

## BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 6.1 Hasil

Pada bagian hasil bertujuan untuk memaparkan hasil dari pengujian sistem yang telah dilakukan yaitu meliputi hasil pengujian hardware maupun software serta hasil pengujian terhadap metode fuzzy sugeno yang sudah diterapkan pada sistem.

#### 6.1.1 Hasil Pengujian Suhu Air

Hasil pengujian pada sensor temperatur DS18B20 dibandingkan dengan nilai temperatur hasil pengukuran menggunakan termometer digital sehingga didapatkan nilai perbandingan antara dua alat tersebut. Pengujian dilakukan setiap lima menit sekali dan dilakukan sebanyak 15 kali serta dengan menggunakan air dingin dan suhu ruangan untuk mendapatkan intensitas temperatur, sehingga menghasilkan perbandingan sebagai berikut :

*Tabel 6. 1 Hasil pembacaan sensor temperatur DS18B20 dan termometer digital*

No.	Kondisi Sampel Temperature	Pembacaan Sensor DS18B20 (°C)	Pembacaan Termometer (°C)	Hasil Perhitungan MAPE (%)
1.	Kondisi temperatur air dingin	25.30 °C	25.8 °C	0.5
2.		24.75 °C	25.3 °C	0.55
3.		24.31 °C	24.9 °C	0.59
4.		9.82 °C	9.7 °C	0.1
5.		12.32 °C	12.5 °C	0.18
6.	Kondisi temperatur ruangan	26.80 °C	28.4 °C	0.4
7.		27.40 °C	27.6 °C	0.2
8.		29.06 °C	29.5 °C	0.44
9.		29.50 °C	30.1 °C	0.6
10.		31.50 °C	32.0 °C	0.5
11.	Kondisi temperatur panas dengan air hangat	46.75 °C	47.1 °C	0.35
12.		52.81 °C	53.0 °C	0.19
13.		47.80 °C	48.8 °C	1

14.		38.94 °C	39.7 °C	0.76
15.		44.19 °C	44.7 °C	0.51
<b>Rata - rata</b>				0.46

Perbandingan hasil dari pengujian tabel diatas dilakukan untuk melihat akuisisi data sensor temperatur DS18B20 sehingga dapat mengetahui persentase error dari sensor apabila dibandingkan dengan hasil pengukuran termometer digital. Nilai error didapatkan dengan menggunakan perhitungan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) dengan rumus sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{(\frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100\%)}{n}$$

Keterangan :

- MAPE : Rata – rata persentase kesalahan atau error.
- $X_t$  : Data aktual pada periode t
- $F_t$  : Data forecasting pada periode t
- n : Jumlah data

Rumus MAPE diperoleh nilai rata – rata error antara pengukuran akuisisi sensor temperatur TDS EC dan termometer digital adalah dari 15 kali pengujian. Hasil dari pengukuran termometer digital menunjukkan selisih data temperatur lebih besar dibandingkan hasil pengukuran sensor DS18B20.

### 6.1.2 Hasil Pengujian TDS Air

Hasil pengujian pada sensor TDS dibandingkan dengan 3 Air , yaitu air garam , air kolam ketika keruh dan air kolam ketika awal pengisian kolam . 3 air yang dipakai bernilai 1856 ppm, 16 ppm dan 262 ppm. Pengujian dilakukan dengan mencelupkan sensor ke setiap wadah berisi air sample yang ditentukan menghasilkan nilai sebagai berikut :

*Tabel 6. 2 Hasil pembacaan sensor TDS Air*

No	TDS EC Sensor	TDS Sensor DFRobot
1	262 ppm	351 ppm
2	16 ppm	27 ppm
3	982 ppm	988 ppm

### 6.1.3 Hasil Pengujian Input Data

Pada pengujian sistem berhasil melakukan input data sensor dari NodeMCU kedua ke dalam database. Hal ini menjadi fungsi dasar yang harus berjalan sesuai rencana karena data sensor dari NodeMCU menjadi sumber utama pada website yang digunakan untuk monitoring. Beberapa tahap input data sensor kedalam database adalah pembacaan data sensor oleh DS18B20 dan sensor TDS. Kemudian diolah NodeMCU dengan menggunakan metode Fuzzy Sugeno untuk menentukan output yang sesuai untuk kondisi tersebut.

<input type="checkbox"/>				328	32.19	192.00	4.28	3	2021-07-17
<input type="checkbox"/>				329	27.88	210.00	0.78	1	2021-07-17
<input type="checkbox"/>				330	29.25	3.00	1.36	2	2021-07-17
<input type="checkbox"/>				331	29.81	3.00	2.00	2	2021-07-17
<input type="checkbox"/>				332	28.94	3.00	1.00	1	2021-07-17
<input type="checkbox"/>				333	33.19	2.00	4.00	3	2021-07-17
<input type="checkbox"/>				334	30.44	3.00	2.00	2	2021-07-17
<input type="checkbox"/>				335	29.31	2.00	2.08	2	2021-07-17
<input type="checkbox"/>				336	29.13	3.00	1.51	2	2021-07-17
<input type="checkbox"/>				337	24.31	3.00	0.00	1	2021-07-17
<input type="checkbox"/>				338	30.31	234.00	2.97	2	2021-07-17
<input type="checkbox"/>				339	24.25	36.00	0.00	1	2021-07-18
<input type="checkbox"/>				340	32.06	260.00	4.22	3	2021-07-18

