

## BAB IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab analisis dan perancangan sistem berisi pembahasan analisis dan perancangan *prototype* dan sistem *website*. Pembahasan ditujukan untuk menguraikan kebutuhan - kebutuhan dalam pengembangan aplikasi.

### 4.1 Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan merupakan langkah yang harus dilakukan untuk merumuskan dan merencanakan komponen - komponen penyusun dari sebuah sistem, baik kebutuhan perangkat keras maupun perangkat lunak. Langkah analisa kebutuhan dilakukan dengan proses observasi sesuai bidang penelitian ini sehingga sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

#### 4.1.1 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibutuhkan dan digunakan dalam penelitian sistem ini ditunjukkan pada tabel 4.1.


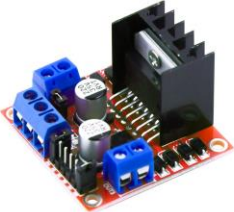

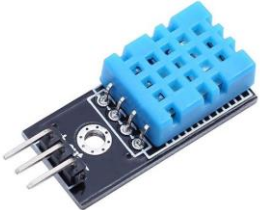
Tabel 4. 1 Spesifikasi kebutuhan perangkat lunak






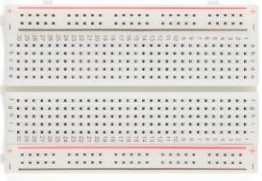
No.	Perangkat	Keterangan
1	Web Browser	<i>Browser</i> yang digunakan untuk menjalankan aplikasi <i>website</i> .
2	Microsoft Visual Studio Code	Teks editor ringan yang dibuat oleh Microsoft untuk sistem operasi <i>multiplatform</i>
3	Arduino IDE	Aplikasi untuk menulis dan <i>compiling</i> kode program.
4	Operasi Sistem	Sistem operasi yang digunakan untuk menjalankan program yang ada pada komputer.
3	MySQL	Perangkat lunak yang fungsinya untuk menyimpan data.



#### 4.1.2 Perangkat Keras

Perangkat keras yang dibutuhkan dan digunakan dalam penelitian sistem ini ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras

No.	Nama Perangkat Keras	Gambar
1.	NodeMCU esp8266	
2.	Relay	
3.	L298N	
4.	AC Dimmer Module	
5.	Sensor DHT11	

6.	Kipas Brushless	
7.	Humidifier	
8.	Synchronous motor	
9.	Power supply 220v	
10.	Kabel jumper	
11.	Breadboard	

12.	Kabel USB	
13.	Lampu pijar	
14.	LCD 1602	

#### 4.1.3 Perangkat Keras

Kebutuhan fungsional adalah fungsi dari fitur yang akan dijalankan pada sistem ini. Fitur yang tersedia pada sistem ini terdapat dalam Tabel 4.3 berikut :

Tabel 4. 3 Kebutuhan Fungsional

No.	Fitur	Keterangan
1.	Memonitor suhu dan kelembapan udara secara <i>realtime</i> .	Fitur ini untuk melihat suhu dan kelembapan udara secara <i>realtime</i> pada kandang ayam.
2.	Melihat grafik <i>realtime</i> data suhu dan data kelembapan.	Fitur ini untuk melihat informasi gambaran grafik dari data <i>realtime</i> suhu dan data kelembapan.
3.	Melihat kondisi dan nilai aksi aktuator.	Fitur ini untuk melihat informasi kondisi aktuator.

4.	Kendali manual aktuator.	Fitur ini untuk mengendalikan aktuator secara manual dalam artian bebas untuk memberi nilai aksi aktuator.
5.	Membuat jadwal inkubasi.	Fitur ini untuk membuat jadwal kapan telur ayam ditaruh dan kapan perkiraan telur ayam menetas.
6.	Melihat jadwal inkubasi.	Fitur ini untuk melihat list jadwal yang sudah dibuat.
7.	Melihat histori data suhu dan kelembapan.	Fitur ini untuk melihat semua data suhu dan kelembapan yang pernah ditampilkan sebelumnya.
8.	Menambahkan perangkat kandang ayam pintar.	Fitur ini untuk menambahkan perangkat kandang ayam pintar ke <i>website</i> .
9.	Melihat list kandang ayam pintar.	Fitur ini untuk melihat list kandang ayam pintar yang terhubung dengan <i>website</i> .
10.	Menambahkan akun akses <i>website</i> .	Fitur ini untuk menambahkan akun untuk akses <i>website</i> .
11.	Melihat list akun akses <i>website</i> .	Fitur ini untuk melihat list akun yang telah dibuat.

