

## BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab hasil dan pembahasan ini bertujuan untuk mendapatkan kesimpulan dari hasil uji coba sistem smart greenhouse coffe dryer dengan algoritma fuzzy yang telah dilakukan. Berikut adalah hasil dan pembahasan dari skema pengujian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

### 6.1 Pembahasan Hasil Pengujian Sensor Dht11

Hasil pengujian sensor dht11 dilakukan dengan menyalakan sensor dalam sistem beserta dengan aktuator agar terlihat perubahan suhu dan kelembaban berdasarkan keadaan greenhouse dalam waktu tertentu.

Tabel 6. 1 Pembahasan Hasil Pengujian sensor DHT11

Waktu(Menit)	Intensitas Lampu(%)	Kondisi Kipas	Pembacaan DHT11	
			Suhu(°C)	Kelembaban(%)
2	98.8	ON	26	84
2	97.1	ON	27	82
3	95	ON	28	80.5
5	90	ON	29	80.5
8	80	ON	30	78
10	80	ON	31	77
5	80	ON	32	75

Dari tabel pengujian diatas dapat dilihat bahwa perubahan suhu dan kelembaban membutuhkan waktu yang bervariasi, ketika suhu sudah mencapai angka 32°C maka intensitas lampu akan berada di angka 80% dan kondisi itu adalah kondisi ideal untuk proses pengeringan biji kopi.

### 6.2 Pembahasan Hasil Pengujian Insert Database

Pada pengujian sistem berhasil melakukan proses insert data sensor dan output dari website menuju database. Hal ini menjadi fungsi dasar yang harus berjalan karena data tersebut berguna sebagai sumber dalam penyajian data secara visual dalam bentuk chart. Data yang masuk kedalam database adalah data hasil pembacaan sensor dht11 dalam sistem kontrol dan sudah melalui proses

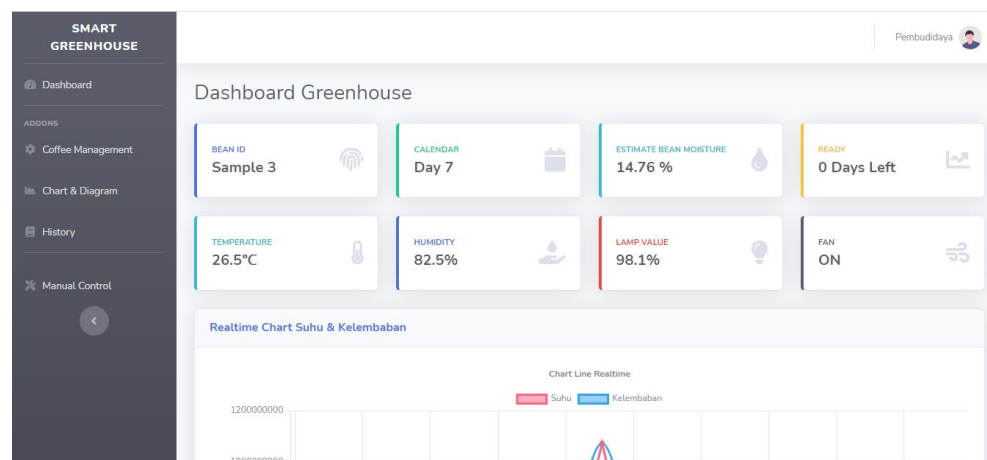
perhitungan fuzzy dalam website. Beberapa data yang telah masuk ke dalam database dapat dilihat pada gambar 6.1.

id	suhu	rh	lampu	kipas	datetime
12	27.5	81.5	97	1	2021-07-01 21:55:21
13	27.5	81	96	1	2021-07-01 21:56:22
14	28	80.5	95	1	2021-07-01 21:57:21
15	28.5	81	93	1	2021-07-01 21:58:21
16	28.5	81	93	1	2021-07-01 21:59:21
17	28.5	80.5	93	1	2021-07-01 22:00:22
18	28.5	80.5	93	1	2021-07-01 22:01:22
19	28.5	80	93	1	2021-07-01 22:02:21
20	29	80.5	90	1	2021-07-01 22:03:22
21	29.5	79.5	86	1	2021-07-01 22:04:21
22	29.5	79.5	86	1	2021-07-01 22:05:21
23	29.5	79.5	86	1	2021-07-01 22:06:21
24	29.5	79.5	86	1	2021-07-01 22:07:22
25	29.5	79.5	86	1	2021-07-01 22:08:22
26	29.5	79	86	1	2021-07-01 22:09:21
27	29.5	79	86	1	2021-07-01 22:10:22

Gambar 6. 1 Data dalam Database

### 6.3 Pembahasan Hasil Pengujian Website Monitoring

Berdasarkan perencanaan dan pengujian yang sudah dilakukan, fungsi utama website monitoring adalah untuk menampilkan informasi semua data yang masuk maupun data yang sudah diolah oleh Fuzzy. Data tersebut meliputi data sensor dan data kondisi aktuator. Selain sebagai monitoring website juga berfungsi sebagai manajemen data kopi, penyajian data dalam bentuk chart, dan informasi prediksi kapan kopi siap diambil untuk diolah pada tahap selanjutnya.