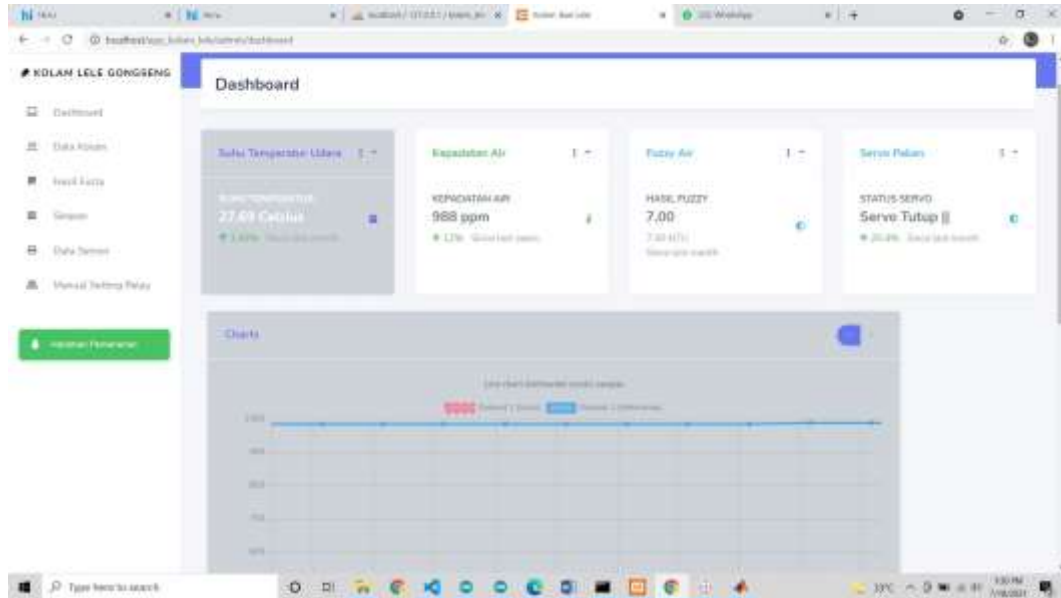
*Gambar 6. 1 Pengujian database*

Field 'id\_sensor' sebagai primary key dengan tipe data int (11) AUTO INCREMENT, field 'suhu' untuk menyimpan record data temperatur dengan tipe data decimal dan field 'Kepadatan juga bertipe decimal untuk menyimpan record TDS Air. Kemudian field 'Fuzzy' dan 'Status' untuk menyimpan data Hasil pengolahan Fuzzy dan status kondisi Actuator dari setiap output dengan tipe data decimal dan varchar (1). Sedangkan field 'waktu' digunakan untuk menyimpan setiap waktu dari data yang masuk ke dalam database.

### 6.1.4 Hasil Pengujian Website Monitoring

Berdasarkan perencanaan dan pengujian yang sudah dilakukan, fungsi utama dari sistem website adalah untuk menampilkan informasi semua data yang telah diolah oleh NodeMCU dan perhitungan Fuzzy yang ada di dalam web. Data

tersebut meliputi data sensor dan status kondisi output. Selain menampilkan output pada website diharapkan dapat melakukan kontrol dari aktuator sistem seperti menyalakan waterpump pembuangan air dan menyalakan pompa. Hasilnya berjalan sesuai rencana sehingga penyajian informasi dapat ditampilkan secara akurat dan tepat.



*Gambar 6. 2 Dashboard Monitoring*

Berikut merupakan gambar dan tabel perbandingan data Suhu Air dan TDS yang dibaca oleh sensor dengan data suhu Air dan TDS Air yang ditampilkan pada website monitoring.

NodeMCU mengambil data sensor suhu Air dan TDS Air yang datanya dikirim secara realtime setiap satu menit ke dalam database lalu website monitoring mengambil data dari dalam database.

*Tabel 6. 3 Tabel Pengujian Data Website*

No.	NodeMCU ESP8266		Website		Sesuai	
	Suhu Air	TDS AIR	Suhu Air	TDS AIR	Ya	Tidak

1.	25.31	108.00	25.31	108.00	✓	
2.	25.06	106.00	25.06	106.00	✓	
3.	31.88	465.00	31.88	465.00	✓	
4.	29.13	485.00	29.13	485.00	✓	
5.	29.88	546.00	29.88	546.00	✓	
6.	31.25	252.00	31.25	252.00	✓	
7.	38.94	239.00	38.94	239.00	✓	
8.	27.81	982.00	27.81	982.00	✓	
9.	34.00	1175.00	34.00	1175.00	✓	
10.	24.81	350.00	24.81	350.00	✓	

### 6.1.5 Hasil Pengujian Metode Fuzzy Sugeno

Berdasarkan hasil pengujian metode fuzzy sugeno, penerapan perhitungan metode fuzzy sugeno secara manual maupun sistem telah sesuai dengan landasan teori yang dipakai. Pengujian menghasilkan nilai yang sama sehingga menjadi tolok ukur berhasilnya tahap implementasi metode fuzzy sugeno kedalam sistem. Pada pengujian respon sistem dibuat beberapa simulasi kondisi sesuai rules yang dibuat dengan mengubah nilai variabel yang ada pada NodeMCU. Hasil pengujian respon sistem fuzzy sugeno disajikan dalam tabel berikut :

*Tabel 6. 4 Hasil Pengujian Respon Sistem*

No.	Temperature DS18B20	TDS Meter DFRobot	Defuzzifikasi		Kondisi	Output	
			Manual	Sistem		Pipa Solenoid	Pompa 12 Volt
1.	24.81	113.0	0	0	Dingin AND Tdk Keruh	Tertutup	Tertutup
2.	25.06	653.0	3.71	3.71	Dingin AND Normal	Menyala Sebentar	Menyala Sebentar

3.	25.44	1104.0	7	7	Dingin AND Keruh	Menyala Lama	Menyala Lama
4.	29.13	291.00	1.77	1.77	Normal AND Tidak Keruh	Tertutup	Tertutup
5.	29.38	676.00	5.8	5.82	Normal AND Normal	Menyala Lama	Menyala Lama
6.	29.13	923.00	7	7	Normal AND Keruh	Menyala Lama	Menyala Lama
7.	32.94	167.00	4.95	4.95	Panas AND Tidak Keruh	Menyala Sebentar	Menyala Sebentar
8.	35.56	633.00	5.64	5.64	Panas AND Normal	Menyala Lama	Menyala Lama
9.	34.38	737.00	7	7	Panas AND Keruh	Menyala Lama	Menyala Lama

### 6.1.6 Hasil Pengujian Actuator

Berdasarkan pengujian aktuator, penerapan rangkaian telah sesuai dengan perencanaan dan implementasi. Pengujian menghasilkan rangkaian yang dapat berkomunikasi tanpa adanya suatu error dan sesuai dengan rules yang ditentukan. Selanjutnya adalah pembahasan respon rangkaian terhadap setiap kondisi prototype jamur. Pada pengujian respon sistem dibuat beberapa simulasi kondisi rules dengan mengubah nilai variabel yang ada pada NodeMCU. Hasil pengujian respon rangkaian disajikan dalam bentuk gambar dan tabel pada beberapa bahasan berikut.

#### 1. Kondisi Sensor Suhu Dingin dan TDS Tidak Keruh

Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur bernilai dingin di bawah 27 C dan TDS Air bernilai di bawah 450ppm. Ketika kondisi bernilai dingin dan tidak keruh, waterpump pembungan air mati dan pompa air mati. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan rendah :



