

## Perancangan Sistem Pengatur pH Air Akuarium Menggunakan Kendali Logika Fuzzy

Sarmayanta Sembiring<sup>1</sup>, Ahmad Rifai<sup>2</sup>, Sutarno<sup>3</sup>, Pascal Adhi Kurnia Tarigan<sup>4</sup>

Sistem Komputer<sup>1,3,4</sup>, Sistem Informasi<sup>2</sup>

Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km 32 Indralaya Ogan Ilir

[yanta@unsri.ac.id](mailto:yanta@unsri.ac.id)<sup>1</sup>, [Rifai.bae@gmail.com](mailto:Rifai.bae@gmail.com)<sup>2</sup>, [sutarno@unsri.ac.id](mailto:sutarno@unsri.ac.id)<sup>3</sup>, [Pascalkurnia54@gmail.com](mailto:Pascalkurnia54@gmail.com)<sup>4</sup>

**Abstrak.** Telah dirancang sebuah sistem pengatur pH air akuarium dengan kendali logika fuzzy. Sistem ini akan menambahkan air basa/asam dengan volume sesuai dengan output sistem kendali yang di alirkan ke akuarium secara otomatis untuk mencapai pH air akuarium yang telah ditargetkan. Input sistem ini adalah pH air penambah basa/asam yang di inputkan melalui keypad 4x4, pH air akuarium yang di deteksi sensor pH, volume air akuarium yang di deteksi menggunakan sensor ultrasonik. Output sistem ini adalah penambahan air basa/asam ke dalam akuarium dengan menggunakan pompa DC dan volumenya terukur menggunakan rangkaian sensor batas air dan water flow sensor untuk memastikan volume air penambah telah sesuai dengan output sistem kendali. Hasil eksperimen menunjukkan sistem yang dirancang telah dapat berjalan dengan baik, dimana sensor ultrasonik telah dapat mendeteksi jarak sebagai variabel untuk mencari volume air akuarium dengan error rata-rata 1,875%, sensor pH telah dapat mendeteksi pH air akuarium dengan error rata-rata 1,76%, sistem pengatur air penambah basa dapat mengalirkan air sesuai dengan volume yang di inginkan dengan error rata-rata 3,56%, sistem pengatur air penambah asam dapat mengalirkan air sesuai dengan volume yang di inginkan dengan error rata-rata 7,56%, Sistem kendali fuzzy sebagai pengatur pH air akuarium telah berjalan dengan baik dengan menurunkan error rata-rata dari 5,34% menjadi 1,59%.

**Kata Kunci:** Sensor pH, water flow sensor, sensor ultrasonik, sensor batas air dan kendali logika fuzzy

### 1 Pendahuluan

Mengatur derajat keasaman air (pH) memiliki peranan yang penting seperti dalam budidaya ikan dan pertanian dengan sistem hidroponik. Dalam budidaya ikan hias permasalahan air dapat disebabkan oleh feses, sisa pakan sehingga dapat menyebabkan turunya kualitas air, seperti derajat keasaman air (pH), kekeruhan, amonia dan *dissolved oxygen* [1]. Nilai pH memiliki pengaruh yang signifikan pada kandungan amonia, H<sub>2</sub>S HCN dan logam berat pada ikan [2].

Cara yang paling umum dalam mengelola air adalah dengan cara mengganti air secara berkala. Mengganti air secara berkala tentu saja akan banyak menyita waktu, tenaga dan biaya, untuk menghindari hal tersebut dapat dilakukan dengan melakukan tindakan saat terjadi perubahan parameter air, seperti memberikan kapur dolomit saat air menjadi basa. Untuk mengetahui kondisi air asam atau basa dapat dilakukan dengan pengukuran menggunakan pH meter atau dengan mengamati ciri-ciri air, seperti air menimbulkan busa dipermukaan sebagai indikator air asam [3]. Berapa banyak kapur dolomit atau larutan pH up yang harus diberikan sebagai upaya untuk menaikkan pH air menjadi permasalahan dalam pengelolaan air, selain itu pengukuran secara berkala akan menyita banyak waktu dan tenaga.

Dalam pertanian dengan sistem hidroponik Selain *Electrical Conductivity* (EC) larutan nutrisi, pH larutan nutrisi juga cenderung mempengaruhi ketersediaan unsur hara pada larutan nutrisi. Unsur hara dalam nutrisi ABMix memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman, terutama unsur P dan N [4]. Kadar pH juga akan mempengaruhi aktivitas fotosintesis tanaman [5].

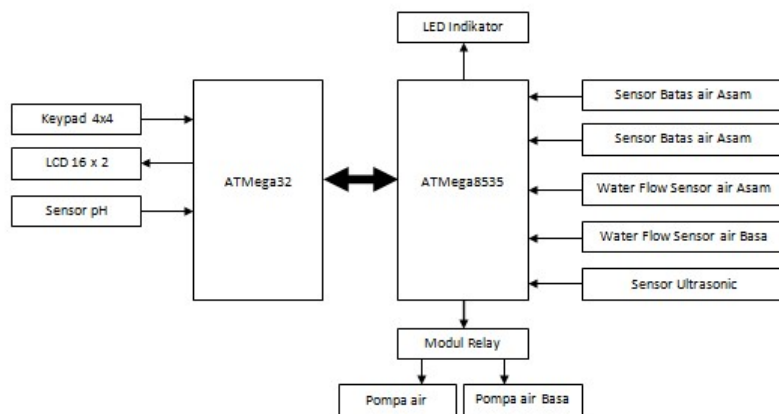
Pentingnya pengelolaan pH air baik dalam budidaya ikan atau pertanian dengan sistem hidroponik menjadi dasar penulis untuk melakukan penelitian untuk memecahkan masalah ini. Dalam penelitian ini penulis mengusulkan pengelolaan air berdasarkan parameter pH air dengan menggunakan kendali logika *fuzzy* dengan judul “Perancangan Sistem Pengatur pH air akuarium menggunakan kendali logika *fuzzy*”.

