



## PROTOTYPE SISTEM KONTROL DAN MONITORING SUHU SERTA KETINGGIAN AIR PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Sitti Amalia<sup>1</sup>, \*Rafika Andari<sup>2</sup>, Kartiria<sup>3</sup>, Pristian Efra Putra<sup>4</sup>

<sup>1234</sup>Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, Indonesia

[rafika.andari09@gmail.com](mailto:rafika.andari09@gmail.com), \*Corresponding author

**Abstrak: Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Serta Ketinggian Air pada Kolam Budidaya Ikan Menggunakan Logika Fuzzy.** Kualitas air yang kurang baik mengakibatkan pertumbuhan ikan menjadi lambat, dalam usaha budidaya ikan nila ketersediaan air dan kualitas air merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan dalam usaha budidaya ikan. Untuk kualitas air pada pembudidayaan ikan nila khususnya pada besaran fisik air, suhu air yang optimal sebagai penentu keberhasilan bagi budidaya ikan nila adalah 25-30°C. Pentingnya pengontrolan dan pemantauan kualitas air pada keberhasilan budidaya ikan, maka perlu dirancang suatu sistem pengontrolan suhu dan ketinggian air yang bisa dimonitoring dari jarak jauh dengan menggunakan metode logika fuzzy dan menggunakan Internet of Things (IoT) sebagai monitoring, dalam kasus ini perancangan dalam skala aquarium 30x30x30 cm. Sistem kontrol dan monitoring dalam penelitian ini berhasil dilakukan. Untuk pengontrolan ketinggian air, debit air yang masuk setiap menitnya adalah 3 liter. Untuk mengontrol suhu air dengan kondisi air panas dan dingin, waktu yang diperlukan untuk menaikkan suhu sebesar 1°C adalah 38,9 menit dan waktu yang diperlukan untuk menurunkan suhu sebesar 1°C adalah 20,4 menit dengan ketinggian air rata-rata 15 cm atau setara dengan 13,5 liter. Kemudian alat ini berhasil dimonitoring dengan menggunakan Internet of Things (IoT) dengan koneksi internet dari jarak jauh.

**Kata kunci:** Logika Fuzzy, Internet of Things, Sistem Kontrol, Monitoring.

**Abstract: Prototype System of Control and Monitoring of Temperature And Water Level in Fish Farming Pond Using Fuzzy Logic.** Poor water quality results in slow fish growth. In tilapia aquaculture, water availability and water quality are among the factors that determine the success of fish farming. For water quality in tilapia cultivation, especially in the physical quantity of water, the optimal water temperature as a determinant of success for tilapia aquaculture is 25-30 °C. The importance of controlling and monitoring water quality in the success of fish farming, it is necessary to design a temperature and water level control system that can be monitored remotely using fuzzy logic methods and using the Internet of Things (IoT) as monitoring, in this case the design on an aquarium scale 30x30x30 cm. The control and monitoring system in this study was successfully carried out. To control the water level, the water flow that enters every minute is 3 liters. To control water temperature with hot and cold water conditions, the time needed to raise the temperature by 1°C is 38,9 minutes and the time needed to reduce the temperature by 1°C is 20,4 minutes with an average water level of 15 cm or the equivalent of 13.5 liters. Then this tool is successfully monitored using the Internet of Things (IoT) with an internet connection remotely.

**Keywords:** Fuzzy Logic, Internet of Things, Control System, Monitoring.

---

---

**History & License of Article Publication:**

**Received:** 12/04/2021    **Revision:** 26/05/2021    **Published:** 12/07/2021

---

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.v9i1.217>

---



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

---

---

## PENDAHULUAN

Perkembangan ikan nila di Indonesia cukup pesat, hal ini ditandai dengan adanya peningkatan produksi ikan nila dari tahun ke tahun, hal ini disebabkan oleh minat masyarakat yang semakin meningkat (Gustiano, 2008). Kualitas air yang kurang baik mengakibatkan pertumbuhan ikan ini menjadi lambat, dalam usaha budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) ketersediaan air dan kualitas air merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan dalam usaha budidaya ikan (Suyanto, 1993). Untuk kualitas air pada pembudidayaan ikan nila khususnya pada besaran fisik air, pada masa pemijahan ikan nila suhu yang optimal antara 26-30°C (Suripin, 2002). Ikan nila dapat mentolerir suhu antara 15°C sampai 37°C untuk bertahan hidup. Sedangkan suhu air yang optimal sebagai penentu keberhasilan bagi budidaya ikan nila adalah 25-30°C (Stickney, 2000). Oleh karena itu kondisi suhu air dijaga agar tetap hangat, agar bakteri tidak akan tumbuh dan benih akan sering makan, serta kadar oksigen juga akan dijaga. Pada suhu air yang hangat, proses metabolisme ikan juga bekerja lebih cepat (Yuliana, 2018).

Ikan nila memiliki batasan toleransi yang cukup tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan perairan. Ikan nila yang masih berukuran kecil pada umumnya lebih tahan terhadap perubahan lingkungan dibandingkan dengan ikan nila yang berukuran besar. Suhu merupakan salah satu faktor teknis yang harus diperhatikan dalam kualitas air untuk pembudidayaan ataupun pemeliharaan ikan nila (Yanuar, 2018). Peningkatan dan penurunan suhu air kolam budidaya yang tidak sesuai dengan kondisi ikan akan menyebabkan ikan mengalami kesulitan melakukan proses mobilisasi energi dan mengakibatkan kematian dalam waktu singkat (Pramana, 2018).

Pemantauan kualitas air pada kolam budidaya ikan saat ini masih banyak dilakukan dengan cara manual dengan langsung mengukur kualitas air ke kolam budidaya, hal ini tentunya tidak efektif dan memerlukan waktu yang lama serta tidak efisien (Simanjuntak, 2013). Pentingnya pemantauan secara kontinu kualitas air pada keberhasilan budidaya ikan, maka perlu dirancang suatu perangkat sistem kontrol dan monitoring kualitas air pada kolam budidaya ikan dengan sistem yang tetap stabil, yang dapat dikontrol secara otomatis dan dimonitoring dari jarak jauh. Parameter kualitas air yang dikontrol pada penelitian ini terdiri atas level ketinggian air dan temperatur (suhu) air. Pentingnya pengontrolan dan pemantauan kualitas air pada kolam budidaya ikan nila sebagai faktor keberhasilan.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik untuk merancang suatu kolam budidaya berskala aquarium yang dapat mengontrol suhu dan ketinggian air dan bisa dimonitoring dari jarak jauh dengan menggunakan metode logika *fuzzy* sebagai pengontrolan dan menggunakan *Internet of Things* (IoT) sebagai monitoring. Selama beberapa tahun terakhir kontrol *fuzzy* telah muncul sebagai alternatif praktis untuk skema pengontrolan otomatis. Logika *fuzzy* adalah suatu cara tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Teknik ini menggunakan teori matematis himpunan *fuzzy*. Logika *fuzzy* berhubungan dengan ketidakpastian yang telah menjadi sifat alamiah manusia (Tarigan, 2013). Sedangkan *Internet of Things* (IoT) merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet (Syaifudin, 2021). *Internet of Things* (IoT) berupa kumpulan benda-benda (*things*), seperti perangkat fisik (*hardware/ embedded sistem*) yang mampu bertukar informasi antar sumber informasi, operator layanan ataupun perangkat lainnya yang terhubung kedalam sistem sehingga dapat memberikan kemanfaatan yang lebih besar dalam pemantauan atau monitoring (Mahali, 2017).