#### 4.1.4 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional adalah kemampuan yang dapat dilakukan sistem. Kemampuan dari sistem ini terdapat pada table 4.4 berikut :

Tabel 4. 4 Kebutuhan Non-Fungsional

No.	Jenis	Keterangan
1.	<i>Usability</i>	<i>Website</i> dari sistem ini dapat digunakan dimana saja dengan platform apa saja.
2.	<i>Portability</i>	Sistem ini dapat digunakan di beberapa device sekaligus.

3.	<i>Supportability</i>	Membutuhkan internet untuk mengakses <i>website</i> .
4.	<i>Reliability</i>	Sistem ini dapat terus memonitoring kondisi suhu dan kelembapan pada kandang ayam.

### 1. *Usability*

*Usability* merupakan kemudahan penggunaan sistem atau perangkat lunak oleh pengguna.

### 2. *Portability*

*Portability* merupakan kemudahan dalam pengaksesan sistem khususnya terkait dengan faktor waktu dan lokasi pengaksesan, serta perangkat atau teknologi yang digunakan untuk mengakses.

### 3. *Supportability*

*Supportability* merupakan kebutuhan terkait dengan dukungan dalam penggunaan sistem atau perangkat lunak.

### 4. *Reliability*

*Reliability* merupakan kehandalan yang dapat dilakukan sistem dalam melakukan tugas yang diberikan.

## 4.2 Perancangan Sistem

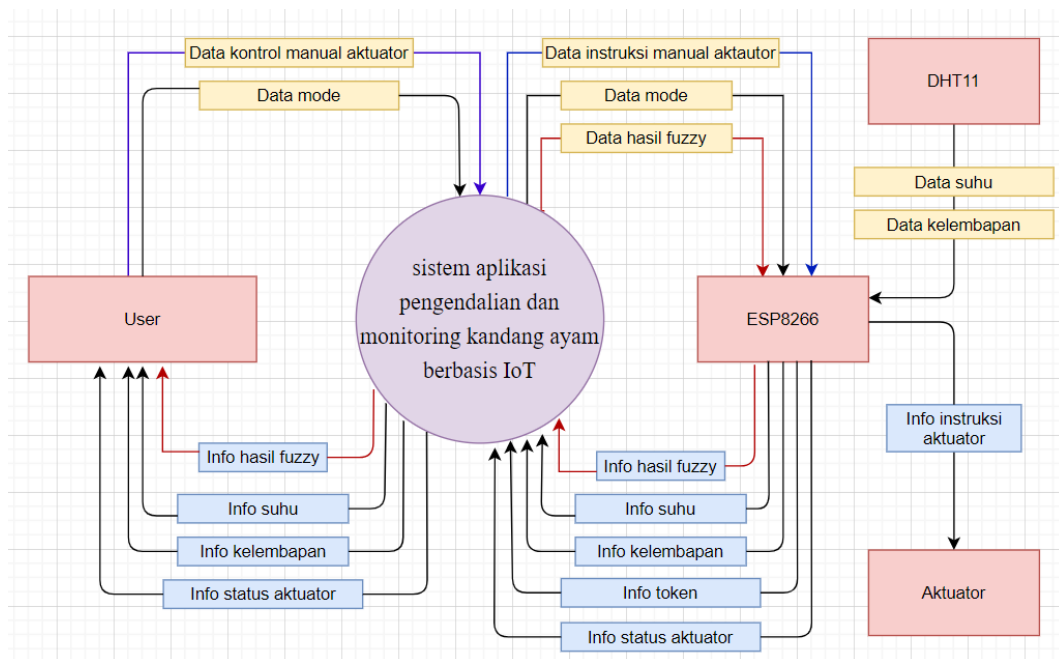
Perancangan sistem merupakan tahap untuk menggambarkan desain dan alur berjalannya sebuah sistem, yang terdiri dari langkah - langkah operasi dalam sebuah sistem. Desain yang sudah dirancang akan menggambarkan semua aktifitas *user*, proses sistem mulai awal sampai akhir, serta menjelaskan desain arsitektur sistem.