Agar sistem yang dirancang dapat mengelola pH air sesuai referensi (pH target yang diinginkan), perlu dipertimbangkan metode pengelolaan pH secara otomatis seperti membuang air dan mengisi air kembali dengan menggunakan pompa saat terjadi perubahan pH [6]. Menaikkan pH air dengan mengalirkan kapur saat pH air rendah [7]. Mencampur air asam untuk menurunkan pH air atau mencampur air basa untuk menaikkan pH air [8]. Berdasarkan penelitian yang terdahulu terkait dengan otomatisasi pengelolaan pH air, penulis mengusulkan pengelolaan pH air sesuai referensi dengan cara menambahkan air bersifat basa/asam dengan volume yang telah diperhitungkan sistem kendali.

Metode logika *fuzzy* diterapkan dalam pengendalian pH air dalam penelitian ini didasarkan atas kelebihan logika *fuzzy* yang mempunyai kesanggupan dalam proses logika secara bahasa sehingga dalam desainnya tidak membutuhkan model matematika yang sulit [9], selain itu sistem *fuzzy* mempunyai kesanggupan untuk mengatasi informasi yang tidak akurat yang didapat dari sensor dengan memakai aturan bahasa [10].

## 2 Metode Perancangan

Pada Perancangan Sistem Pengatur pH air akuarium menggunakan kendali logika *fuzzy* ini, secara umum terbagi menjadi 3 bagian, yaitu Perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak dan perancangan sistem kendali. Blok diagram keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 1.