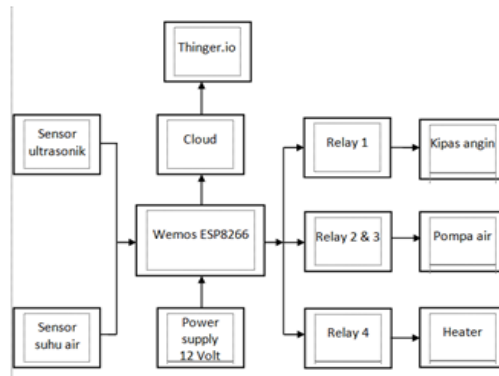
*Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Serta Ketinggian Air pada Kolam Budidaya Ikan Menggunakan Logika Fuzzy (Amalia)* <https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/index>

## METODE

### Deskripsi Penelitian

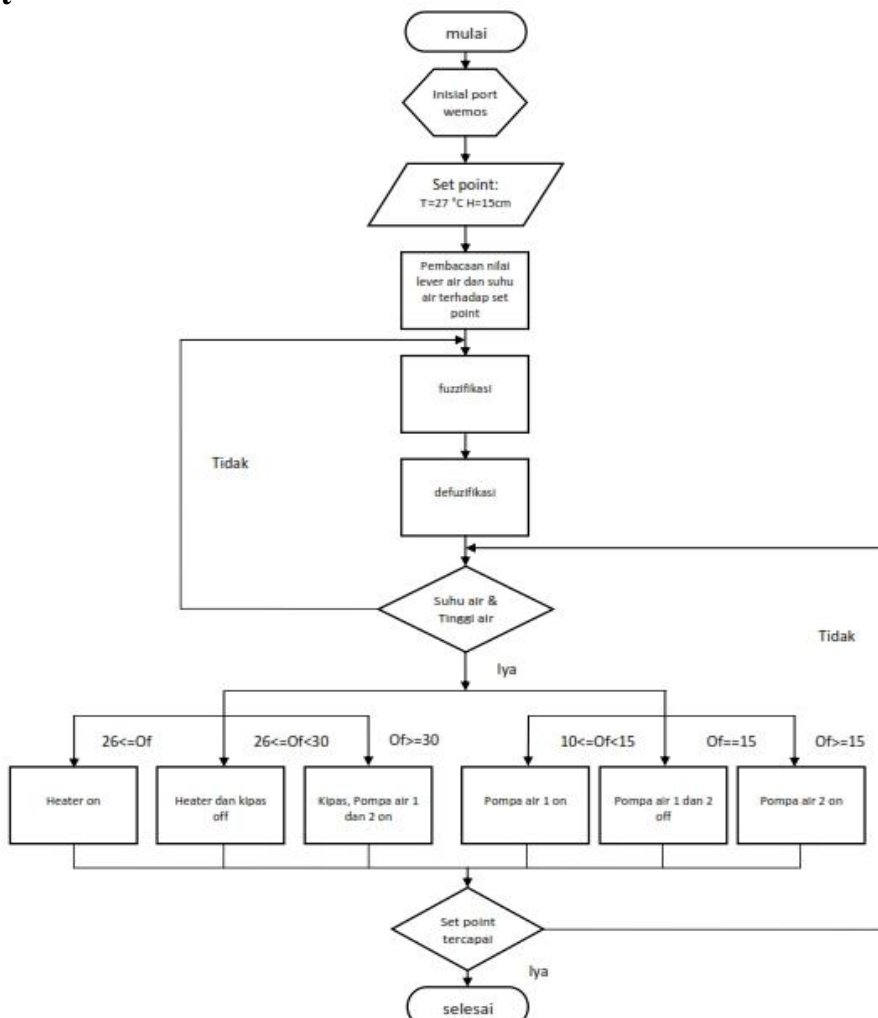
Perancangan dalam pembuatan tugas akhir ini bertujuan untuk memudahkan dalam proses perancangan alat, mekanik, serta proses analisa. Perancangan awal dilakukan dengan menentukan lokasi pembuatan alat, membuat blok diagram (seperti pada Gambar 1), *flowchart* (seperti pada Gambar 2), desain mekanik, serta membuat sistem kerja alat yang akan dibuat.

### Blok Diagram



Gambar 1. Blok Diagram Penelitian

### Flowchart

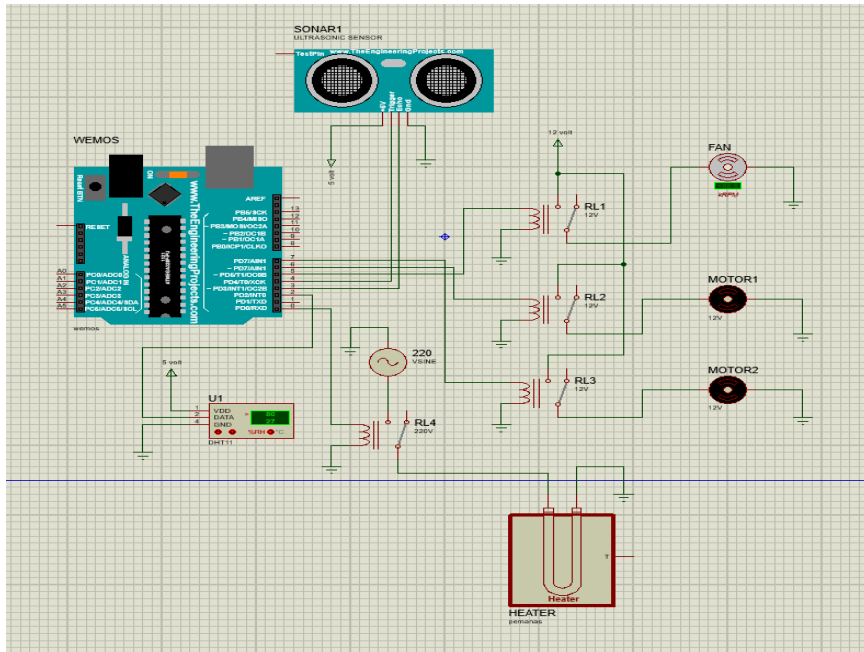


Gambar 2. Flowchat Penelitian

Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Serta Ketinggian Air pada Kolam Budidaya Ikan Menggunakan Logika Fuzzy (Amalia) <https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/index>