### 4.2.1 Data Flow Diagram

Penggunaan DFD atau *Data Flow Diagram* pada sistem ini berfungsi untuk menggambarkan sistem sebagai jaringan antar fungsi, yang terkait dengan aliran dan penyimpanan data. Dalam penelitian ini, sistem akan menggunakan 2 jenis DFD yaitu DFD Level 0 (Context Diagram) dan DFD Level 1. Berikut adalah DFD dari sistem :

## 1. DFD Level 0 (Context Diagram)

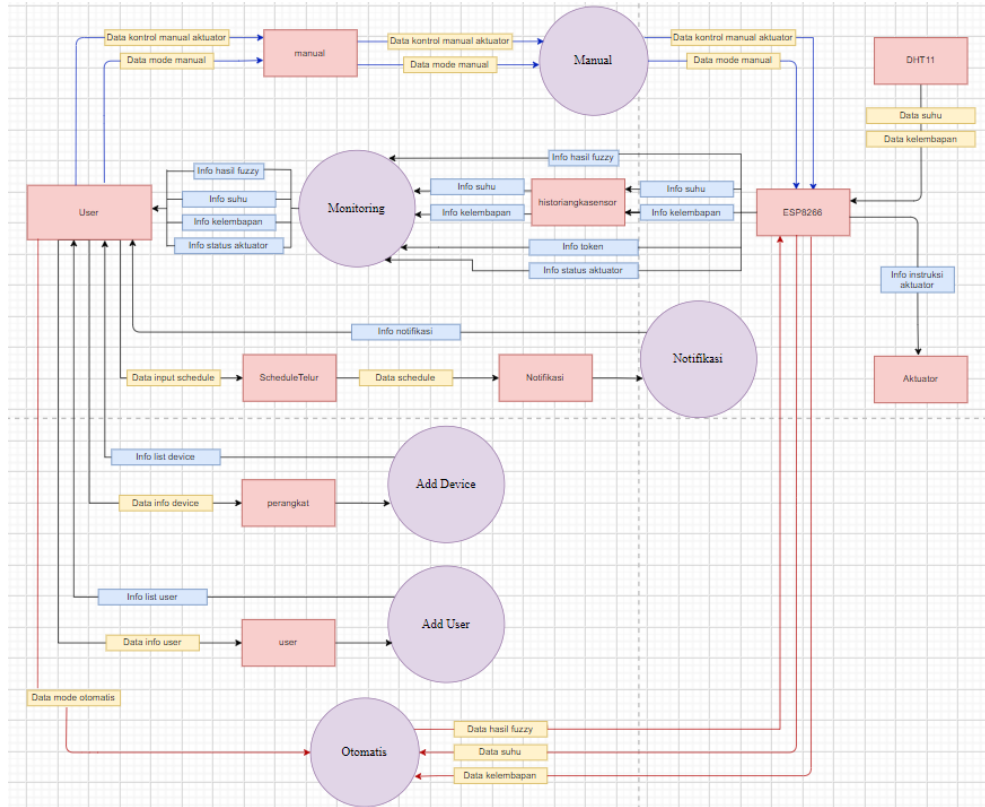
DFD Level 0 pada sistem ini menggambarkan struktur dasar dari sistem aplikasi pengendalian dan monitoring kandang ayam berbasis IoT. Terdapat 4 entitas eksternal yang terlibat pada sistem ini, yaitu *user*, ESP8266, sensor DHT11, dan aktuator, juga terdapat 1 proses yang terlibat yaitu sistem perancangan aplikasi pengendalian dan monitoring kandang ayam berbasis IoT. Berikut adalah diagram untuk DFD Level 0 :