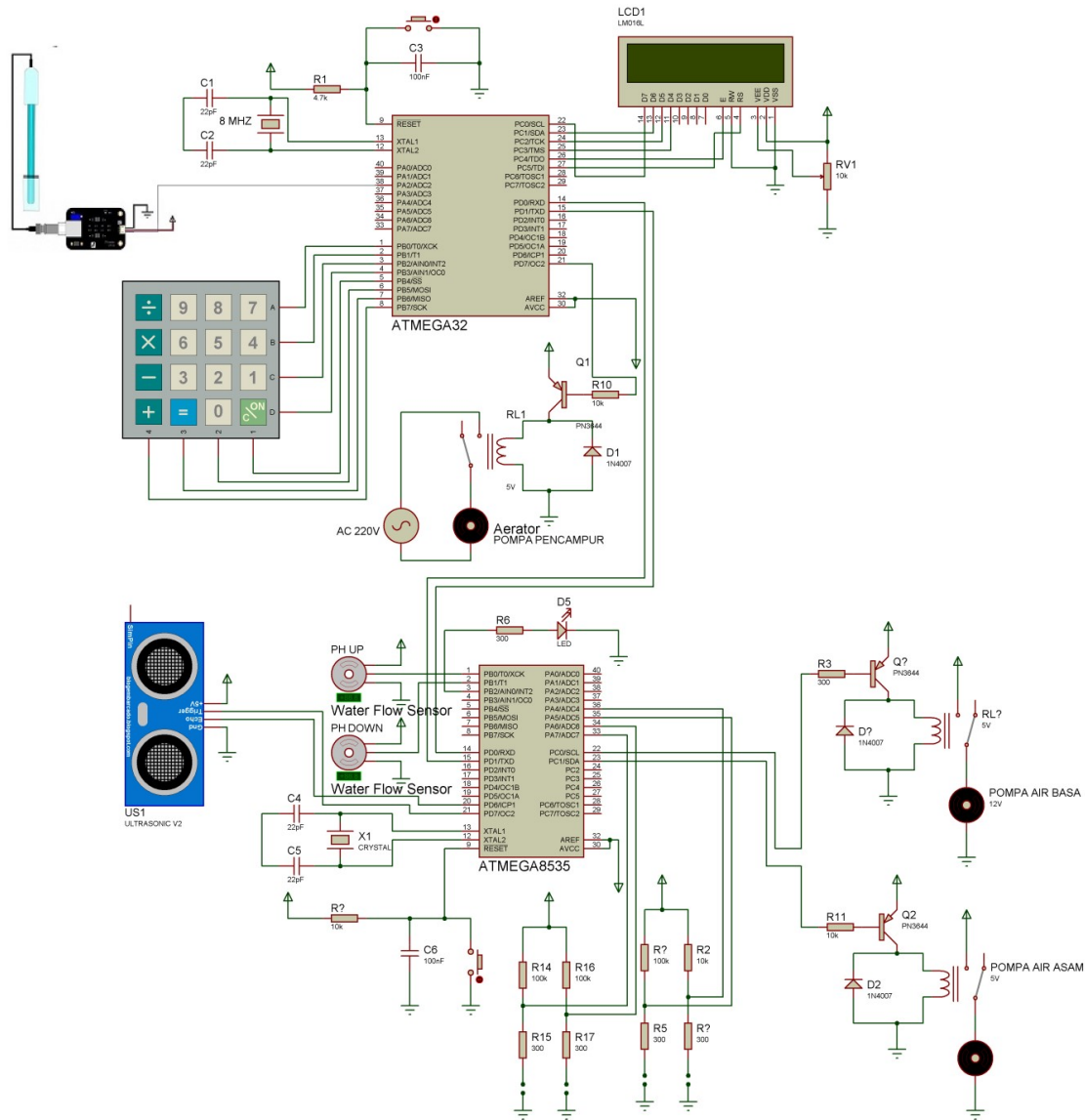


Gambar 1. Blok Diagram sistem keseluruhan

Cara kerja sistem ini dengan cara menginputkan tingkat pH air penambah (pada penampungan air basa dan asam), dan menginputkan pH air akuarium yang diinginkan melalui keypad 4x4, setelah itu sistem akan mendeteksi pH air akuarium dengan menggunakan sensor pH dan mendeteksi volume air akuarium berdasarkan informasi jarak permukaan air akuarium yang terdeteksi sensor ultrasonik. Sistem akan melakukan proses pengambilan keputusan dengan menggunakan kendali logika *fuzzy* dengan *crisp input* PP (Persentase Penambah) dan PT (Persentase Target) yang diperoleh dari nilai pH air akuarium, pH penambah basa/asam dan nilai pH target. *Output fuzzy* berupa persentase penambah yang selanjutnya akan di kalikan dengan volume air akuarium yang akan menghasilkan volume air penambah yang harus di tambahkan ke akuarium. Untuk menambahkan air penambah basa/asam ke akuarium digunakan pompa DC. Pompa DC akan dimatikan apabila air penambah basa/asam volumenya telah sesuai dengan volume air penambah basa/asam yang harus ditambahkan. Untuk mengetahui volume air yang telah ditambahkan ke akuarium digunakan *waterflow* sensor dan untuk mengurangi kesalahan perhitungan di sini penulis menggunakan sensor batas air yang ditempatkan pada input *water flow sensor* sebagai indikator sistem memulai perhitungan volume air. Setelah air penambah basa/asam selesai dicampurkan selanjutnya sistem akan menghidupkan *Aerator* dalam akuarium selama 30 detik untuk membantu pencampuran agar cepat merata.

**2.1 Perancangan perangkat keras**

Perancangan perangkat keras terdiri atas 4 buah sensor pendeteksi air, 2 buah *Water Flow sensor*, LED Indikator, 2 buah pompa air DC dan sebuah sensor ultrasonik yang terhubung ke mikrokontroler ATmega8535. Pada mikrokontroler ATmega32 sebagai sistem kendali *fuzzy* terhubung ke sebuah sensor pH, LCD 16 x 2, Keypad 4 x 4 dan *Aerator*. Konfigurasi Pin ATmega32 ditunjukkan pada Tabel 1, konfigurasi PIN pada mikrokontroler ATmega8535 ditunjukkan pada Tabel 2 dan dan Gambar rangkaian secara lengkap ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Rangkaian sistem pengatur pH

**Tabel 1.** Konfigurasi PIN pada mikrokontroler ATmega32

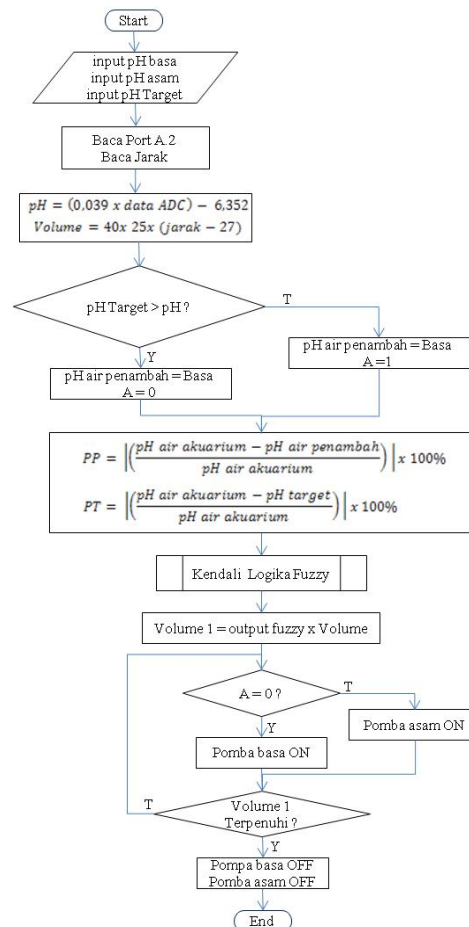
No	PORT ATmega32	KETERANGAN
1	PINA.2	Sensor pH
2	PINA.3	Sensor Turbidity
3	PORTC	LCD 16 x 2
4	PORTB	Keypad 4x4
5	PORTD.7	Aerator (Pencampur)

Tabel 2. Konfigurasi PIN pada mikrokontroler ATmega8535

No	PORT ATmega8535	KETERANGAN
1	PINA.4	Batas atas pangkal sensor asam
2	PINA.5	Batas bawah pangkal sensor asam
3	PINA.6	Batas bawah pangkal sensor basa
4	PINA.7	Batas atas pangkal sensor basa
5	PINB.0	Water Flow Sensor pH basa
6	PINB1	Water Flow Sensor pH asam
7	PORTB.2	LED Indikator
8	PORTC.0	Pompa air basa
9	PORTC.1	Pompa air asam
10	PIND.6	Echo Ultrasonic
11	PORTD.7	Trigger Ultrasonic

## 2.2 Perancangan perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini menggunakan Bahasa Bascom AVR. *Flowchart* pada Gambar 3 menunjukkan perancangan perangkat lunak dalam penelitian ini.



