

Sistem Kendali Akuarium Pada Pemeliharaan Ikan Hias Berbasis *Internet of Things* (IoT) Dengan Algoritma *Fuzzy Logic*

Nurofik
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
if16.nurofik@mhs.ubpkarawang.ac.id

Sutan Faisal
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
sutan.faisal@ubpkarawang.ac.id

Santi Arum Puspita Lestari
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
santi.arum@ubpkarawang.ac.id

Abstract — Perdagangan ikan hias mengalami kenaikan dan nilai pertumbuhan meningkat. Hal ini menyebabkan pemain hobi ikan hias semakin banyak. Faktor yang harus diperhatikan dalam pemeliharaan ikan meliputi, pakan ikan, suhu, dan kekeruhan air pada akuarium. Sesuai dengan masalah tersebut diperlukan suatu alat yang dapat bekerja secara otomatis. Pada sistem ini menggunakan teknologi berbasis *Internet of Things* agar dapat memantau dan mengendalikan dari jarak jauh agar kondisi akuarium tetap terjaga. Teknologi tersebut menggunakan mikrokontroler Arduino Mega2560 sebagai proses utama dan komponen lainnya seperti sensor. Hasil input sensor digunakan sebagai dataset nilai untuk perhitungan *Fuzzy Set* agar dapat mengetahui kurva keanggotaan nilai kekeruhan air dan kecepatan pengurasan pada *water pump*. Data yang diperoleh dari *input* nilai sensor dikirim ke *data base* dan dapat diakses melalui *web*. Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat mengetahui nilai suhu air, kekeruhan, tinggi air dan *button* perintah kuras pada akuarium. Pengujian hasil nilai akurasi *fuzzy* pada pengendalian sistem pengurasan 93,3% dan akurasi pemberian pakan ikan terhadap sistem pengurasan 100% sesuai rancangan.

Kata kunci — *Fuzzy, Internet of Things, Ikan Hias*

I. PENDAHULUAN

Ikan mas koki adalah jenis ikan hias akuarium yang hidup di air tawar, dengan warna dan bentuk keindahan yang cantik serta mudah untuk di dapatkan [1]. Pemeliharaan ikan mas koki membutuhkan kondisi air yang baik agar dapat hidup dengan baik. Suhu yang dibutuhkan ikan mas koki untuk hidup nyaman pada suhu air 30⁰ C - 35⁰ C, pH 6-8 dan kekeruhan rentang 10 Nephelometric Turbidity Unit (NTU). Pemberian pakan ikan mas koki dilakukan 3 kali sehari pagi siang dan malam[2]. Perdagangan internasional ikan hias pada tahun 1985 mengalami kenaikan, dan nilai pertumbuhan mengalami peningkatan sebesar 4% pertahun. Termasuk negara Indonesia menyumbang ikan hias sebesar 2 - 3 nilai ekspor di dunia [3].

Namun pemeliharaan ikan hias kurang optimal hal ini dikarenakan pemilik akuarium sibuk kerja. Terlambatnya pada pemberian pakan ikan dan penggantian air pada akuarium. Oleh karena itu perlu adanya sistem alat pemberi pakan ikan dan sirkulasi air secara otomatis, serta pengendalian kadar kekeruhan air tetap normal agar dapat membantu pemilik akuarium. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa teknologi *Internet of Thing* (IoT) sebagai sistem monitoring dan mengontrol akuarium dalam pemeliharaan ikan hias dari jarak jauh [4,5]. Sistem pengendali kualitas air tersebut menggunakan mikrokontroler Arduino mega 2560 untuk mengontrol kualitas air [6]. Sensor suhu DS18B20 untuk mendeteksi kekeruhan air, kemudian *microcomputer* dapat mengirim data dari sensor suhu DS18B20 dan ditampilkan ke *web* [7]. Dengan demikian, pemeliharaan ikan hias dapat memantau dan mengendalikan melalui *web* dengan jarak jauh.

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan teknologi berbasis *microcomputer* untuk pemeliharaan ikan hias pada akuarium. Teknologi tersebut untuk membuat sistem alat pemberi pakan ikan dan penggantian air akuarium secara otomatis. Dengan demikian penelitian ini mengembangkan “Sistem Kendali Akuarium Pada Pemeliharaan Ikan Hias Berbasis *Internet of Things* dengan Algoritma *Fuzzy Logic*”.

II. DATA DAN METODE

A. Bahan dan Peralatan Penelitian

Objek bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan sistem pemeliharaan ikan mas koki pada akuarium yang telah dilengkapi dengan komponen sensor masukan untuk mengetahui nilai kadar kekeruhan air, dan nilai suhu pada air melalui *microcomputer* Arduino. Adapun perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan sebagai berikut: Bahan dan Peralatan Penelitian

1) Perangkat Keras

1. Laptop ASUS A442U, CPU Intel® Core™ i5 82550U Processor (6M Cache, up to 3.40 GHz), Memory 4GB / 8GB DDR4 2133MHz SDRAM, dengan operasi Window 10
2. Arduino Mega2560
3. Sensor *Ultrasonic* HC-SR04
4. Sensor *Turbidity*
5. Sensor Suhu DS18B20

