan turbidity sensor (sensor keruh), pH sensor dan sensor suhu sebagai inputnya. Turbidity sensor digunakan sebagai alat pengukur tingkat kekeruhan, pH sensor berfungsi sebagai alat pengukur kondisi pH air, sedangkan sensor suhu digunakan sebagai pengukur tingkat suhu air. Sistem pendukung keputusan yang digunakan dalam perancangan sistem ini menggunakan metode logika Fuzzy Mamdani sebagai pengolahan data untuk menentukan status kelayakan air yang akan diproses menggunakan mikrokontroler arduino uno. Sebagai output dari sistem ini, digunakan LCD untuk menampilkan status kelayakan air serta data-data dari sensor.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Tahapan Penelitian

Dilakukan beberapa tahapan pada penelitian ini, diantaranya yaitu analisis, desain sistem, implementasi, uji coba dan evaluasi yang diilustrasikan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan yang pertama yaitu analisis, tujuan dari tahap ini yaitu untuk mencari data yang akan digunakan pada pembuatan sistem monitoring air dan mencari permasalahan yang ada. Tahap selanjutnya yaitu desain sistem, pada tahap ini dilakukan perancangan sistem yang sesuai dengan kebutuhan. Perancangan sistem yang dibuat meliputi desain sistem, flowchart serta desain rangkaian alat. Setelah dilakukan desain sistem, selanjutnya implementasi. Pada tahap implementasi dilakukan perakitan sesuai dengan desain sistem yang telah dibuat, pada tahap ini juga dilakukan implementasi logika fuzzy mamadani sebagai sistem pendukung keputusan. Berikutnya tahap uji coba, tahap ini bertujuan untuk menguji coba apakah sistem telah berjalan dengan baik atau tidak. Tahap terakhir yaitu evaluasi, tahap ini bertujuan untuk melakukan evaluasi jika sistem belum berjalan dengan baik.

### 2.2 Metode Fuzzy Mamdani

Fuzzy mamdani pada sistem ini diimplementasikan sebagai sistem pendukung keputusan status kelayakan air. Fuzzy mamdani atau bisa disebut metode MIN-MAX, karena dalam metode ini untuk menentukan ouputnya digunakan metode MIN yang dimana rulanya telah diinterferensikan oleh metode MAX. Fuzzy mamdani juga biasa disebut dengan derajat keabu-abuan, sebab metode

ini dapat menentukan nilai crisp atau tegas[7]. Metode ini pertama kali ditemukan pada tahun 1975 oleh Ebrahim Mamdani [8]. Untuk mendapatkan hasil dari fuzzy mamdani perlu melalui empat tahapan [9] [10]:

1) Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan langkah pertama dalam proses perhitungan fuzzy mamdani. Tahap ini dilakukan untuk membentuk keanggotaan dan himpunan pada parameter agar mendapatkan aturan [11]. Proses dari tahap fuzzifikasi ini yaitu merubah nilai crisp menjadi nilai fuzzy.

2) Aplikasi Fungsi Implikasi

Tujuan dari tahapan ini yaitu untuk menentukan nilai input yang telah diproses pada tahap fuzzifikasi menggunakan fungsi Min [12].

3) Komposisi Aturan

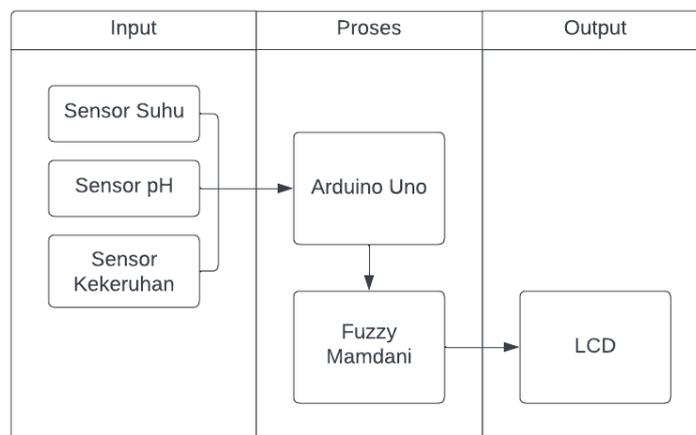
Setelah proses implikasi dilakukan, tahap selanjutnya yaitu komposisi aturan. Tujuan dari komposisi aturan ini yaitu untuk menentukan inferensi dari kumpulan serta korelasi rule menggunakan metode max [1].

4) Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan tahapan paling akhir dari metode fuzzy mamdani, yang bertujuan untuk mengubah nilai fuzzy menjadi bilangan crisp. Dalam melakukan proses perhitungan defuzzifikasi dalam sistem ini menggunakan metode centroid.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perancangan Sistem

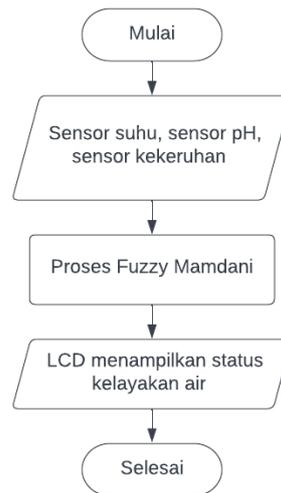


Gambar 2. Desain Perancangan Sistem

Desain perancangan sistem pada penelitian ini terdapat input, proses dan outputnya. Pada input terdapat turbidity sensor (sensor keruh), pH sensor dan sensor suhu yang digunakan untuk mengukur air. Data yang telah didapatkan dari ke-tiga sensor tersebut akan dikirimkan ke dalam arduino uno dan dilakukan proses pengolahan data menggunakan fuzzy mamdani. Setelah proses pengolahan data dilakukan, LCD sebagai output akan menampilkan status kelayakan air.

#### 3.2. Flowchart

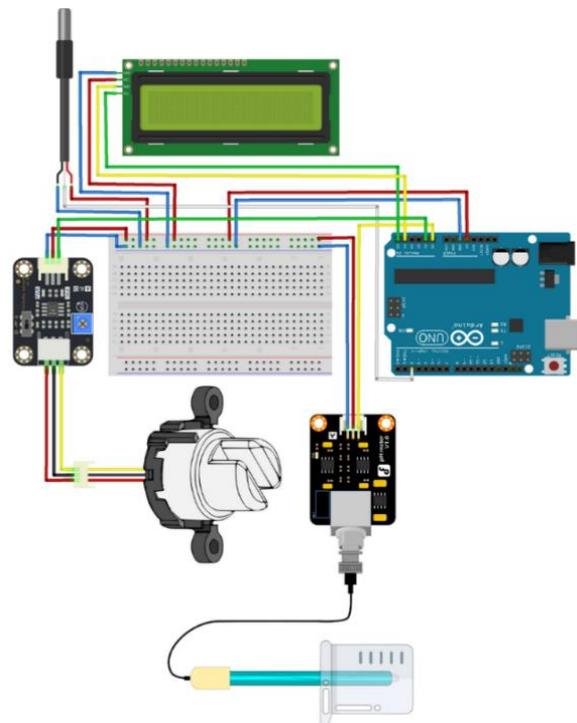
Flowchart yaitu bagan alur yang berfungsi untuk menampilkan proses atau langkah-langkah [13]. Flowchart yang dirancang pada sistem ini ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Sistem

Flowchart dari sistem monitoring air layak konsumsi yang akan dibuat dalam penelitian ini. Langkah awal untuk melakukan penelitian ini yaitu dilakukan pengukuran terhadap air dengan menggunakan turbidity sensor (sensor keruh), pH sensor dan sensor suhu. Selanjutnya dari data ke-tiga sensor tersebut, akan dilakukan proses perhitungan atau pengolahan data menggunakan metode logika fuzzy mamdani untuk menentukan status kelayakan air. Setelah dilakukan proses perhitungan menggunakan fuzzy mamdani, maka LCD akan menampilkan status kelayakan air serta data dari semua sensor.