Gambar 6. 2 Website Monitoring

Akses dalam website menggunakan localhost dengan alamat <http://localhost/iotdashboard/> dengan terlebih dahulu menyalakan xampp sebagai local server dan mosquito sebagai mqtt server.

#### 6.4 Pembahasan Hasil Pengujian Metode Fuzzy Sugeno

Berdasarkan hasil pengujian metode fuzzy sugeno, penerapan perhitungan fuzzy pada sistem telah sesuai dengan landasan teori. Pengujian dengan membandingkan hasil hitung sistem dengan hasil hitung matlab sebagai acuan menghasilkan nilai yang sama. Hasil pengujian fuzzy sugeno disajikan dalam tabel 6.2.

Tabel 6. 2 Tabel Hasil Pengujian Metode Fuzzy

No.	Suhu	Rh	Hasil Defuzzifikasi				Sesuai	
			Matlab		Sistem		Ya	Tidak
			Lampu	Kipas	Lampu	Kipas		
1	20	41	100	1	100	1	✓	
2	25	45	90	1	90	1	✓	
3	27	65	90.8	1	90.8	1	✓	
4	29	65	87.7	1	87.7	1	✓	
5	28	75	94.5	1	94.5	1	✓	
6	31	80	80	1	80	1	✓	

#### 6.5 Pembahasan Hasil Pengujian Fungsional

Hasil pengujian fungsional bertujuan untuk menjelaskan lebih detail dari proses pengujian pada fungsional dan mengetahui jika sistem berjalan sesuai dengan perencanaan. Berikut merupakan hasil pengujian fungsional dalam bentuk gambar.

##### 6.5.1 Pembacaan dan Pengiriman data sensor dari sistem kontrol.

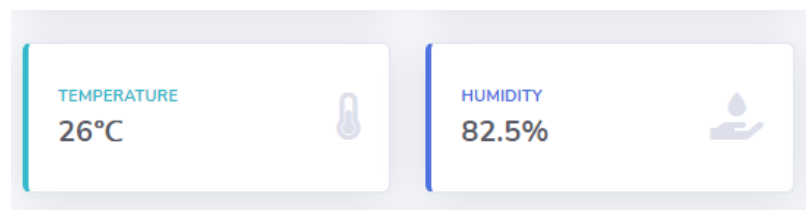
Pembacaan dan pengiriman data sensor dari sistem kontrol lewat protokol mqtt disimulasikan dalam mqttbox sebagai subscriber.



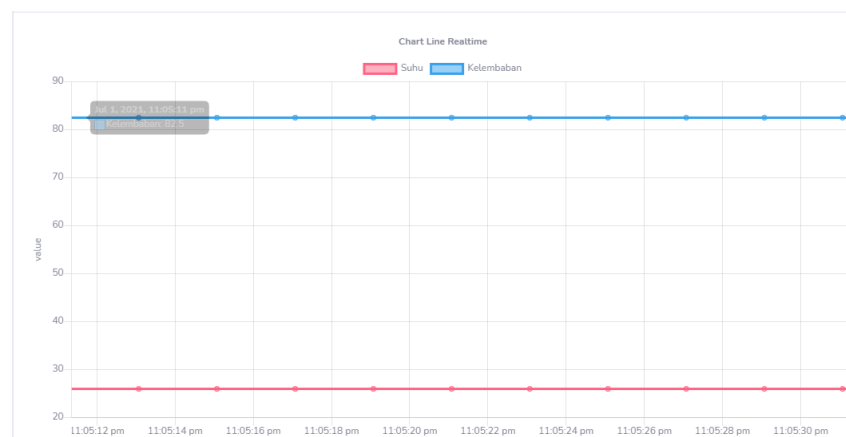
Gambar 6. 3 Pembacaan dan pengiriman data sensor dari sistem kontrol

### 6.5.2 Menampilkan data suhu dan kelembaban pada website monitoring secara realtime.

Website menampilkan data yang dipublish oleh sistem kontrol secara realtime, data tersebut juga disajikan dalam bentuk chart.



