

BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. 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 Database

Pada pengujian sistem berhasil melakukan input data sensor dari ESP32 ke dalam database. Hal ini menjadi fungsi dasar yang harus berjalan sesuai rencana karena data sensor dari ESP32 menjadi sumber utama pada website yang digunakan untuk monitoring. Beberapa tahap input data sensor kedalam database adalah pembacaan data sensor DHT22 dan sensor MQ-2. Kemudian diolah ESP32 dengan menggunakan metode Fuzzy Sugeno untuk menentukan output yang sesuai untuk kondisi tersebut.

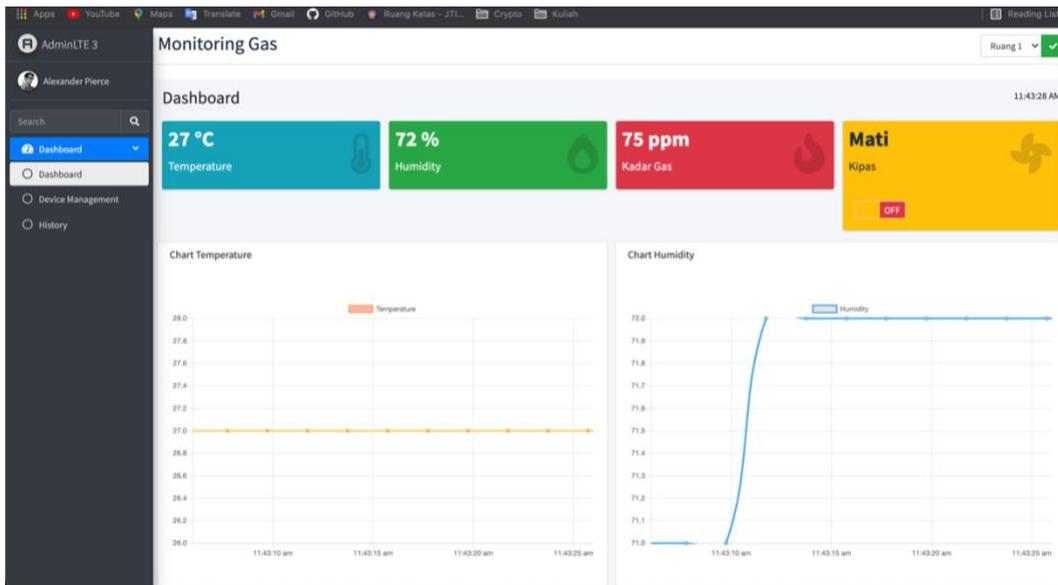


			id	id_perangkat	temperature	humidity	mq
<input type="checkbox"/>			1253	7C:9E:BD:F5:56:30	27	71	642
<input type="checkbox"/>			1254	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	617
<input type="checkbox"/>			1255	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	635
<input type="checkbox"/>			1256	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	621
<input type="checkbox"/>			1257	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	621
<input type="checkbox"/>			1258	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	702
<input type="checkbox"/>			1259	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	752
<input type="checkbox"/>			1260	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	743
<input type="checkbox"/>			1261	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	711
<input type="checkbox"/>			1262	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	711

Gambar 6. 1 Pengujian database

6.1.2 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 ESP 32. Data tersebut meliputi data sensor dan status kondisi output. Selain menampilkan output pada website diharapkan dapat melakukan kontrol dari aktuator sistem seperti menyalakan kipas dan buzzer. 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 temperature dan Kadar Gas yang dibaca oleh sensor DHT22 dan MQ-2 yang ditampilkan pada website monitoring.

Tabel 6. 1 Tabel Pengujian Data Website

No.	ESP 32		Website		Sesuai	
	Suhu Ruangan	MQ-2	Suhu Ruangan	MQ-2	Ya	Tidak
1	28	60	28	60	✓	
2	24	90	24	90	✓	
3	31	70	31	70	✓	
4	29	190	29	190	✓	
5	29	200	29	200	✓	
6	31	400	31	400	✓	
7	24	187	24	187	✓	
8	27	250	27	250	✓	
9	30	77	30	77	✓	
10	25	120	25	120	✓	

6.1.3 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 ESP 32. Hasil pengujian respon sistem fuzzy sugeno disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 6. 2 Hasil Pengujian Respon Sistem