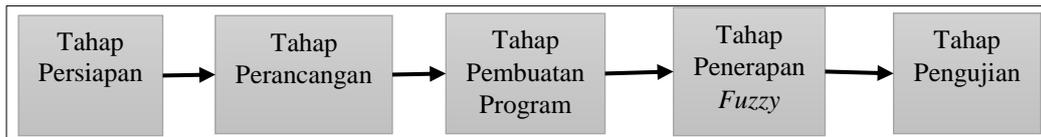
6. ESP8266 (Jaringan Arduino)
7. LCD 16x2
8. Mini Submersible Water Pump
9. RTC (Real Time Clock)
10. Motor Servo

2) Perangkat Lunak

1. Arduino IDE versi 1.8.9
2. Web

B. Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini melalui beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut:



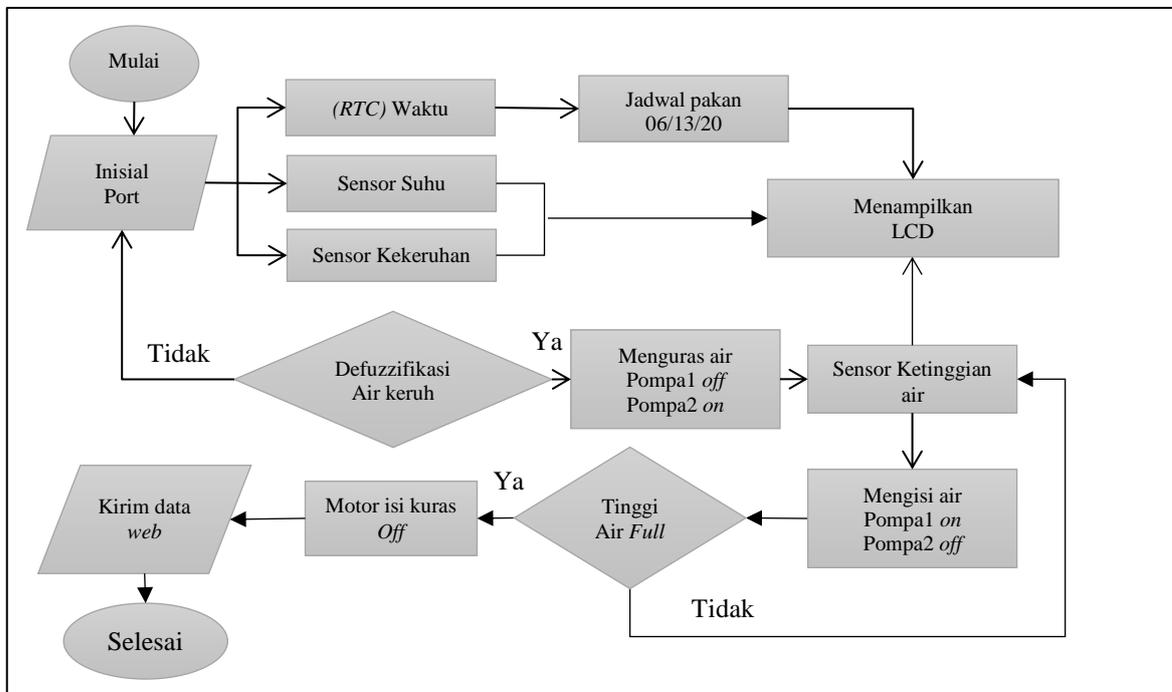
Gambar 1. Flowchart Penelitian

Penelitian dimulai dengan tahap persiapan komponen alat elektronik seperti modul sensor mikrokontroler. Lalu melakukan perancangan alur sistem pengurusan dan pemberi pakan ikan secara otomatis. Kemudian pembuatan program dengan menguji komponen sensor yang digunakan pada rancangan, menggunakan Arduino IDE. Selanjutnya menerapkan kode program dengan algoritma *fuzzy logic*. Tahap terakhir pengujian dilakukan untuk mengetahui semua komponen perangkat keras dan perangkat lunak apakah berjalan dengan baik dan sesuai tujuan atau tidak.

C. Perancangan Skema Alat

1) Perangkat Keras

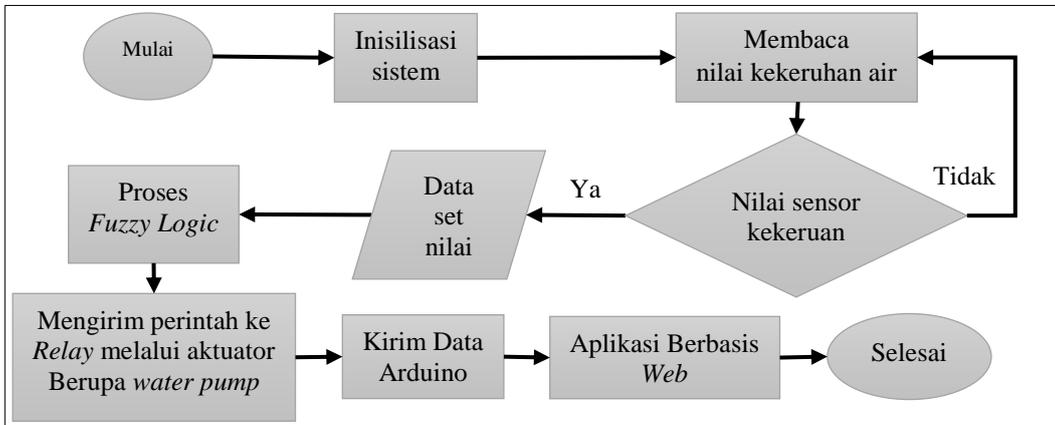
Pada *flowchart* skema alat pengurusan dan pemberi pakan otomatis ini yang sudah dilengkapi dengan perangkat keras yang digunakan meliputi Sensor *Turbidity*, Sensor DS18B20, Sensor *Ultrasonic*, ESP8266, *Relay*, *Water Pump*, LCD 12C 16x2, *Relay*, *RTC* dan *Web Server* yang dapat dilihat dalam gambar *flowchart* skema perancangan alat sebagai berikut :