*Gambar 6. 3 Kondisi Dingin dan Tidak Keruh*

## 2. Kondisi Sensor Suhu Dingin dan TDS Normal

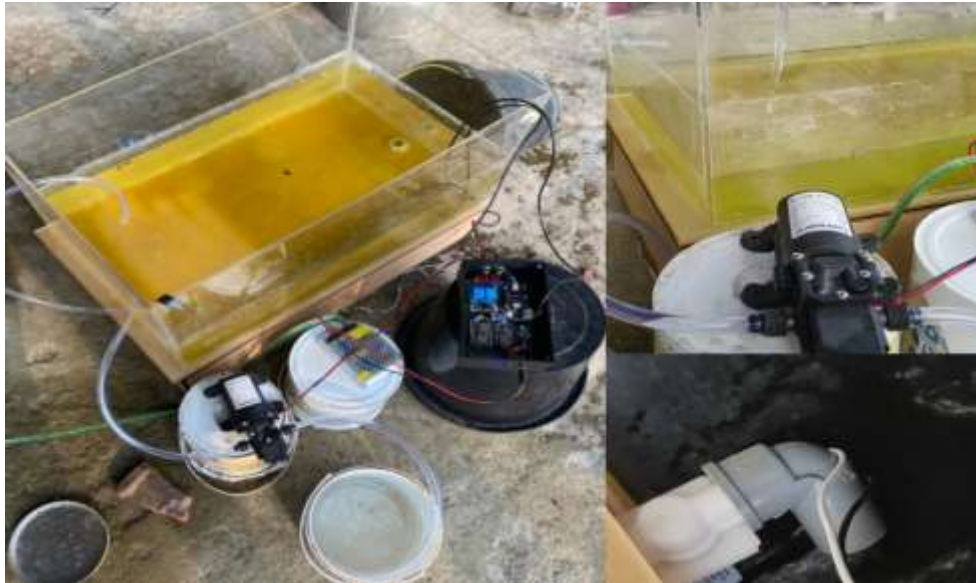
Kondisi dingin dan netral merupakan kondisi dimana temperatur bernilai dingin di bawah 27 C dan TDS Air bernilai normal diantara 450 ppm sampai 700ppm. Ketika kondisi bernilai dingin dan normal, waterpump pembungan air mati dan pompa air mati. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan netral :



*Gambar 6. 4 Kondisi Dingin Dan Normal*

## 3. Kondisi Sensor Suhu Dingin dan TDS Air Keruh

Kondisi dingin dan tinggi merupakan kondisi dimana temperatur bernilai dingin di bawah 27 C dan TDS Air bernilai tinggi di atas 700pm. waterpump pembungan air menyala lama dan pompa air menyala lama. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan netral :



*Gambar 6. 5 Kondisi Dingin dan Keruh*

#### 4. Kondisi Sensor Suhu Normal dan TDS Air Tidak Keruh

Kondisi hangat dan rendah merupakan kondisi dimana temperatur bernilai normal diantara 27 C dan 33 C dan TDS Air bernilai di bawah 450ppm. Ketika kondisi bernilai dingin dan tidak keruh, waterpump pembungan air mati dan pompa air mati. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi hangat dan rendah :



*Gambar 6. 6 Kondisi Normal dan Tidak Keruh*

#### 5. Kondisi Sensor Suhu Normal dan TDS Normal

Kondisi dingin dan netral merupakan kondisi dimana temperatur bernilai normal diantara 27 C dan 33 C dan TDS Air bernilai normal diantara 450 ppm dan dibawah 700ppm. Ketika kondisi bernilai dingin dan normal, waterpump



pembungan air mati dan pompa air mati. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan netral :



*Gambar 6. 7 Kondisi Suhu Normal dan TDS Normal*

#### 6. Kondisi Sensor Suhu Normal dan TDS Keruh

Kondisi dingin dan tinggi merupakan kondisi dimana temperatur bernilai normal normal diantara 27 C dan 33 C dan TDS Air bernilai tinggi di atas 700pm. waterpump pembungan air menyala lama dan pompa air menyala lama. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan netral :



*Gambar 6. 8 Kondisi Normal dan TDS Keruh*

#### 7. Kondisi Sensor Suhu Tinggi dan TDS Tidak Keruh

Kondisi hangat dan tinggi merupakan kondisi dimana temperatur bernilai panas ketika di atas 33 C dan TDS bernilai tidak Keruh dibawah 450ppm . Ketika kondisi bernilai tinggi dan tidak keruh, waterpump pembungan air menyala sebentar dan

pompa air menyala sebentar . Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi hangat dan rendah :



*Gambar 6. 9 Kondisi Panas dan Tidak Keruh*

#### 8. Kondisi Sensor Suhu Tinggi dan TDS Normal

Kondisi hangat dan tinggi merupakan kondisi dimana temperatur bernilai panas ketika di atas 33 C dan TDS Air bernilai normal diantara 450 ppm sampai 700ppm.. Ketika kondisi bernilai tinggi dan Normal, waterpump pembungan air menyala sebentar dan pompa air menyala sebentar . Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi hangat dan rendah :



*Gambar 6. 10 Kondisi Panas dan TDS Normal*

#### 9. Kondisi Sensor Suhu Tinggi dan TDS Keruh

Kondisi hangat dan tinggi merupakan kondisi dimana temperatur bernilai panas ketika di atas 33 C dan TDS Air bernilai diatas 700ppm.. Ketika kondisi bernilai tinggi dan Keruh, waterpump pembungan air menyala lama dan pompa air menyala lama . Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi hangat dan rendah :



*Gambar 6. 11 Kondisi Panas Dan TDS Keruh*

### 6.1.7 Hasil Pengujian Fungsional

Hasil pengujian fungsional bertujuan untuk menjelaskan lebih detail dari proses pengujian pada fungsional dan mengetahui jika sistem berjalan sesuai yang sudah direncanakan sebelumnya. Berikut merupakan hasil pengujian fungsional dipaparkan dalam bentuk gambar.

1. Menampilkan data sensor temperature dan TDS

```

onMessageArrived: 25.25
Suhu 25.25
onMessageArrived: 53
Kekeruhan 53
0
25.25
53

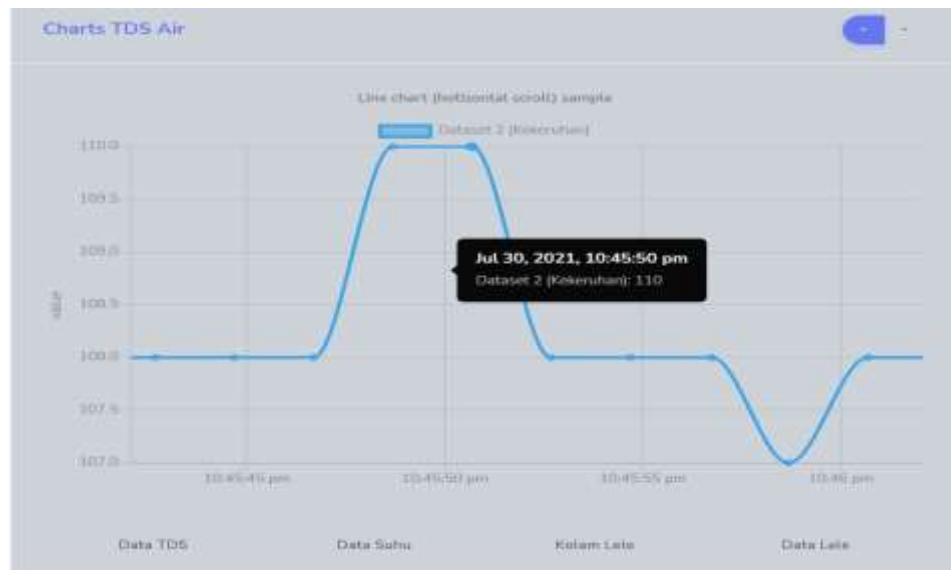
```

*Gambar 6. 12 Data Sensor Dari Web*

2. Menampilkan data Realtime Sensor di Chart

Pada tampilan chart ini menampilkan kurva naik ketika TDS Air naik dan kurva turun ketika kondisi TDS Air turun sehingga selain bisa dimonitoring dari

angka realtime juga bisa dilihat kurva dari kondisi TDS Air pada kolam. Seperti ditunjukkan pada gambar 6.13 Dibawah ini.



