

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 Sensor Suhu dan Kelembapan DHT11

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 7 kali percobaan, sehingga menghasilkan perbandingan sebagai berikut :

Tabel 6.1.1 Hasil Pengujian Sensor suhu

No.	Pembacaan Sensor DHT11(°C)	Pembacaan Termometer(°C)	Hasil Perhitungan MAPE (%)
1.	26	25.8	0.5
2.	26	26.7	0.7
3.	27	26.9	0.1
4.	27	27.3	0.3
5.	27	27.5	0.5
6.	28	27.9	0.1
7.	28	28.6	0.6
	Rata-rata		0.4

Perbandingan hasil dari pengujian tabel diatas dilakukan untuk melihat akuisisi data sensor temperatur DHT11 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 :

$$MAPE = \frac{\left(\frac{X_t - F_t}{X_t}\right) \times 100\%}{n} \quad (6.1)$$

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 DHT22 dan termometer digital adalah 0,4% dari 7 kali pengujian. Hasil dari pengukuran termometer digital menunjukkan selisih data temperatur lebih besar. Jangkuan sensor dht11 mempunyai jangkuan sampai 1 meter dalam ruangan tertutup (Jaakkola, 2009).

Tabel 6.1.2 Spesifikasi Sensor DHT11

Tegangan listrik	3V-5V
Maksimum Operasi	2.5mA max
Kisaran Kelembaban	20-80% / 5%
Rentang Suhu	0-50 °C / ± 2 °C
Sampling Rate	1 Hz (membaca setiap detik)

6.1.2 Hasil Pengujian Sensor Cahaya BH1750

Hasil pengujian pada sensor Cahaya dibandingkan dengan Lux Meter dimana kondisi yang dipakai menggunakan cahaya ruang yang bernilai lebih dari 10 Lux. Pengujian dilakukan dengan memaparkan sensor ke arah cahaya untuk menangkap kondisi cahaya, sehingga menghasilkan perbandingan sebagai berikut :

Tabel 6.1.3 Hasil Pengujian Sensor Cahaya

No.	Kondisi Cahaya	Pembacaan LUX Meter	Pembacaan Output Sensor BH1750	Hasil Perhitungan Mape
1.	Gelap dalam ruangan	0.0	0.0	0.0
2.	Terang dalam ruangan	40.0	41.67	1.67
		Rata-rata		0.83

Perbandingan hasil dari pengujian tabel diatas dilakukan untuk melihat akuisisi data sensor cahaya BH1750 sehingga dapat mengetahui persentase error dari sensor apabila dibandingkan dengan hasil pengukuran Lux meter digital yang menunjukkan selisih data intensitas cahaya 0,83%, lebih besar dibandingkan sensor cahaya BH1750.

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 DHT11 dan sensor BH1750. Kemudian diolah NodeMCU dengan menggunakan metode Fuzzy Sugeno untuk menentukan output yang sesuai untuk kondisi tersebut.

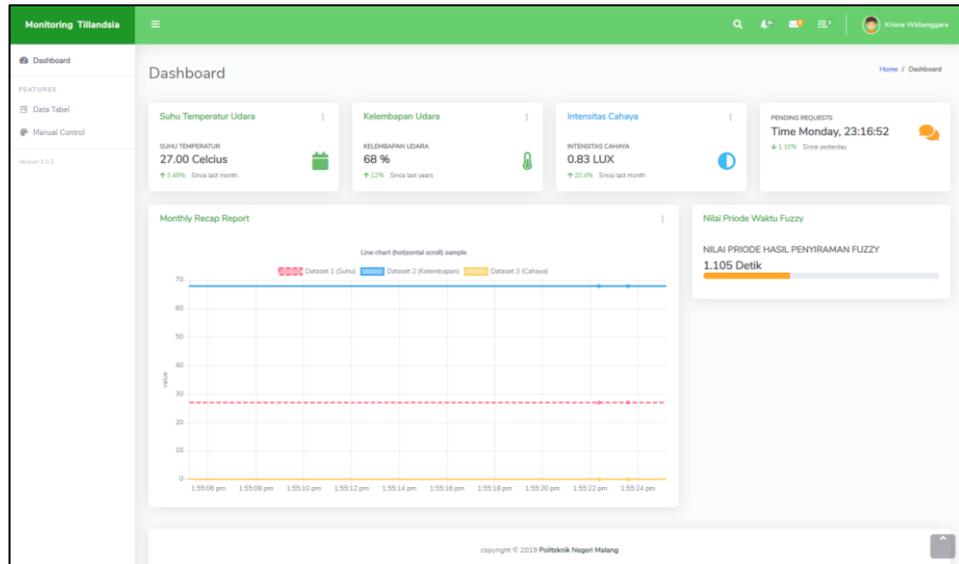
			id_fuzzy	hasil_fuzzy	data_suhu	data_kelembapan	data_cahaya	tanggal_fuzzy	waktu_fuzzy	
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	69	1.00	26.00	78	4.17	2021-6-21	18:28:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	70	1.00	26.00	76	4.17	2021-6-21	18:29:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	71	1.00	28.00	82	4.17	2021-6-21	18:30:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	72	1.00	27.00	81	4.17	2021-6-21	18:31:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	73	1.00	26.00	81	1.67	2021-6-22	14:59:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	74	1.00	26.00	80	1.67	2021-6-22	15:0:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	75	1.00	26.00	80	1.67	2021-6-22	15:1:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	76	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:2:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	77	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:3:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	78	1.00	27.00	79	1.67	2021-6-22	15:4:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	79	1.00	26.00	78	1.67	2021-6-22	15:5:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	80	1.00	26.00	78	1.67	2021-6-22	15:6:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	81	1.00	26.00	78	1.67	2021-6-22	15:7:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	82	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:8:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	83	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:9:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	84	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:10:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	85	1.00	26.00	78	1.67	2021-6-22	15:11:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	86	1.00	26.00	78	1.67	2021-6-22	15:12:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	87	1.00	26.00	78	1.67	2021-6-22	15:13:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	88	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:16:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	89	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:17:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	90	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:18:30
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus	91	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:19:30