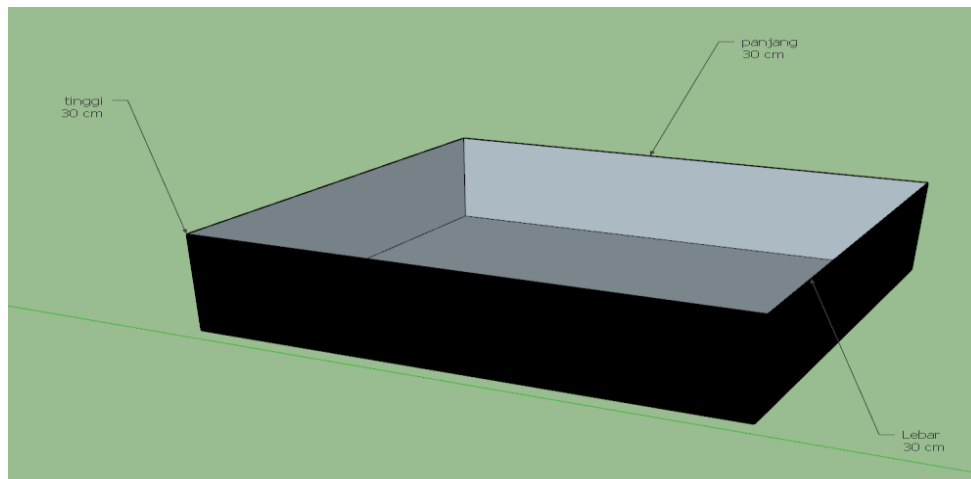
## Perancangan Skema Rangkaian dan Mekanik

Perancangan skema rangkaian



Gambar 3. Skema rangkaian proteus

Pada alat ini sebelum melakukan proses pembuatan rangka, maka dibutuhkan lah proses perancangan mekanik terlebih dahulu, untuk perancangan desain mekanik pada alat ini menggunakan *software* sketchup. Untuk desain mekanik pada alat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain mekanik

Bahan yang akan digunakan pada proses pembuatan mekanik ini menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan sebesar 2 mm.

Ukuran pada desain mekanik :

Tinggi = 30 cm

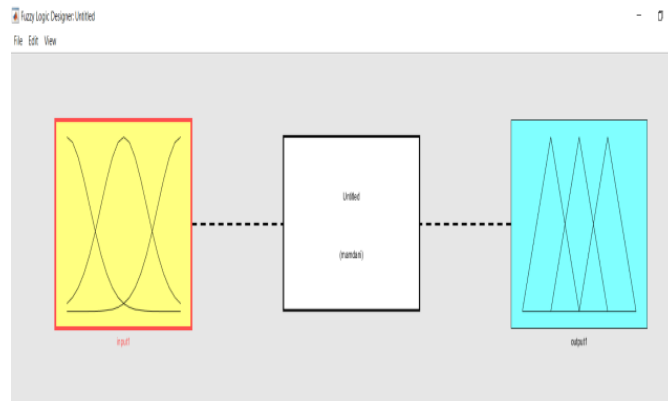
Lebar = 30 cm

Panjang = 30 cm

Perancangan metode logika *fuzzy* menggunakan matlab.

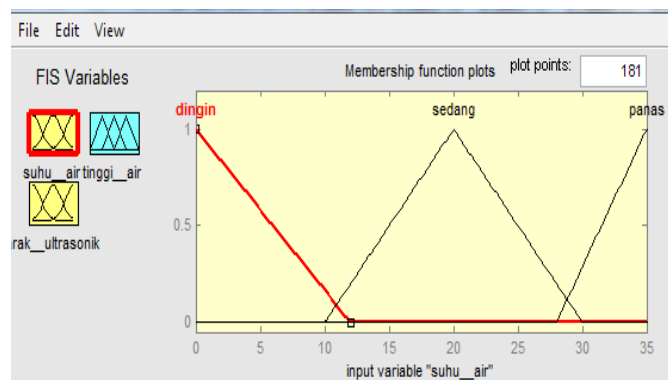
*Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Serta Ketinggian Air pada Kolam Budidaya Ikan Menggunakan Logika Fuzzy (Amalia)* <https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/index>

Pada proses pembuatan alat ini sebelum mengimplementasikan pada program modul wemos, penulis terlebih dahulu menentukan nilai fuzifikasi terlebih dahulu menggunakan *plugin* logika *fuzzy* pada *software* matlab. Untuk tampilan awal pada menu *fuzzy* di matlab dapat dilihat pada Gambar 5.



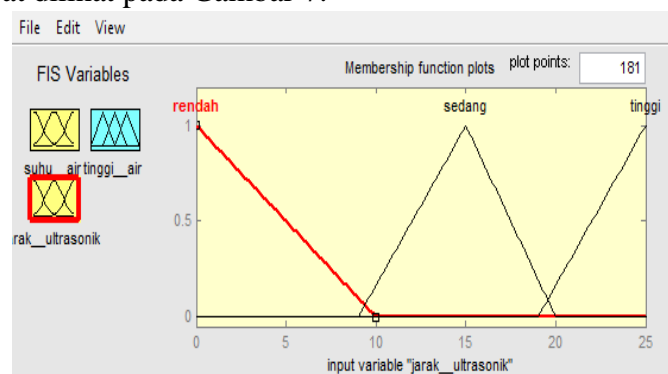
Gambar 5. *Fuzzy* matlab

Pada gambar diatas merupakan tampilan awal *fuzzy* matlab terdiri dari 1 *input* dan 1 *output*. Untuk penentuan *membership function* pada alat ini dapat dilihat pada Gambar 6.



