

Sistem Kontrol Filterisasi Otomatis Pada Kualitas Air Minum Industri Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*

Alivia Novita Andari

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Merdeka Malang, UMM
Malang, Indonesia
alivianvt@gmail.com

Elta Sonalitha

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Merdeka Malang, UMM
Malang, Indonesia
elta.sonalitha@unmer.ac.id

Subairi

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Merdeka Malang, UMM
Malang, Indonesia
subairi@unmer.ac.id

Abstrak— Air yang layak untuk diminum harus sesuai beberapa persyaratan biologis, kimia dan radioaktif. Mayoritas masyarakat kurang mengerti mengenai kualitas air minum, mereka hanya mengerti tentang air bersih dan air kotor saja. Hal ini dikarenakan zat yang terkandung dalam air minum merupakan mikroskopis. Penelitian ini ditujukan untuk melakukan pengontrolan *filterisasi* air minum yang disesuaikan dengan beberapa parameter kualitas air minum berupa Ph (6,5 – 8,5), Kekeruhan (<5 NTU) suhu (22°C - 27 °C) serta TDS (<500 ppm) dengan menggunakan sensor suhu, sensor pH, sensor kekeruhan dan sensor TDS dan nyala lampu ultraviolet sebagai penghambat pertumbuhan bakteri. Data yang dihasilkan diproses oleh NodeMCU 8266 dan diproses melalui *IoT* untuk ditampilkan ke aplikasi secara otomatis. Hasil pembacaan keseluruhan memiliki tingkat keakurasian sebesar 95,16%. Dan hasil penerapan *fuzzy logic* sebagai sistem kontrol sebesar $\geq 75\%$. Air hasil filtrasi alat filter air dapat dikategorikan layak untuk diminum sesuai dengan standar air minum dalam keputusan Menteri kesehatan No.492 tahun 2010.

Kata Kunci—Air Minum hasil filterisasi; Sensor; *Fuzzy logic*.

I. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan utama bagi makhluk hidup dan seluruh lini kehidupan. Kebutuhan air untuk tubuh manusia sebanyak 2 liter setiap hari. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No.492 Tahun 2010. Air yang layak untuk diminum harus sesuai dengan persyaratan biologis, kimia dan radioaktif. Mayoritas masyarakat hanya mengetahui tentang air bersih dan air kotor. Terkait banyaknya zat yg terlarut didalam air yang mikroskopis maka untuk mengetahui kualitas air minum susah diketahui oleh masyarakat.

Beberapa parameter seperti suhu pada rentang 22°C-27°C, pH pada rentang 6,5 – 8,5, kekeruhan kurang dari 5 NTU dan banyaknya zat yang terlarut kurang dari 500 ppm, apabila terdapat parameter yang tidak kurang memenuhi standar maka hal ini berpengaruh terhadap kualitas air minum. Dengan berkembangnya teknologi, pengolahan air bersih memiliki banyak cara salah satunya menggunakan filterisasi air.

Saat ini banyak metode untuk filterisasi air minum salah satunya dengan 4 tahap filter. Air minum sendiri merupakan hal yang sangat dibutuhkan bagi tubuh manusia. Aplikasi yang digunakan dapat membaca hasil percobaan secara real

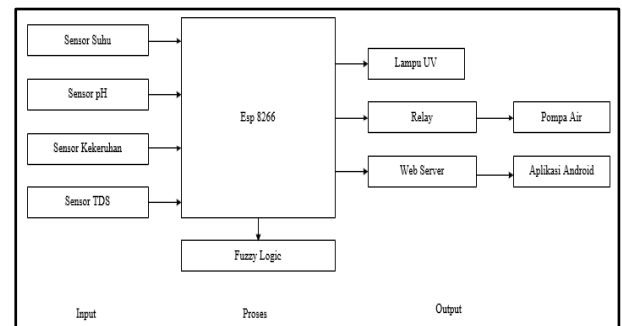
time dan mampu menyimpan hasil pembacaan sensor kualitas air sehingga pengguna dapat melihat kualitas air minum. [1]

Logika *Fuzzy Sugeno* merupakan salah satu metode dalam logika *fuzzy* dimana pada sistem tersebut dapat memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh sistem *fuzzy* murni. Metode *fuzzy sugeno* digunakan dikarenakan dapat memprediksi output sistem yang lebih baik dengan tingkat akurasi sebesar $\geq 70\%$ dibandingkan metode mamdani yakni sebesar 32%.

II. Metodologi

A. Perancangan System

Perancangan dari keseluruhan system untuk pengujian air yang layak minum dengan cara melakukan pengontrolan suhu, pH, kekeruhan dan TDS secara otomatis.