Gambar 6.1.1 Hasil Pengujian Input Data

Field 'id_fuzzy' sebagai primary key dengan tipe data int (11) AUTO INCREMENT, field 'data_suhu' untuk menyimpan record data temperatur dengan tipe data float dan field 'data_kelembapan' juga bertipe float untuk menyimpan record kelembapan dan field 'data_cahaya' untuk menyimpan kondisi cahaya. Kemudian field 'shDingin', 'shNormal', 'shPanas' digunakan untuk menyimpan data fungsi keanggotaan status kondisi dari setiap output dengan tipe data float. Sedangkan field 'tanggal_fuzzy' digunakan untuk menyimpan setiap waktu dari data yang masuk ke dalam database.

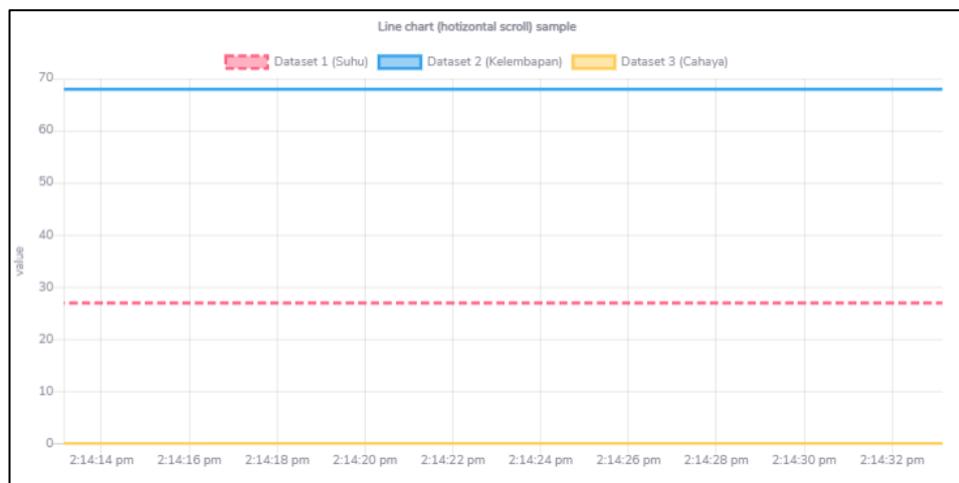
6.1.4 Hasil Pengujian Website Monitoring

Berdasarkan perencanaan dan pengujian yang sudah dilakukan, fungsi utama dari sistem website adalah untuk menampilkan informasi semua data yang telah diolah oleh NodeMCU. Data tersebut meliputi data sensor dan status kondisi output. Selain menampilkan output pada website diharapkan dapat melakukan kontrol dari aktuator sistem seperti menyalakan menyalakan pompa air dan kontrol lampu. Hasilnya berjalan sesuai rencana sehingga penyajian informasi dapat ditampilkan secara akurat dan tepat.



Gambar 6.1.2 Akses Website Monitoring Tanaman Tillandsia

Akses pada website dapat dibuka dengan alamat website <http://simco.rf.gd/> dan harus terkoneksi dengan internet. Berikut merupakan gambar dan tabel perbandingan data suhu, kelembapan, dan cahaya yang dibaca oleh sensor dengan data yang ditampilkan pada website monitoring.