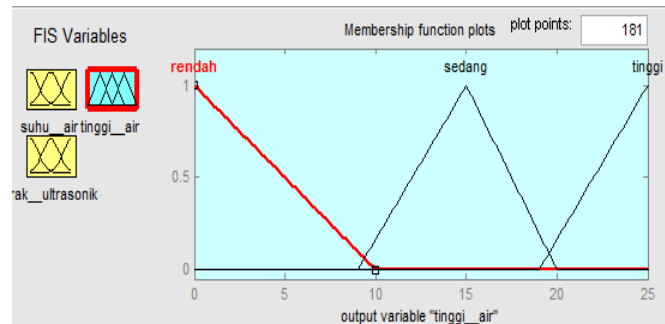
Gambar 6. *Membership function* suhu

Pada Gambar 6. diatas merupakan *membership function* suhu untuk *input* pertama, dimana terdapat 3 variabel yaitu, dingin, sedang dan panas. Sedangkan untuk bagian *membership function* bagian jarak sensor dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. *Membership function* jarak sensor ultrasonic

Untuk *input* kedua yaitu *membership function* jarak sensor ultrasonik, terdapat 3 variabel *membership function* yaitu, rendah, sedang dan tinggi. Untuk *membership function* tinggi air dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Membership function* tinggi air

Output pada *fuzzy* matlab yang akan dirancang untuk simulasi matlab adalah tinggi air, untuk variabel *membership function* adalah rendah, sedang dan tinggi. Untuk aturan kebenaran *fuzzy* padaperancangan pada alat ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel kebenaran aturan *fuzzy*

S	D	S	P
U	R	T	S
R	R	S	S
T	R	R	R

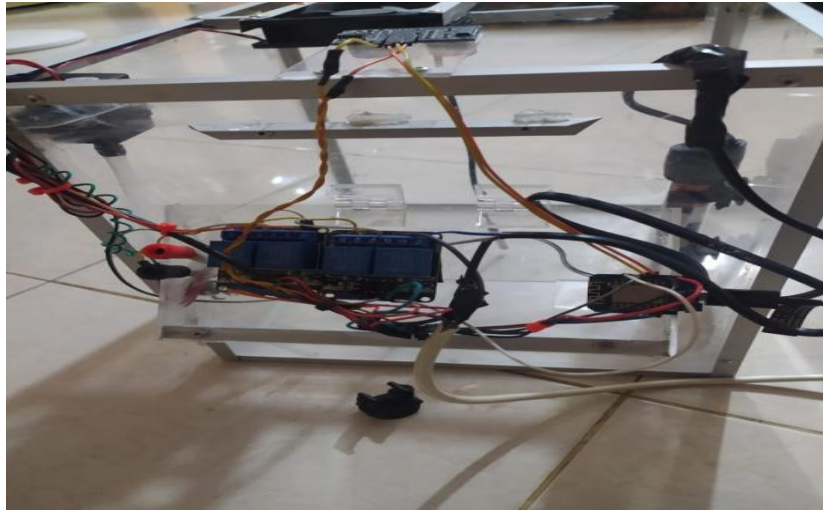
Keterangan :

- D : Dingin
- S : Sedang
- P : Panas
- R : Rendah
- S : Sedang
- T : Tinggi

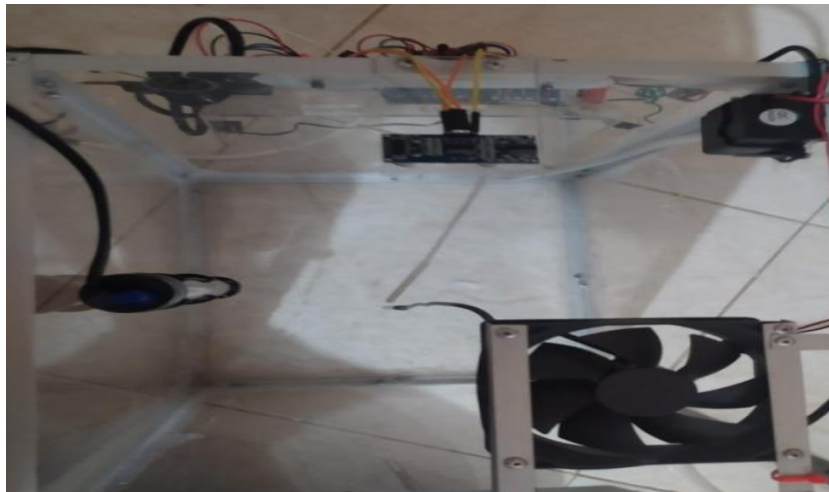
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Data

Pada penelitian ini pengujian dilakukan terhadap alat yang telah di rancang dan juga ada beberapa data yang digunakan untuk pengujian, yaitu data pengujian dengan suhu air dingin, suhu air panas dan data pengujian dengan ketinggian air. Adapun alat yang akan diuji adalah seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9a. Tampilan alat Tampak depan



Gambar 9b. Tampilan alat tampak atas



Gambar 9c. Tampilan alat tampak samping

## Analisa dan Pengujian

Setelah melakukan pengujian *hardware* dan pengujian *software*, selanjutnya penulis melakukan pengambilan data. Pengujian pengambilan data ini berguna untuk mengetahui perbandingan antara kondisi pada alat dengan kondisi simulasi pada matlab dan juga menganalisa waktu yang diperlukan untuk mencapai *set point*. Untuk model pengambilan data dilakukan 5 kali masing-masing pada kondisi dengan suhu awal yang berbeda-beda.

### 1. Pengujian Suhu Air Dingin

Tabel 2. Data pengujian pada suhu air dingin

No	Suhu awal air (°C)	Suhu mencapai <i>Set point</i> (°C)	Kondisi heater	Waktu mencapai <i>set point</i> (menit)
1	24,6	27	ON	93
2	24,2	27,4	ON	124
3	23,3	27,2	ON	151
4	22	27	ON	194
5	20,7	27	ON	245

Dari data Tabel 2. diatas, dapat dilihat pengujian data dengan kondisi air pada suhu dingin dengan pengambilan data sebanyak 5 kali, suhu awal air pada tabel sengaja di atur pada kondisi suhu dingin atau suhu dibawah *set point* agar kondisi *heater* pada aquarium menyala dan mulai memanaskan air sehingga air kembali ke kondisi *set point*. Dengan kondisi tabel diatas maka dapat kita lakukan perhitungan perpindahan kalor pada setiap pengujian dengan perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :

$$Re = \frac{V \times L}{\mu} = \frac{0,5598 \times 0,15}{16,96 \times 10^{-6}} = 495$$

$$h = 0,664 \times \frac{k}{L} Re_L^{0,5} Pr^{0,333} = 0,664 \times \frac{0,02756}{0,15} 495^{0,5} 0,699^{0,333}$$

$$h = 2,4 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$A = 6 \times s^2 = 6 \times 0,3 \times 0,3 = 0,54 \text{ m}^2$$