No.	DHT 22	MQ-2	Defuzzifikasi		Kondisi	Output	
			Manual	Sistem		Kipas	Buzzer
1	18	94	0	0	Dingin AND Amann	Pelan	Mati
2	19	170	1	1	Dingin AND Bahaya	Cepat	Hidup
3	25	80	0	0	Normal AND Aman	Sedang	Mati
4	26	291	1	1	Normal AND Bahaya	Cepat	Hidup
5	29	100	1	0	Panas AND Aman	Cepat	Mati
6	33	400	1	1	Panas AND Bahaya	Cepat	Hidup

6.1.4 Hasil Pengujian Jarak

Berdasarkan hasil pengujian jarak, yaitu dengan cara melakukan uji antara sensor MQ-2 dan jarak sumber gas 2 cm – 30 cm maka hasil yang di dapat yaitu semakin jauh sumber gas, maka sensitifitas sensor MQ-2 akan berkurang dan waktu yang dibutuhkan untuk mendeteksi kebocoran gas semakin lama. Hasil pengujian jarak disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 6. 3 Hasil Pengujian Jarak

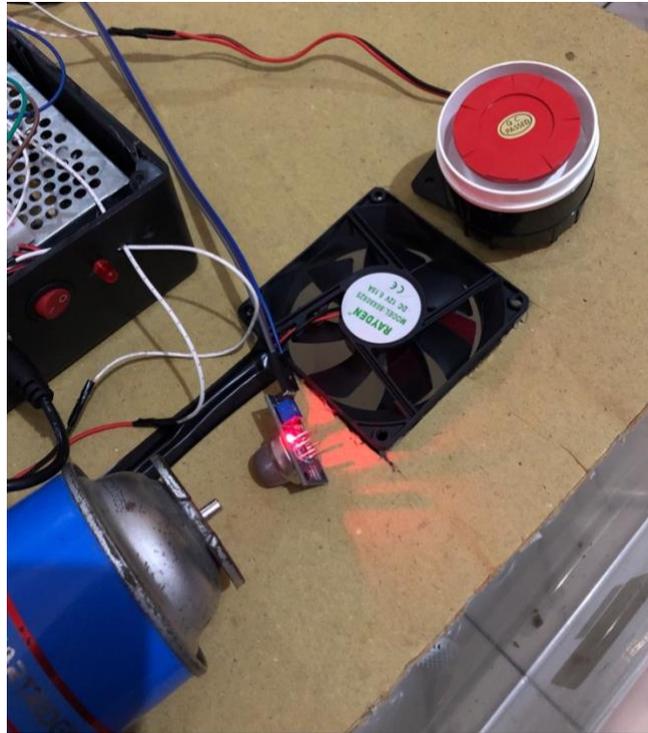
No	Jarak	Kadar Gas Ppm	Waktu	Hasil
1	2 Cm	200	20 Detik	Terdeteksi
2	4 Cm	130	30 Detik	Terdeteksi
3	6 Cm	120	35 Detik	Terdeteksi
4	8 Cm	100	40 Detik	Terdeteksi
5	10 Cm	70	50 Detik	Terdeteksi
6	12 Cm	140	63 Detik	Terdeteksi
7	14 Cm	80	64 Detik	Terdeteksi
8	16 Cm	80	65 Detik	Terdeteksi
9	18 Cm	60	66 Detik	Terdeteksi
10	20 Cm	50	67 Detik	Terdeteksi
11	22 Cm	30	70 Detik	Terdeteksi
12	24 Cm	0	-	Tidak Terdeteksi
13	26 Cm	0	-	Tidak Terdeteksi
14	28 Cm	0	-	Tidak Terdeteksi
15	30 Cm	0	-	Tidak Terdeteksi