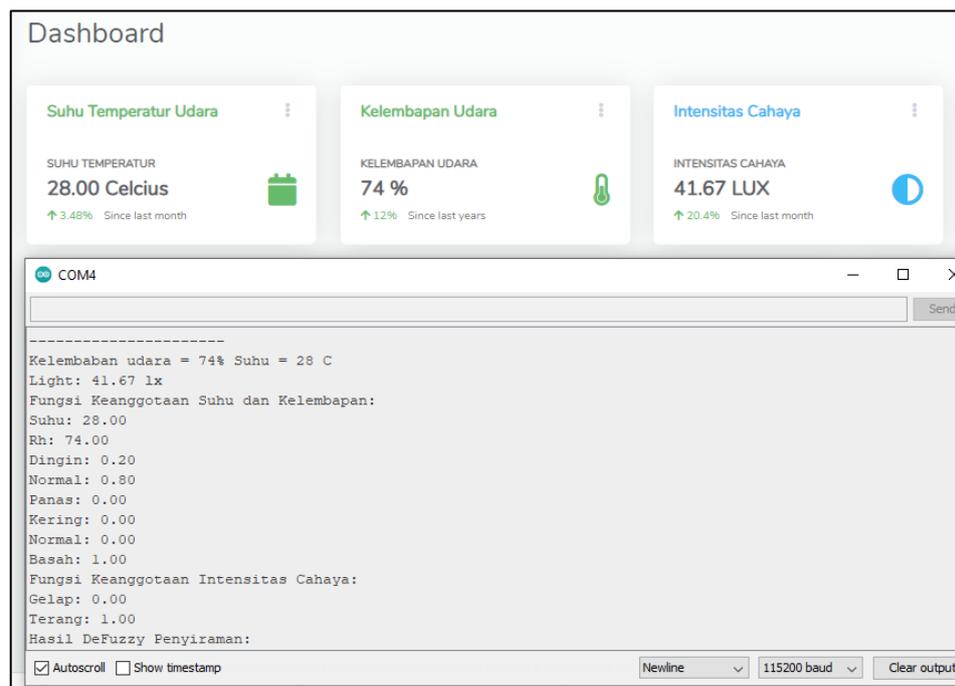
Gambar 6.1.3 Visualisasi data realtime

NodeMCU mengambil data sensor suhu, kelembapan, cahaya yang datanya dikirim secara realtime setiap satu menit ke dalam database lalu website monitoring akan merepresentasikan dalam bentuk *chart*.

Tabel 6.1.4 Pengujian Website Monitoring Tanaman

No.	NodeMCU	Website	Hasil Pengujian

1.	Suhu	Kelembapan	Suhu	Kelembapan	Sesuai	Tidak Sesuai
2.	26	71	26	71	✓	
3.	26	71	26	71	✓	
4.	27	70	27	70	✓	
5.	27	70	27	70	✓	
6.	28	69	28	69	✓	
7.	28	69	28	69	✓	



Gambar 6.1.4 Hasil Pengujian Website dengan serial monitor

6.1.5 Hasil Pengujian Metode *Fuzzy*

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 tolak 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 6.1.5 Hasil Pengujian Metode Fuzzy

No.	Suhu	Kelembapan	Cahaya	Deffuzifikasi		Output	
				Lampu	Pompa	Pompa Air	Lampu
1.	25	73	5.41	1.0	1.0	1	Nyala
2.	23	73	30.32	0.5	1.0	1	Mati
3.	30	55	5.41	0.9	1.08	1	Nyala
4.	31	54	36.32	0.0	2.12	2	Mati
5.	41	40	5.41	0.9	3.0	3	Nyala
6.	41	40	33.32	0	3.0	3	Mati

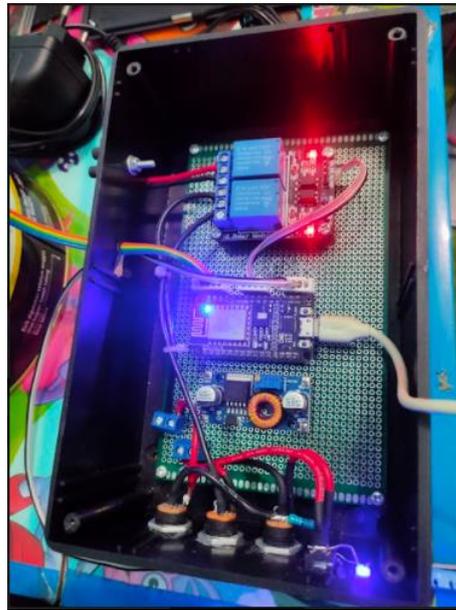
6.1.6 Hasil Pengujian Aktuator

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 protoype. 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 pada beberapa bahasan berikut.

6.1.6.1 Kondisi Dingin, Basah dan Gelap

Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur suhu bernilai dingin di bawah 25 °C, kelembapan bernilai di atas 70%, intensitas cahaya dibawah 5 Lux. Ketika kondisi bernilai dingin, basah dan gelap, maka pompa air menyala selama 1

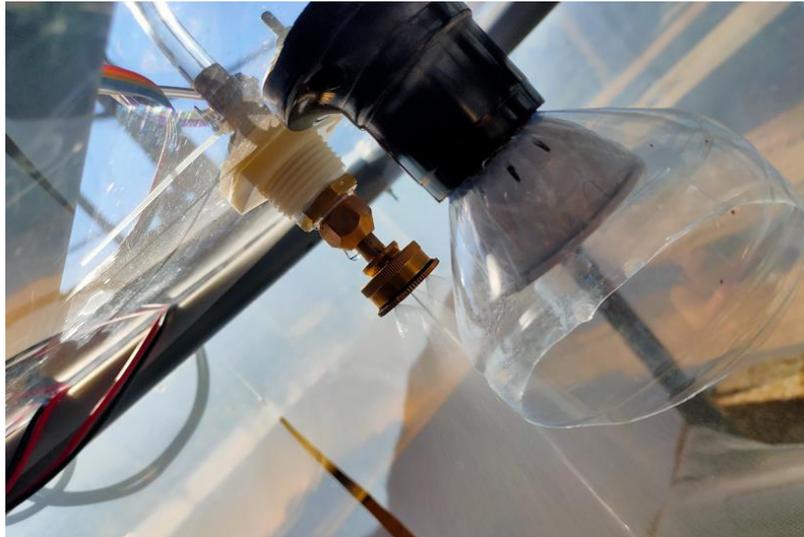
detik, dan lampu dalam kondisi menyala. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan rendah :