Gambar 3. Flowchart sistem pengatur pH air akuarium menggunakan kendali logika fuzzy

### 2.3 Perancangan Sistem Kendali

Sistem pengatur pH air akuarium merupakan sebuah sistem yang dirancang agar dapat mempertahankan pH air akuarium sesuai dengan target yang diinginkan dengan cara menambahkan air yang bersifat basa atau asam dari penampungan ke akuarium dengan persentase penambahan volume air penambah yang telah ditetapkan sistem kendali saat pH air akuarium tidak sesuai dengan target yang diinginkan. Dalam perancangan sistem pengatur pH air akuarium ini menggunakan sistem kendali logika *fuzzy* dengan variabel *fuzzy* di bagi menjadi 2 bagian, yaitu variable PP dan PT. Nilai PP (Persentase penambah) didapat dari persamaan 1 dan Nilai PT (Persentase Target) di dapat dari persamaan 2.

$$PP = \left| \left( \frac{pH \text{ air akuarium} - pH \text{ air penambah}}{pH \text{ air akuarium}} \right) \right| \times 100\% \quad (1)$$

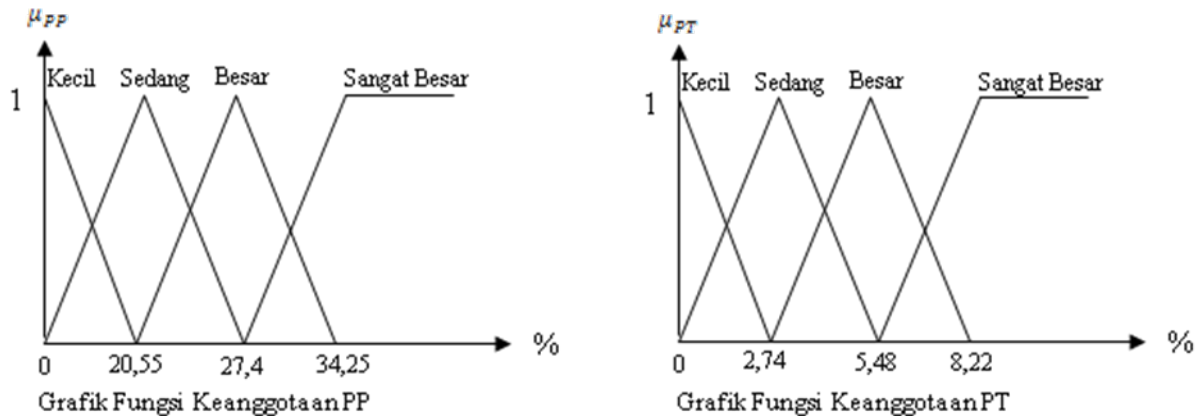
$$PT = \left| \left( \frac{pH \text{ air akuarium} - pH \text{ target}}{pH \text{ air akuarium}} \right) \right| \times 100\% \quad (2)$$

Dalam perancangan pengatur pH air akuarium ini memetakan *crisp* kedalam domain *fuzzy* digunakan grafik fungsi keanggotaan dengan representasi grafik fungsi keanggotaan *linear* turun, segitiga dan bahu. Variabel PP dan variable PT masing-masing dibagi menjadi 4 Himpunan *fuzzy* dengan desain berdasarkan data hasil pengujian pencampuran air sebanyak 500 mL dengan pH awal 7,3 dengan penambah air asam dengan variasi pH yaitu pH 4,8, pH 5,3 dan pH 5,8 dengan volume penambahan 5 mL, 25 mL, 50 mL dan 100 mL seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil pengujian pencampuran air dengan variasi pH

No	pH penambahn		pH akhir	
	Ph	Volume (mL)	pH	Perubahan pH
1	4.8	5	7	0.3
2	4.8	25	6.9	0.4
3	4.8	50	6.8	0.5
4	4.8	100	6.6	0.7
5	5.3	5	7.1	0.2
6	5.3	25	7	0.3
7	5.3	50	6.9	0.4
8	5.3	100	6.7	0.6
9	5.8	5	7.2	0.1
10	5.8	25	7.1	0.2
11	5.8	50	7	0.3
12	5.8	100	6.8	0.5

Berdasarkan Tabel 2 maka dirancang grafik fungsi keanggotaan PP dan PT seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Grafik fungsi keanggotaan PP dan PT