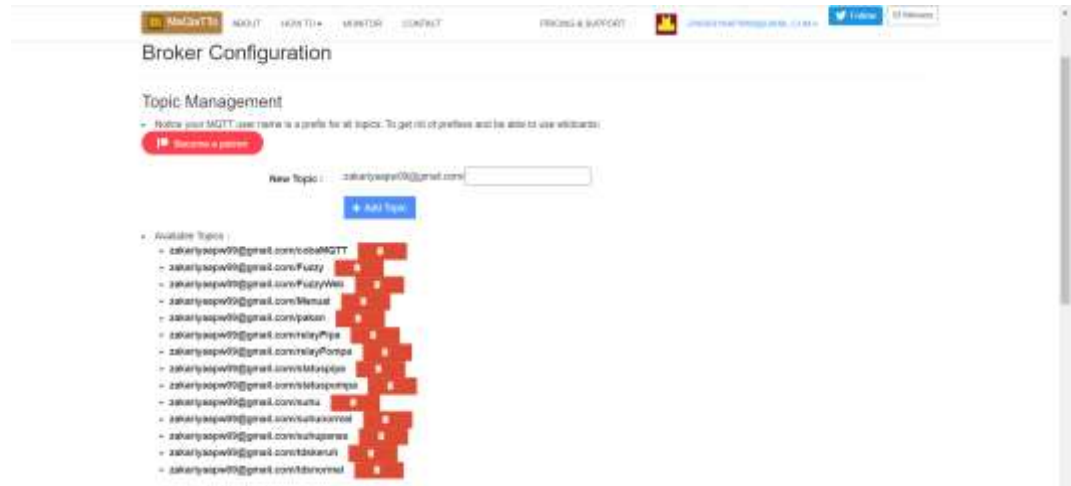
*Gambar 6. 13 Tampilan Chart Realtime Monitoring Kekeruhan TDS Air*

Ada juga chart untuk melihat kondisi kurva dari Suhu Air itu sendiri ketika kondisi air panas maka kurva akan naik dan ketika kondisi air dingin maka kurva akan turun. Dapat dilihat pada gambar 6.14 dibawah ini.



*Gambar 6. 14 Tampilan Chart Monitoring Suhu Air*

### 3. Melakukan Konfigurasi broker dan Topic MQTT di MaQiaTTo



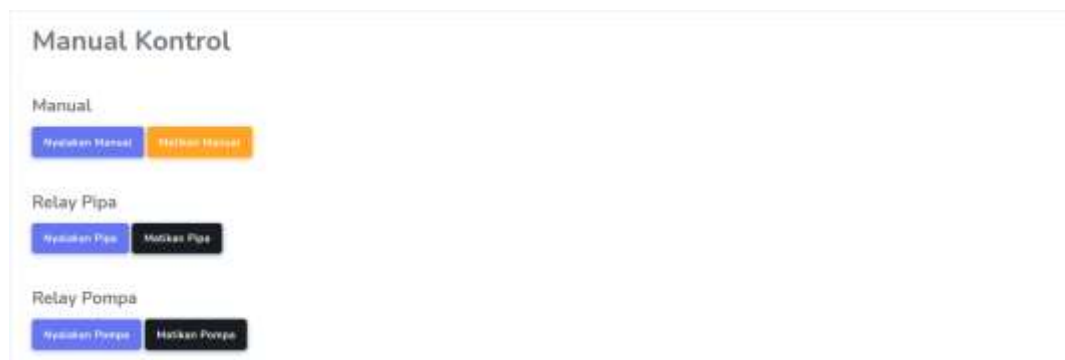
Gambar 6. 15 Konfigurasi MQTT di MaQiaTTto

#### 4. Setting waktu awal pembenihan dan Perkiraan Panen

No	Perlad	No Kolam	Tanggal Awal	Tanggal Perem	Tanggal Dipanen	Berat Panen	Status Panen	Aksi
1	Ruat	1	2021-09-09	2021-09-24	2021-09-05	83	Sudah Panen	<a href="#">+info</a>
2	Ruat	2	2021-09-16	2021-09-26	2021-07-21	75	Sudah Panen	<a href="#">+info</a>
3	Ruat	4	2021-09-29	2021-09-17	2021-09-04	87	Sudah Panen	<a href="#">+info</a>
4	Aris	5	2021-09-25	2021-09-15	2021-07-01	2	Sudah Panen	<a href="#">+info</a>
5	Ruat	4	2021-09-03	2021-05-24	2021-07-19	23	Sudah Panen	<a href="#">+info</a>
6	Aris	7	2021-10-01	2021-06-24	2021-07-10	99	Sudah Panen	<a href="#">+info</a>
7	Aris	1	2021-07-10	2021-03-25	2021-07-07	4	Sudah Panen	<a href="#">+info</a>
8	Kozna	1	2021-09-01	2021-04-24	2021-07-27	4	Sudah Panen	<a href="#">+info</a>
9	Thayib	1	2021-09-02	2021-07-23	2021-07-07	4	Sudah Panen	<a href="#">+info</a>

Gambar 6. 16 Gambar Percobaan set waktu perkiraan Panen

#### 5. Menyalakan Manual Actuator



Gambar 6. 17 Manual Control Actuator



*Gambar 6. 18 Actautor Jalan*

6. Melakukan Insert ke Database

	id_sensor	suhu	kepadatan	fuzzy	Status	waktu
<input type="checkbox"/>	1125	25.81	372.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1124	25.81	371.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1123	25.81	371.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1122	25.88	370.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1121	26.13	352.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1120	26.63	345.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1119	28.06	328.00	0.88	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1118	25.13	444.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1117	25.13	444.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1116	25.06	653.00	3.71	3	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1115	25.06	322.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1114	25.44	1104.00	7.00	3	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1113	25.44	758.00	7.00	3	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1112	25.38	413.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1111	25.38	230.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1110	25.38	230.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1109	25.38	229.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1108	25.31	229.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1107	25.31	229.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1106	25.31	229.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1105	25.25	226.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1104	25.25	226.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1103	25.25	224.00	0.00	1	2021-07-20
<input type="checkbox"/>	1102	25.19	1000.00	7.00	3	2021-07-19
<input type="checkbox"/>	1101	25.19	989.00	7.00	3	2021-07-19