Gambar 1. Diagram blok sistem secara keseluruhan

Pada saat perancangan alat memiliki proses awal untuk pembuatan blok diagram agar mempermudah implementasi alat. NodeMCU 8266 digunakan untuk mikrokontroler dari sistem yang mendapatkan input dari sensor suhu, pH, kekeruhan dan TDS. Data yg dihasilkan disimpan ke web server. Hasil dari web server dapat diketahui melalui aplikasi android

B. Variabel Fuzzy

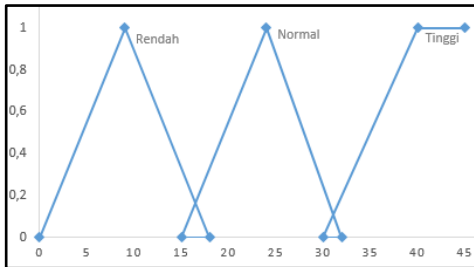
1. Variabel Input

Pada penelitian ini variabel terdiri dari empat input yaitu suhu, pH, kekeruhan dan tds dengan nilai variabel didapat dari pengujian alat yang digunakan sehingga didapatkan nilai yg lebih akurat.

Tabel 1. Variabel linguistik input Suhu

| No | Batasan Masukan Tegas | Variabel Fuzzy |
|----|-----------------------|----------------|
| 1 | 0-18 | rendah |
| 2 | 15-32 | normal |
| 3 | 30-50 | tinggi |

Tabel 1 menjelaskan bahwa terdapat tiga input linguistik suhu yang terdiri dari rendah dengan input suhu 0°C hingga 18 °C. Normal dengan input suhu 15°C hingga 32 °C. Dan tinggi dengan input suhu 30°C hingga 50 °C. Grafik fungsi keanggotaan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik keanggotaan suhu

Fungsi keanggotaan suhu kondisi rendah dengan nilai antara 0°C hingga 18°C, untuk derajat keanggotaan normal nilai antara 15°C hingga 32°C dan untuk derajat keanggotaan tinggi dengan nilai antara 30°C hingga 40°C.

Perhitungan nilai fungsi keanggotaan suhu ditunjukkan pada persamaan (1),(2), dan (3) ;

$$\mu_{Rendah} [x] \begin{cases} 1; < 0 < x \leq 15 \\ \frac{(25-x)}{(25-15)}; & 15 < x \leq 25 \\ 0; & x \leq 25 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Normal} [x] \begin{cases} \frac{(x-20)}{(25-20)}; & 20 < x \leq 25 \\ \frac{(30-x)}{(30-25)}; & 25 < x \leq 30 \\ 0; & x \leq 20, x \geq 30 \end{cases} \quad (2)$$

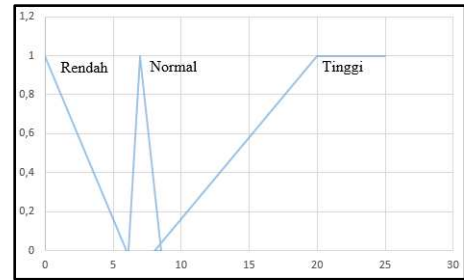
$$\mu_{Tinggi} [x] \begin{cases} \frac{(x-25)}{(30-25)}; & 25 < x \leq 30 \\ \frac{(35-x)}{(35-30)}; & 30 < x \leq 35 \\ 0; & x \leq 25, x \geq 35 \end{cases} \quad (3)$$

Input variabel linguistik pH ditunjukkan pada 2.

Tabel 2. variabel linguistik input pH

| No | Batasan Masukan Tegas | Variabel Fuzzy |
|----|-----------------------|----------------|
| 1 | 0-6 | rendah |
| 2 | 6,5-8,5 | normal |
| 3 | 8,1 - 20 | tinggi |

Tabel 2 menjelaskan bahwa terdapat tiga input linguistik pH yang terdiri dari rendah dengan input pH 0 hingga 6. Normal dengan input pH 6 hingga 8,5. Tinggi dengan input pH 8,1 hingga 20. Grafik fungsi keanggotaan pH dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik fungsi keanggotaan pH

Fungsi keanggotaan pH kondisi rendah memiliki nilai antara 0 hingga 6, untuk derajat keanggotaan normal memiliki nilai antara 6,5 hingga 8,5 dan untuk derajat keanggotaan tinggi dengan nilai antara 8 hingga 20.