Gambar 6.1.5 Kondisi Dingin, Basah, dan Gelap



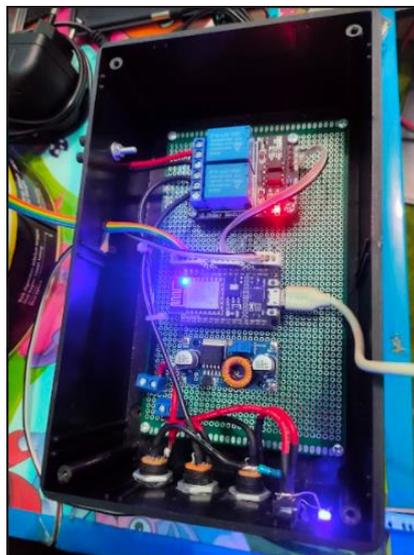
Gambar 6.1.6 Aktuator Lampu Kondisi Dingin, Basah, dan Gelap



Gambar 6.1.7 Aktuator Pompa Kondisi Dingin, Basah, dan Gelap

6.1.6.2 Kondisi Normal, Basah dan Terang

Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur suhu bernilai dingin di bawah 30°C , kelembapan bernilai di atas 70%, intensitas cahaya diatas 10 Lux. Ketika kondisi bernilai Normal, Basah, Terang, maka pompa air menyala selama 1 detik, dan lampu dalam kondisi menyala. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan rendah :



Gambar 6.1.8 Kondisi normal, basah, dan terang



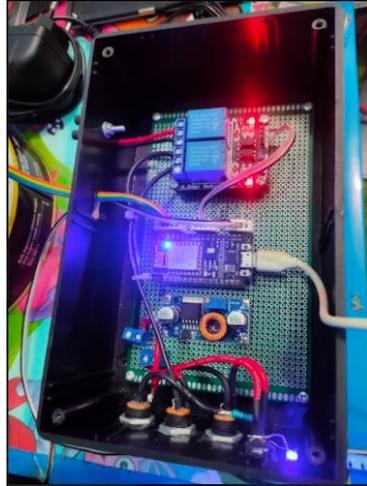
Gambar 6.1.9 Kondisi aktuator lampu pada kondisi dingin, basah, dan terang



Gambar 6.1.10 Kondisi aktuator pompa air pada kondisi dingin, basah, dan terang

6.1.6.3 Kondisi Panas, Normal dan Gelap

Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur suhu bernilai panas di atas 30°C , kelembapan bernilai 50%, intensitas cahaya dibawah 5 Lux. Ketika kondisi bernilai panas, normal dan gelap, maka pompa air menyala selama 2 detik, dan lampu dalam kondisi menyala. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan rendah :



Gambar 6.1.11 Kondisi panas, normal, dan gelap



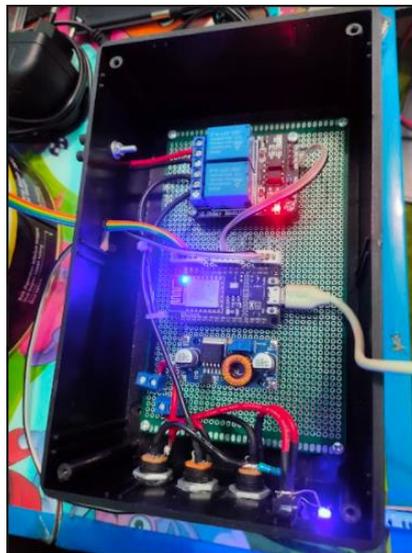
Gambar 6.1.12 Kondisi aktuator lampu pada kondisi dingin, basah, dan gelap



Gambar 6.1.13 Kondisi aktuator pompa pada kondisi dingin, basah, dan gelap

6.1.6.4 Kondisi Panas, Normal dan Terang

Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur suhu bernilai panas di atas 30°C , kelembapan bernilai 50%, intensitas cahaya diatas 10 Lux. Ketika kondisi bernilai panas, normal, dan terang, maka pompa air menyala selama 2 detik, dan lampu dalam kondisi menyala. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan rendah :



Gambar 6.1.14 Kondisi Panas, Normal, Terang



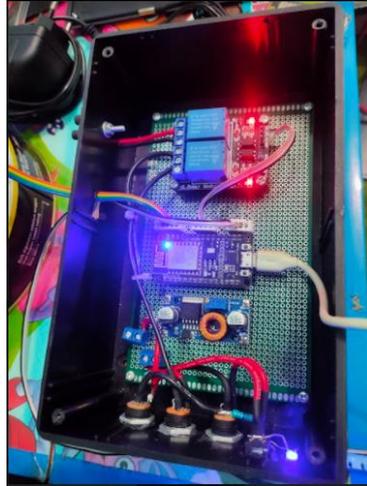
Gambar 6.1.15 aktuator lampu pada kondisi panas, normal, terang