*Gambar 6. 19 Data Yang Tersimpan di Database*

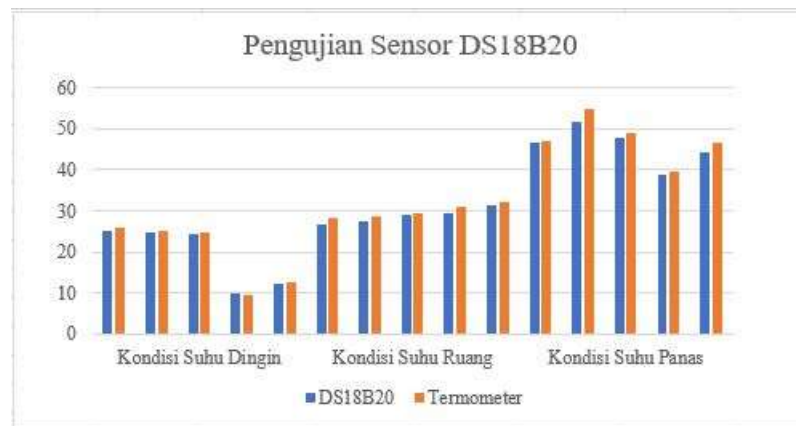
## 6.2 Pembahasan

Pada bagian pembahasan bertujuan memaparkan hasil pengujian lebih rinci. Pembahasan ini yaitu meliputi pembahasan pengujian hardware dan software serta hasil pengujian terhadap metode fuzzy sugeno.

### 6.2.1 Pembahasan Hasil Pengujian Sensor Suhu Air

Sensor temperatur DS18B20 digunakan untuk memonitoring temperatur air dari prototype aquarium telah berfungsi dengan baik, terbukti dari hasil pengujian pada sensor temperatur DS18B20 didapatkan tingkat rata-rata eror sebesar 0,99 C yang berarti tingkat akurasi pengukuran sensor ketika dibandingkan dengan

termometer digital sensor temperatur DS18B20 memiliki akurasi yang baik. Hasil pengujian ditampilkan pada grafik berikut untuk memudahkan analisa.



Gambar 6. 20 Grafik Perbandingan Suhu Air

Dari perbandingan nilai temperatur menggunakan sensor temperatur DS18B20 dan termometer digital dihasilkan rentang nilai paling rendah dan paling tinggi dari 15 kali pengukuran yaitu sebagai berikut :

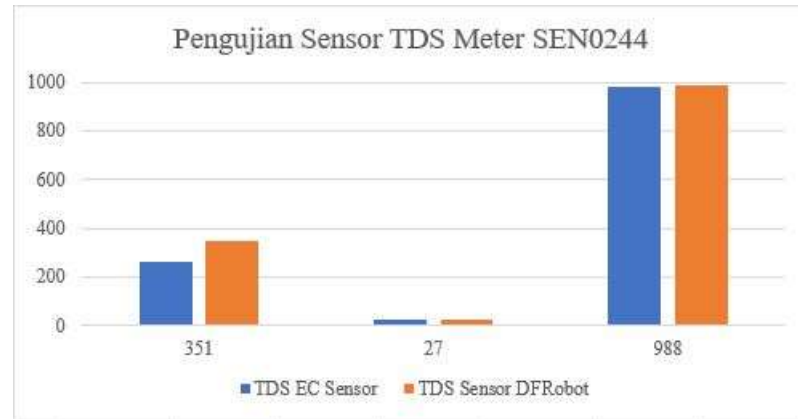
Tabel 6. 5 Rentang nilai temperatur tertinggi dan terendah

Pengukuran	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi
Sensor temperatur DS18B20	5.65	51.20
Temperature Digital	6.10	51.50

### 6.2.2 Pembahasan Hasil Pengujian Sensor TDS Air

Dilihat dari hasil pengujian pembacaan sensor menunjukkan bahwa kepadatan Air pada sensor dengan probe sensor TDS memiliki perbedaan yang berbeda-beda setiap kondisi air karena pembacaan dari sensor TDS Air mengambil nilai analog dari 6 nilai kondisi air yang terbaca. Grafik perbandingan hasil pengukuran berdasarkan TDS EC Meter dan sensor TDS DFRobot disajikan dalam diagram batang sebagai berikut :





Gambar 6. 21 Grafik Pengujian TDS Air

Bersumber pada pembacaan sensor pH dihasilkan rentang nilai paling rendah dan paling tinggi dari 3 pengukuran yang dilakukan. Hasil pengukuran rentang nilai adalah sebagai berikut :

Pengukuran Sensor TDS Air	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi
Probe TDS Sensor DFRobot	0.00	2354.00
TDS & EC (Hold)	0.00	2000.00

### 6.2.3 Pembahasan Manual Actuator

Dari beberapa percobaan untuk percobaan manual control , hasil nya akurat dan alat berjalan dengan normal , pembuangan dan pengisian air bisa dilakukan dengan melakukan control relay melalui website , meskipun ketika awal melakukan manual ada jeda sekitar 2 detik dari melakukan klik pada button akan tetapi setelah itu alat berjalan sesuai dengan klik yang dilakukan

Tabel 6. 6 Tabel Pengujian Actuator

Relay Manual Web	Status Actuator
Relay Pipa / Waterpump Pembuangan	Berjalan Normal
Relay Pompa Pengisian Air	Berjalan Normal

### 6.2.4 Pembahasan Hasil Pengujian Input Data

Hasil pengujian input data ke database telah berhasil dilakukan tanpa ada error ataupun data yang tidak masuk ke database. Insert data ke dalam database dilakukan setelah perhitungan fuzzy sugeno.

			id_sensor	suhu	kepadatan	fuzzy	Status	waktu	
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1204	29.31	679.00	5.94	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1203	29.25	685.00	6.12	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1202	29.31	679.00	6.12	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1201	29.31	676.00	5.73	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1200	29.19	683.00	5.97	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1199	29.38	676.00	5.82	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1198	29.75	660.00	5.20	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1197	30.56	651.00	4.89	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1196	32.25	622.00	4.91	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1195	35.56	633.00	5.64	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1194	34.25	529.00	5.00	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1192	30.88	854.00	7.00	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1191	32.13	240.00	4.28	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1190	34.19	743.00	7.00	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1189	34.38	737.00	7.00	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1188	34.81	467.00	5.00	3	2021-07-23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1187	28.75	532.00	1.46	2	2021-07-22
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1186	28.75	542.00	1.46	2	2021-07-22
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1185	28.75	549.00	1.46	2	2021-07-22
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1183	28.75	560.00	1.46	2	2021-07-22
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1181	28.75	571.00	1.46	2	2021-07-22
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1180	28.69	575.00	1.41	2	2021-07-22
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1179	29.38	913.00	7.00	3	2021-07-22

*Gambar 6. 22 Data Masuk Dalam Database*

Field status dari setiap output yang dibaca oleh NodeMCU merupakan nilai (1, 2, 3) yang diterjemahkan 1 sebagai kondisi status pipa pompa tertutup dan 2 sebagai kondisi status pipa pompa terbuka sebentar dan 3 sebagai kondisi status pipa pompa tertutup dan 2 sebagai kondisi status pipa pompa terbuka lama agar lebih mudah untuk pembacaan dalam website monitoring.