Perhitungan nilai fungsi keanggotaan pH ditunjukkan pada persamaan (4),(5) dan (6) ;

$$\mu_{Rendah} [x] \begin{cases} 1; < 0 < x \leq 3 \\ \frac{(3-x)}{(6-3)}; & 3 < x \leq 6 \\ 0; & x \leq 6 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Normal} [x] \begin{cases} \frac{(x-5)}{(6-5)}; & 5 < x \leq 6 \\ \frac{(10-x)}{(10-6)}; & 6 < x \leq 10 \\ 0; & x \leq 5, x \geq 10 \end{cases} \quad (5)$$

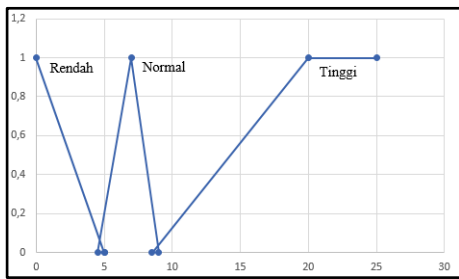
$$\mu_{Tinggi} [x] \begin{cases} \frac{(x-6)}{(10-6)}; & 6 < x \leq 10 \\ \frac{(14-x)}{(14-10)}; & 10 < x \leq 14 \\ 0; & x \leq 6, x \geq 14 \end{cases} \quad (6)$$

Input variabel linguistik kekeruhan ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. variabel linguistik input kekeruhan

| No | Batasan Masukan Tegas | Variabel Fuzzy |
|----|-----------------------|----------------|
| 1 | 0-4 | rendah |
| 2 | 3,9 - 9 | normal |
| 3 | 9,1 - 20 | tinggi |

Tabel 3 menjelaskan bahwa terdapat tiga input linguistik kekeruhan yang terdiri dari rendah dengan input kekeruhan 0 hingga 4. Normal dengan input kekeruhan 3,9 hingga 9. Dan tinggi dengan input kekeruhan 9,1 hingga 20. Grafik fungsi keanggotaan kekeruhan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. grafik fungsi keanggotaan kekeruhan

Berdasarkan gambar 4 keanggotaan kekeruhan kondisi rendah menggunakan kurva segitiga berwarna hitam dengan nilai antara 0 hingga 4, untuk derajat keanggotaan normal menggunakan kurva segitiga berwarna hitam dengan nilai antara 4,1 hingga 8,5 dan untuk derajat keanggotaan tinggi menggunakan kurva segitiga berwarna hitam dengan nilai antara 8,6 hingga 20.

Perhitungan nilai fungsi keanggotaan kekeruhan ditunjukkan pada persamaan (7),(8) dan (9) ;

$$\mu_{Rendah} [x] \begin{cases} 1; & 0 < x \leq 4 \\ \frac{(4-x)}{(4-0)}; & 4 < x \leq 8 \\ 0; & x \geq 8 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{Normal} [x] \begin{cases} \frac{(x-4)}{(9-4)}; & 4 < x \leq 9 \\ \frac{(9-x)}{(9-8)}; & 9 < x \leq 15 \\ 0; & x \leq 4, x \geq 15 \end{cases} \quad (8)$$

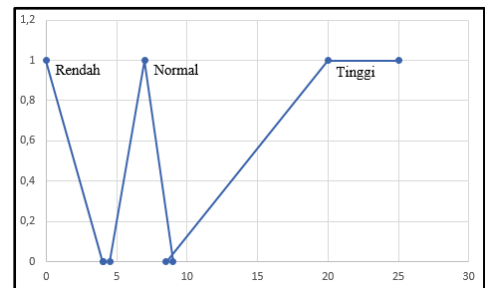
$$\mu_{Tinggi} [x] \begin{cases} \frac{(x-9)}{(15-9)}; & 9 < x \leq 15 \\ \frac{(15-x)}{(15-10)}; & 15 < x \leq 20 \\ 0; & x \leq 9, x \geq 20 \end{cases} \quad (9)$$

Input variabel linguistik input tds ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. variabel linguistik input tds

| No | Batasan Masukan Tegas | Variabel Fuzzy |
|----|-----------------------|----------------|
| 1 | 0-400 | rendah |
| 2 | 300 - 500 | normal |
| 3 | 501 - 1000 | tinggi |

Tabel 4 menjelaskan bahwa terdapat tiga input linguistik tds yang terdiri dari rendah dengan input tds 0 hingga 400. Normal dengan input tds 300 hingga 500. Tinggi dengan input tds 501 hingga 1000. Berdasarkan gambar 5 besarnya nilai merupakan skala 1:100. Grafik fungsi keanggotaan tds dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. grafik variabel linguistik input tds

Fungsi keanggotaan tds kondisi rendah menggunakan kurva segitiga berwarna hitam dengan nilai antara 0 hingga 400, untuk derajat keanggotaan normal menggunakan kurva segitiga berwarna hitam dengan nilai antara 300 hingga 500 dan untuk derajat keanggotaan tinggi memiliki nilai antara 490 hingga 1000.