Dikarenakan luas permukaan air setengah dari luas permukaan aquarium maka:

$$A = 0,54/2 = 0,27 \text{ m}^2$$

Pengujian pertama :

$$q = h A \Delta T = 2,4 \times 0,27 \times (27-24,6) = 1,5 \text{ W}$$

Pengujian kedua :

$$q = h A \Delta T = 2,4 \times 0,27 \times (27,4-24,2) = 2,07 \text{ W}$$

Pengujian ketiga :

$$q = h A \Delta T = 2,4 \times 0,27 \times (27,2-23,3) = 2,5 \text{ W}$$

Pengujian keempat :

$$q = h A \Delta T = 2,4 \times 0,27 \times (27-22) = 3,2 \text{ W}$$

Pengujian kelima :

$$q = h A \Delta T = 2,4 \times 0,27 \times (27-20,7) = 4,08 \text{ W}$$

Jadi, pada setiap pengujian memiliki laju perpindahan kalor yang berbeda-beda dikarenakan selisih atau jarak nilai suhu awal dengan nilai suhu pada saat mencapai *set point* yang juga berbeda-



beda dan memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap nilai dari laju perpindahan kalor. Dari hasil perhitungan laju perpindahan kalor yang diperlukan untuk mencapai *set point* diatas juga dapat dilihat waktu yang diperlukan untuk mencapai *set point* yang disajikan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Data nilai pengaruh pencapaian *set point* pada suhu air dingin

No	Selisih jarak suhu (°C)	Nilai kalor yang diperlukan (W)	Waktu mencapai <i>set point</i> (menit)
1	2,4	1,5	93
2	3,2	2,07	124
3	3,9	2,5	151
4	5	3,2	194
5	6,3	4,08	245

Dari data Tabel 3. diatas menunjukkan bahwa, nilai yang berpengaruh terhadap lama waktu pencapaian *set point* yaitu nilai selisih jarak suhu dan nilai laju perpindahan kalor. Semakin kecil nilai selisih jarak suhu maka nilai kalor yang diperlukan juga akan kecil dan waktu yang diperlukan juga akan sebentar, akan tetapi jika nilai laju perpindahan kalor diperbesar dengan cara menambah nilai dari koefisien perpindahan kalor konveksinya, maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point* akan semakin kecil.

## 2. Perbandingan Kondisi Alat dengan Matlab pada Suhu Air Dingin

Untuk perbandingan *error* pada alat dengan simulasi pada matlab dapat dilihat pada Tabel 4.

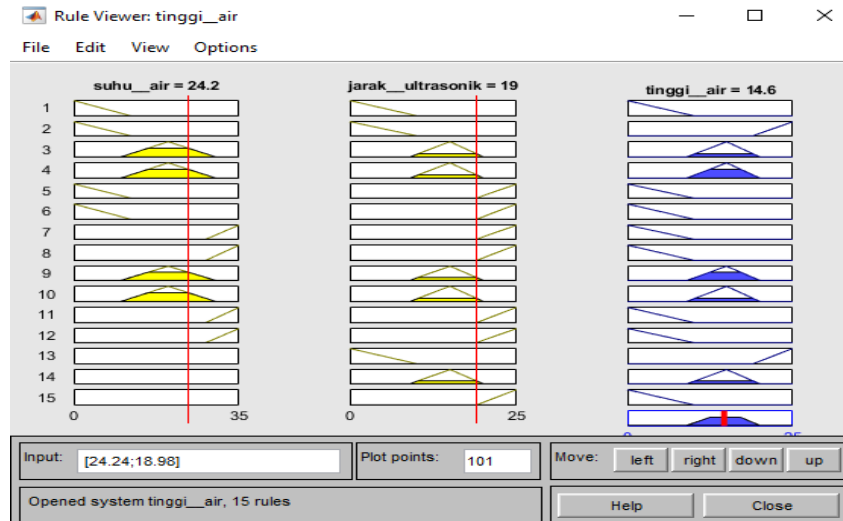
Tabel 4. Perbandingan *error output* alat dengan matlab

No.	Suhu air alat (°C)	Jarak ultrasonic alat (cm)	Tinggi air alat (cm)	Suhu air matlab (°C)	Jarak ultrasonic matlab (cm)	Tinggi air matlab (cm)	Perbandingan <i>error</i>
1	24,2	19	14,6	24,2	19	14,6	0
2	22	21	11	22	21	11	0
3	23,3	16	14,8	23,3	16	14,7	0,1
4	20,7	14	14,7	20,7	14	14,7	0
5	24,6	16	15	24,6	16	14,7	0,3

Berdasarkan hasil Tabel 4. diatas, didapatkan persentase *error* alat dengan perbandingan pada simulasi matlab. Dengan perhitungan sebagai berikut :

$$error = \frac{2}{5} \times 100\% = 40\%$$

Jadi, persentase *error* pada alat dengan perbandingan simulasi matlab adalah sebesar 40%. Tampilan *rule base* dapat dilihat pada pada Gambar 10.



Gambar 10. Rule base 1 pengujian suhu air dingin

### 3. Pengujian Suhu Air Panas

Setelah melakukan pengujian dan menganalisa kondisi suhu air dingin pada alat, maka selanjutnya dilakukan pengujian dan analisa pada alat dengan kondisi suhu air ini panas. Untuk pengujian pengambilan data dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data pengujian pada suhu air panas

No	Suhu awal air (°C)	Suhu mencapai Set point (°C)	Kondisi kipas	Waktu mencapai set point (menit)
1	31,9	27	ON	100
2	32,6	27	ON	114,2
3	32,9	27	ON	120,3
4	33,9	27,8	ON	125
5	34,8	27	ON	160

Berdasarkan Tabel 5. pengujian pada suhu air panas diatas, kondisinya adalah semakin besar nilai suhu pada air maka akan semakin lama waktu pencapaian *set point* nya. Penurunan nilai suhu untuk mencapai *set point* dilakukan dengan cara menyalakan kipas pada aquarium dan mensirkulasikan air yang ada pada aquarium dengan bantuan motor sehingga energi kalor yang ada pada air akan keluar dan suhu air akan turun sampai pada titik *set point*. Untuk perhitungan kerugian energi kalor yang keluar adalah sebagai berikut :

Debit air :

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{0,3m \times 0,3m \times 0,15m}{480 s} = 0,00002812 \text{ m}^3/s$$