Gambar 2. Flowchart Skema Perancangan Alat

2) Perangkat Lunak

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak seperti Arduino IDE, dan aplikasi berbasis *web*. Arduino IDE berfungsi untuk membuat kode program sistem pengurusan air pada akuarium dengan algoritma *Fuzzy Logic*. Aplikasi berbasis *web* digunakan sebagai keluaran hasil untuk menampilkan data nilai sensor. *Flowchart* perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar berikut 3 *Flowchart* Perancangan *Fuzzy Set* berikut:

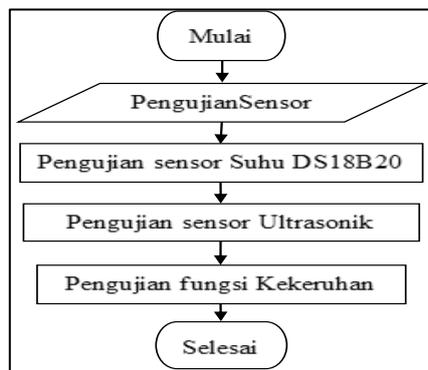


Gambar 3. *Flowchart* Perancangan *Fuzzy Set*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahap Persiapan Pengujian Sensor

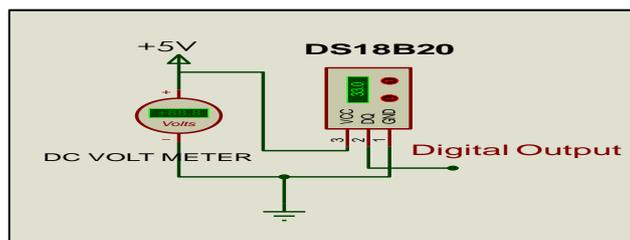
Untuk menghindari kesalahan yang terjadi pada peralatan atau modul- modul elektronik yang dibuat, maka diperlukan pengujian dan pengukuran pada peralatan yang telah rancangan sesuai rancangan yang dibuat. Pengujian dilakukan dengan menguji tiap-tiap modul dan pengujian pada keseluruhan alat.



Gambar 4. *Flowchart* Alur Pengujian Sistem

1) Pengujian Sensor DS18B20

Untuk mengukur suhu air pada alat ini digunakan ic dengan tipe DS18B20. Ic ini mampu mengukur suhu dari range antara -55°C sampai 125°C, dengan akurasi sebesar 0.5°C. Ic DS18B20 adalah chip sensor suhu yang *output* nya sudah berupa data digital. jadi kaki dari chip sensor ini langsung terhubung dengan kaki pada mikrokontroler Arduino. Berikut Gambar 5 Pengujian Rancangan Tegangan Sensor DS18B20.



Gambar 5. Pengujian Rancangan Tegangan Sensor

Tabel 1. Tegangan Sensor DS18B20

No	Tegangan Semestinya	Tegangan Terukur	Error %
1	5.0 V	5.0 V	0 %

Tegangan sumber daya adalah sebesar 5vdc, dan tegangan kerja untuk sensor ic DS18b20 adalah sebesar 5vdc. Setelah di lakukan pengukuran pada tegangan sumber daya dan tegangan pada pin sumber ic sensor DS18b20, di dapatakn tegangan yang sama, tidak ada penurunan tegangan pada sensor ic DS18b20. Sehingga terdapat nilai *error* adalah 0%. Pada Tabel 1 tegangan pada pin sumber ic DS18b20 dengan tegangan pada sumber daya adalah sama yaitu sebesar 5vdc. Untuk mendapatkan persentase *error* dari pengujian tegangan kerja sensor di hitung dengan rumus:

$$\%error = \left\{ \frac{(Tegangan\ Terukur - Tegangan\ Semestinya)}{Tegangan\ Terukur} \right\} \times 100\% \tag{1}$$

Keterangan:

- a. Tegangan terukur : Tegangan nilai yang telah di ukur oleh sensor.
- b. Tegangan semestinya : Tegangan acuan nilai pembanding.
- c. *%error* : Untuk mendapatkan hasil nilai presentase *error*.