Gambar 6.1.16 aktuator pompa pada kondisi Panas, Normal, Terang

6.1.6.5 Kondisi Panas, Kering dan Gelap

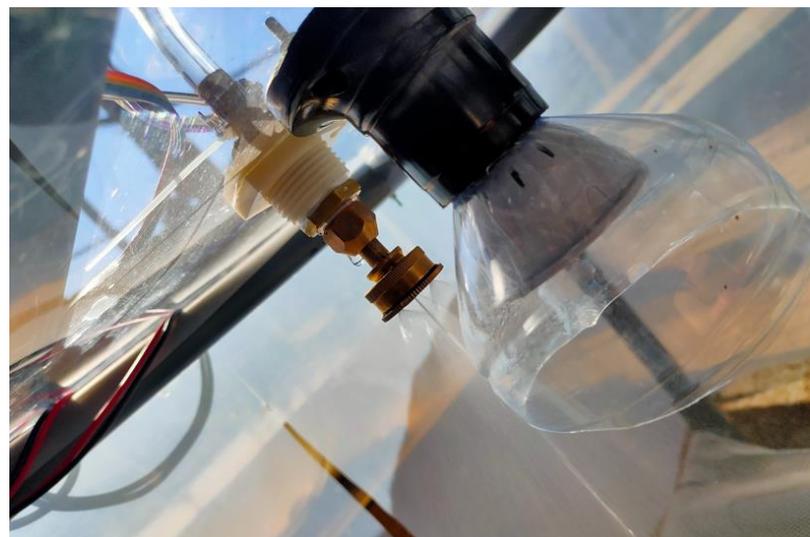
Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur suhu bernilai panas di atas 30°C , kelembapan bernilai di bawah 40%, intensitas cahaya dibawah 5 Lux. Ketika kondisi bernilai panas, kering dan gelap, maka pompa air menyala selama 3 detik, dan lampu dalam kondisi menyala. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan rendah :



Gambar 6.1.17 Kondisi panas, kering, gelap



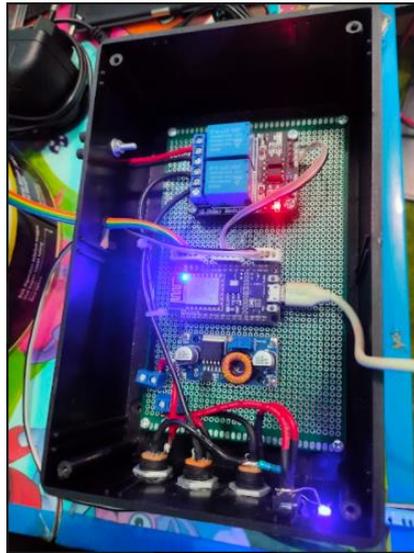
Gambar 6.1.18 aktuator lampu pada kondisi panas, kering, gelap



Gambar 6.1.19 aktuator pompa pada kondisi panas, kering, gelap

6.1.6.6 Kondisi Panas, Kering dan Terang

Pada kondisi ini merupakan kondisi dimana temperatur suhu bernilai panas di atas 30 °C, kelembapan bernilai di bawah 40%, intensitas cahaya diatas 10 Lux. Ketika kondisi bernilai dingin, basah dan gelap, maka pompa air menyala selama 3 detik, dan lampu dalam kondisi menyala. Berikut merupakan gambar rangkaian ketika status dengan kondisi dingin dan rendah :



Gambar 6.1.20 Kondisi Panas, Kering dan Terang



Gambar 6.1.21 Aktuator lampu Kondisi Panas, Kering dan Terang



Gambar 6.1.22 Aktuator pompa Kondisi Panas, Kering dan Terang

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 suhu, kelembapan, dan cahaya melalui *serial monitor* NodeMCU ESP8266.

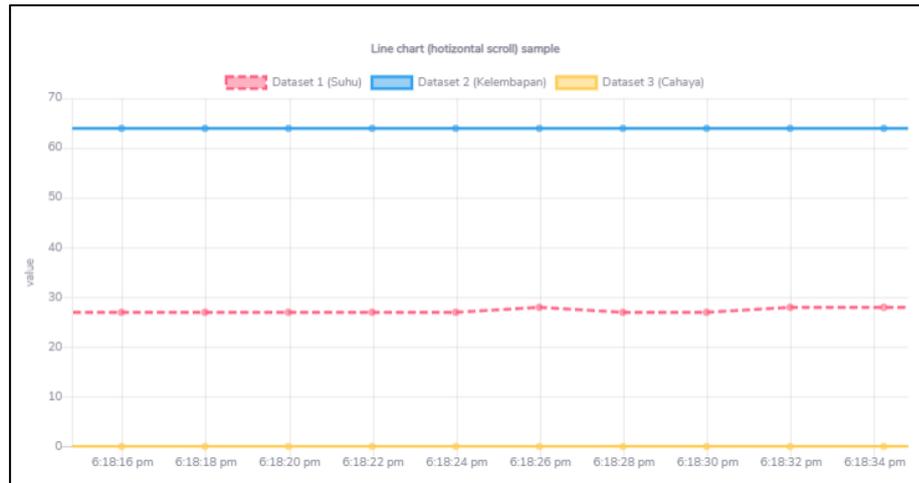
```
Current date: 2021-7-20
-----
Kelembaban udara = 64% Suhu = 27 C
Light: 0.00 lx
Fungsi Keanggotaan Suhu dan Kelembapan:
```