Kecepatan aliran :

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,00002812}{0,00005024} = 0,5598 \text{ m/s}$$

Luas penampang bak proses :

$$A_{bak \text{ proses}} = T \times L = 0,15 \times 0,30 = 0,045 \text{ m}^2$$

Laju aliran massa :

Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Serta Ketinggian Air pada Kolam Budidaya Ikan Menggunakan Logika Fuzzy (Amalia) <https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/index>

$$m = \rho v A_{bak\ proses} = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 0,5598 \text{ m/s} \times 0,045 \text{ m}^2 = 25,191 \text{ kg/s}$$

Kerugian Energi kalor yang keluar :

$$Q_{loss} = m C_p (T_{in} - T_{out})$$

Dimana :

$$Q_{loss} = \text{Kerugian energi kalor (Kj/s)}$$

$$m = \text{Laju aliran massa (kg/s)}$$

$$C_p = \text{Kapasitas panas jenis gas ideal pada tekanan konstan (0,95 Kj/s)}$$

$$T_{in} = \text{Temperatur masuk (}^\circ\text{C)}$$

$$T_{out} = \text{Temperatur keluar (}^\circ\text{C)}$$

Penyelesaian percobaan pertama:

$$\begin{aligned} Q_{loss} &= m C_p (T_{in} - T_{out}) \\ &= 25,191 \text{ kg/s} \times 0,95 \text{ Kj/s} \times (31,9^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}) \\ &= 117,264 \text{ Kj/s} \end{aligned}$$

Penyelesaian percobaan kedua:

$$\begin{aligned} Q_{loss} &= m C_p (T_{in} - T_{out}) \\ &= 25,191 \text{ kg/s} \times 0,95 \text{ Kj/s} \times (32,6^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}) \\ &= 134,016 \text{ Kj/s} \end{aligned}$$

Penyelesaian percobaan ketiga:

$$\begin{aligned} Q_{loss} &= m C_p (T_{in} - T_{out}) \\ &= 25,191 \text{ kg/s} \times 0,95 \text{ Kj/s} \times (32,9^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}) \\ &= 141,195 \text{ Kj/s} \end{aligned}$$

Penyelesaian percobaan keempat:

$$\begin{aligned} Q_{loss} &= m C_p (T_{in} - T_{out}) \\ &= 25,191 \text{ kg/s} \times 0,95 \text{ Kj/s} \times (33,9^\circ\text{C} - 27,8^\circ\text{C}) \\ &= 145,982 \text{ Kj/s} \end{aligned}$$

Penyelesaian percobaan kelima:

$$\begin{aligned} Q_{loss} &= m C_p (T_{in} - T_{out}) \\ &= 25,191 \text{ kg/s} \times 0,95 \text{ Kj/s} \times (34,8^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}) \\ &= 186,665 \text{ Kj/s} \end{aligned}$$

Dari perhitungan kerugian energi kalor diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar jarak antara suhu masuk dan suhu keluar, maka energi kalor yang keluar dari temperatur air juga akan semakin besar. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data nilai pengaruh pencapaian *set point* pada suhu air panas

No	Selisih jarak suhu ( $^\circ\text{C}$ )	Nilai kerugian energi kalor (Kj/s)	Waktu mencapai <i>set</i> <i>point</i> (menit)
1	4,9	117,264	100
2	5,6	134,016	114,2
3	5,9	141,195	120,3
4	6,1	145,982	125
5	7,8	186,665	160

Kecepatan kipas angin berpengaruh dikarenakan setiap air yang masuk dan keluar diekstrak oleh kipas angin sehingga suhu air menjadi turun. Kondisi lingkungan seperti udara dan kelembaban disekitar juga sangat berpengaruh terhadap penurunan suhu.

#### 4. Perbandingan Kondisi Alat dengan Matlab pada Suhu Air Panas

Untuk perbandingan *error* pada alat dengan simulasi pada matlab dapat dilihat pada Tabel 7.

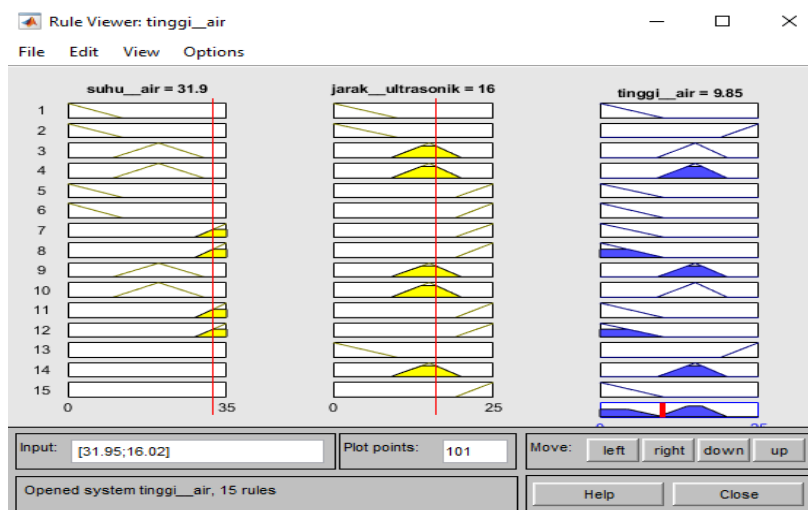
Tabel 7. Perbandingan *error output* alat dengan matlab

No.	Suhu air alat (°C)	Jarak ultrasonic alat (cm)	Tinggi air alat (cm)	Suhu air matlab (°C)	Jarak ultrasonic matlab (cm)	Tinggi air matlab (cm)	Perbandingan <i>error</i>
1	31,9	16	10,2	31,9	16	9,85	0,35
2	32,6	19	7	32,6	19	6,96	0,04
3	32,9	21	3,5	32,9	21	3,49	0,01
4	33,9	14	9,2	33,9	14	9,19	0,01
5	34,8	11	7,5	34,8	11	7,5	0

Berdasarkan hasil Tabel 7. diatas, didapatkan persentase *error* alat dengan perbandingan pada simulasi matlab. Dengan perhitungan sebagai berikut :

$$error = \frac{4}{5} \times 100\% = 80\%$$

Jadi, persentase *error* pada alat dengan perbandingan simulasi matlab adalah sebesar 80%. Untuk tampilan *rule base* dapat dilihat pada pada Gambar 11.