Untuk mendapatkan presentase *error* dari pengujian sensor DS18b20, masukan data-data hasil ukur kedalam rumus. Jika tegangan terukur atau tegangan pada pin ic sensor DS18b20 sebesar 5vdc, maka setelah dimasukan kedalam rumus *error* persen menjadi:

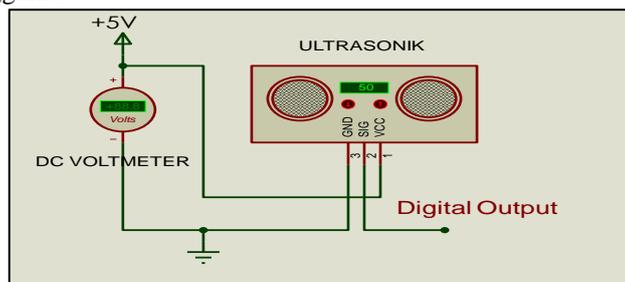
$$\%error = \left\{ \frac{(5Volt - 5Volt)}{5Volt} \right\} \times 100\%$$

$$\%error = \left\{ \frac{(0Volt)}{5Volt} \right\} \times 100\%$$

$$\%error = 0\%$$

2) Pengujian Sensor Suhu Ultrasonik

Sensor ketinggian air berfungsi untuk mengukur ketinggian air pada wadah akuarium. Sensor ketinggian air menggunakan sensor *ultrasonic* tipe USR40. USR40 mempunyai spesifikasi *range* pengukuran maksimal sampai tiga meter. Sensor ketinggian air ini diletakkan di atas akuarium. Berikut hasil penguukuran sensor ketinggian air dibandingkan dengan alat ukur pembanding atau penggaris.



Gambar 6. Pengujian Tegangan Sensor Ultrasonic

Tabel 2. Hasil Pengujian Tegangan Sensor Ultrasonik

No	Tegangan Semestinya	Tegangan Terukur	Error %
1	5.0 V	5.0 V	0 %

Tabel 2 menjelaskan tegangan sumber daya adalah sebesar 5vdc, dan tegangan kerja untuk sensor HCSR04 adalah sebesar 5vdc. Maka setelah di lakukan pengukuran pada tegangan sumber daya dan tegangan pada pin sumber modul HCSR04 didapatakn tegangan yang sama, tidak ada penurunan tegangan pada modul HCSR04. Sehingga terdapat *error* 0%. Tegangan pada pin sumber modul HCSR04 dengan tegangan pada sumber daya adalah sama yaitu sebesar 5vdc.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Sensor Ketinggian Air

No	Hasil Ukur Tinggi Air	Penggaris (cm)	Error %
1	30	30	0%
2	27	27.5	1.8%
3	20	19	5%

Dari hasil Tabel 3 pengukuran sensor ketinggian air dengan penggaris sebagai alat pembanding. Pada pengukuran ini dibuat tiga titik atau tiga kali pengujian. Tiga kali pengujian pada tinggi 30cm, 27cm dan 20cm. Acuan tinggi air yang telah diukur dengan penggaris kemudian dibandingkan dengan 3 kali hasil pengukuran modul sensor tinggi air. Hasil di hitung untuk menentukan *error* alat. Dengan kesalahan pengukuran ± 1 cm. Untuk pengukuran tinggi air akuarium ddbuat akurasi ± 1 cm.

3) Pengujian Sensor Kekeruhan

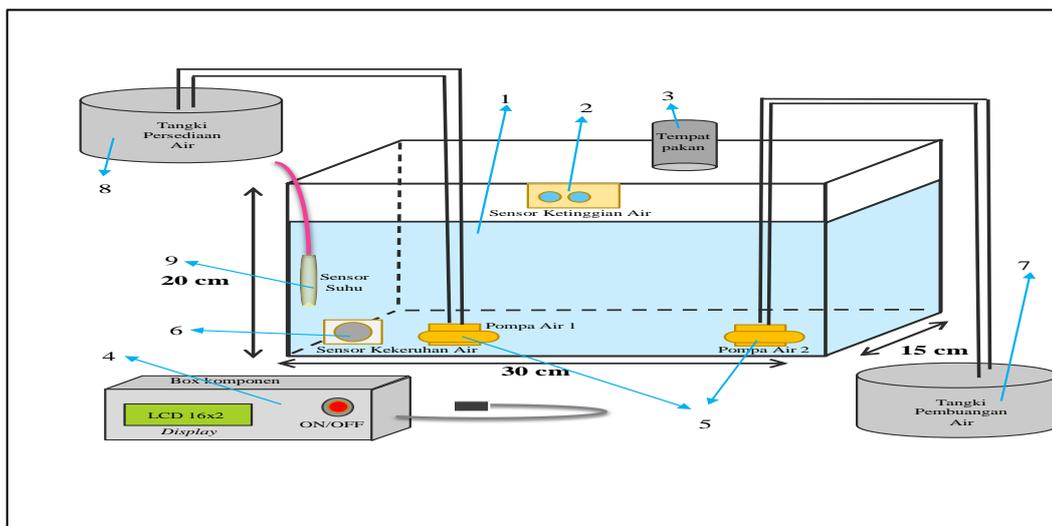
Untuk mengukur tingkat kekeruhan air pada akuarium, digunakan sensor turbidity atau kekeruhan. Pada bagian kepala sensor tersebut dicelupkan ke dalam air akuarium sehingga sensor dapat mengukur tingkat kekeruhan air. Dikarenakan tidak ada alat ukur pembanding maka pengujian sensor kekeruhan menggunakan tiga gelas air dengan tingkat kekeruhan yang berbeda-beda, dari tingkat kekeruhan air maka di bagi tiga jenis keadaan air yaitu jernih, sedang dan keruh.