### 6.2.5 Pembahasan Hasil Pengujian Website Monitoring

Hasil pengujian website yang telah dilakukan menunjukkan bahwa 10 kali percobaan membandingkan antara pembacaan temperatur dan pH oleh sensor dan data yang ditampilkan pada website menunjukkan value yang sama. Hasil dari pengujian nilai akurasi adalah sebagai berikut :

Tabel 6. 7 Tabel Akurasi Data Terbaca

<b>Jumlah Pengujian</b>	10
<b>Nilai Data Sesuai</b>	10
<b>Nilai Data Tak Sesuai</b>	0
<b>Kesamaan Data Ditampilkan</b>	100%

### 6.2.6 Pembahasan Hasil Pengujian Metode Fuzzy Sugeno

Pengujian yang dilakukan dengan simulasi beberapa data sensor yang terbaca di web melalui NodeMCU lalu dikirim ke web menggunakan protokol MQTT dengan Broker MaQiaTTo dan dikembalikan dengan hasil perhitungan fuzzy untuk lamanya Actuator. Berdasarkan melihat dari 9 kali pengujian dan dapat dilihat data masuk dan perhitungan fuzzy menghasilkan nilai respon sistem yang sesuai dengan kondisi pada metode Fuzzy Sugeno. Nilai proses defuzzifikasi dari perhitungan metode Fuzzy Sugeno secara manual maupun perhitungan sistem menghasilkan nilai yang sama tanpa selisih. Hasil dari pengujian nilai akurasi metode Fuzzy Sugeno adalah sebagai berikut :

<b>Jumlah Pengujian</b>	9
<b>Nilai Data Sesuai</b>	9
<b>Nilai Data Tak Sesuai</b>	0
<b>Pengecekan Hitungan Manual dan Sistem</b>	100%

Perhitungan dari defuzzifikasi menghasilkan beberapa nilai output yang sama namun memiliki kondisi suhu Air dan TDS Air yang berbeda karena nilai kondisi tersebut masih dalam rentang nilai himpunan yang telah ditentukan.

Tabel perbandingan hasil defuzzifikasi manual dan sistem adalah sebagai berikut :

Tabel 6. 8 Perbandingan nilai hasil defuzzifikasi

No	Kondisi	Defuzzifikasi	
		Manual	Sistem
1.	Dingin AND Tidak Keruh	0	0
2.	Dingin AND TDS Normal	0	0

3.	Dingin AND TDS Keruh	7	7
4.	Normal AND Tidak Keruh	0	0
5.	Normal AND TDS Normal	0	0
6.	Normal AND TDS Keruh	7	7
7.	Panas AND Tidak Keruh	5	5
8.	Panas AND TDS Normal	5	5
9.	Panas AND TDS Keruh	7	7

Berdasarkan hasil pengujian terhadap respon sistem metode Fuzzy Sugeno diatas menunjukkan nilai dari berbagai kondisi yang timbul rentang nilai pada Pipa Pembuangan Air Tertutup AND Pompa Air Mati dimulai dari nilai defuzzifikasi 0 sampai  $\leq 2$ , variabel Pipa Pembuangan Air Terbuka Sebentar AND Pompa Air Menyala Sebentar dari nilai defuzzifikasi  $> 2$  sampai  $\leq 5$ , variabel Pipa Pembuangan Air Terbuka Lama AND Pompa Air Menyala Lama dari nilai defuzzifikasi  $> 5$  sampai  $\leq 7$

### 6.2.7 Pembahasan Hasil Pengujian Aktuator

Hasil pengujian aktuator menunjukkan bahwa rangkaian mampu berkomunikasi dengan baik tanpa adanya korsleting dan sudah sesuai dengan rules yang berlaku. Hal ini telah dibuktikan dengan pengujian setiap kondisi yang sudah diimplementasikan pada sistem. Kondisi tersebut meliputi kondisi pipa pembuangan air dan pompa air tertutup, pipa solenoid dan pompa air mati terbuka sebentar, pipa solenoid dan pompa air mati terbuka Lama. Hasil pengujian respon sistem disajikan dalam tabel berikut :

*Tabel 6. 9 Perbandingan output kondisi*

No.	Kondisi	Output yang diharapkan		Output Sistem	
		Pipa	Pompa	Pipa	Pompa
1.	Dingin AND Tidak Keruh	Tertutup	Tertutup	Tertutup	Tertutup
2.	Dingin AND TDS Normal	Tertutup	Tertutup	Tertutup	Tertutup
3.	Dingin AND TDS Keruh	Terbuka 21 detik	Terbuka 35 detik	Terbuka 21 detik	Terbuka 35 detik

4.	Normal AND Tidak Keruh	Tertutup	Tertutup	Tertutup	Tertutup
5.	Normal AND TDS Normal	Tertutup	Tertutup	Tertutup	Tertutup
6.	Normal AND TDS Keruh	Terbuka 21 detik	Terbuka 35 detik	Terbuka 21 detik	Terbuka 35 detik
7.	Panas AND Tidak Keruh	Terbuka 15 detik	Terbuka 29 detik	Terbuka 15 detik	Terbuka 29 detik
8.	Panas AND TDS Normal	Terbuka 15 detik	Terbuka 29 detik	Terbuka 15 detik	Terbuka 29 detik
9.	Panas AND TDS Keruh	Terbuka 21 detik	Terbuka 35 detik	Terbuka 21 detik	Terbuka 35 detik

Berdasarkan tabel diatas bisa disimpulkan bahwa setiap output dari sistem sudah sesuai dengan output yang diharapkan.

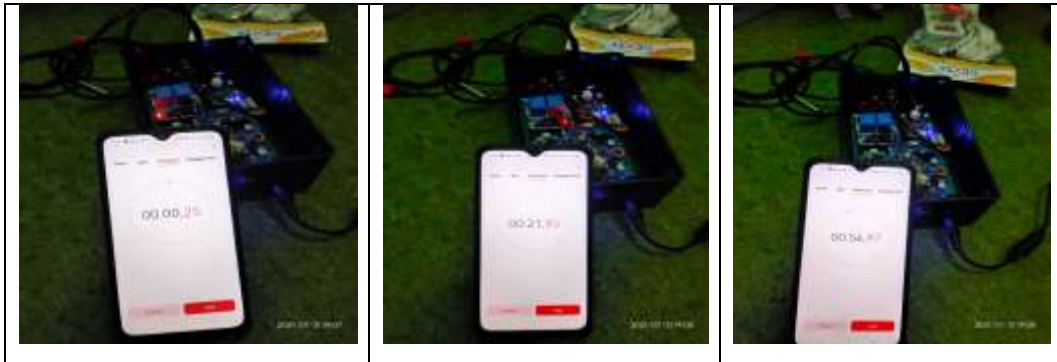
#### 6.2.8 Pembahasan Response Sistem Actuator

Dalam percobaan response sistem ini telah dilakukan percobaan kecepatan delay respon dari jalannya actuator ketika menerima data subscribe dari hasil perhitungan fuzzy di web.