Selanjutnya tahap evaluasi aturan dilakukan evaluasi untuk setiap fungsi keanggotaan *input* kedalam basis aturan (*rule base*) yang telah ditetapkan. Banyaknya kombinasi aturan yang memungkinkan terjadi untuk pengaturan pH air akuarium dengan dua fungsi keanggotaan *input*, yaitu fungsi keanggotaan PP yang terdiri dari 4 himpunan *fuzzy* dan fungsi keanggotaan PT yang terdiri dari 4 fungsi keanggotaan maka secara lengkap kombinasi aturan yang mungkin terdiri atas 16 aturan. Kombinasi aturan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Rule Base

No	PP	PT	Output
1	Kecil	Kecil	Kosong
2	Kecil	Sedang	Sangat Banyak
3	Kecil	Besar	Sangat Banyak
4	Kecil	Sangat Besar	Sangat Banyak
5	Sedang	Kecil	Kosong
6	Sedang	Sedang	Sedang
7	Sedang	Besar	Banyak
8	Sedang	Sangat Besar	Sangat Banyak
9	Besar	Kecil	Kosong
10	Besar	Sedang	Sedikit
11	Besar	Besar	Banyak
12	Besar	Sangat Besar	Sangat Banyak
13	Sangat Besar	Kecil	Kosong
14	Sangat Besar	Sedang	Sedikit
15	Sangat Besar	Besar	Sedang
16	Sangat Besar	Sangat Besar	Banyak

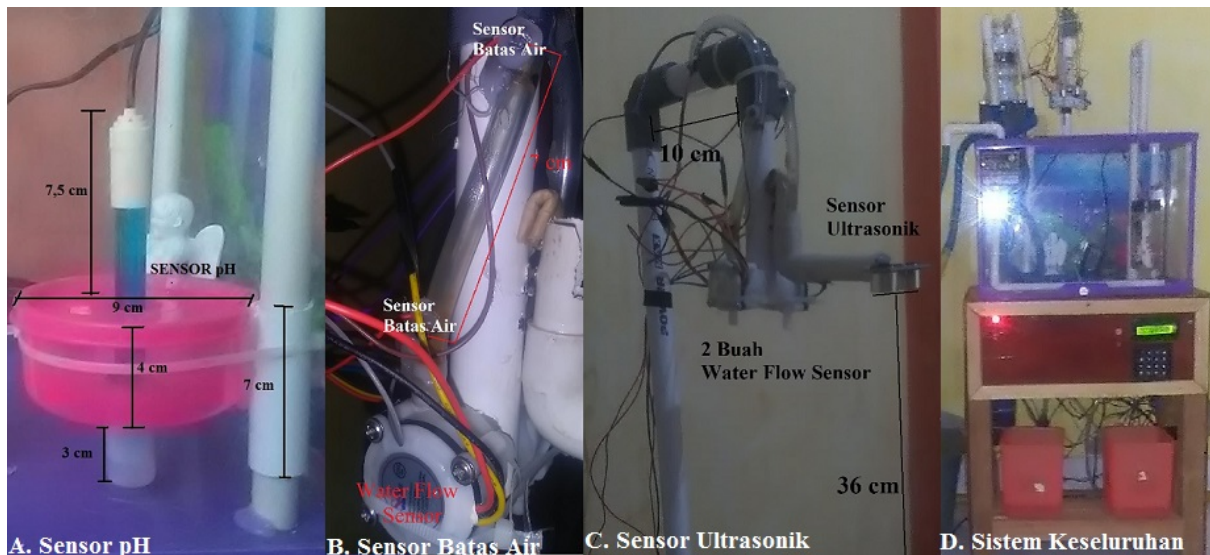
Tahap akhir dalam perancangan pengatur pH air akuarium dalam penelitian ini adalah pengambilan keputusan berdasarkan *rule base* yang telah dibuat menggunakan metode Sugeno dalam merancang *fuzzy Inference*. Fungsi implikasi yang digunakan adalah operasi Min-Max terhadap fungsi keanggotaan tertentu untuk menghasilkan *fuzzy* output berupa nilai sesuai dengan aturan tertentu. Tabel 5 menunjukkan variabel linguistik untuk output sistem ini.

**Tabel 5.** Variabel Linguistik output

Variabel Linguistik	Keterangan
Kosong	0%
Sedikit	1%
Sedang	5%
Banyak	10%
Sangat Banyak	20%

**3 Hasil dan Pembahasan**

Hasil penelitian ini berupa *prototype* sistem pengatur pH air akuarium menggunakan kendali logika *fuzzy* seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Untuk memastikan sistem telah berjalan dengan baik, maka dilakukan pengujian penditeksi pH air akuarium, penditeksi volume air akuarium, pengatur volume air penambah dan sistem kendali *fuzzy*.



**Gambar 5.** Sistem pengatur pH air akuarium menggunakan kendali logika *fuzzy*

Keterangan Gambar:

- A. Penditeksi pH air akuarium dengan menggunakan sensor pH.
- B. Pengatur volume air penambah asam/basa dengan mengalirkan air menggunakan pompa DC dan volume air yang mengalir di deteksi menggunakan water flow sensor dengan indicator menggunakan sensor batas air.
- C. Penditeksi volume air di dalam akuarium dengan mengukur jarak permukaan air menggunakan sensor ultrasonik.
- D. Sistem Keseluruhan.