Berikut adalah tabel hasil pengukuran sensor kekeruhan pada tiga level tingkat kejernihan yang berbeda-beda. Tingkat kekeruhan yang di uji menggunakan tiga gelas dengan tingkat kekeruhan yang pertama jernih, yang ke dua kondisi air sedang, dan yang ketiga kondisi air keruh.

Tabel 4. Hasil Pengujian Tegangan Sensor Kekeruhan

No	Tegangan Semestinya	Tegangan Terukur	Error %
1	5.0 V	5.0 V	0 %

B. Perancangan



Gambar 7. Skema Perancangan

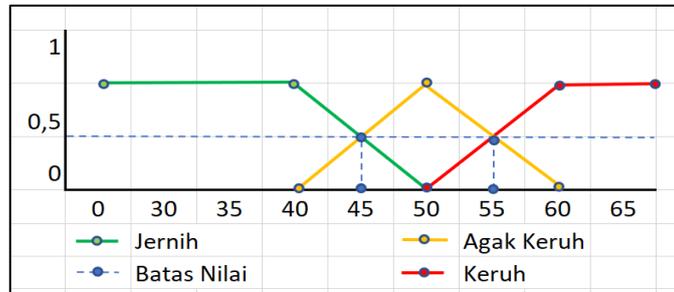
Keterangan:

1. Akuarium ukuran Panjang = 15cm, Lebar = 30cm, Tinggi = 26cm
2. Sensor Ultrasonic untuk mendeteksi ketinggian air.
3. Tempat pakan yang dilengkapi dengan alat penggerak motor servo.
4. Boks komponen mikrokontroler dilengkapi dengan Display LCD, Arduino dan komponen lainnya.

5. *Waterpump* sebagai alat perintah pengisian air dan pembuangan air.
6. Sensor kekeruhan air untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air.
7. Tangki wadah pembuangan air kotor pada saat sistem pengurasan.
8. Tangki wadah persediaan air bersih untuk penambahan air.
9. Sensor suhu untuk mendeteksi kondisi suhu air.

C. Tahap Penerapan Metode *Fuzzy Logic*

1) Kekeruhan Air



Gambar 8. Grafik Fungsi Keanggotaan Kekeruhan [8]

Perhitungan *Fuzzy Logic*:

$$(a) \quad \text{Jernih} \begin{cases} 1 & \text{Kekeruhan} < 40 \\ \frac{40 - \text{Kekeruhan}}{40 - 50} & 40 < \text{Kekeruhan} < 50 \\ 0 & \text{Kekeruhan} > 50 \end{cases}$$

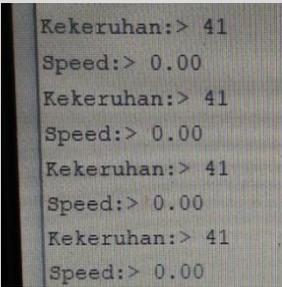
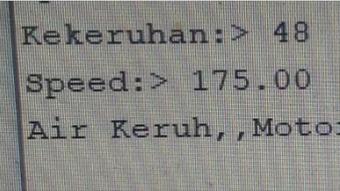
$$(b) \quad \text{Agak Keruh} \begin{cases} 1 & \text{Kekeruhan} < 40 \\ \frac{\text{Kekeruhan} - 50}{40 - 50} & 40 < \text{Kekeruhan} < 50 \\ \frac{50 - \text{Kekeruhan}}{50 - 60} & 50 > \text{Kekeruhan} < 60 \\ 0 & \text{Kekeruhan} > 60 \end{cases}$$

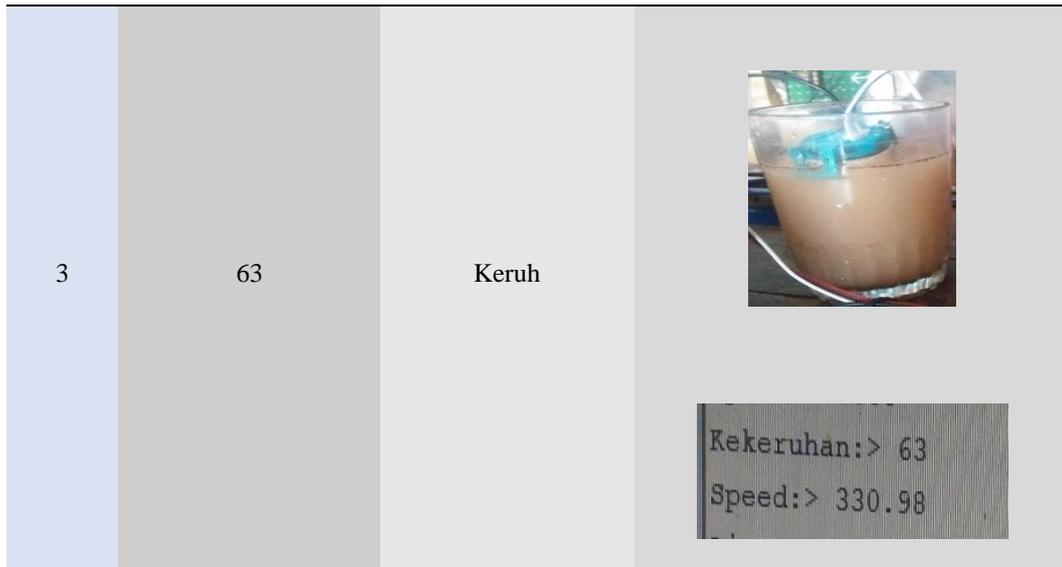
$$(c) \quad \text{Keruh} \begin{cases} 1 & \text{Kekeruhan} > 50 \\ \frac{\text{Kekeruhan} - 50}{60 - 50} & 50 > \text{Kekeruhan} > 60 \\ 0 & \text{Kekeruhan} > 60 \end{cases}$$