Gambar 4. 1 DFD Level 0

## 2. DFD Level 1

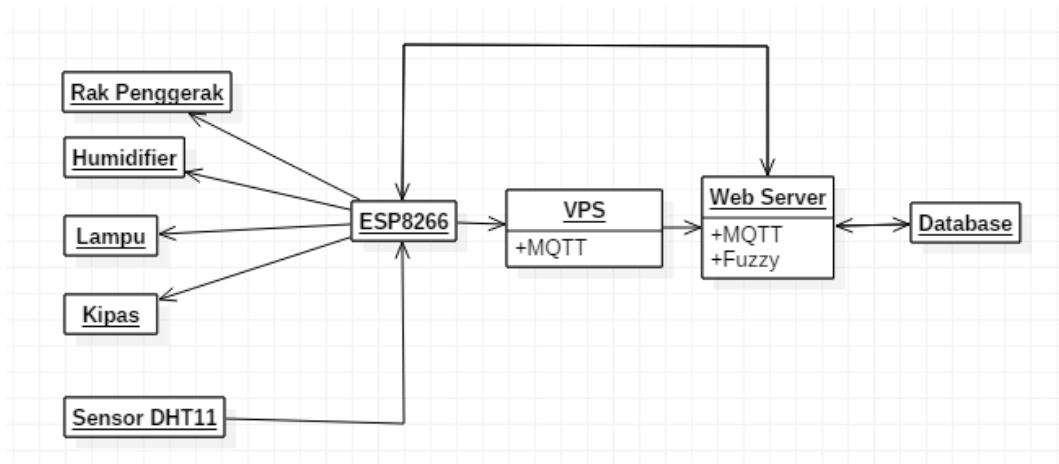
DFD Level 1 pada sistem ini merupakan diagram lanjutan dari DFD Level 0. DFD Level 1 menjelaskan bagaimana data flow yang terjadi pada sistem aplikasi pengendalian dan monitoring kandang ayam berbasis IoT. Pada DFD level 1 terdapat 4 entitas eksternal yaitu *user*, ESP8266, sensor DHT11, dan aktuator, juga terdapat 3 proses yaitu manual, otomatis, dan monitoring. Berikut adalah diagram untuk DFD Level 1 :



Gambar 4. 2 DFD Level 1

### 4.2.2 Blok Diagram

Blok diagram merupakan sebuah alur kerja dengan gambaran sederhana pada sistem dengan tujuan untuk memudahkan dalam mengenali komponen-komponen yang digunakan sistem dan alur kerja yang diimplementasikan oleh sistem. Berikut gambaran blok diagram dari sistem :



Gambar 4. 3 Blok Diagram Kandan Ayam Pintar



Data suhu dan kelembapan pada sistem ini didapat dari sensor DHT11, data ini yang akan dijadikan data input untuk diolah dan pada akhirnya akan menghasilkan nilai yang menentukan aksi dari kipas dan lampu.

ESP8266 pada sistem ini digunakan sebagai penerima data input dari sensor DHT11 dan juga sebagai kontroler aktuator, setelah ESP8266 menerima data input lalu data ini akan dibagi menjadi data *realtime* yang akan diterima langsung oleh webserver dan data histori yang akan diterima oleh MQTT Broker dan akan dilanjutkan ke webserver lalu *database*. Setelah data input diterima oleh webserver, selanjutnya data akan diproses oleh fuzzy dan akan menghasilkan sebuah output yang nantinya akan dikirimkan kembali ke ESP8266 untuk menentukan aksi dari aktuator.

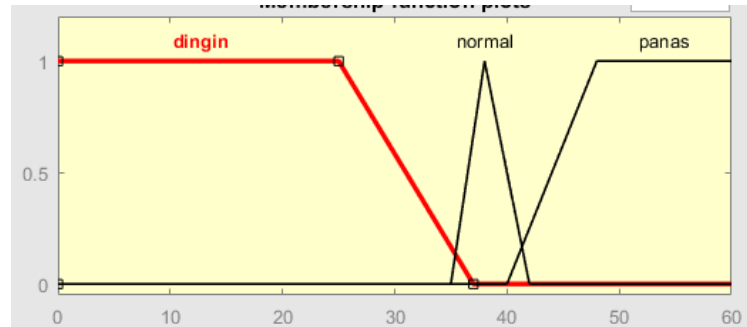
### 4.2.3 Fuzzy Mamdani

Penggunaan logika fuzzy dalam penelitian ini digunakan untuk pengendalian kecepatan kipas dan gelap terangnya lampu untuk menjaga suhu dan kelembapan tetap stabil disuhu dan kelembapan yang baik untuk embrio telur ayam. Perancangan logika fuzzy pada sistem menggunakan dua parameter yaitu suhu dan kelembapan dengan output berupa nilai analog untuk menentukan kecepatan kipas dan nilai analog untuk menentukan gelap terangnya lampu. Fuzzy mempunyai 4 tahap yang berjalan secara berurutan yaitu tahap keanggotaan, fuzifikasi, Inferensi Fuzzy (Operasi logika fuzzy, Implikasi, Agregasi) dan defuzzifikasi,