### 3.3. Desain Rangkaian Alat



Gambar 4. Desain Rangkaian Alat

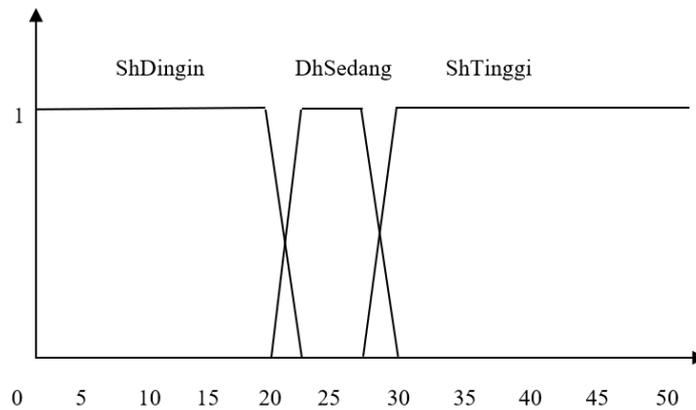
Desain rangkaian alat yang akan dirancang ditunjukkan pada gambar 4. Dapat dilihat pada gambar tersebut, sensor pH dihubungkan ke pin A0 (analog 0) arduino, sensor kekeruhan dihubungkan ke pin A1 (analog 1) sedangkan sensor suhu di hubungkan ke pin D2 atau digital 2.

### 3.4. Perhitungan Sistem Logika Fuzzy Mamdani

Penerapan metode fuzzy mamdani diproses dalam mikrokontroler arduino uno. Sebagai contoh, dalam sistem monitoring kualitas air ini terdapat input suhu 19 °C, pH 6,56 dan kekeruhan 1,5 NTU.

#### 1) Fuzzifikasi

Variabel input suhu air dikategorikan menjadi tiga himpunan yaitu ShDingin dengan tingkat suhu 0° - 23°, ShSedang 20° - 30°, dan ShTinggi 27° - 50° yang ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 5. Variabel Input Suhu

Dibawah ini merupakan fungsi keanggotaan variabel input suhu.

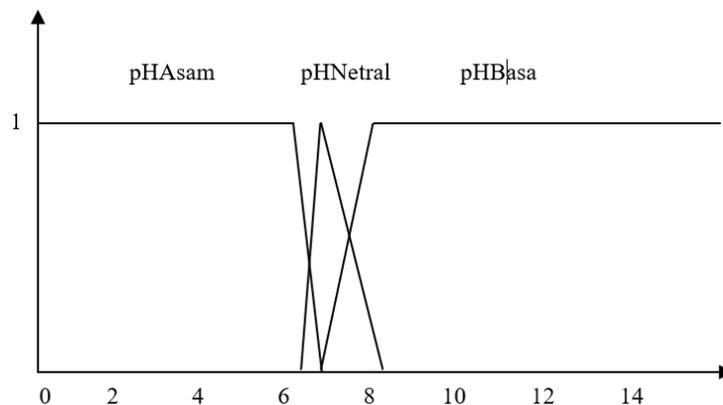
$$\mu_{ShDingin}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 20 \\ \frac{(23-x)}{(23-20)} & ; 20 < x < 23 \\ 0 & ; x \geq 23 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{ShSedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{(x-20)}{(23-20)} & ; 20 < x < 23 \\ 1 & ; 23 \leq x \leq 27 \\ \frac{(30-x)}{(30-27)} & ; 23 < x < 30 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{ShTinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 27 \\ \frac{(x-27)}{(30-27)} & ; 27 < x < 30 \\ 1 & ; x \geq 30 \end{cases} \quad (3)$$

Berdasarkan contoh di atas, yaitu input suhu bernilai 19 °C, maka nilai keanggotaanya yaitu :

$$\mu_{ShDingin}(x) = 1 \quad (4)$$



Gambar 6. Variabel Input pH

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa variabel input pH dikategorikan menjadi tiga himpunan yaitu pHAsam, pHNetral dan pHBasa. Himpunan asam memiliki nilai sebesar 0 – 7, netral dengan nilai 6,5 – 8,5 dan netral 7 – 8,5.

$$\mu_{pHAsam}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 6,5 \\ \frac{(7-x)}{(7-6,5)} & ; 6,5 < x < 7 \\ 0 & ; x \geq 7 \end{cases} \quad (5)$$