**3.1 Pengujian penditeksi pH air akuarium**

Pengujian penditeksi pH air akuarium menggunakan sensor pH dilakukan dengan melakukan pembacaan data ADC mikrokontroler yang terhubung ke sensor pH terhadap pH buffer 4,01 dan 6,8 yang dilakukan untuk mendapatkan persamaan untuk mengkonversi nilai ADC menjadi nilai pH. Konversi nilai ADC ke pH ditunjukkan pada persamaan (3).

$$pH = (0,039 \times data\ ADC) - 6,352 \quad (3)$$

Pengujian pendeteksi pH air akuarium dilakukan dengan melakukan pembacaan variasi pH air dengan menggunakan pendeteksi pH yang dirancang dan membandingkan dengan hasil pembacaan alat ukur pH konvensional yang telah terkalibrasi, ditunjukkan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil pengujian pendeteksi pH air akuarium

No	Alat ukur pH	Sensor pH	error (%)
1	4,2	4,1	2,38
2	4,5	4,3	4,44
3	6,3	6,3	0
4	6,7	6,8	1,49
5	6,8	6,9	1,47
6	7,1	7,2	1,40
7	7,3	7,4	1,39
8	7,7	7,7	0
9	7,9	8,1	2,53
10	8	8,2	2,50

Dari hasil pengujian sensor pH di dapat sensor pH telah dapat berjalan dengan baik dengan *error* terkecil 0% pada saat mendeteksi air dengan pH 6,3 dan 7,7, *error* terbesar sebesar 4,44% pada saat mendeteksi air dengan pH 4,5 dengan *error* rata-rata sebesar 1,76%.

### 3.2 Pengujian pendeteksi volume air akuarium

Akuarium yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk persegi dengan ukuran 40 cm x 25cm x 27 cm dan jarak sensor ultrasonik ke dasar akuarium 36 cm, maka dengan mendeteksi jarak sensor ultrasonik ke permukaan air akuarium didapat volume air akuarium dengan menggunakan persamaan 4.

$$Volume = 40\ cm \times 25\ cm \times (jarak\ terdeteksi\ ultrasonik - 27\ cm) \quad (4)$$

Pengujian sensor ultrasonik perlu dilakukan untuk memastikan pendeteksi volume air akuarium telah berjalan dengan baik. Pengujian pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur tinggi permukaan air ditunjukkan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil pengujian sensor ultrasonik

No	Jarak Real (cm)	Pembacaan sensor (cm)	Error (%)
1	12,5	13	4
2	14	14	0
3	23,5	24	2,13
4	36,5	36	1,37

Dari hasil pengujian diketahui sensor ultrasonik telah dapat berjalan dengan baik dengan *error* terkecil sebesar 0% saat mendeteksi jarak 14 cm, *error* terbesar 4% pada saat mendeteksi jarak 12,5 cm dengan rata-rata *error* sebesar 1,875%.



### 3.3 Pengujian pengatur volume air penambah

Untuk memastikan pengatur volume air penambah asam/basa telah dapat berjalan dengan baik, maka dilakukan pengujian dengan menginputkan pada keypad volume air yang diinginkan dan mengukur volume air yang dikeluarkan sistem dengan menggunakan gelas ukur 10 mL. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Hasil pengujian pengatur volume air penambah

No	Volume Target (mL)	Volume Real (mL)	Keterangan	Error (%)
1	30	31	Pompa basa	3.33%
2	50	53	Pompa basa	6.00%
3	75	76	Pompa basa	1.33%
4	25	23	Pompa asam	8.00%
5	50	46	Pompa asam	8.00%
6	90	96	Pompa asam	6.67%

Dari hasil pengujian di dapat pompa air basa telah dapat berjalan dengan baik dibandingkan pompa air asama dengan *error* rata-rata pompa air basa sebesar 3,56%, *error* terkecil sebesar 1,33% dan *error* terbesar 6%. *Error* rata-rata pompa air asam sebesar 7,56%, 6,67% dan *error* terbesar 8%.

### 3.3 Pengujian sistem kendali fuzzy

*Output* sistem kendali *fuzzy* merupakan persentase jumlah air penambah asam/basa terhadap volume air akuarium. untuk memastikan sistem kendali ini telah berjalan dengan baik, maka dilakukan pengujian dengan cara menginputkan nilai pH awal air , nilai pH air penambah (basa/asam) serta pH target. Sistem kendali *fuzzy* akan memproses data yang diinputkan lalu akan menghasilkan output berupa persentase penambahan yang selanjutnya akan di kali dengan volume awal air (dalam penelitian ini volume awal sebanyak 1000mL) dan dicampurkan dengan pH awal air, lalu dilakukan pengukuran pH. Tabel 9 menunjukkan hasil pengujian kendali *fuzzy*.