Rule Base fungsi kurva keanggotaan Jernih, Agak Keruh, dan Keruh adalah:

- a. Jernih: Pada fungsi keanggotaan *fuzzy logic* jika nilai kekeruhan air 30-40, maka fungsi grafik kategori air jernih atau kondisi air normal.
if nilai kekeruhan < 40 = status kekeruhan jernih.
- b. Agak Keruh: Jika nilai kekeruhan air 40-50, fungsi dari grafik kategori air keruh sedang.
if nilai kekeruhan > 50 = status kekeruhan Agak keruh.
- c. Keruh: Jika nilai kekeruhan air 50-60, maka fungsi dari grafik kategori air keruh pekat, atau kondisi air sangat kotor.
if nilai kekeruhan > 60 = status kekeruhan keruh pekat.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Sensor Kekeruhan

No	Sensor kekeruhan Air	Keterangan	Gambar Pengukuran
1	41	Jernih	 
2	48	Agak Keruh	 



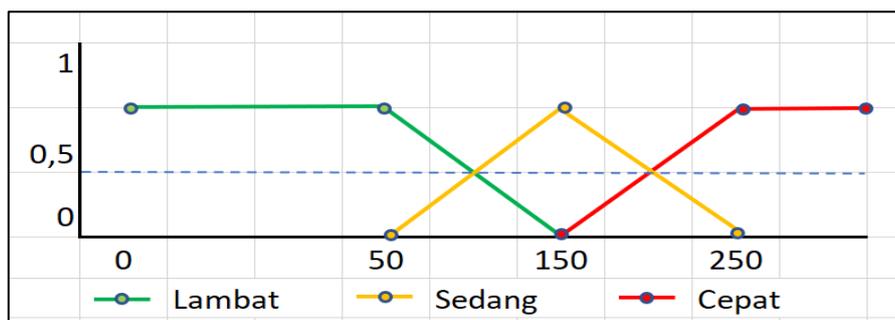
Dari hasil Tabel 5 pengujian maka didapatkan hasil nilai hubungan antara *input* yaitu sensor kekeruhan air dengan *output* kecepatan motor. Hasil pengukuran fuzzy atau defuzifikasi adalah berupa nilai yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor, semakin tinggi nilai nya semakin cepat motor kuras berputar sehingga proses pengurasan semakin cepat.

Dari kurva keanggotaan *fuzzy* untuk kekeruhan air dan keanggotaan untuk kecepatan motor dengan menggunakan aturan *fuzzy* yang sudah di tentukan di atas, yaitu:

1. Jika tingkat kekeruhan jernih maka kecepatan motor atau *output* defuzifikasi adalah 0 atau motor tidak berputar.
2. Jika tingkat kekeruhan agak keruh maka kecepatan motor atau *output* defuzifikasi adalah 175 atau motor berputar dengan kecepatan sedang.
3. Jika tingkat kekeruhan keruh maka kecepatan motor atau *output* defuzifikasi adalah 331 atau motor berputar dengan kecepatan penuh.

Pada *output fuzzy* ketika air keruh bernilai 331 sedangkan kecepatan motor maksimum adalah 255, maka nilai 331 akan bernilai 255 untuk menggerakkan motor pada kecepatan penuhnya. Maka dari hasil defuzifikasi dengan menggunakan aturan-aturan *fuzzy*.

2) Kecepatan Motor Air



Gambar 9. Keanggotaan Tingkat Kecepatan Motor

Setelah mendapatkan fungsi keanggotaan pada data *input* dan juga pada *output*. maka di buat aturan pada sistem *fuzzy logic*. Aturan *fuzzy logic* pada keanggotaan tingkat kekeruhan sebagai berikut:

1. Jika jernih maka kecepatan motor lambat.
2. Jika kondisi agak keruh maka kecepatan motor sedang.
3. Jika keruh maka kecepatan motor cepat.

Perbedaan Lambat, Sedang, Cepat pada fungsi kecepatan motor adalah:

1. Lambat: Pada keanggotaan tingkat kecepatan motor fungsi air telah defuzzifikasikan dengan tingkat nilai kejernihan air 45-50 maka fungsi kecepatan motor pada air lambat.
2. Sedang: Jika nilai kejernihan air 50-150 maka kecepatan motor pengurasan air sedang.
3. Cepat: Jika nilai kejernihan air 150-250 maka tingkat pengurasan sangat cepat.