## 1. Keanggotaan

### 1.1. Keanggotaan Suhu

Variabel kondisi suhu dibagi menjadi 3 yaitu dingin ( $0^{\circ}\text{C}$ - $37^{\circ}\text{C}$ ), normal ( $35^{\circ}\text{C}$ - $42^{\circ}\text{C}$ ), dan panas ( $40^{\circ}\text{C}$ - $60^{\circ}\text{C}$ ). Berikut adalah tabel dan grafik keanggotaanya :



Gambar 4. 4 Nilai Keanggotaan Suhu

Tabel 4. 5 Nilai Keanggotaan Suhu

Variabel	Keanggotaan
Dingin	[0 25 37]
Normal	[35 38 42]
Panas	[40 48 60]

Rumus nilai keanggotaan seperti berikut :

Tabel 4. 6 Rumus Kurva

Rumus	Keterangan
$\mu_x = (c - \text{suhu}) / (c - b)$	Menghitung kuva turun
$\mu_x = (\text{suhu} - a) / (b - a)$	Menghitung kurva naik

Tabel 4. 7 Perhitungan Keanggotaan Suhu

Rentang Suhu	Rumus
$25^{\circ}\text{C} \leq \text{suhu} \leq 37^{\circ}\text{C}$	$\begin{aligned} \mu_b &= (37 - \text{suhu}) / (37 - 25) \\ &= (37 - \text{suhu}) / (12) \\ &= 3.083 - 0.083 \text{ suhu} \end{aligned}$
$35^{\circ}\text{C} \leq \text{suhu} \leq 38^{\circ}\text{C}$	$\begin{aligned} \mu_c &= (\text{suhu} - 35) / (38 - 35) \\ &= (\text{suhu} - 35) / (13) \\ &= 0.076 \text{ suhu} - 2.692 \end{aligned}$
$38^{\circ}\text{C} \leq \text{suhu} \leq 42^{\circ}\text{C}$	$\mu_d = (42 - \text{suhu}) / (42 - 38)$

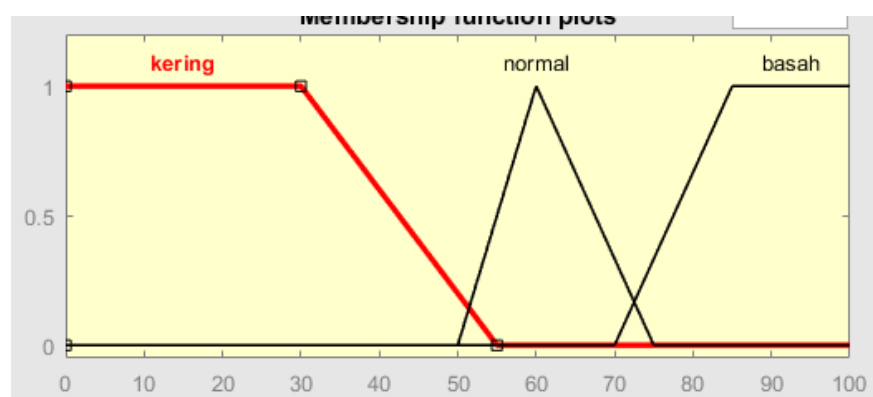
	$= (42 - \text{suhu}) / (4)$ $= 10.5 - 0.25 \text{ suhu}$
$40^\circ\text{C} \leq \text{suhu} \leq 48^\circ\text{C}$	$\mu_e = (\text{suhu} - 40) / (48 - 40)$ $= (\text{suhu} - 40) / (8)$ $= 0.125 \text{ suhu} - 5$

Tabel 4. 8 Nilai Persamaan Keanggotaan Suhu

Keanggotaan	Rentang nilai	Persamaan	Kategori
$\mu_a$	$\text{suhu} \leq 25^\circ\text{C}$	1	Dingin
$\mu_b$	$25^\circ\text{C} \leq \text{suhu} \leq 37^\circ\text{C}$	$3.083 - 0.083 \text{ suhu}$	Dingin
$\mu_c$	$35^\circ\text{C} \leq \text{suhu} \leq 38^\circ\text{C}$	$0.076 \text{ suhu} - 2.692$	Normal
$\mu_d$	$38^\circ\text{C} \leq \text{suhu} \leq 42^\circ\text{C}$	$10.5 - 0.25 \text{ suhu}$	Normal
$\mu_e$	$40^\circ\text{C} \leq \text{suhu} \leq 48^\circ\text{C}$	$0.125 \text{ suhu} - 5$	Panas
$\mu_f$	$\text{suhu} \geq 48^\circ\text{C}$	1	Panas