**Tabel 9.** Hasil pengujian kendali logika *fuzzy*

No	pH awal	pH Penambah	pH Target	Error pH awal	ouput Fuzzy	pH akhir	Error pH akhir
1	5,23	6,27	5,33	1,88%	3,90%	5,27	1,13%
2	5,23	6,27	5,53	5,42%	10,90%	5,37	2,89%
3	5,23	6,27	5,73	8,73%	20,00%	5,58	2,62%
4	5,58	7,08	5,68	1,76%	0,90%	5,76	1,41%
5	5,58	7,08	5,88	5,10%	9,50%	5,97	1,53%
6	5,58	7,08	6,08	8,22%	20,00%	6,18	1,64%
7	5,65	7,34	5,75	1,74%	0,60%	5,76	0,17%
8	5,65	7,34	5,95	5,04%	7,70%	6,04	1,51%
9	5,65	7,34	6,15	8,13%	16,20%	6,32	2,76%
10	7,16	5,72	7,06	1,42%	3,00%	6,95	1,56%
11	7,16	5,72	6,86	4,37%	8,00%	6,74	1,75%
12	7,16	5,72	6,66	7,51%	15,50%	6,49	2,55%
13	7,16	5,72	6,16	16,23%	20,00%	6,35	3,08%
14	7,33	5,35	7,23	1,38%	2,30%	7,16	0,97%
15	7,33	5,35	7,03	4,27%	6,40%	7,09	0,85%
16	7,33	5,35	6,83	7,32%	14,90%	6,88	0,73%
17	7,3	5,11	7,2	1,39%	0,50%	7,12	1,11%
18	7,3	5,11	7	4,29%	5,40%	7,05	0,71%
19	7,3	5,11	6,8	7,35%	12,20%	6,88	1,18%

*Error* pH awal merupakan *error* pH awal terhadap target, sedangkan *error* pH akhir merupakan *error* pH akhir (setelah pencampuran) terhadap target yang diinputkan. Dari hasil pengujian pada Tabel 9 terlihat bahwa *error*

rata-rata pH awal sebesar 5,34% dan *error* rata-rata pH akhir sebesar 1,59%. Untuk menaikkan pH dengan *error* rata-rata pH awal sebesar 5,11% turun menjadi 1,74% setelah pencampuran penambah dan untuk menurunkan pH dari *error* rata-rata pH awal 5,55% turun menjadi 1,45% setelah pencampuran penambah.

Contoh pengambilan keputusan untuk menambahkan air basa dengan keadaan awal air volume 1000 mL, pH awal = 5,58, pH penambah 7,08 dengan target pH air 5,88. Dengan menggunakan persamaan 1 dan 2, maka akan di dapat nilai PP = 26,88% dan PT = 5,37%. maka *crisp input* PP akan memenuhi :

$$\mu_{Sedang}[PP] = \frac{27,4 - 26,88}{6,85} = 0,07$$

$$\mu_{Besar}[PP] = \frac{26,88 - 20,55}{6,85} = 0,92$$

$$\text{untuk } \mu_{Kecil} \text{ dan } \mu_{Sangat Besar} = 0$$

Untuk *crisp input* PT = 5,37% akan memenuhi:

$$\mu_{Sedang}[PT] = \frac{5,48 - 5,37}{2,74} = 0,04$$

$$\mu_{Besar}[PP] = \frac{5,37 - 2,74}{2,74} = 0,95$$

Dengan melihat basis aturan (Tabel 4) diperoleh 4 aturan, yaitu memenuhi No. 6,7,10 dan 11. Dengan menggunakan operator AND untuk setiap aturan pada aplikasi fungsi implikasinya maka  $\alpha$ -predikat dapat dicari sebagai berikut:

[R6] IF PP is Sedang AND PT is Sedang THEN Output = Sedang

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat}_1 &= \mu_{Sedang} \cap \mu_{Sedang} \\ &= \min(0,07 ; 0,04) \\ &= 0,04 \\ Z1 &= 5\% \end{aligned}$$

[R7] IF PP is Sedang AND PT is Besar THEN Output = Banyak

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat}_2 &= \mu_{Sedang} \cap \mu_{Besar} \\ &= \min(0,07 ; 0,95) \\ &= 0,07 \\ Z2 &= 10\% \end{aligned}$$

[R10] IF PP is Besar AND PT is Sedang THEN Output = Sedikit

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat}_3 &= \mu_{Besar} \cap \mu_{Sedang} \\ &= \min(0,92 ; 0,04) \\ &= 0,04 \\ Z3 &= 1\% \end{aligned}$$

[R11] IF PP is Besar AND PT is Besar THEN Output = Banyak

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat3} &= \mu_{\text{Besar}} \cap \mu_{\text{Sedang}} \\ &= \min(0,92 ; 0,95) \\ &= 0,92 \\ Z4 &= 10\% \end{aligned}$$

Pengambilan keputusan dengan defuzzyfikasi dalam penelitian ini menggunakan metode yang digunakan adalah *weighted average*.

$$Z = \frac{\alpha_{\text{Predikat1}} * Z1 + \alpha_{\text{Predikat2}} * Z2 + \alpha_{\text{Predikat3}} * Z3 + \alpha_{\text{Predikat4}} * Z4}{\alpha_{\text{Predikat1}} + \alpha_{\text{Predikat2}} + \alpha_{\text{Predikat3}} + \alpha_{\text{Predikat4}}}$$

Metode Sugeno digunakan dalam merancang *fuzzy Inference* dalam penelitian ini. Fungsi implikasi yang digunakan adalah operasi Min-Max terhadap fungsi keanggotaan tertentu untuk menghasilkan *fuzzy output* berupa nilai sesuai dengan aturan tertentu.