Perhitungan nilai fungsi keanggotaan tds ditunjukkan pada persamaan (10),(11) dan (12).

$$\mu_{Rendah} [x] \begin{cases} 1; & 0 < x \leq 150 \\ \frac{(350-x)}{(350-150)}; & 150 < x \leq 350 \\ 0; & x \geq 350 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{Normal} [x] \begin{cases} \frac{(x-200)}{(250-200)}; & 200 < x \leq 250 \\ \frac{(500-x)}{(500-25)}; & 250 < x \leq 500 \\ 0; & x \leq 200, x \geq 500 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_{Tinggi} [x] \begin{cases} \frac{(x-500)}{(500-250)}; & 250 < x \leq 500 \\ \frac{(1500-x)}{(1500-500)}; & 500 < x \leq 1500 \\ 0; & x \leq 500, x \geq 1500 \end{cases} \quad (12)$$

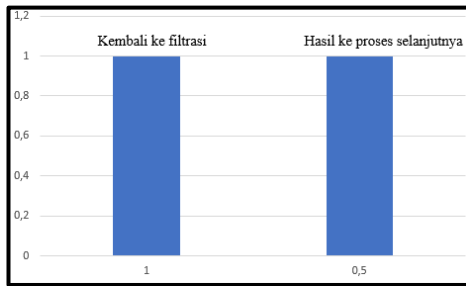
2. Variabel output

Terdiri dari 2 bagian yaitu pompa air kembali ke atas dan pompa air ke samping berdasarkan nilai dari pengujian dan kalibrasi alat dapat dilihat hasil output dalam Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan fungsi variabel dari output pompa air kembali ke atas.

Tabel 5. fungsi keanggotaan output pompa 1

| No | batasan masukan tegas | variabel fuzzy |
|----|-----------------------|----------------|
| 1 | 0,5 | Buruk |
| 2 | 1 | Baik |

Tabel 5 menjelaskan bahwa terdapat dua input linguistik pompa air kembali ke atas yaitu buruk dengan nilai batasan tegas 0,5 dan baik dengan nilai batasan tegas 1. Gambar 6 menunjukkan grafik fungsi keanggotaan output pompa air kembali ke atas.



Gambar 6. grafik fungsi keanggotaan pompa air air kembali ke atas

Perhitungan nilai fungsi keanggotaan output nyata pompa air kembali ke atas ditunjukkan pada persamaan (13) dan (14).

$$\mu_{buruk}(x) = \left\{ \begin{matrix} 1 : 25 \\ 0 : x < 25 \text{ atau } x > 25 \end{matrix} \right\} \quad (13)$$

$$\mu_{baik}(x) = \left\{ \begin{matrix} 1 : 50 \\ 0 : x < 50 \text{ atau } x > 50 \end{matrix} \right\} \quad (14)$$

• Rule fuzzy

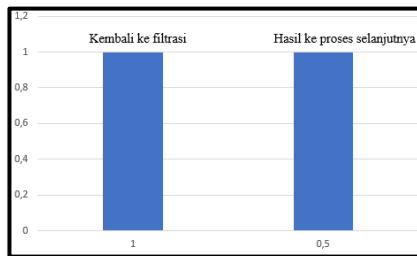
1. If (suhu is rendah) and (pH is rendah) and (kekeruhan is rendah) and (tds is rendah) then (output 1 is k-1 bawah) (output 2 is k-2 bawah).
2. If (suhu is rendah) and (pH is normal) and (kekeruhan is rendah) and (tds is rendah) then (output 1 is k-1 bawah) (output 2 is k-2 bawah).
3. If (suhu is rendah) and (pH is tinggi) and (kekeruhan is rendah) and (tds is rendah) then (output 1 is k-1 atas) (output 2 is k-2 bawah)
4. If (suhu is normal) and (pH is rendah) and (kekeruhan is rendah) and (tds is rendah) then (output 1 is k-1 bawah) (output 2 is k-2 bawah)
5. If (suhu is rendah) and (pH is rendah) and (kekeruhan is normal) and (tds is tinggi) then (output 1 is k-1 bawah) (output 2 is k-2 atas)

Tabel 6 menunjukkan fungsi keanggotaan output pompa air ke samping.