6.1.5 Hasil Pengujian Aktuator

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 Gas Aman

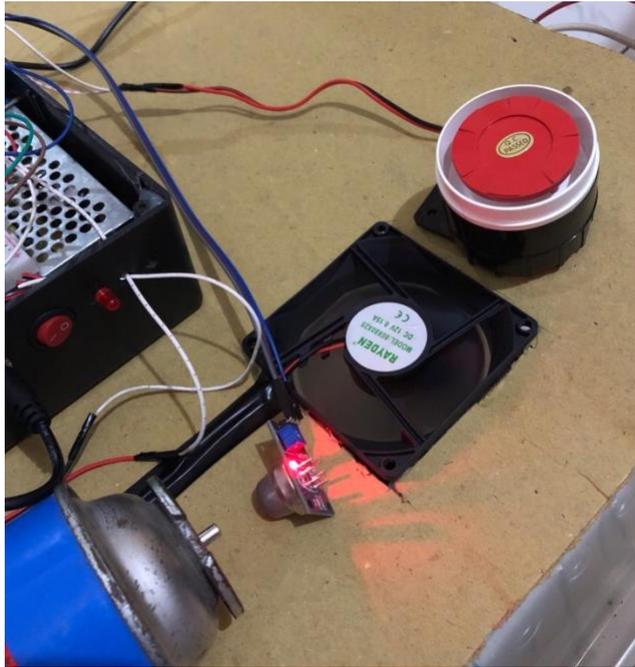
Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur bernilai dingin di bawah 20 C dan Kadar Gas bernilai di bawah 150ppm. Ketika kondisi bernilai dingin dan gas aman, maka buzzer mati dan kecepatan kipas pelan. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan aman :



Gambar 6. 3 Kondisi Dingin dan Aman

2. Kondisi Sensor Suhu Dingin dan Gas Bahaya

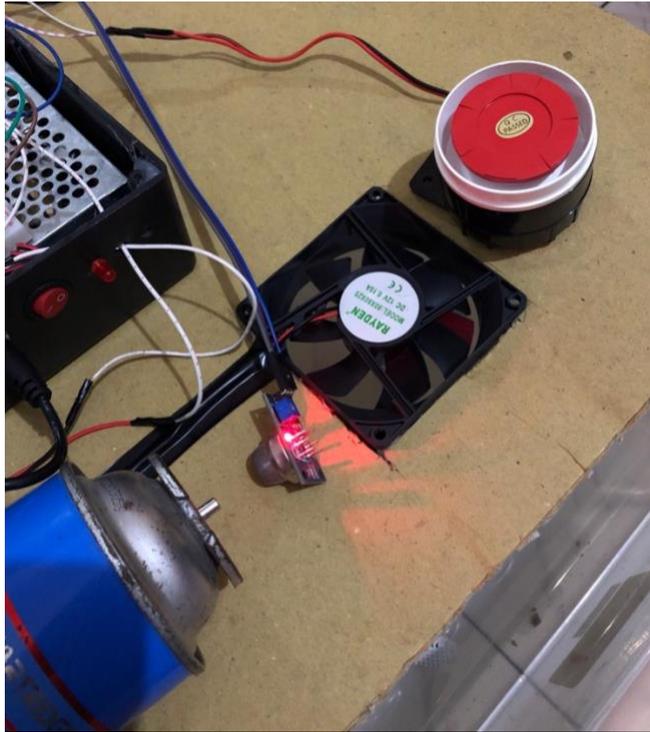
Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur bernilai dingin di bawah 20 C dan Kadar Gas bernilai di atas 150ppm. Ketika kondisi bernilai dingin dan gas bahaya, maka buzzer hidup dan kecepatan kipas cepat. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan Bahaya :



Gambar 6. 4 Kondisi Dingin Dan Bahaya

3. Kondisi Sensor Suhu Normal dan Gas Aman

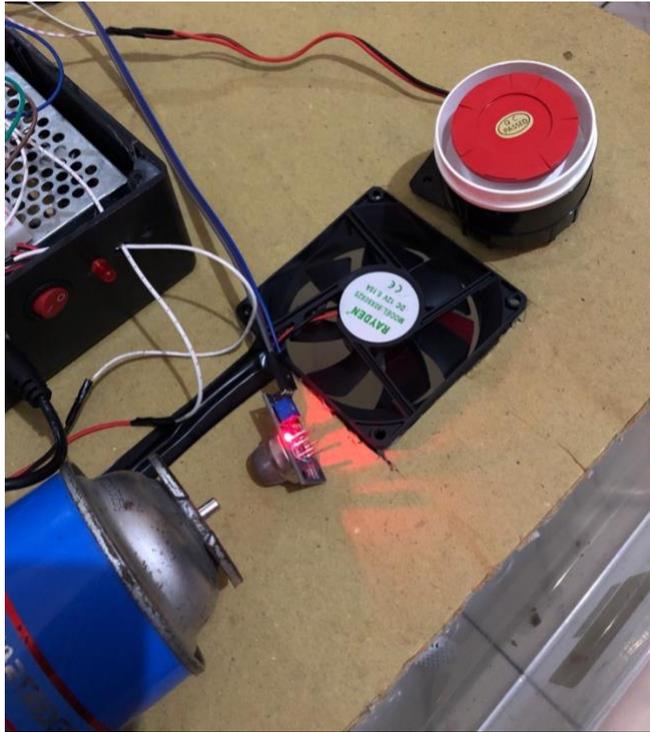
Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur bernilai normal di antara 20 C – 30 C dan Kadar Gas bernilai di bawah 150ppm. Ketika kondisi bernilai normal dan gas aman, buzzer mati dan kecepatan kipas sedang. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi normal dan aman :