Percobaan ini dicoba dengan melakukan percobaan waktu awal pada stopwatch dan percobaan saat pergantian jalannya actuator. Percobaan dilakukan diantaranya ketika awal jalannya actuator pipa dan pergantian jalannya actuator pompa. Tabel 6.10 dibawah ini percobaan respons sistem saat jalannya Actuator ketika mendapatkan hasil fuzzy pada angka 7.

*Tabel 6. 10 Respons Sistem Actuator*

<b>Response Sistem Actuator Pipa Nyala</b>	<b>Response Sistem Actuator Pipa Mati dan Pompa Nyala</b>	<b>Response Sistem Actuator Pompa Mati</b>
--	---	--

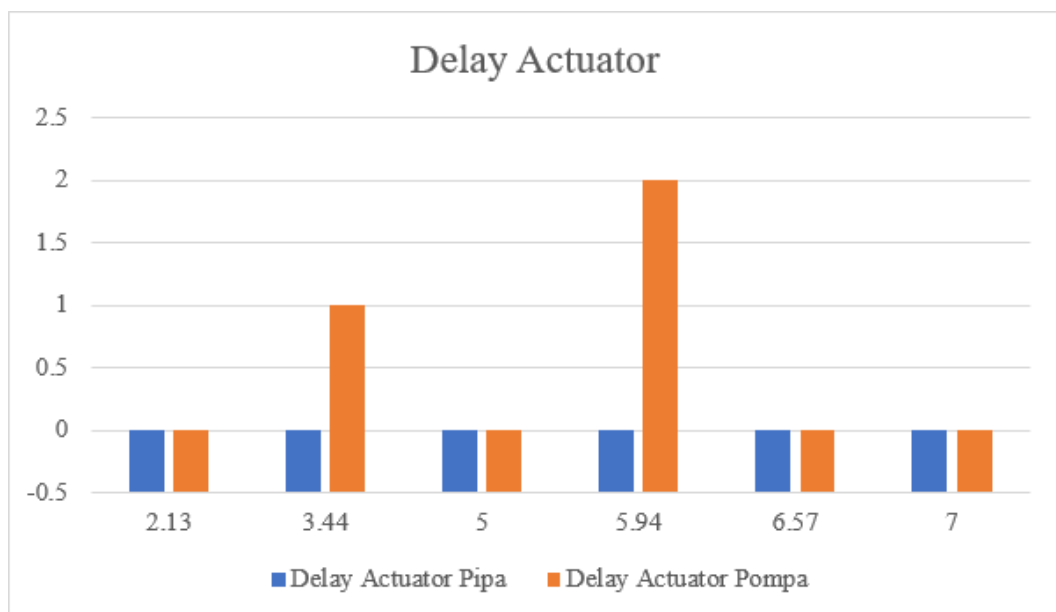


Dari percobaan di atas dilakukan sampling perbandingan percobaan data sebanyak 6x jalannya actuator dengan beberapa hasil kondisi fuzzy melihat cepat dan delay saat actuator berjalan.

*Tabel 6. 11 Tabel Percobaan Respons Sistem*

No.	Hasil Fuzzy	Delay Actuator Pipa	Delay Actuator Pompa
1.	2.13	0 Detik	0 Detik
2.	3.44	0 Detik	1 Detik
3.	5.00	0 Detik	0 Detik
4.	5.94	0 Detik	2 Detik
5.	6.57	0 Detik	0 Detik
6.	7.00	0 Detik	0 Detik

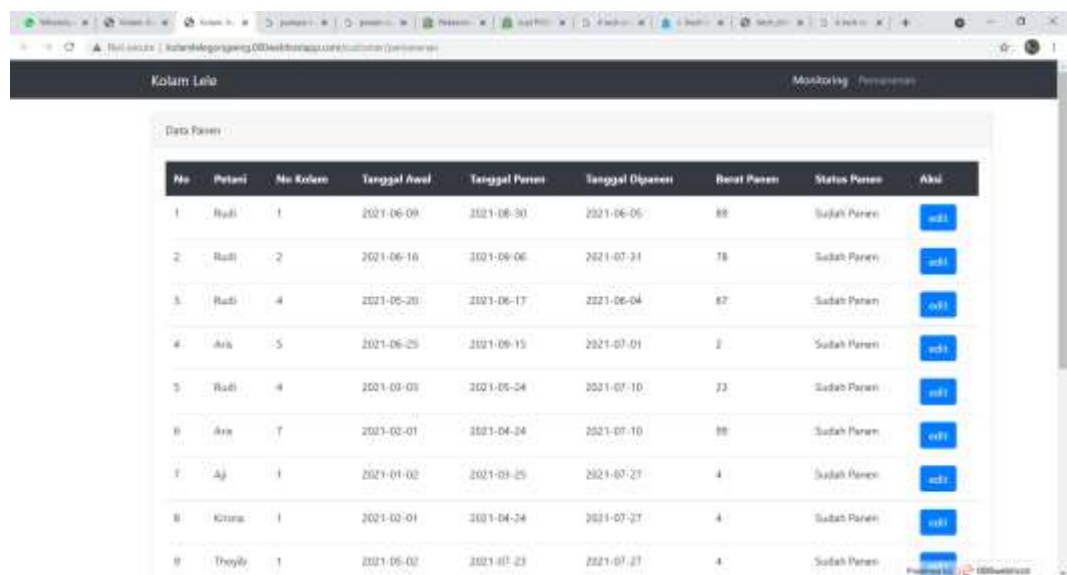
Diagram perbandingan delay antara kedua actuator dapat dilihat pada Gambar 6.23 diagram di bawah ini.



*Gambar 6. 23 Delay Actuator*

### 6.2.9 Pembahasan Set Waktu Panen

Untuk pemanenan lele terdapat jangka waktu ideal kapan waktu panen , karena lele yang untuk dikonsumsi memiliki kualitas tersendiri pada bagian daging lele. Jika lele dipanen terlalu cepat maka lele akan mengalami penyusutan meskipun saat dipanen dalam kondisi yang gemuk akan tetapi kualitas untuk dikonsumsi kurang baik , begitupun juga dengan lele ketika terlalu lama di panen maka kondisi lele juga akan kurang baik untuk dikonsumsi karena daging nya rasa nya kurang enak. Sehingga petani lele kebanyakan membuat parameter bahwa lele siap panen saat jangka waktu 82-90 hari setelah awal pembenihan. Pada sistem telah dibuat jangka waktu untuk perkiraan kapan lele siap dipanen sejak awal pembenihan.