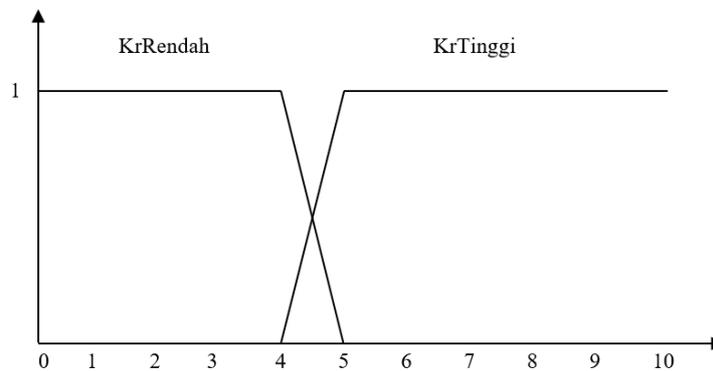
$$\mu_{pHNetral}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 6,5 \text{ atau } \geq 8,5 \\ \frac{(x-6,5)}{(7-6,5)} & ; 6,5 < x < 7 \\ \frac{(8,5-x)}{(8,5-7)} & ; 7 < x < 8,5 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{pHBasa}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 7 \\ \frac{(x-7)}{(8,5-7)} & ; 7 < x < 8,5 \\ 1 & ; x \geq 8,5 \end{cases} \quad (7)$$

Contoh input pH bernilai 6,56, maka nilai keanggotaanya yaitu :

$$\mu_{pHAsam}(x) = \frac{(7-6,56)}{(7-6,5)} = 0,88 \quad (8)$$

$$\mu_{pHNetral}(x) = \frac{(6,56-6,5)}{(7-6,5)} = 0,12 \quad (9)$$



Gambar 7. Variabel Input Kekeruhan

Berdasarkan gambar di atas, variabel input kekeruhan dikategorikan ke dalam dua himpunan yaitu KrRendah dan KrTinggi, dimana KrRendah memiliki nilai 0 – 5 sedangkan KrTinggi 4 – 11.

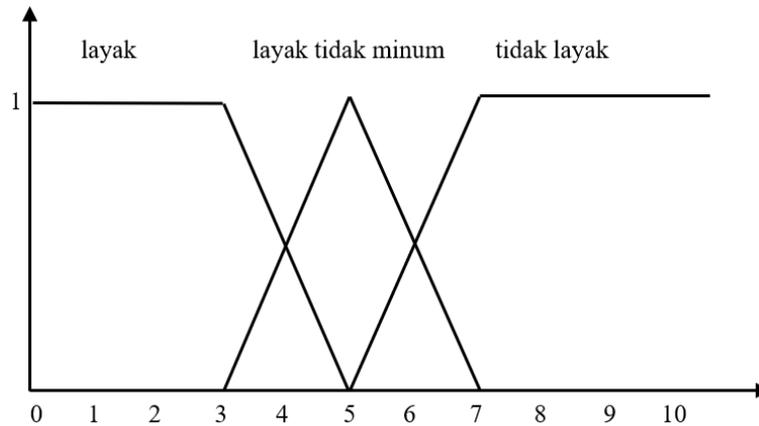
Berikut ini merupakan fungsi keanggotaan dari variabel input kekeruhan.

$$\mu_{KrRendah}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 4 \\ \frac{(5-x)}{(5-4)} & ; 4 < x < 5 \\ 0 & ; x \geq 5 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{KrTinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 4 \\ \frac{(x-4)}{(5-4)} & ; 4 < x < 5 \\ 1 & ; x \geq 5 \end{cases} \quad (11)$$

Contoh input kekeruhan bernilai 1,5 NTU maka nilai keanggotaanya yaitu :

$$\mu_{KrRendah}(x) = 1 \quad (12)$$



Gambar 8. Variabel *Output* Kualitas Air

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa variabel output Kualitas Air dikategorikan menjadi tiga himpunan yaitu LM yang berarti Layak Minum dengan nilai 0 - 5, LTM atau Layak Tidak Minum 3 – 7 dan TL atau Tidak Layak 5 - 10.