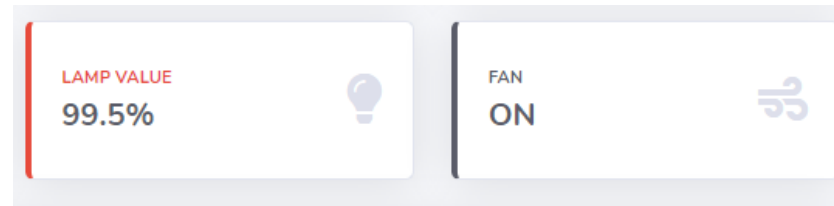
Gambar 6. 4 Menampilkan data suhu dan kelembaban pada website



Gambar 6. 5 Menampilkan data suhu dan kelembaban dalam bentuk chart

### 6.5.3 Menampilkan kondisi status aktuator secara realtime.

Kondisi aktuator juga di tampilkan dalam website, hasil ini mengacu dari hasil perhitungan fuzzy dengan data suhu dan kelembaban sebagai parameter.



Gambar 6. 6 Menampilkan kondisi status aktuator secara realtime

#### 6.5.4 Melakukan insert ke dalam database.

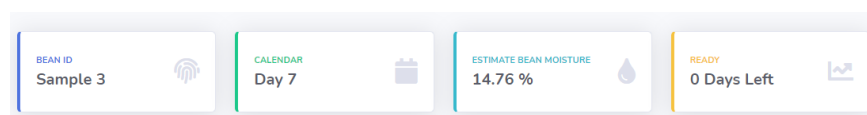
Fungsi insert database dilakukan oleh website dalam interval waktu tertentu, beberapa data yang masuk ke dalam database antara lain, data suhu, data kelembaban, data kondisi lampu, data kondisi kipas, dan waktu pengambilan data.

id	suhu	rh	lampu	kipas	datetime
12	27.5	81.5	97	1	2021-07-01 21:55:21
13	27.5	81	96	1	2021-07-01 21:56:22
14	28	80.5	95	1	2021-07-01 21:57:21
15	28.5	81	93	1	2021-07-01 21:58:21
16	28.5	81	93	1	2021-07-01 21:59:21
17	28.5	80.5	93	1	2021-07-01 22:00:22
18	28.5	80.5	93	1	2021-07-01 22:01:22
19	28.5	80	93	1	2021-07-01 22:02:21
20	29	80.5	90	1	2021-07-01 22:03:22
21	29.5	79.5	86	1	2021-07-01 22:04:21
22	29.5	79.5	86	1	2021-07-01 22:05:21
23	29.5	79.5	86	1	2021-07-01 22:06:21
24	29.5	79.5	86	1	2021-07-01 22:07:22
25	29.5	79.5	86	1	2021-07-01 22:08:22
26	29.5	79	86	1	2021-07-01 22:09:21

Gambar 6. 7 Melakukan insert ke dalam database

#### 6.5.5 Menampilkan fungsi prediksi proses pengeringan.

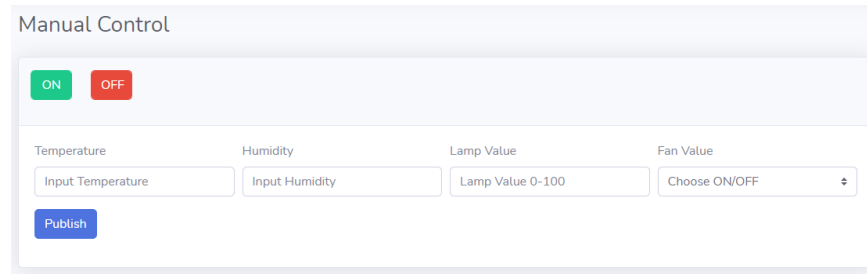
Website menyediakan fitur pendukung seperti prediksi pada proses pengeringan, prediksi ini mengacu dari hasil perhitungan penentuan kadar air. Informasi yang ditampilkan antara lain, hari pengeringan, prediksi kadar air biji kopi, dan berapa hari lagi kopi siap di uji.



Gambar 6. 8 Menampilkan fungsi prediksi proses pengeringan.

### 6.5.6 Menyalakan aktuator secara manual.

Fungsi manual kontrol juga tersedia pada website, fungsi ini berfungsi ketika smart greenhouse berada dalam kondisi mendesak, sehingga dapat dikontrol secara manual.