Gambar 6. 5 Kondisi Normal dan Aman

4. Kondisi Sensor Suhu Normal dan Gas Bahaya

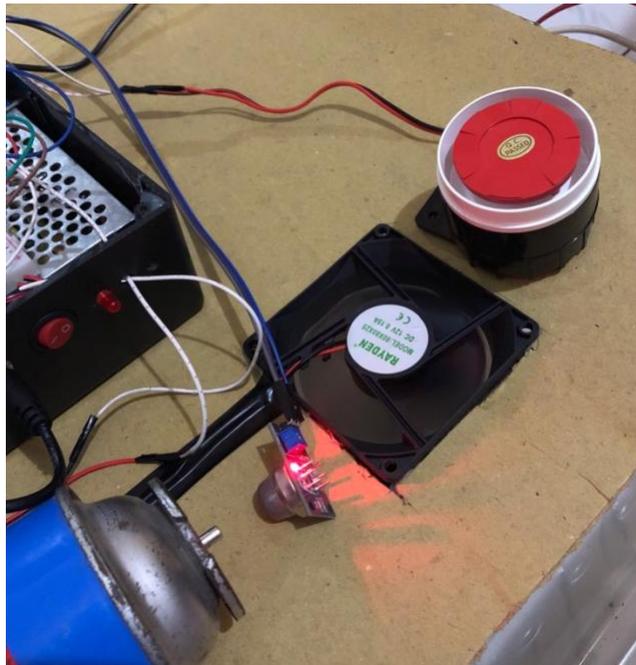
Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur bernilai normal di antara 20 C – 30 C dan Kadar Gas bernilai di atas 150ppm. Ketika kondisi bernilai normal dan gas bahaya, buzzer hidup dan kecepatan kipas Cepat. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi normal dan aman :



Gambar 6. 6 Kondisi Normal dan Bahaya

5. Kondisi Sensor Suhu Panas dan Gas Aman

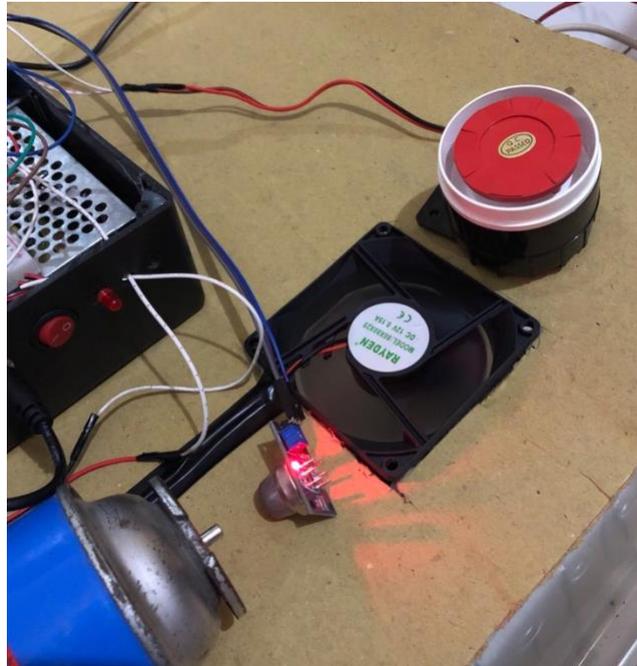
Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur bernilai panas di antara 20 C – 30 C dan Kadar Gas bernilai di bawah 150ppm. Ketika kondisi bernilai panas dan gas aman, buzzer mati dan kecepatan kipas cepat. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi panas dan ama :