Tabel 6. fungsi keanggotaan output pompa ke 2

| No | batasan masukan tegas | variabel fuzzy |
|----|-----------------------|----------------|
| 1 | 0,5 | Buruk |
| 2 | 1 | Baik |

Tabel 6 menjelaskan bahwa terdapat dua input linguistik pompa air buruk dengan nilai batasan tegas 0,5 dan baik dengan nilai batasan tegas 1. Gambar 7 menunjukkan grafik fungsi keanggotaan output pompa air.



Gambar 7. grafik fungsi keanggotaan output pompa air kedua

Perhitungan nilai fungsi keanggotaan output nyata pompa air kembali ke samping ditunjukkan pada persamaan (15), dan (16).

$$\mu_{buruk}(x) = \left\{ \begin{matrix} 1 : 25 \\ 0 : x < 25 \text{ atau } x > 25 \end{matrix} \right\} \quad (15)$$

$$\mu_{baik}(x) = \left\{ \begin{matrix} 1 : 50 \\ 0 : x < 50 \text{ atau } x > 50 \end{matrix} \right\} \quad (16)$$

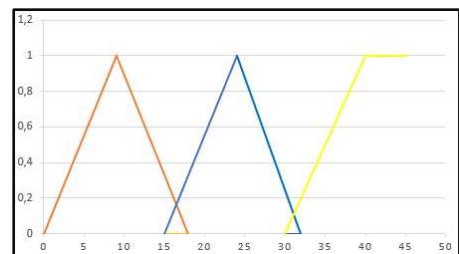
• Rule fuzzy

1. If (suhu is rendah) and (pH is rendah) and (kekeruhan is rendah) and (tds is rendah) then (output 1 is k-1 bawah) (output 2 is k-2 bawah)
 2. If (suhu is rendah) and (pH is normal) and (kekeruhan is rendah) and (tds is rendah) then (output 1 is k-1 bawah) (output 2 is k-2 bawah)
 3. If (suhu is rendah) and (pH is tinggi) and (kekeruhan is rendah) and (tds is rendah) then (output 1 is k-1 atas) (output 2 is k-2 bawah)
 4. If (suhu is normal) and (pH is rendah) and (kekeruhan is rendah) and (tds is rendah) then (output 1 is k-1 bawah) (output 2 is k-2 bawah)
 5. If (suhu is rendah) and (pH is rendah) and (kekeruhan is normal) and (tds is tinggi) then (output1 is k-1 bawah)(output2 is k-2atas)
3. Perhitungan Fuzzy

Berdasarkan ketentuan diatas, maka dilakukan ketentaun untuk proses implikasi pada data system yang telah dibuat. Penulis memberikan contoh input suhu sebesar 25°C, pH sebesar 7, kekeruhan sebesar 4 NTU dan banyaknya zat terlarut sebesar 400 ppm.

a. Menentukan Himpunan Fuzzy

Berdasarkan data derajat variabel suhu, ketika suhu 25°C berada diantara kategori normal. Sedangkan pH sebesar 7 merupakan kategori normal. Nilai kekeruhan sebesar 5 NTU merupakan kategori normal. Sedangkan nilai tds sebesar 450 berada pada derajat keanggotaan rendah dan normal. Berdasarkan grafik nilai 25 dalam kategori normal, sehingga perhitungan nilai keanggotaan suhu adalah ;

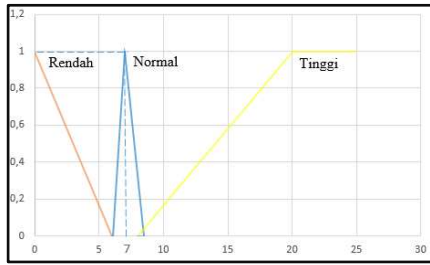


Gambar 8. Grafik variabel suhu

Variabel yg ditunjukkan pada gambar 8 menjelaskan bahwa suhu 0°C hingga 20°C ditandai dengan huruf rendah. Suhu 15°C hingga 32°C ditandai dengan huruf normal dan suhu 30°C hingga 50°C ditandai dengan huruf tinggi. Berdasarkan gambar tersebut maka didapatkan hasil sebagai berikut;

$$X_{NORMAL}=1$$

Sedangkan untuk nilai pH sebesar 7 berada diantara normal, maka nilai variabel pH ditunjukkan pada Gambar 9 ;