Gambar 6. 9 Menyalakan aktuator secara

## 6.6 Pembahasan Hasil Pengujian Proses Pengeringan

Dari hasil pengujian proses pengeringan pada greenhouse dapat disimpulkan bahwa smart greenhouse dapat menjalankan fungsi dasar yaitu pengurangan kadar air biji kopi yang ditandai dengan berkurangnya massa biji kopi tersebut dalam suhu dan waktu tertentu. Dari hasil pengujian proses pengeringan pada tabel 6.1 maka proses penentuan kadar air dapat dihasilkan dengan rumus berikut.

Diketahui:

$$W_b = 61,3 \text{ gram.}$$

$$W_k = 61,1 \text{ gram.}$$

$$KA = \frac{61,3 - 61,1}{61,3} \times 100\%$$

$$KA = \frac{0,2}{61,3} \times 100\%$$

$$KA = 0,003\%$$

Jadi kadar air yang berkurang selama proses pengeringan 1 menit dalam suhu 31°C adalah sebesar 0,003%.

Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa dalam 1 menit dalam suhu ideal 31°C kadar air biji kopi dapat berkurang sebesar 0,003% dalam proses pengeringan. Hasil perhitungan tersebut menjadi dasar fungsi prediksi yang berada dalam website dengan perhitungan sederhana bahwa dalam satu hari atau 24 jam kadar air yang berkurang adalah sebesar 4,32%.

Dalam standar mutu biji kopi yang tercantum dalam SNI, kadar air maksimal dalam biji kopi pasca pengeringan adalah sebesar 12,55 – 13% , sedangkan kadar air biji kopi yang baru dipanen berada di angka 45 – 50% , sehingga dapat dihitung secara prediktif dengan hitungan berikut.

$$LP = \frac{KDA - KDT}{KA}$$

Dimana :

LP = Lama Pengeringan (menit)

KDA = Kadar Air Awal (%)

KDT = Kadar Air Target (%)

KA = Kadar Air Berkurang/menit

Dengan nilai asumsi kadar air awal adalah 45%, maka proses perhitungan adalah sebagai berikut:

$$LP = \frac{KDA - KDT}{KA}$$

$$LP = \frac{45 - 13}{0,003}$$


$$LP = \frac{32}{0,003}$$







$$LP = 10.666 \text{ menit}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa lamanya waktu yang dibutuhkan dalam proses pengeringan biji kopi dalam greenhouse sehingga mendapat kadar air target yaitu 13% adalah 10.666 menit atau 7,4 hari.

Hasil pengamatan proses pengeringan yang terjadi pada smart greenhouse dapat dilihat pada tabel 6.3 berikut.

Tabel 6. 3 Hasil pengamatan proses pengeringan.

Hari	Keterangan	Gambar
1	Pada hari pertama, buah kopi baru dipanen dengan kadar air 45%, dan masuk pengeringan selama 24 jam maka kadar air akan menjadi 40.68%.	

2	Hari kedua pengeringan, perkiraan kadar air pada buah kopi 36.36%, terlihat perbedaan warna kulit buah dari hari pertama.	
3	Hari ketiga pengeringan, perkiraan kadar air pada buah kopi 32.04%, terlihat warna kulit buah lebih gelap dibandingkan hari sebelumnya.	
4	Hari keempat pengeringan, perkiraan kadar air pada buah kopi 27.72%, terlihat warna kulit buah semakin gelap dan keriput.	
5	Hari kelima pengeringan, perkiraan kadar air pada buah kopi 23.4%, terlihat hampir semua buah kopi lebih gelap dan keriput.	
6	Hari keenam pengeringan, perkiraan kadar air pada buah kopi 19.08% , terlihat buah kopi mulai menghitam dan beberapa terlihat membentuk belahan biji.	
7	Hari ketujuh pengeringan, perkiraan kadar air pada buah kopi 14.76%. Dari perhitungan prediksi hanya dibutuhkan pengeringan 9.6 jam lagi untuk mencapai kadar air 13%. Terlihat seluruh biji menghitam dan beberapa biji terkelupas sendiri sehingga terlihat <i>greenbean</i> kopi.	



## 6.7 Pembahasan Analisis Implementasi Lingkungan Asli

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai rancangan simulasi greenhouse pada lingkungan asli berdasarkan dari hasil penelitian. Alat dan bahan yang digunakan akan berbeda menyesuaikan dengan kebutuhan di lapangan.

### 6.7.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Analisis kebutuhan perangkat keras yang digunakan pada lingkungan asli dapat dilihat pada tabel 6.4.