Gambar 11. *Rule base* 1 pengujian suhu air panas

#### 5. Pengujian Tinggi Air

Setelah melakukan pengujian pada suhu air dingin dan juga pada suhu air panas, maka selanjutnya pengujian dilakukan pada level ketinggian air. Untuk data pengujian ketinggian air dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data pengujian tinggi air

No	Tinggi air	Set point	Waktu mencapai
----	------------	-----------	----------------

	awal (cm)	(cm)	set point (detik)
1	11	15	72
2	14	15	18
3	16	15	18
4	19	15	72
5	21	15	108

Berdasarkan Tabel 8. diatas, didapatkan data bahwa pada setiap 1 cm pengisian maupun pengurangan air untuk mencapai *set point*, waktu yang dibutuhkan adalah sekitar 18 detik atau 0,3 menit. Dari hasil pengujian data diatas dapat kita dapatkan debit air yang masuk kedalam aquarium dengan perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :

$$t = 18 \text{ detik} = 0,3 \text{ menit}$$

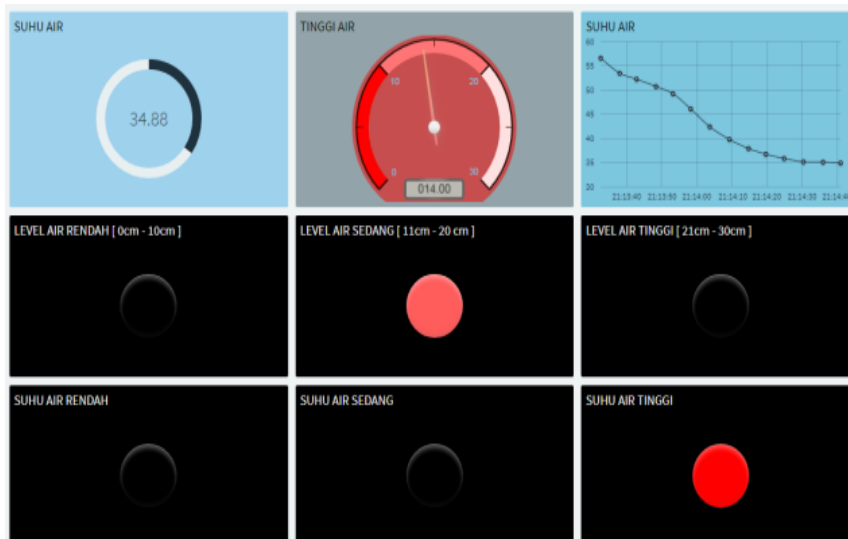
$$v = 30\text{cm} \times 30\text{cm} \times 1\text{cm} = 900 \text{ cm}^3 = 0,9 \text{ liter}$$

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{0,9}{0,3} = 3 \text{ liter/menit}$$

Jadi, debit air yang masuk kedalam aquarium adalah sebesar 3 liter/menit.

## 6. Hasil Monitoring *Internet of Things* (IoT)

Pengujian data yang telah diambil langsung dimonitoring dengan *Internet of Things* (IoT) dengan cara menerima sinyal yang dikirimkan oleh sensor yang terhubung dengan *microcontroller* wemos esp8266. Gambar 12. dibawah merupakan salah satu tampilan monitoring pengujian suhu air panas.



Gambar 12. Tampilan monitoring pengujian

Pada Gambar 12. menunjukkan bahwa terdapat dua indikator yang dimonitoring yaitu suhu air dan level air. Pada gambar bagian atas menunjukkan angka suhu yang terbaca pada sensor, kemudian menunjukkan angka posisi level air dan yang terakhir menunjukkan grafik perpindahan suhu air. Pada bagian tengah menunjukkan monitoring dengan model led indikator yang menyala sesuai dengan ketinggian yang telah diatur. Kemudian pada gambar bagian bawah menunjukkan monitoring dengan model yang sama dengan monitoring bagian tengah, perbedaannya adalah bagian

monitoring ini menunjukkan monitoring untuk indikator suhu air dengan sistem jika suhu air berada pada variabel tertentu maka lampu indikatornya akan menyala.

## 7. Perbandingan *Prototype* dengan Kolam Budidaya Ikan Nila

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dari pengujian ketinggian air, pengujian suhu air panas dan pengujian suhu air dingin maka selanjutnya akan dianalisa tentang kolam budidaya ikan nila dan membandingkan dengan hasil yang didapatkan oleh alat *prototype*.

### a. Perbandingan ketinggian air

Ketinggian air atau ketersediaan air pada kolam budidaya ikan nila pada dasarnya tidak mempunyai standar, tergantung pada kondisi yang dibutuhkan seperti pada saat pemeliharaan induk tinggi air kolam dipertahankan sekitar 50 cm. Kemudian pada pemijahan ikan nila kedalaman air yang dibutuhkan antara 40-60 cm, dengan luas rata-rata kolam 915 m<sup>2</sup>. Dengan kondisi tersebut dibandingkan dengan kondisi *prototype* yang telah di bangun yaitu luas 900 cm<sup>2</sup> dan *set point* tinggi air adalah 15 cm. Kemudian perbandingan kecepatan debit air yang masuk pada kolam dengan *prototype* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan debit air *prototype* dengan kolam

No.	<i>Prototype</i>	Debit air	Kolam	Debit air
1.	1 cm	0,9 liter	40 cm	366.000 liter
2.	15 cm	13,5 liter	60 cm	549.000 liter

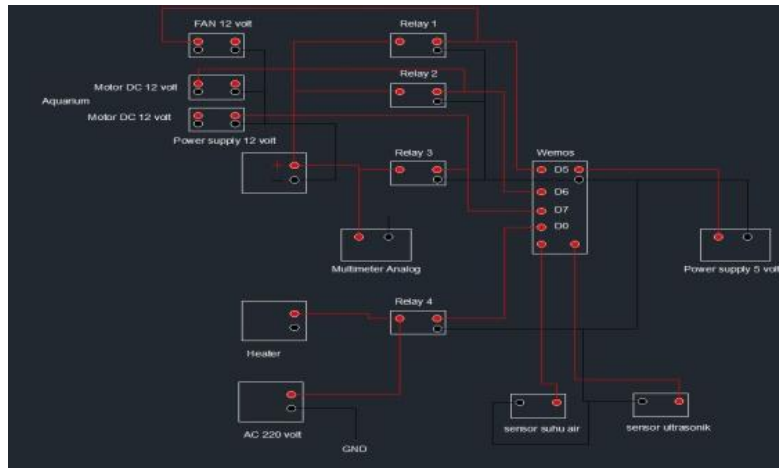
Berdasarkan Tabel 9. dapat dilihat perbandingan jika alat yang dirancang diaplikasikan ke kolam budidaya ikan, maka perbandingan adalah 1:100.