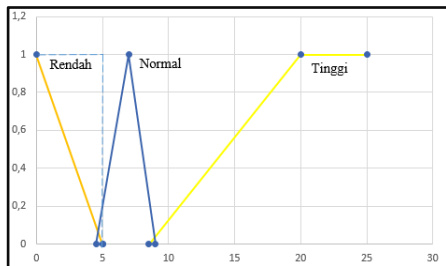


Gambar 9. Grafik variabel pH

Variabel yg ditunjukkan pada gambar 9 menjelaskan bahwa pH 0 hingga 6 ditandai dengan huruf Rendah, pH 7 hingga 8,5 ditandai dengan huruf Normal dan pH 8 hingga 30 ditandai dengan huruf Tinggi. Berdasarkan gambar tersebut maka didapatkan hasil sebagai berikut ;

$$X_{NORMAL}=1$$

Sedangkan untuk nilai kekeruhan sebesar 5 NTU berada diantara normal, maka nilai variabel kekeruhan dapat dilihat sebagai berikut ;



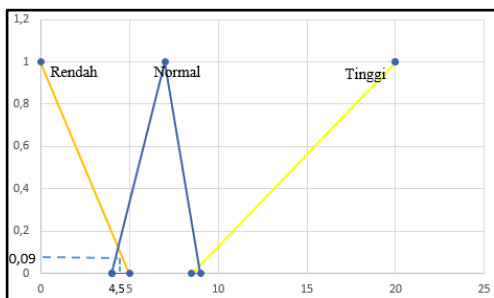
Gambar 10. Grafik variabel kekeruhan

Variabel yg ditunjukkan pada gambar 10 menjelaskan bahwa kekeruhan 0 NTU hingga 5 NTU ditandai dengan huruf Rendah. Kekeruhan 4,5 NTU hingga 9 NTU ditandai dengan huruf Normal. Dan kekeruhan 9,5 NTU hingga 30 NTU ditandai dengan huruf Tinggi. Berdasarkan gambar tersebut maka didapatkan hasil sebagai berikut ;

$$X_{low} = \frac{10-5}{10-4,5} = \frac{5}{5,5} = 0,9$$

$$X_{med} = \frac{5-4,5}{10-4,5} = \frac{0,5}{5,5} = 0,09$$

Sedangkan untuk nilai tds sebesar 450 ppm dalam kategori normal dan rendah, dapat dilihat pada Gambar 11 ;



Gambar 11. Grafik variabel tds

Variabel yg ditunjukkan pada gambar 11 merupakan dalam skala 1 : 100. Pada gambar 11 menjelaskan bahwa nilai tds 0 hingga 5 ditandai dengan huruf Rendah. Nilai tds 5 hingga 9 ditandai dengan huruf Normal dan nilai tds 9,5 hingga 30 ditandai dengan huruf Tinggi. Berdasarkan gambar tersebut maka didapatkan hasil sebagai berikut ;

$$X_{low} = \frac{10-5}{10-4,5} = \frac{5}{5,5} = 0,9$$

$$X_{med} = \frac{5-4,5}{10-4,5} = \frac{0,5}{5,5} = 0,09$$

b. Komposisi Aturan

Beberapa ketentuan diperuntukkan untuk mendapatkan daerah solusi fuzzy, nilai variabel yang memiliki kategori tinggi dari fungsi implikasi dan gabungan kesimpulan dari masing-masing aturan. Berikut aturan yang didapat pada pengujian fuzzy.

Aturan ke-1 ;

If (suhu is normal) and (pH is rendah) and (kekeruhan is rendah) and (tds is rendah) then (output 1 is k-1 bawah) (output 2 is k-2 bawah)

Nilai x, predikat adalah ;

$$x = \min (1 : 0 : 0,9 : 0,9) = 0$$

$$z = 0,5$$

Aturan ke-2 ;

If (suhu is normal) and (pH is normal) and (kekeruhan is rendah) and (tds is rendah) then (output 1 is k-1 bawah) (output 2 is k-2 bawah)

$$x = \min (1 : 1 : 0,9 : 0,9) = 0,9$$

$$z = 0,5$$

c. Defuzzifikasi

Merupakan perubahan himpunan fuzzy menjadi bilangan real dengan penegasan dan memiliki hasil sebesar Z=0.5.

III. Hasil dan Analisa

A. Pengujian Seluruh System Tanpa Fuzzy

(1) Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Seluruh System Tanpa Lampu UV

| No | Waktu | Suhu (°C) | pH | Kekeruhan (NTU) | TDS (PPM) |
|----|-------|-----------|------|-----------------|-----------|
| 1 | 13:00 | 25.12 | 7.6 | 0 | 206 |
| 2 | 13:15 | 25.19 | 7.8 | 0 | 184 |
| 3 | 13:30 | 24.9 | 7.5 | 0 | 209 |
| 4 | 13:45 | 24.8 | 7.6 | 0 | 284 |
| 5 | 14:00 | 24.4 | 7.5 | 0 | 209 |
| 6 | 16:00 | 24.3 | 7.11 | 0 | 253 |
| 7 | 16:15 | 24.25 | 7.39 | 0 | 253 |
| 8 | 16:30 | 24.31 | 7.44 | 0 | 253 |
| 9 | 16:45 | 24.31 | 7.46 | 0 | 253 |
| 10 | 17:00 | 24.31 | 7.46 | 0 | 253 |

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa terdapat data yg diambil saat pengujian system tanpa menggunakan lampu UV.