Gambar 6.1.23 Data yang ditampilkan pada serial monitor

2. Menampilkan data sensor suhu, kelembapan, dan cahaya pada website monitoring secara realtime



Gambar 6.1.24 Tampilan kondisi dari masing-masing input sensor

Gambar 6.1.25 Grafik *realtime*

3. Melakukan *Insert* ke dalam Database

	id_fuzzy	hasil_fuzzy	data_suhu	data_kelembapan	data_cahaya	tanggal_fuzzy	waktu_fuzzy	fk_shDingin	fk_shNormal	fk_shPanas	fk_rhKering	fk_rhNormal	fk_rhBasah
<input type="checkbox"/>	69	1.00	26.00	78	4.17	2021-6-21	18:28:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	70	1.00	26.00	76	4.17	2021-6-21	18:29:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	71	1.00	28.00	82	4.17	2021-6-21	18:30:30	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	72	1.00	27.00	81	4.17	2021-6-21	18:31:30	0.30	0.70	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	73	1.00	26.00	81	1.87	2021-6-22	14:59:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	74	1.00	26.00	80	1.87	2021-6-22	15:03:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	75	1.00	26.00	80	1.87	2021-6-22	15:13:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	76	1.00	26.00	79	1.87	2021-6-22	15:23:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	77	1.00	26.00	79	1.87	2021-6-22	15:33:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	78	1.00	27.00	79	1.87	2021-6-22	15:43:30	0.30	0.70	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	79	1.00	26.00	78	1.87	2021-6-22	15:53:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	80	1.00	26.00	78	1.87	2021-6-22	15:63:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	81	1.00	26.00	78	1.87	2021-6-22	15:73:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	82	1.00	26.00	79	1.87	2021-6-22	15:83:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	83	1.00	26.00	79	1.87	2021-6-22	15:93:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	84	1.00	26.00	79	1.87	2021-6-22	15:10:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	85	1.00	26.00	78	1.87	2021-6-22	15:11:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	86	1.00	26.00	78	1.87	2021-6-22	15:12:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	87	1.00	26.00	78	1.87	2021-6-22	15:13:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	88	1.00	26.00	79	1.87	2021-6-22	15:16:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	89	1.00	26.00	79	1.87	2021-6-22	15:17:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	90	1.00	26.00	79	1.87	2021-6-22	15:18:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	91	1.00	26.00	79	1.87	2021-6-22	15:19:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00
<input type="checkbox"/>	92	1.00	26.00	79	1.87	2021-6-22	15:20:30	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00

Gambar 6.1.26 Data yang tersimpan pada Database

4. Menyalakan aktuator sesuai kondisi
5. Melakukan manual control



Gambar 6.1.27 Halaman Manual Control

6.1.8 Hasil Pengujian Objek

Pengujian objek dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh sistem terhadap objek yang diteliti. Pengujian dilakukan selama 1 minggu untuk melihat hasil dari perubahan objek tersebut pada pertumbuhan tanaman dan warna pada daun. Pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 6.1.6

Otomasi	
Manual	

Dari hasil pengujian pada objek ditemukan perubahan saat objek mendapatkan suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya yang ideal pada

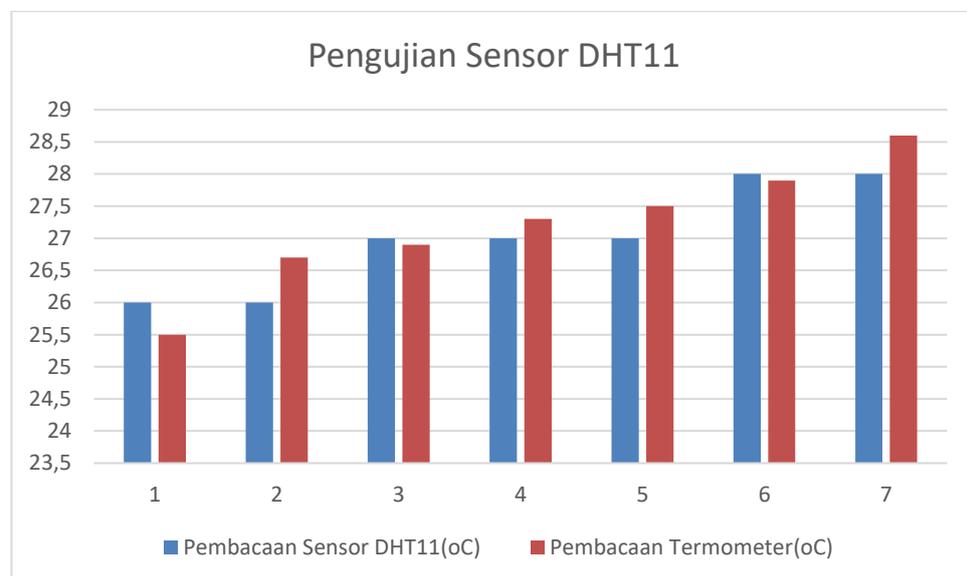
kondisi *greenhousen*, terlihat bahwa pada saat objek mendapatkan kondisi ideal maka perubahan yang terlihat ada pada tanaman hias yang lebih hijau. Untuk kondisi manual dilakukan tanpa menggunakan sinar UV.