No	Petani	No Kolam	Tanggal Awal	Tanggal Panen	Tanggal Dipanen	Berat Panen	Status Panen	Aksi
1	Rudi	1	2021-06-09	2021-06-30	2021-06-05	88	Sudah Panen	edit
2	Rudi	2	2021-06-10	2021-09-06	2021-07-31	78	Sudah Panen	edit
3	Rudi	4	2021-06-20	2021-06-17	2021-06-04	67	Sudah Panen	edit
4	Aris	5	2021-06-25	2021-06-15	2021-07-01	2	Sudah Panen	edit
5	Rudi	4	2021-03-01	2021-05-24	2021-07-10	22	Sudah Panen	edit
6	Ara	7	2021-03-01	2021-04-24	2021-07-10	88	Sudah Panen	edit
7	Aj	1	2021-01-02	2021-01-25	2021-07-27	4	Sudah Panen	edit
8	Karna	1	2021-02-01	2021-04-24	2021-07-27	4	Sudah Panen	edit
9	Thoyib	1	2021-05-02	2021-03-23	2021-07-27	4	Sudah Panen	edit

Gambar 6. 24 Jangka waktu perkiraan panen

### 6.2.10 Pembahasan Hasil Pengujian Fungsional

Seperti menampilkan data sensor dalam serial monitor, insert data ke dalam database dan menampilkannya ke website monitoring secara realtime. Selain itu website monitoring juga sudah bisa untuk melihat kondisi status dari aktuator secara realtime. Fungsi dasar lainnya yang juga sudah terpenuhi adalah menyalakan atau mematikan aktuator secara otomatis sesuai dengan kondisi yang ada dalam prototype aquarium. Kemudian implementasi untuk Protokol MQTT dalam proses pengiriman data antara NodeMCU ke Websiter berhasil dilakukan dan live chart sudah bisa ditampilkan dalam website monitoring. Selain itu dilakukannya hosting website sehingga bisa memantau kondisi kualitas air pada prototype aquarium. Pada proses pembuangan dan pengisian disamakan dengan proses yang sama dengan

proses sirkulasi air yang ada pada kolam ikan lele di Desa Gongseng , Kecamatan Megaluh yaitu ketika air sudah keruh dan kondisi air yang tidak baik untuk lele. Pembuangan untuk pergantian air akan diukur dari volume media yang ada , untuk pembuangan tidak boleh melebihi  $\frac{1}{2}$  dari volume total media yang ada dikarenakan untuk menjaga kondisi lele agar tepat baik dan setelah pembuangan akan dilakukan pengisian agar kondisi air kembali ke tingkat kekeruhan yang rendah.

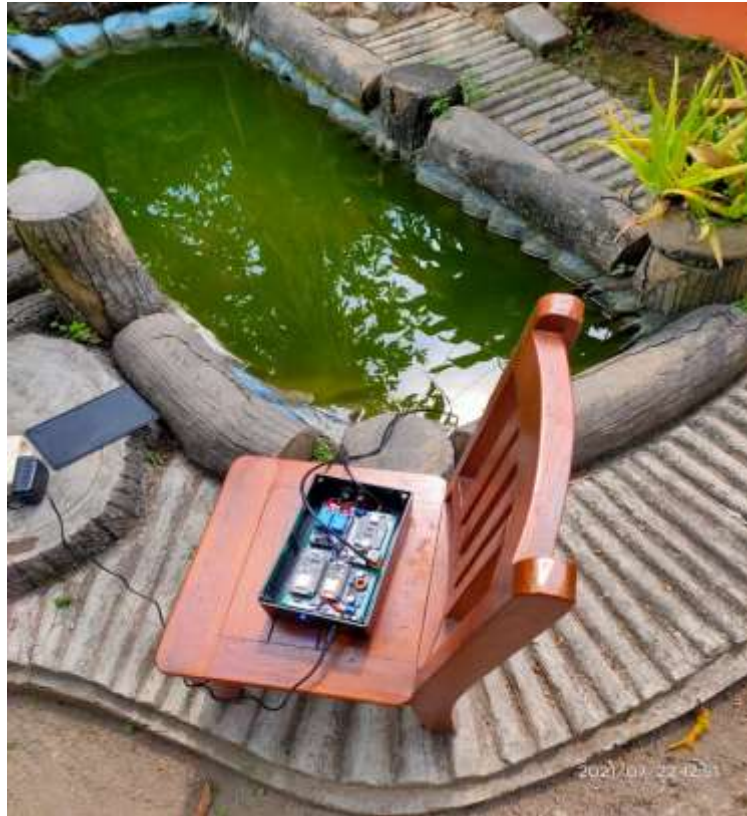
#### **6.2.11 Pembahasan Hasil Pengujian User**

Berdasarkan hasil pengujian, fungsi-fungsi dasar dari sistem yang digunakan seperti monitoring mampu dipahami oleh petani kolam atau pemilik kolam dengan beberapa kendala, dikarenakan petani kolam dan pemilik kolam masih terbiasa dengan meonitoring melalui insting , akan tetapi ketika sudah beberapa kali melakukan percobaan sistem dan alat petani dan pemilik kolam sudah bisa memakai sistemnya. Setelah mencoba sistem monitoring dan controlling kualitas air ini, pemilik berpendapat bahwa sistem tersebut mampu mempermudah pemilik dalam proses pembudidayaan jika sistem tersebut dibutuhkan untuk diimplementasikan pada budidaya kolam ikan lele miliknya.

### **6.3 Rancangan Implementasi Kolam**

Pada bagian ini menjelaskan rencana atau rancangan yang disiapkan jika digunakan terhadap kolam ikan secara langsung dan apa saja yang harus disiapkan dan diperhatikan ketika implementasi langsung alat monitoring serta actuator sirkulasi pergantian air.







*Gambar 6. 25 Percobaan monitoring kondisi kolam secara langsung*

Ada pula rincian biaya perkiraan untuk implementasi langsung untuk proses monitoring dan pengamatan kondisi air kolam lele secara langsung.

*Tabel 6. 12 Perkiraan Biaya*

No	Alat	Harga
1.	 <p>Alat Monitoring</p> <p>Rincian Alat :</p> <p>2 – NodeMCU</p> <p>1 – Stepdown 5a</p>	Rp. 642.000,00

	<p>1 – TDS Meter SEN0244  1 – Sensor Suhu DS18B20  1 - Relay 2 Channel  Kabel 3M</p>	
2.	 <p>Pompa Air</p>	Rp. 490.000,00
3.	<p>Paket Internet 4GB (Telkomsel)  Rincian : 1 hari membutuhkan 140 MB Untuk proses pengiriman data</p>	Rp. 40.000,00 Perbulan
4.	<p>Hosting (Hostinger.com)</p>	Rp. 76.000,00 Perbulan
5.	 <p>PowerSupply 220volt</p>	Rp. 260.000,00
6.	 <p>Solenoid Valve 4inch 220Volt</p>	Rp. 250.000,00

7.	 <p data-bbox="411 577 576 611">Servo Pakan</p>	Rp. 58.000,00
Harga Total		Rp. 1.776.000