(2) Pengujian Seluruh System Dengan Lampu UV
Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel**Tabel 8.** pengujian dengan menggunakan lampu UV

| No | Waktu | Suhu (°C) | pH | Kekeruhan (NTU) | TDS (PPM) |
|----|-------|-----------|------|-----------------|-----------|
| 1 | 13:00 | 25.12 | 7.6 | 0 | 28.66 |
| 2 | 13:15 | 25.19 | 7.8 | 0 | 27.34 |
| 3 | 13:30 | 24.9 | 7.5 | 0 | 25.4 |
| 4 | 13:45 | 24.8 | 7.6 | 0 | 27.2 |
| 5 | 14:00 | 24.4 | 7.5 | 0 | 25.3 |
| 6 | 16:00 | 24.3 | 7.2 | 0 | 253 |
| 7 | 16:15 | 24.25 | 7.36 | 0 | 253 |
| 8 | 16:30 | 24.31 | 7.46 | 0 | 253 |
| 9 | 16:45 | 24.31 | 7.5 | 0 | 253 |
| 10 | 17:00 | 24.31 | 7.6 | 0 | 253 |

Berdasarkan Tabel 8 merupakan data yg diambil saat pengujian system dengan menggunakan lampu UV.

B. Pengujian System Keseluruhan

Berdasarkan tabel 9 berikut merupakan perancangan dan output yang diharapkan dari perancangan *fuzzy* dan output yang dihasilkan.

Tabel 9. Tabel pengujian fuzzy pada system

| Rule | Suhu (°C) | pH | Kekeruhan (NTU) | TDS (PPM) | Di harapkan | Kenyataan | Ket |
|------|-----------|--------|-----------------|-----------|---------------------|---------------------|-----|
| 1 | Rendah | Rendah | Rendah | Rendah | Kembali ke tandon 1 | Kembali ke tandon 1 | TN |
| 2 | Rendah | Rendah | Rendah | Normal | Kembali ke tandon 1 | Kembali ke tandon 1 | TN |
| 3 | Rendah | Rendah | Rendah | Tinggi | Kembali ke tandon 1 | Kembali ke tandon 1 | TN |
| 4 | Normal | Normal | Rendah | Normal | Tandon terakhir | Tandon terakhir | TN |
| 5 | Normal | Normal | Rendah | Tinggi | Kembali ke tandon 1 | Tetap di tandon 3 | FP |
| 6 | Normal | Normal | Normal | Rendah | Tandon terakhir | Tandon terakhir | TN |
| 7 | Tinggi | Tinggi | Rendah | Tinggi | Kembali ke tandon 1 | Kembali ke tandon 1 | TN |
| 8 | Tinggi | Tinggi | Normal | Rendah | Kembali ke tandon 1 | Kembali ke tandon 1 | TN |
| 9 | Tinggi | Tinggi | Normal | Normal | Kembali ke tandon 1 | Kembali ke tandon 3 | FP |
| 10 | Tinggi | Normal | Rendah | Rendah | Tandon terakhir | Tandon terakhir | TN |

Berdasarkan data dari Tabel 4.9 dapat dihitung nilai akurasi dan eror yang dihasilkan menggunakan metode Confusion Matrix. Perhitungan dilakukan untuk mengetahui

akurasi dan eror yang dihasilkan menggunakan metode fuzzy yang digunakan dan melihat kelayakan air minum yang dihasilkan. Dibawah ini merupakan perhitungan tersebut ;

$$\begin{aligned} Accuracy &= \frac{TP + TN}{Total Data} \times 100 \\ &= \frac{0+8}{10} \times 100 \\ &= 80\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Missclassification rate &= \frac{FP + FN}{Total Data} \times 100 \\ &= \frac{2 + 0}{10} \times 100 \\ &= 20\% \end{aligned}$$

Keterangan :

FP : kasus dimana aliran air menuju tandon 1 atau 3, dan aliran air pada sistem menunjukkan tetap di tandon 3.

TN : kasus dimana aliran air menuju tandon 1 atau 3, dan aliran air pada sistem menunjukkan menuju tandon terakhir.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa filterisasi air minum menggunakan metode fuzzy sugeno yang diterapkan dalam sistem dengan kualitas air, memiliki tingkat akurasi sebesar 80 % dan nilai error sebesar 20%.