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 Temperatur dan Kelembapan

Sensor suhu dan kelembapan DHT11 digunakan untuk memonitoring suhu, dan kelembapan udara dari prototype *greenhouse* telah berfungsi dengan baik, terbukti dari hasil pengujian pada sensor temperatur DHT11 didapatkan tingkat rata-rata eror sebesar 0,4% yang berarti tingkat akurasi pengukuran sensor ketika dibandingkan dengan termometer digital sensor suhu, dan kelembapan DHT11 memiliki akurasi yang cukup. Hasil pengujian ditampilkan pada grafik berikut untuk memudahkan analisa.

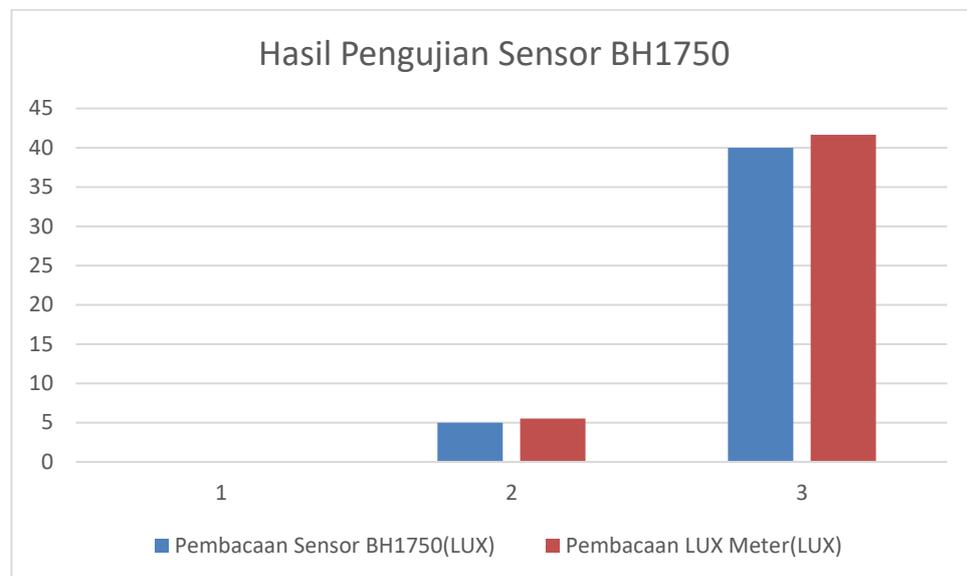


Gambar 6.2.1 Grafik pengujian sensor suhu DHT11

Dari perbandingan nilai suhu, dan kelembapan menggunakan sensor suhu kelembapan DHT11 dan termometer digital dihasilkan 7 kali pengukuran sehingga menghasilkan rata-rata error 0,4%.

6.2.2 Pembahasan Hasil Pengujian Sensor Cahaya

Sensor cahaya BH1750 digunakan untuk menangkap kondisi intensitas cahaya dari prototype *greenhouse* yang telah berfungsi dengan baik, terbukti dari hasil pengujian pada sensor cahaya BH1750 didapatkan tingkat rata-rata eror sebesar 0,83% yang berarti tingkat akurasi pengukuran sensor ketika dibandingkan dengan lux meter digital sensor cahaya, dan cahaya BH1750 memiliki akurasi yang cukup baik. Hasil pengujian ditampilkan pada grafik berikut untuk memudahkan analisa.



Gambar 6.2.2 Grafik pengujian sensor cahaya BH1750

Dari perbandingan nilai intensitas cahaya pada satuan Lux menggunakan sensor cahaya BH1750 dan Lux meter digital dihasilkan rentang nilai paling rendah dan paling tinggi dari pengukuran yaitu sebagai berikut :

Tabel 6.2.1 Hasil perbandingan nilai intensitas cahaya

Pengukuran sensor cahaya	Nilai Terendah Pengujian	Nilai Tertinggi Pengujian
Lux Meter	0	41,7
Sensor BH1750	0	40

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 perhitungan fuzzy sugeno.

	id_fuzzy	hasil_fuzzy	data_suhu	data_kelembapan	data_cahaya	tanggal_fuzzy	waktu_fuzzy
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	70	1.00	26.00	76	4.17	2021-6-21	18:29:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	71	1.00	28.00	82	4.17	2021-6-21	18:30:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	72	1.00	27.00	81	4.17	2021-6-21	18:31:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	73	1.00	26.00	81	1.67	2021-6-22	14:59:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	74	1.00	26.00	80	1.67	2021-6-22	15:0:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	75	1.00	26.00	80	1.67	2021-6-22	15:1:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	76	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:2:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	77	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:3:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	78	1.00	27.00	79	1.67	2021-6-22	15:4:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	79	1.00	26.00	78	1.67	2021-6-22	15:5:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	80	1.00	26.00	78	1.67	2021-6-22	15:6:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	81	1.00	26.00	78	1.67	2021-6-22	15:7:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	82	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:8:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	83	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:9:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	84	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:10:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	85	1.00	26.00	78	1.67	2021-6-22	15:11:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	86	1.00	26.00	78	1.67	2021-6-22	15:12:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	87	1.00	26.00	78	1.67	2021-6-22	15:13:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	88	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:16:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	89	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:17:30
<input type="checkbox"/> Ubah <input type="checkbox"/> Salin <input type="checkbox"/> Hapus	90	1.00	26.00	79	1.67	2021-6-22	15:18:30