Gambar 6. 7 Kondisi Panas dan Aman

6. Kondisi Sensor Suhu Panas dan Gas Bahaya

Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur bernilai panas di antara 20 C – 30 C dan Kadar Gas bernilai di atas 150ppm. Ketika kondisi bernilai panas dan gas bahaya, buzzer hidup dan kecepatan kipas cepat. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi panas dan aman :



Gambar 6. 8 Kondisi Panas dan Gas Bahaya

6.1.6 Hasil Pengujian Fungsional

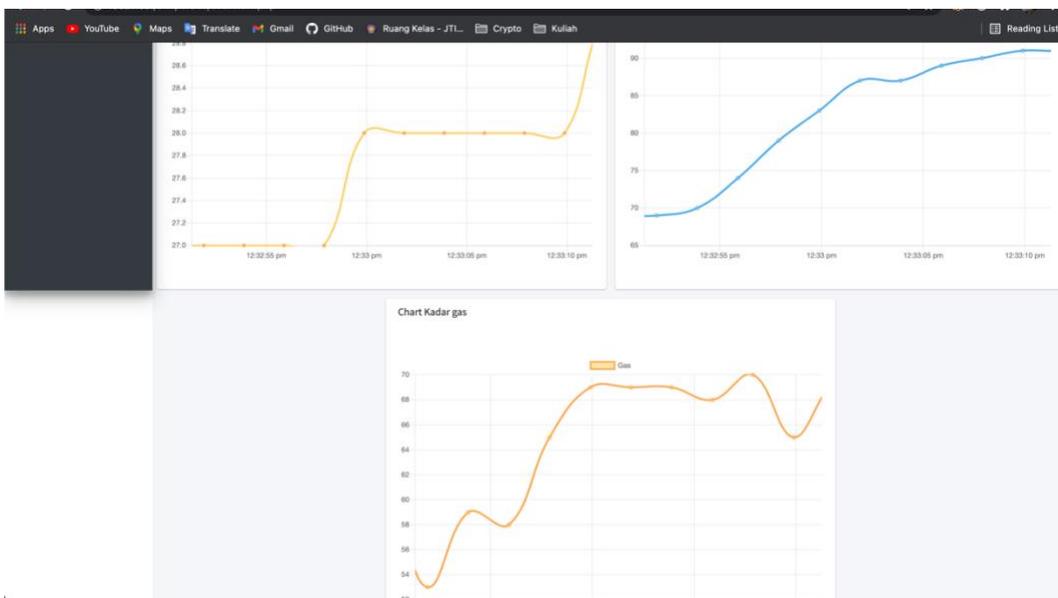
Hasil pengujian fungsional bertujuan untuk menjelaskan lebih detail dari proses pengujian pada fungsional dan mengetahui jika sistem berjalan sesuai yang sudah direncanakan sebelumnya. Berikut merupakan hasil pengujian fungsional dipaparkan dalam bentuk gambar.

1. Menampilkan data sensor DHT22 dan MQ-2

```
Message Arrived : 69
Humidity: 69
gas/iot/mq 60.70
Message Arrived : 60.70
mq2: 60
nodemcu/kipas 0
nodemcu/buzzer 0
gas/iot/mac 7C:9E:BD:F5:56:30
```