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\alpha_{\text{Predikat1}} * Z1 + \alpha_{\text{Predikat3}} * Z3 + \alpha_{\text{Predikat4}} * Z4}{\alpha_{\text{Predikat1}} + \alpha_{\text{Predikat3}} + \alpha_{\text{Predikat4}}} \\ Z &= \frac{0,04 * 5 + 0,04 * 1 + 0,92 * 10}{0,04 + 0,04 + 0,92} = 9,44 \end{aligned}$$

Maka banyaknya air basa yang ditambahkan sebesar 1000mL x 9,44% = 94,4 mL

#### 4 Kesimpulan

Dari hasil hasil pengujian dapatlah disimpulkan :

1. Pendeteksi pH air akuarium dengan menggunakan sensor pH telah dapat berfungsi dengan baik, dimana sensor dapat mendeteksi dengan rata-rata *error* sebesar 1,76%, dengan *error* terkecil 0% pada saat mengukur air dengan pH 6,3 dan *error* terbesar 4,44% saat mengukur air dengan pH 4,5.
2. Pendeteksi volume air akuarium berdasarkan jarak deteksi sensor ultrasonik telah berfungsi dengan baik dengan *error* rata-rata 1,875% dengan *error* terkecil 0% pada saat mendeteksi jarak 14 cm dan *error* terbesar sebesar 4% saat mendeteksi jarak 12,5 cm.
3. Pengatur volume air penambah yang dirancang dalam penelitian ini telah dapat berjalan dengan baik terutama untuk pengatur air basa dengan *error* rata-rata sebesar 3,56% dengan *error* terkecil mencapai 1,33% dan *error* terbesar sebesar 6%. Untuk pengatur air asam *error* rata-rata sebesar 7,56% dengan *error* terkecil mencapai 6,67% dan *error* terbesar 8%.
4. Sistem kendali logika *fuzzy* telah berfungsi dengan baik untuk menurunkan *error* pH air dipenampungan terhadap pH target yang di inputkan. Hasil pengujian menunjukkan terjadi penurunan *error* dari 5,11% menjadi 1,74% setelah pencampuran penambah saat menaikkan pH, penurunan *error* dari 5,55% menjadi 1,45% setelah pencampuran penambah saat menurunkan pH dan *error* rata-rata dari 5,34% turun menjadi 1,59%.

#### 5 Ucapan Terima Kasih (Acknowledgement)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Sriwijaya yang telah mendanai penelitian dalam skim SATEKS ini dengan Nomor Kontrak : 0179.31/UN9/SB3.LP2M.PT/2018.

## Referensi

- [1] M. Fazil, S. Adhar, and R. Ezraneti, "Efektivitas penggunaan ijuk, jerami padi dan ampas tebu sebagai filter air pada pemeliharaan ikan mas koki (*Carassius auratus*)," *Acta Aquat. Aquat. Sci. J.*, vol. 4, no. 1, pp. 37–43, 2017.
- [2] A. S. Piranti, "Baku Mutu Air untuk Budidaya Ikan," Purwokerto. [Online]. Available: <https://docplayer.info/46412958-Bio-unsoed-ac-id-bai-u-mutu-air-untuk-budidaya-ikaf-a-pondahuluai-b-parameter-kualitas-air-untuk-budidaya-ikai.html>.
- [3] Sangkutifarm, "pH air untuk kolam ikan lele yang baik," 2015. <https://www.sangkutifarm.com/ph-air-untuk-kolam-ikan-lele-yang-baik/> (accessed Feb. 23, 2018).
- [4] M. Subandi, N. P. Salam, and B. Frasetya, "Pengaruh berbagai nilai EC (Electrical Conductivity) terhadap pertumbuhan dan hasil bayam (*Amaranthus SP.*) pada hidroponik sistem rakit apung (Floating Hydroponics System)," *J. Istek*, vol. 9, no. 2, 2015.
- [5] I. Puspasari, Y. Triwidyastuti, and H. Harianto, "Otomasi Sistem Hidroponik Wick Terintegrasi pada Pembibitan Tomat Ceri," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 97–104, 2018.
- [6] E. B. Edikresnha, Priadhana; Hardiansyah; Prasetya, "Rancang bangun pemelihara lele otomatis dengan pengaturan waktu makan dan penjagaan kualitas air menggunakan atmega328," in *Seminar Riset Teknologi Informasi (SRITI)*, 2016, pp. 316–323.
- [7] E. Poerwanto, S. T. Rasmana, and M. C. Wibowo, "Pengontrol kualitas air tambak menggunakan metode fuzzy logic untuk budidaya udang windu," *J. Control Netw. Syst.*, pp. 46–53, 2014.
- [8] R. Marulitua, L. Batu, E. Ariyanto, and C. W. Wijiutomo, "Perancangan Dan Pembangunan Sistem Otomasi Pengkondisian Kadar pH Dan Suhu Air Kolam Ternak Ikan Lele Design And Implementation Of Automated Conditioning System For Water pH Level And Temperature In Catfish Breeding Pond," vol. 4, no. 1, pp. 1158–1166, 2017.
- [9] T. Sutojo, E. Mulyanto, and V. Suhartono, *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: ANDI, 2011.
- [10] Q. Bao, S. Li, W. Shang, and M. An, "A fuzzy behavior-based architecture for mobile robot navigation in unknown environments," in *2009 International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence*, 2009, vol. 2, pp. 257–261.