Berikut ini merupakan fungsi keanggotaan dari variabel *output* kualitas air.

$$\mu_{LM}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 3 \\ \frac{(5-x)}{(5-3)} & ; 3 < x < 5 \\ 0 & ; x \geq 5 \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu_{LTM}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 3 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{(x-3)}{(5-3)} & ; 3 < x < 5 \\ \frac{(7-x)}{(7-5)} & ; 5 < x < 7 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu_{TL}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 5 \\ \frac{(x-5)}{(7-5)} & ; 5 < x < 7 \\ 1 & ; x \geq 7 \end{cases} \quad (15)$$

2) Aplikasi Fungsi Implikasi

[A1] JIKA ShDingin, pHAsam, KrRendah MAKA Status Air LTM

$$\text{MIN}(1; 0,88; 1) = 0,88$$

[A2] JIKA ShDingin, pHAsam, KrTinggi MAKA Status Air TL

[A3] JIKA ShDingin, pHNetral, KrRendah MAKA Status Air LM

$$\text{MIN}(1; 0,12; 1) = 0,12$$

[A4] JIKA ShDingin, pHNetral, KrTinggi MAKA Status Air TL

[A5] JIKA ShDingin, pHBasa, KrRendah MAKA Status Air LTM

[A6] JIKA ShDingin, pHBasa, KrTinggi MAKA Status Air TL

[A7] JIKA ShSedang, pHAsam, KrRendah MAKA Status Air LTM

[A8] JIKA ShSedang, pHAsam, KrTinggi MAKA Status Air TL

[A9] JIKA ShSedang, pHNetral, KrRendah MAKA Status Air LM

[A10] JIKA ShSedang, pHNetral, KrTinggi MAKA Status Air LTM

[A11] JIKA ShSedang, pHBasa, KrRendah MAKA Status Air LTM

[A12] JIKA ShSedang, pHBasa, KrTinggi MAKA Status Air TL

[A13] JIKA ShTinggi, pHAsam, KrRendah MAKA Status Air TL

[A14] JIKA ShTinggi, pHAsam, KrTinggi MAKA Status Air TL

[A15] JIKA ShTinggi, pHNetral, KrRendah MAKA Status Air LTM

[A16] JIKA ShTinggi, pHNetral, KrTinggi MAKA Status Air TL

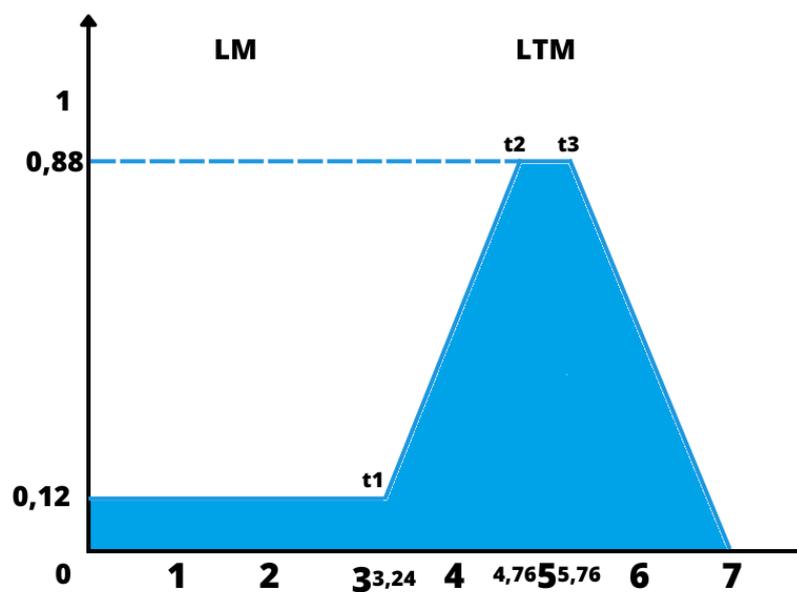
[A17] JIKA ShTinggi, pHBasa, KrRendah MAKA Status Air TL