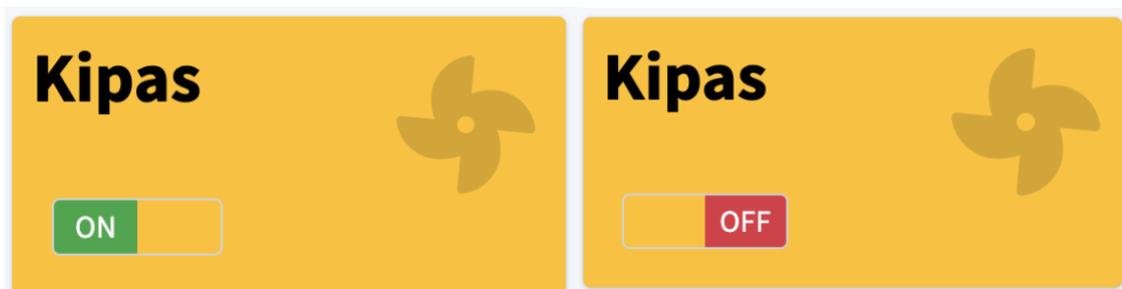
Gambar 6. 9 Data Sensor Dari Web

2. Menampilkan data Realtime Sensor di Chart



Gambar 6. 10 Tampilan Chart Realtime Monitoring

3. Menyalakan Manual Actuator



Gambar 6. 11 Manual Control Actuator

4. Melakukan Insert ke Database

			id	id_perangkat	temperature	humidity	mq	
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1253	7C:9E:BD:F5:56:30	27	71	642
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1254	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	617
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1255	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	635
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1256	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	621
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1257	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	621
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1258	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	702
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1259	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	752
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1260	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	743
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1261	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	711
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1262	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	711

Gambar 6. 12 Data Yang Tersimpan di Database

6.1.7 Hasil Pengujian Notifikasi

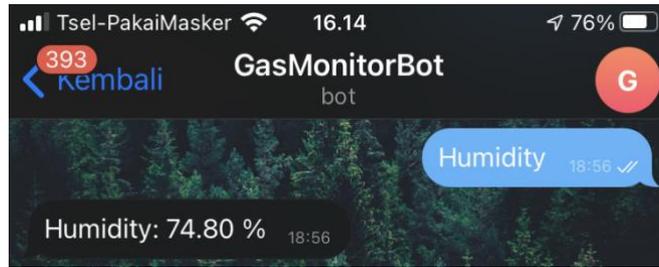
Hasil pengujian Notifikasi bertujuan untuk menjelaskan lebih detail dari proses pengujian pada notifikasi Telegram dan mengetahui jika notifikasi berjalan sesuai yang sudah direncanakan sebelumnya. Berikut merupakan hasil pengujian notifikasi dipaparkan dalam bentuk gambar.

1. Menampilkan Suhu Ruangan melalui Telegram



Gambar 6. 13 Suhu Ruangan melalui Telegram

2. Menampilkan Kelembaban Ruang melalui Telegram



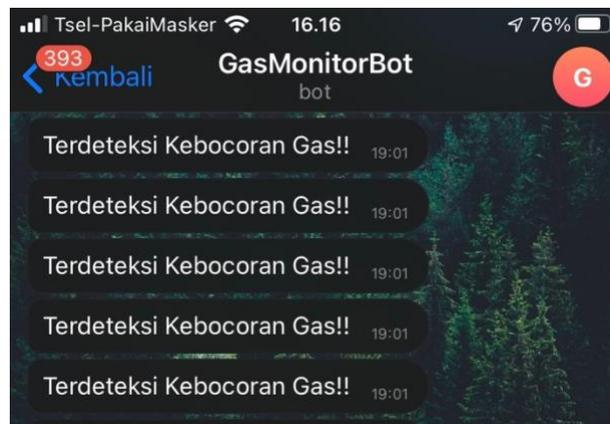
Gambar 6. 14 Kelembaban Ruang melalui Telegram

3. Menampilkan Kadar Gas melalui Telegram



Gambar 6. 15 Kadar Gas Ruang melalui Telegram

4. Menampilkan Notifikasi Bahaya



Gambar 6. 16 Notifikasi Bahaya

4.2. 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 DHT22 dan MQ-2

Dari beberapa percobaan untuk percobaan sensor, hasilnya akurat dan sensor dengan normal. sensor bisa terbaca melalui website dan menampilkan hasil value yang sudah terbaca.

Tabel 6. 4 Tabel Pengujian Actuator

Relay Manual Web	Status Actuator
DHT 22	Berjalan Normal
MQ-2	Berjalan Normal

6.2.2 Pembahasan Manual Aktuator

Dari beberapa percobaan untuk percobaan manual control. Hasilnya akurat dan alat berjalan dengan normal, Kipas dan Buzzer dapat berfungsi dengan melakukan control relay melalui website.