Tabel 6. 4 Analisis kebutuhan perangkat keras lingkungan asli

No.	Nama Perangkat Keras
1	NodeMCU ESP8266
2	Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11
3	Modul Relay 220V
4	AC Light Dimmer PWM 220V Zero Crossing 3.3V/5V
5	LCD I2c 16x2
6	Elemen Pemanas 220V
7	Kabel Jumper
8	Industrial Fan
9	Greenhouse Ukuran 8x6x2 Meter
10	Modul Solar Cell Kit : - Solar Panel - Charge Controller - Inverter - Battery
11	Power Supply

Terdapat beberapa perbedaan pada kebutuhan perangkat keras yang digunakan pada lingkungan asli yaitu:

1. Modul Relay 220v

Modul ini digunakan untuk mengendalikan industrial fan yang berjalan pada tegangan 220V.

2. Elemen Pemanas 220V

Elemen Pemanas menggantikan peran lampu pijar pada prototype dengan maksud suhu panas yang lebih besar dengan jangkauan yang lebih besar, elemen pemanas tetap dikendalikan dengan modul ac light dimmer.

3. Industrial Fan

Industrial Fan menggantikan peran Fan 12v dengan tujuan agar dorongan udara yang dihasilkan lebih besar agar dapat menjangkau seluruh ruangan greenhouse.

4. Greenhouse Ukuran 8x6x2 Meter

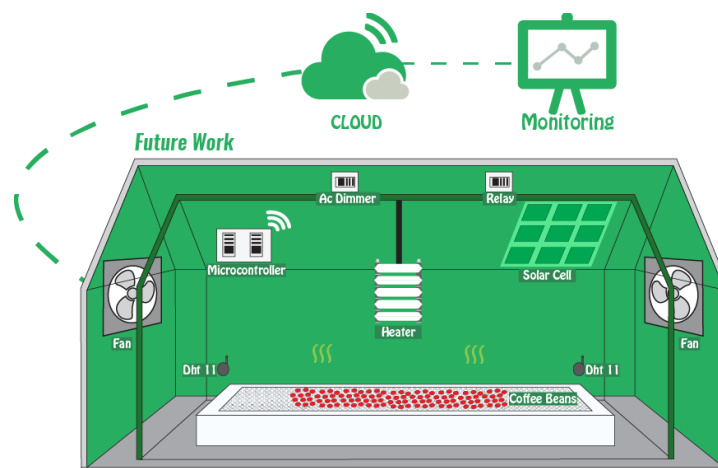
Greenhouse yang digunakan dengan ukuran jauh lebih besar yang mampu menampung kapasitas biji kopi sekitar 200-300kg dalam satu kali proses pengeringan, kapasitas ini bisa diperbesar hingga dua sampai tiga kali jika menggunakan rak susun.

5. Modul Solar Cell Kit

Modul Solar Cell sebagai pengembangan green energy pada greenhouse agar konsumsi daya menjadi lebih efisien.

### 6.7.2 Rancangan Smart Greenhouse

Berikut merupakan gambaran smart greenhouse jika di implementasikan pada lingkungan asli.



Gambar 6. 10 Gambaran Implementasi Smart Greenhouse.

Secara garis besar proses yang terjadi pada sistem sama dengan yang terjadi pada penelitian ini, hanya ada sedikit perbedaan pada komponen sumber daya dan aktuator. Pada komponen sumber daya pemanfaatan solar cell digunakan agar konsumsi daya lebih efisien, sedangkan pada aktuator peran lampu dan fan digantikan dengan heater dan industrial fan yang memiliki panas dan tenaga lebih besar untuk menjangkau ukuran greenhouse yang jauh lebih luas.

Untuk proses pengeringan yang terjadi secara prinsip sama dengan pengeringan pada penelitian ini, letak perbedaan terdapat pada kapasitas buah kopi

yang semakin banyak tentu membutuhkan suhu panas dan tenaga kipas yang lebih besar sehingga terjadi penyesuaian pada aktuator. Untuk lamanya proses pengeringan tidak dapat dihitung karena parameter yang terbatas, dibutuhkan pengujian lapangan setidaknya agar dapat melakukan penyesuaian dengan suhu lapangan dan suhu ideal yang berpengaruh juga terhadap basis aturan pada metode fuzzy sugeno sebagai pengolah data dalam menentukan logika aktuator pengering.

Gambaran diatas merupakan gambaran kasar yang disimulasikan oleh peneliti agar dapat menggambarkan kebutuhan serta sistem kerja yang terjadi pada proses implementasi lingkungan asli, agar implementasi dapat berjalan lebih akurat dibutuhkan observasi lebih dalam pada kondisi lingkungan asli.