Gambar 6.2.3 Data yang tersimpan dalam database

Data perintah dari setiap output yang dibaca oleh NodeMCU merupakan nilai defuzzifikasi 1 sampai 3 yang merupakan perhitungan lama penyiraman agar lebih mudah untuk pembacaan dalam website monitoring.

6.2.4 Pembahasan Hasil Pengujian *Website Monitoring*

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

Tabel 6.2.2 Hasil dari pengujian nilai akurasi *Website Monitoring*

Jumlah Pengujian	10
Nilai Data Sesuai	10

Nilai Defuzzifikasi Tidak Sesuai	0
Tingkat Akurasi Perhitungan	100%

6.2.5 Pembahasan Hasil Pengujian Metode *Fuzzy*

Pengujian yang dilakukan dengan simulasi beberapa kondisi dengan mengubah nilai variabel yang ada pada NodeMCU. Berdasarkan dari 6 kali pengujian 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 :

Tabel 6.2.3 Hasil pengujian akurasi fuzzy

Jumlah Pengujian	6
Nilai Defuzzifikasi Sesuai	6
Nilai Defuzzifikasi Tidak Sesuai	0
Tingkat Akurasi Perhitungan	100%

Perhitungan dari defuzzifikasi menghasilkan beberapa nilai output yang sama namun memiliki kondisi suhu dan kelembapan 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 6.2.4 Perbandingan Defuzzyfikasi

No.	Kondisi	Defuzzifikasi	
		Pompa Air	Lampu
1.	Dingin AND Basah AND Gelap	1.0	1.0
2.	Dingin AND Basah AND Terang	1.0	0.0

3.	Normal AND Kering AND Gelap	2.0	1.0
4.	Normal AND Normal AND Terang	2.0	0.0
5.	Panas AND Kering AND Gelap	3.0	1.0
6.	Panas AND Kering AND Terang	3.0	0.0

Berdasarkan hasil pengujian terhadap respon sistem metode Fuzzy Sugeno diatas menunjukkan nilai dari berbagai kondisi yang timbul rentang nilai pada variabel Pompa Air AND Lampu Menyala dimulai dari nilai defuzzifikasi 0 sampai ≤ 1 , variabel Lampu Menyala AND Pompa Air Mati dari nilai defuzzifikasi > 1 sampai ≤ 2 , variabel Lampu Mati AND Pompa Air mati dari nilai defuzzifikasi > 2 sampai ≤ 3 .

6.2.6 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 lampu dan pompa air menyala, lampu dan pompa air mati dan lampu mati dan pompa air mati. Jarak penyiraman bisa mencapai 1-3m sehingga bisa menjangkau seluruh tanaman yang ada pada mini *greenhouse*. Selain itu status yang ada pada rangkaian juga berhasil ditampilkan pada website monitoring sesuai dengan kondisi yang terjadi. Hasil pengujian respon sistem disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 6.2.5 Hasil pengujian respon sistem

No.	Kondisi	Output yang diharapkan		Output Sistem	
		Pompa Air	Lampu	Pompa Air	Lampu
1.	Dingin AND Basah AND Gelap	1 detik	ON	1 detik	ON
2.	Normal AND Basah AND Terang	1 detik	OFF	1 detik	OFF

3.	Panas AND Normal AND Gelap	2 detik	ON	2 detik	ON
4.	Panas AND Normal AND Terang	2 detik	OFF	2 detik	OFF
5.	Panas AND Kering AND Gelap	3 detik	ON	3 detik	ON
6.	Panas AND Kering AND Terang	3 detik	OFF	3 detik	OFF

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

Tabel 6.2.6 Spesifikasi Output Penyiraman

Jumlah semprotan air	0,1-0,5m / jam
Diameter Semprotan air	1-3m
Diameter Nozzle	17mm/0.66"

6.2.7 Pembahasan Hasil Pengujian Fungsional

Seperti menampilkan data sensor dalam serial monitor, insert data ke dalam database dan menampilkannya ke website monitoring secara realtime dan menampilkan 10 data terakhir. Selain itu website monitoring bisa digunakan untuk melihat nilai stabil penyiraman berdasarkan 50 data terakhir yang dihimpun sehingga dapat merepresentasikan lama penyiraman pada halaman dashboard.

Fungsi dasar lainnya yang juga sudah terpenuhi adalah menyalakan atau mematikan aktuator secara otomatis sesuai dengan kondisi yang ada dalam prototype *mini greenhouse*. Kemudian implementasi untuk storing data pada layanan mqtt sudah berhasil dilakukan dan live chart sudah bisa ditampilkan dalam website monitoring. Selain website sehingga bisa memantau kondisi kualitas suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya pada prototype *mini greenhouse*.