[A18] JIKA ShTinggi, pHBasa, KrTinggi MAKA Status Air TL

3) Komposisi Aturan

Air Layak = 0,12

Air Layak Tidak Minum = 0,88



Gambar 9. Nilai Keanggotaan Variabel Output

$$\mu(z) = \begin{cases} 0,12 & ; z \leq 3,24 \\ \frac{z - 3}{5 - 3}; 3,24 \leq z \leq 4,76 \\ 0,88 & ; 4,76 \leq z \leq 5,76 \\ \frac{7 - z}{7 - 5} & ; 5,76 \leq z \leq 7 \end{cases} \quad (16)$$

4) Defuzzifikasi

Dalam melakukan proses perhitungan defuzzifikasi dalam sistem ini menggunakan metode centroid.

$$Z^* = \frac{0,62 + 2,06 + 4,76 + 2,38}{0,38 + 0,76 + 0,88 + 0,54} = 3,78 \quad (17)$$

Hasil dari perhitungan fuzzifikasi mendapatkan nilai sebesar 3,78, dimana nilai tersebut termasuk ke dalam himpunan air layak dan layak tidak layak. Maka dari itu untuk menentukan variabel linguistiknya, digunakan fungsi keanggotaan output dan mengambil nilai yang paling besar.

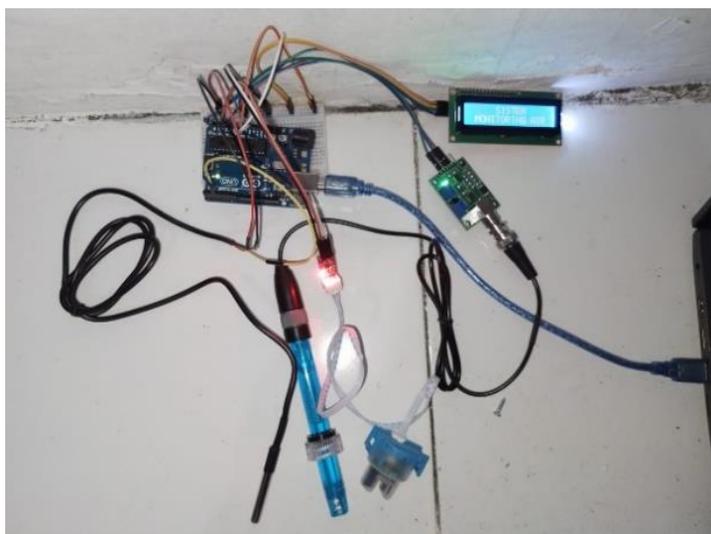
$$\mu_{AirLayak}(z) = \frac{5-3,78}{5-3} = 0,61 \quad (18)$$

$$\mu_{LayakTidakMinum}(z) = \frac{3,78-3}{5-3} = 0,78 \quad (19)$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan fungsi keanggotaan di atas, nilai yang paling besar berada di himpunan air layak. Maka dari itu contoh perhitungan fuzzy mamdani dari kasus ini menunjukkan bahwa air layak untuk dikonsumsi.

### 3.5 Perakitan Alat

Perakitan alat ini yaitu penerapan dari perancangan rangkaian alat yang telah dibuat sebelumnya :



Gambar 10. Perakitan Alat



Gambar 11. Pemasangan Cashing Pada Alat

### 3.6 Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada sistem monitoring air yaitu uji coba pada alat alat dan uji coba pada sistem. Dalam uji coba alat, dilakukan pengujian fungsi pada sensor suhu, sensor turbidity, sensor kekeruhan dan LCD. Hasil dari pengujian alat ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Alat

No	Pengujian	Fungsi	Keterangan	
			Berjalan	Tidak Berjalan
1.	Sensor Suhu	Sensor mampu mengirimkan nilai suhu air	✓	
2.	Sensor Turbidity	Sensor mampu mengirimkan nilai kekeruhan air	✓	
3.	Sensor Kekeruhan	Sensor mampu mengirimkan nilai pH air	✓	
4.	LCD	LCD mampu mengirimkan nilai menampilkan status kelayakan air	✓	

Pengujian sistem yang dilakukan yaitu uji coba terhadap output yang dihasilkan oleh LCD dan perhitungan fuzzy mamdani. Di bawah ini merupakan hasil pengujian sistem yang telah dilakukan.