Tabel 6. Hasil Pengujian Tegangan *Output* Sensor

Kondisi Air	Tegangan Output Sensor	Data Digital
Jernih	1.9 V	388
Keruh	2.4 V	491
Sangat Keruh	2.9 V	593

Data *output* digital di rumuskan sebagai berikut:

$$\text{Data Digital} = \frac{\text{Tegangan Output Sensor}}{\text{Bobot bit per volt}} \quad (2)$$

Keterangan rumus:

- Data Digital: Data yang dibaca oleh mikrokontroler.
- Tegangan *Output* Sensor: Tegangan *output* dari modul sensor kekeruhan yang terhubung dengan pin *input* ADC mikrokontroler.
- Bobot bit per volt yang didapat dari rumus:

$$\text{Bobot bit/volt} = \frac{5\text{volt}}{1024} \quad (3)$$

(Sumber: Datasheet Mikrokontroler ATmega2560)

Keterangan rumus:

- 5Volt adalah tegangan kerja mikrokontroler.
- Nilai 1024 adalah resolusi pengubah analog ke digital sebesar 1024, yang sudah merupakan nilai yang telah ditetapkan oleh pabrik pembuat mikrokontroler tersebut. Sehingga jika tegangan *input* analog adalah 1.9V maka,
 - Data digital = $1.9 \text{ V} / \frac{5\text{volt}}{1024}$
 - Data Digital = $1.9 \text{ V} / 0.00488$
 - Data Digital = 388 desimal

Tabel 7. Hasil Perhitungan Pengubah Analog ke Digital

Tegangan Sensor	Bobot bit/volt	Data Digital Teg / Bit/volt
1.9 V	0.0048 V	388
2.4 V	0.0048 V	491
2.9 V	0.0048 V	593

Tabel 8. Pengujian Kinerja Kuras Air

No.	Nilai Sensor	Perintah Web	Tinggi Air	Pompa		Status	Ket.
				Kuras	Isi		
1.	41=0.00 Jernih	-	Tinggi boks = 26cm	Off	Off	Normal	Sesuai

			<i>Tinggi boks = 26cm</i>	On	Of	Kuras Air	Sesuai
2.	48=175.00 Agak keruh	-	$\geq 5cm$ Batas bawah = 5cm	Off	On	Isi Air	Sesuai
			<i>Tinggi full $\leq 5cm$ = 21cm</i>	Off	Off	Normal	Sesuai
			<i>Tinggi boks = 26cm</i>	ON	OFF	Kuras Air	Sesuai
3.	63=175.00 Keruh	-	$\geq 5cm$ Batas bawah = 5cm	OFF	ON	Isi Air	Sesuai
			<i>Tinggi full $\leq 5cm$ = 21cm</i>	OFF	OFF	Normal	Sesuai
4.	33=0.00 Jernih	-	<i>Tinggi boks = 26cm</i>	Off	Off	Kuras Air	Sesuai
5.	52=297.86 Agak Keruh	-	<i>Tinggi boks = 26cm</i>	ON	OFF	Kuras Air	Sesuai
			$\geq 5cm$ Batas bawah = 5cm	OFF	ON	Isi Air	Sesuai
			<i>Tinggi full $\leq 5cm$ = 21cm</i>	OFF	OFF	Normal	Sesuai
-							
-							
-							
26.	41=0.00 Jernih	-	<i>Tinggi boks = $\leq 26cm$</i>	Off	Off	Normal	Tidak Sesuai
			<i>Tinggi full $\leq 5cm$ = 21cm</i>	OFF	OFF	Normal	Sesuai
27.	50=244.65 Agak Keruh	-	<i>Tinggi boks = 26cm</i>	ON	OFF	Kuras Air	Sesuai
			$\geq 5cm$ Batas bawah = 5cm	OFF	ON	Isi Air	Sesuai
			<i>Tinggi full $\leq 5cm$ = 21cm</i>	OFF	OFF	Normal	Sesuai

28.	43=0.00 Jernih	-	Tinggi boks = 26cm	Off	Off	Normal	Sesuai
29.	33=0.00 Jernih	-	Tinggi boks = ≤ 26cm	Off	On	Isi Air	Sesuai
				OFF	OFF	Normal	Sesuai
				ON	OFF	Kuras Air	Sesuai
30.	40=0.00 Jernih	Kuras	≥ 5cm Batas bawah = 5cm	OFF	ON	Isi Air	Sesuai
				OFF	OFF	Normal	Sesuai

Dari Tabel 8 pengujian sebanyak 30 kali terdapat data tidak valid dikarenakan pada saat kondisi ketinggian air sensor membaca nilai 6cm dan 7cm di angka tengah. Dari hasil tersebut maka tingkat akurasi keberhasilan alat sistem pengurasan secara otomatis adalah:

$$Akurasi\ Alat\ (\%) = \frac{Jumlah\ berhasil}{Jumlah\ Pengujian} \times 100\% = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,3\%$$