Sehingga dapat dikatakan bahwa alat sistem kontrol otomatis filterisasi air minum berbasis IoT dengan fuzzy sugeno layak, karena setiap sensor memiliki keakuratan pembacaan data diatas 75%, dan memiliki tingkat akurasi seesar 25% dalam menentukan kelayakan air untuk dikonsumsi.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis data maka dapat ditarik kesimpulan antara lain :

- 1) Sensor pH memiliki tingkat keakurasian sebesar 98,36%.
Sensor suhu memiliki tingkat keakurasian sebesar 96,062%.
Sensor kekeruhan memiliki tingkat keakurasian hingga 91 %.
Sensor Total Dissolve System memiliki tingkat keakurasian hingga 96,19%.
- 2) Penerapan *fuzzy logic* sebagai sistem kontrol dalam filterisasi air minum memiliki keakuratan pembacaan data hingga 75% .

Ucapan Terimakasih

Sembah sujud serta puji dan syukurku pada-Mu Allah SWT. Tuhan semesta alam yang menciptakanku dengan bekal yang begitu teramat sempurna. Taburan cinta, kasih sayang, rahmat dan hidayat-Mu telah memberikan ku kekuatan, kesehatan, semangat pantang menyerah dalam menempuh ilmu. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu ku limpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. Persembahkan Tugas Akhir ini untuk orang tercinta dan tersayang atas kasihnya yang berlimpah.

- Terimakasih untuk diri saya sendiri karena sudah melewati semuanya sendirian
- Terimakasih untuk ayah dan ibu yang selalu mendukung keputusan saya dengan segala do'a , kasih sayang dan materi
- Teman – teman Telekomunikasi 2015 atas segala bantuannya
- Dan terimakasih untuk semua teman teman yang telah mendukung penulis dalam keadaan suka dan duka.

Daftar Pustaka

- [1]. U. P. D. Arindita, H. Hudiono, and F. A. Soelistianto, "RANCANG BANGUN SISTEM FILTERISASI UNTUK MONITORING KUALITAS AIR MINUM RUMAH TANGGA," *J. Jartel J. Jar. Telekomun.*, vol. 8, no. 1, p. 7, 2019.
- [2]. M. A. Nugroho and M. Rivai, "Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar Amonia untuk Budidaya Ikan yang Diimplementasi pada Rasperry Pi 3B," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, pp. 3–8, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.30920.
- [3]. E. E. Barus, R. K. Pingak, and A. C. Louk, "OTOMATISASI SISTEM KONTROL pH DAN INFORMASI SUHU PADA AKUARIUM MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN RASPBERRY PI 3," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 3, no. 2, pp. 117–125, 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i2.612.
- [4]. G. L. Boro, A. B. Setiawan, and W. Dirgantara, "Penjadwalan Pakan Dan Pengendalian Suhu Pada Kandang Babi Secara Otomatis Berbasis Arduino (Automatic Feeding Schedule And Temperature Controlling In Pig Cage Based On Arduino)," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 264–278, 2019.
- [5]. V. Isnainy, E. S. Budi, and H. Hardjono, "Pengontrolan pH Menggunakan Algoritma Logika Fuzzy pada Pengolahan Limbah Cairan Kimia," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 4, no. 3, pp. 39–44, 2020.
- [6]. A. Ula, "Rancang bangun sistem monitoring kualitas air layak konsumsi berbasis internet of things dengan metode Fuzzy Tsukamoto sebagai sistem pendukung keputusan." Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2020.
- [7]. F. Budiman, M. Rivai, and M. A. Nugroho, "Monitoring and Control System for Ammonia and pH Levels for Fish Cultivation Implemented on Rasperry Pi 3B," in *2019 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, 2019, pp. 68–73.
- [8]. S. A. Kurniatuty and K. A. Widodo, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Pakan Ikan dan Kekeruhan Air yang Dilengkapi Dengan Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet of Things (IoT)," *Informatika*, vol. 02, no. 01, pp. 1–5, 2015.
- [9]. Sasmoko, H. Rasminto, and A. Rahmadani, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga," *J. Inform. Upgris*, vol. 5, no. 1, pp. 25–34, 2019, doi: 10.26877/jiu.v5i1.2993.
- [10]. S. Syafrudin, "Perancangan sistem penyiraman otomatis tanaman bawang merah dengan metode Fuzzy Sugeno berbasis Arduino Uno." Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2019.

“Halaman Ini Sengaja Di Kosongkan”