### b. Perbandingan suhu air

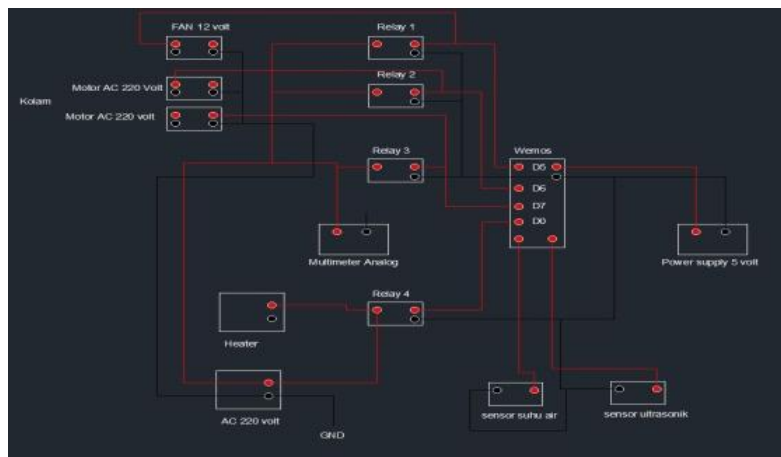
Suhu air yang optimal untuk pada masa pemijahan ikan nila suhu yang optimal antara 26-30°C, penelitian lain mengatakan bahwa ikan nila dapat mentolerir suhu antara 15°C sampai 37°C untuk bertahan hidup. Sedangkan suhu air yang optimal sebagai penentu keberhasilan bagi budidaya ikan nila adalah 25-30°C seperti yang telah dibahas di latar belakang. Untuk *prototype* yang dirancang pada penelitian ini diatur set pointnya adalah 27°C, hal ini sebanding dengan suhu air yang harus dicapai pada kolam budidaya ikan nila agar pembudidayaan ikan maksimal.

### c. Perbandingan rangkaian listrik

Rangkaian listrik yang terdapat pada *prototype* seperti pada Gambar 13. dengan sumber tegangan 5 volt untuk wemos, 12 volt untuk motor 1, motor 2 dan kipas angin dan sumber tegangan AC 220 volt. Sedangkan untuk rangkaian listrik pada kolam budidaya ikan nila dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 13. Rangkaian listrik *prototype*



Gambar 14. Rangkaian listrik kolam

Perbandingan rangkaian listrik pada *prototype* dengan rangkaian listrik pada kolam terletak pada sumber tegangan untuk motor 1, motor 2 dan kipas angin, yaitu menggunakan sumber tegangan AC 220 volt. Hal ini disebabkan oleh motor 1, motor 2 dan kipas angin yang digunakan pada kolam tidak lagi motor dan kipas angin ( yang sama yang digunakan untuk aquarium, motor dan kipas angin yang digunakan adalah motor dan kipas angin AC yang membutuhkan *supply* tegangan AC 220 volt.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisa pengujian *prototype* sistem kontrol dan monitoring suhu serta ketinggian air pada kolam budidaya ikan menggunakan logika *fuzzy* dengan skala ukuran aquarium 30x30x30 cm, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Alat ini berhasil dirancang dan bekerja untuk mengontrol ketinggian air dengan menggunakan logika *fuzzy* dengan debit air yang masuk setiap menitnya yaitu sebesar 3 liter.
2. Alat ini berhasil dirancang dan bekerja untuk mengontrol suhu air dengan kondisi suhu air panas dan dingin menggunakan logika *fuzzy* dengan waktu untuk menaikkan suhu sebesar 1°C adalah 38,9 menit dan waktu untuk menurunkan suhu sebesar 1°C adalah 20,4 menit dengan ketinggian air rata-rata 15 cm atau 13,5 liter.

3. Alat ini dapat di monitoring dari jarak jauh dengan koneksi internet menggunakan *Internet of Things* (IoT).

## SARAN

Berdasarkan hasil dan kesimpulan pada penelitian ini, penulis memberikan beberapa saran, yaitu:

1. Alat ini dapat dikembangkan dengan menggunakan tambahan sensor, seperti sensor ph air.
2. Alat ini dapat diaplikasikan pada kolam budidaya ikan tawar, seperti ikan nila dan sejenisnya dengan merubah nilai *set point* sesuai kebutuhan.
3. Agar alat ini bekerja lebih cepat dalam mencapai *set point*, perangkat yang digunakan dalam pengontrolan seperti, kipas angin ditambahkan jumlahnya, kemudian *heater* yang digunakan diganti dengan *heater* 300 Watt atau 500 Watt.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gustiano, R., Arifin, O. Z., & Nugroho, E. (2008). Perbaikan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) dengan Seleksi Famili. *Media Akuakultur*, 3(2), 98. <https://doi.org/10.15578/ma.3.2.2008.98-106>.
- Mahali, M. I. (2017). Smart Door Locks Based on Internet of Things Concept with mobile Backend as a Service. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 1(3), 171–181. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v1i3.14260>.
- Pramana, R. (2018). Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan. *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan*, 7(1), 13–23. <https://doi.org/10.31629/sustainable.v7i1.435>
- Simanjuntak, AP., Pramana, R., & Nusyirwan. (2013). Pengontrol Suhu Air Pada Kolam Pendederan dan Pembenuhan Ikan Nila Berbasis Arduino. *Jurnal Sustainable*, Vol.4 No.1, Mei 2013, ISSN 2087-5347.
- Stickney, R.R. (2000). Tilapia culture. *Encyclopedia of Aquaculture. A Wiley-Interscience Publication*. p.934-941.
- Suripin. (2000). Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Yogyakarta : *Penerbit Andi*.
- Suyanto. (1993). Nila. Jakarta : *PT. Penebar Swadaya*, Anggota IKAPI.
- Syaifudin, M., & Akbar, M. (2021). Rancang Bangun Monitoring Sirkulasi Air pada Kolam Ikan Nila Berbasis Arduino. *InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, 2.
- Tarigan, P. (2013). Sistem Pengendali Pendingin Ruangan Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. *Informasi Dan Teknologi Ilmiah (INTI)*, 1(1), 86–92.
- Yanuar, V. (2016). Perbedaan Suhu Air Dalam Akuarium Pemeliharaan Terhadap Laju Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Juristek*, 5 (1), 152-158.
- Yuliana, D.E. (2018). Kendali Suhu Berbasis Fuzzy Logic Pada Model Kolam Pembibitan Ikan Gurami. Masters thesis, Fakultas Teknologi Industri UNISSULA.