Tabel 6. 5 Tabel Pengujian Actuator

Relay Manual Web	Status Actuator
Kipas	Berjalan Normal
Buzzer	Berjalan Normal

6.2.3 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 sensor membaca situasi ruangan dan mengirimnya ke dalam database.

		id	id_perangkat	temperature	humidity	mq
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1253	7C:9E:BD:F5:56:30	27	71	642
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1254	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	617
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1255	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	635
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1256	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	621
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1257	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	621
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1258	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	702
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1259	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	752
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1260	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	743
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1261	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	711
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1262	7C:9E:BD:F5:56:30	27	72	711

Gambar 6. 17 Data Masuk Dalam Database

6.2.4 Pembahasan Hasil Pengujian Website Monitoring

Hasil pengujian website yang telah dilakukan menunjukkan bahwa 6 kali percobaan membandingkan antara pembacaan Suhu tuangan dan kadar gas oleh sensor dan data yang ditampilkan pada website menunjukkan value yang sama. Hasil dari pengujian nilai akurasi adalah sebagai berikut :

Tabel 6. 6 Tabel Akurasi Data Terbaca

Jumlah Pengujian	6
Nilai Data Sesuai	6
Nilai Data Tak Sesuai	0
Tingkat Akurasi Data Ditampilkan	100%

6.2.5 Pembahasan Hasil Pengujian Metode Fuzzy Sugeno

Pengujian yang dilakukan dengan simulasi beberapa data sensor yang terbaca di web melalui ESP 32. Berdasarkan melihat dari 6 kali pengujian dan menandai 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 melalui perhitungan excel maupun perhitungan sistem menghasilkan nilai yang sama tanpa selisih. Hasil dari pengujian nilai akurasi metode Fuzzy Sugeno adalah sebagai berikut :

Jumlah Pengujian	6
Nilai Data Sesuai	6

Nilai Data Tak Sesuai	0
Tingkat Akurasi Data Ditampilkan	100%

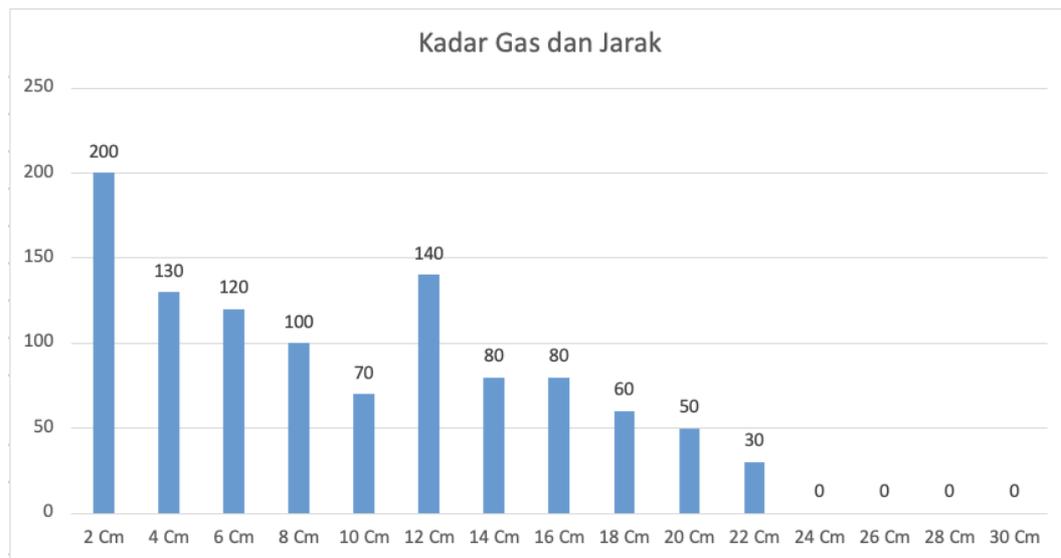
Perhitungan dari defuzzifikasi menghasilkan beberapa nilai output yang sama namun memiliki kondisi suhu dan kadar gas yang berbeda karena nilai kondisi tersebut masih dalam rentang nilai himpunan yang telah ditentukan.