Tabel 2. Pengujian Sistem

Sampel Air	Suhu (°C)	Kekeruhan (NTU)	pH	Notifikaasi LCD	Perhitungan Fuzzy Mamdani
1	20°C	1,5	6,56	LM	LM
2	21,2°C	1,2	6,87	LM	LM
3	32°C	1,3	6,91	TL	TL
4	22,5°C	1,6	8	LTM	LTM
5	20,8°C	5,7	7,2	TL	TL

Berdasarkan hasil pengujian sistem di atas, dapat dinyatakan bahwa hasil dari output LCD dengan perhitungan fuzzy mamdani menghasilkan output yang sama.

## 4. KESIMPULAN

Sistem monitoring air ini menggunakan tiga sensor sebagai inputnya, diantaranya sensor *turbidity* sebagai alat pengukur tingkat kekeruhan, pH sensor sebagai alat pengukur kondisi pH air, dan sensor suhu yang berfungsi sebagai alat pengukur tingkat suhu air. Sebagai prosesnya menggunakan mikrokontroler arduino uno, sedangkan outputnya menggunakan LCD untuk menampilkan kualitas air.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, implementasi fuzzy mamdani pada sistem monitoring air ini telah berfungsi dengan baik. Dapat dilihat dari pengujian sistem, hasil dari sistem monitoring pada notifikasi pada LCD dan perhitungan fuzzy mamdani menghasilkan *output* yang sama. Oleh sebab itu, sistem monitoring yang telah dibangun layak digunakan untuk alat pemantauan air layak konsumsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Santoso, "Sistem monitoring dan perbaikan derajat (pH) air menggunakan metode fuzzy mamdani." Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2021.
- [2] D. Bagus S, "RANCANG BANGUN WEBSITE MONITORING PADA ALAT DESALINASI AIR LAUT SEBAGAI AIR MINUM BERBASIS WEMOS D1." Politeknik Harapan Bersama Tegal, 2021.
- [3] S. Baco, M. Musrawati, A. Anugrah, and I. Iskandar, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Air Layak Konsumsi Berbasis Mikrokontroler," *ILTEK*, vol. 14, no. 2, pp. 2105–2109, 2019.
- [4] A. Kusnandar, "Rancang Sistem Monitoring Air Layak Konsumsi Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Android." University of Technology Yogyakarta, 2019.
- [5] A. Y. Muniar, "Sistem Monitoring Air Layak Konsumsi Menggunakan Sensor PH meter, TDS dan LDR berbasis arduino," *Celeb. Comput. Sci. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 9–17, 2021.
- [6] Y. Della, "Rancang Bangun Alat Pengukur Sifat Fisis air Berbasis Arduino." *JTIK (Jurnal Tek. Inform. Kaputama)*, vol. 5, no. 2, pp. 339–345, 2021.
- [7] S. Sunanto, R. Firdaus, and M. S. Siregar, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Kendali Suhu dan Kelembaban Ruang Server," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.)*, vol. 2, no. 2, pp. 128–136, 2021.
- [8] H. Hendrawan, A. Haris, E. Rasywir, and Y. Pratama, "Diagnosis Penyakit Tanaman Karet dengan Metode Fuzzy Mamdani," *J. Parad. UBSI*, vol. 22, no. 2, pp. 132–138, 2020.
- [9] M. S. Asih, "Sistem Pendukung Keputusan Fuzzy Mamdani pada Alat Penyiraman Tanaman Otomatis," *Query J. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [10] A. N. Salim and A. Rahman, "Implementasi Fuzzy-Mamdani untuk Pengendalian Suhu dan Kekeruhan Air Aquascape Berbasis IoT," *J. Algoritm.*, vol. 2, no. 2, pp. 159–169, 2022.
- [11] S. Jayanti and S. Hartati, "Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Anggota Paduan Suara Dewasa Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.)*, vol. 6, no. 1, 2012.
- [12] E. K. Putra, "SISTEM MONITORIG KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA BIBIT IKAN HIAS MENGGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI BERBASIS INTERNET of THINGS." Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, 2020.
- [13] M. H. G. D. Herman and D. S. Simatupang, "Sistem monitoring siswa bermasalah berbasis web di smp insan cendekia arrasyid," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.)*, vol. 3, no. 3, pp. 510–517, 2022.