Tabel 9. Pengujian Pakan IKan

No.	Jadwal Pakan	Pakan		Status	Jeda Pakan	Ket.
		Buka	Tutup			
1.	Jam 05:59	Tidak	Ya	Normal	-	Sesuai
2.	Jam 06:00	Ya	Tidak	Waktu Pakan	5 detik	Sesuai
3.	Jam 06:01	Tidak	Ya	Normal	5 detik	Sesuai
4.	Jam 12:59	Tidak	Ya	Normal	-	Sesuai
5.	Jam 13:00	Ya	Tidak	Waktu Pakan	5 detik	Sesuai
6.	Jam 13:01	Tidak	Ya	Normal	-	Sesuai
7.	Jam 19:59	Tidak	Ya	Normal	-	Sesuai
8.	Jam 20:00	Ya	Tidak	Waktu Pakan	5 detik	Sesuai
9.	Jam 20:01	Tidak	Ya	Normal	-	Sesuai

Pada Tabel 9 Pengujian alat pada sistem pemberi pakan ikan untuk mengevaluasi kinerja sistem pakan ikan secara otomatis berjalan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan 9 kali pengujian dengan pembacaan nilai sensor yaitu pada modul RTC (*Real Time Clock*) untuk menggerakkan aktuator seperti motor servo Selanjutnya sistem pakan ikan memberikan pakan secara otomatis pada waktu yang di tentukan yaitu jam 06:00 (pagi), 13.00 (siang) dan 19:00 (malam).

Dari Tabel 9 pengujian pakan ikan sebanyak 9 kali. Dari hasil tersebut maka tingkat akurasi keberhasilan alat sistem pakan ikan secara otomatis adalah:

$$\text{Akurasi Alat (\%)} = \frac{\text{Jumlah berhasil}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\% = \frac{9}{9} \times 100\% = 100\%$$

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan membuat sistem kendali akuarium pada pemeliharaan ikan hias mas koki yang dapat mengendalikan kekeruhan air dan pakan ikan berbasis *Internet of Things*. Selanjutnya menerapkan Algoritma *Fuzzy Logic* untuk membaca tingkat kekeruhan air dan dipetakan menjadi tiga bagian keanggotaan, jernih 0-40, agak keruh 40-50 dan keruh 50-60, dan melakukan kecepatan motor berdasarkan tingkat kekeruhan air. Kemudian mengevaluasi kinerja sistem untuk melakukan pengendalian sistem pengurusan dan pemberian pakan ikan tetap sesuai 100% dengan pengujian 9 kali untuk hasil pengujian pengurusan memperoleh tingkat akurasi 93,3% hasil percobaan 30 kali, 20 hasil tidak sesuai dan 28 hasil sesuai.

Adapun saran yang dapat peneliti sampaikan kepada pembaca yang ingin melanjutkan penelitian ini untuk pengembangan dari sistem pengurusan dan pemberi pakan ikan secara otomatis yang sudah dibuat yang kemudian untuk selanjutnya dapat dikembangkan tambahan *input* sensor lainnya sehingga fungsi sistem bisa lebih disempurnakan, kemudian perlu mengembangkan tingkat keanggotaan pakan ikan yang ideal dengan metode *fuzzy logic*, dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya agar fungsi jeda tunda pada pengiriman data komunikasi ke *web server* bisa lebih *responsive* maka bisa menggunakan *web server* yang dikhususkan untuk kontrol *Internet of Things*.

PENGAKUAN

Naskah ilmiah ini adalah sebagian dari penelitian Tugas Akhir milik Nurofik dengan judul Sistem Kendali Akuarium Pada Pemeliharaan Ikan Hias Berbasis *Internet of Things* (IoT) Dengan Algoritma *Fuzzy Logic*, yang dibimbing oleh Sutan Faisal dan Santi Arum Puspita Lestari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Diansyah, A. (2019). Penambahan Tepung Wortel (*Daucus carota*) dalam Pakan untuk Peningkatan Warna Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*). *jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 7(2):2303-2960.
- [2] Muhammad, S. (2016). Rancang Bangun Sistem Pemberi Pakan Ikan Dan Pengukur pH Air Pada Keramba Berbasis Website. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, 4(2):162-172.
- [3] Barus, E. E. (2018). Jurnal Fisika. *Otomatisasi Sistem Kontrol pH dan Informasi Suhu pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno dan Raspberry Pi 3*, 6(2):2503-5274.
- [4] Ertyan, P. V. (2019). Sistem Monitoring Dan Mengontrol Aquarium Dalam Pemeliharaan Ikan Hias Dari Jarak Jauh. *e-Proceeding of Engineering*, 6(2):2355-9365.
- [5] Firmansyah, T. A. (2020). Prototype Sistem Monitoring dan Kontroling Banjir Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32. *Techno Explore: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 5(1):1-006.
- [6] Hasan, T. A. (2016). Prototipe Mesin Penetas Telor Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328 menggunakan Sensor DHT11. *Techno Xplore: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 1(1):2503-054X.
- [7] Suhada, K. (2018). E-Travel Application Berbasis Web Pada PT Toyota Motor MFG Indonesia. *Techno Xplore: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 3(1):2503-054X.
- [8] Fahmizal. (2019). Kendali Logika Fuzzy pada Sistem Electronic Control Unit (ECU) Air Conditioner Mobil. *Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 6(1)2528-6579.