Tabel perbandingan hasil defuzzifikasi perhitungan excel dan sistem adalah sebagai berikut :

Tabel 6. 7 Perbandingan nilai hasil defuzzifikasi

No	Kondisi	Defuzzifikasi Kipas		Defuzzifikasi buzzer	
		Excel	Sistem	Excel	Sistem
1.	Dingin AND Aman	1	1	0	0
2.	Dingin AND Bahaya	3	3	1	1
3.	Normal AND Aman	2	2	0	0
4.	Normal AND Bahaya	3	3	1	1
5.	Panas AND Aman	3	3	0	0
6.	Panas AND Bahaya	3	3	1	1

6.2.6 Pembahasan Hasil Pengujian Jarak



Gambar 6. 18 Gambar grafik pengujian jarak

Berdasarkan gambar grafik 6. 14 adalah hasil dari pengujian deteksi dengan menggunakan sensor gas yang menggunakan perhitungan waktu manual menggunakan stopwatch dengan jarak 2 cm sampai 30 cm, selanjutnya dapat dilihat jarak yang terdeteksi oleh sensor gas hanya sampai 15 cm dikatakan berhasil terdeteksi dengan waktu paling cepat untuk menyalakan kipas dan buzzer selama 20 detik sampai 80 detik tergantung dari jarak sensor yang dilakukan, sehingga jika sensor telah terdeteksi dan buzzer berbunyi maka kipas akan menyala secara otomatis. sedangkan untuk jarak 22 cm sampai 30 cm tidak berhasil terdeteksi dengan sempurna karena jarak sensor dengan sumber gas yang bocor sangat jauh sehingga membuat sensor gas yang mendeteksi gas bocor tersebut tidak berhasil mendeteksi tabung gas yang bocor dan tidak berhasil menyalakan kipas dan buzzer. Untuk itu maka sensor harus dipasangkan dekat dengan tabung gas agar lebih tepat dan cepat mendeteksi adanya kebocoran pada gas.

Setelah memperoleh hasil pengujian dari sistem untuk mendeteksi kebocoran pada tabung gas, selanjutnya untuk mencari nilai rata-rata dari semua hasil pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$G = \frac{\text{Hasil Sistem Yang Terdeteksi}}{\text{Jumlah Pengujian Sistem Kebocoran Tabung Gas}} \times 100\%$$

$$G = \frac{11}{15} \times 100 \%$$

$$G = 73 \%$$

Maka dari itu sistem akan bisa berjalan untuk mendeteksi kebocoran gas dengan menggunakan sensor gas, serta hasil didapatkan dari pengujian sistem pendeteksi kebocoran pada tabung gas sebesar 73%.

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 kipas dan buzzer. Hasil pengujian respon sistem disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 6. 8 Perbandingan output kondisi

No.	Kondisi	Output yang diharapkan		Output Sistem	
		Kipas	Buzzer	Kipas	Buzzer
1.	Dingin AND Amann	Pelan	Mati	Pelan	Mati
2.	Dingin AND Bahaya	Cepat	Hidup	Cepat	Hidup
3.	Normal AND Aman	Sedang	Mati	Sedang	Mati
4.	Normal AND Bahaya	Cepat	Hidup	Cepat	Hidup
5.	Panas AND Aman	Cepat	Mati	Cepat	Mati
6.	Panas AND Bahaya	Cepat	Hidup	Cepat	Hidup

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

6.2.8 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 box. Kemudian implementasi untuk Protokol MQTT dalam proses pengiriman data antara ESP32 ke Websiter berrhasil dilakukan dan live chart sudah bisa ditampilkan dalam website monitoring. Selain itu dilakukannya hosting website sehingga bisa memantau kondisi kualitas air pada prototype box.

6.2.9 Pembahasan Hasil Pengujian Notifikasi

Hasil pengujian notifikasi menunjukkan bahwa ESP 32 mampu mengirimkan value yang di deteksi sensor melalui Bot telegram dengan baik tanpa adanya error dan sudah sesuai dengan rules yang berlaku. Hal ini telah dibuktikan dengan pengujian setiap kondisi yang sudah diimplementasikan pada sistem. Hasil pengujian notifikasi disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 6. 9 Hasil Pengujian Notifikasi

No.	pengujian	Output yang diharapkan	Output Telegram
1.	Bot suhu	Telegram Menampilkan Suhu	Telegram Menampilkan Suhu
2.	Bot kelembaban	Telegram Menampilkan kelembaban	Telegram Menampilkan kelembaban
3.	Bot Kadar gas	Telegram Menampilkan Kadar Gas	Telegram Menampilkan Kadar Gas
4.	Bot Notifikasi bahaya	Telegram Mengirim. Notifikasi bahaya	Telegram Mengirim. Notifikasi bahaya