## 1.2. Keanggotaan Lembab

Variabel kondisi lembab dibagi menjadi 3 yaitu kering (0%-55%), normal (50%-75%), dan basah (70%-100%). Berikut adalah tabel dan grafik keanggotaannya :



Gambar 4. 5 Nilai Keanggotaan Lembab

Tabel 4. 9 Nilai Keanggotaan Lembab

Variabel	Keanggotaan
Kering	[0 30 55]
Normal	[50 60 75]
Basah	[70 85 100]

Tabel 4. 10 Perhitungan Keanggotaan Lembab

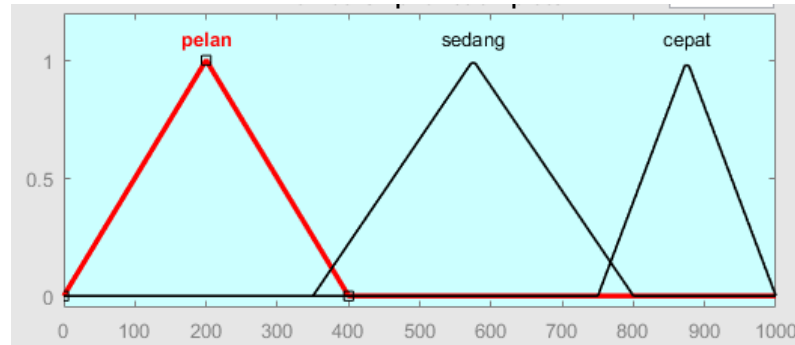
Rentang Suhu	Rumus
$30\% \leq \text{lembab} \leq 55\%$	$\begin{aligned} \mu_b &= (55-\text{lembab})/(55-30) \\ &= (55-\text{lembab})/(25) \\ &= 2.2 - 0.04 \text{ lembab} \end{aligned}$
$50\% \leq \text{lembab} \leq 60\%$	$\begin{aligned} \mu_c &= (\text{lembab}-50)/(60-55) \\ &= (\text{lembab}-50)/(15) \\ &= 0.066 \text{ lembab} - 3.333 \end{aligned}$
$60\% \leq \text{lembab} \leq 75\%$	$\begin{aligned} \mu_d &= (75-\text{lembab})/(75-60) \\ &= (75-\text{lembab})/(15) \\ &= 5 - 0.066 \text{ lembab} \end{aligned}$
$70\% \leq \text{lembab} \leq 85\%$	$\begin{aligned} \mu_e &= (\text{lembab}-70)/(85-70) \\ &= (\text{lembab}-70)/(15) \\ &= 0.066 \text{ lembab} - 4.666 \end{aligned}$

Tabel 4. 11 Nilai Persamaan Keanggotaan Lembab

Keanggotaan	Rentang nilai	Persamaan	Kategori
$\mu_a$	$\text{lembab} \leq 30\%$	1	Kering
$\mu_b$	$30\% \leq \text{lembab} \leq 55\%$	$2.2 - 0.04 \text{ lembab}$	Kering
$\mu_c$	$50\% \leq \text{lembab} \leq 60\%$	$0.066 \text{ lembab} - 3.333$	Normal
$\mu_d$	$60\% \leq \text{lembab} \leq 75\%$	$5 - 0.066 \text{ lembab}$	Normal
$\mu_e$	$70\% \leq \text{lembab} \leq 85\%$	$0.066 \text{ lembab} - 4.666$	Basah
$\mu_f$	$\text{lembab} \geq 85\%$	1	Basah

### 1.3. Keanggotaan Kipas

Variabel kondisi kipas dibagi menjadi 3 yaitu pelan (0-400), sedang (350-800), dan cepat (750-1000). Berikut adalah tabel dan grafik keanggotaannya :



Gambar 4. 6 Nilai Keanggotaan Kipas

Tabel 5. 1 Nilai Keanggotaan Kipas

Variabel	Keanggotaan
Pelan	[0 200 400]
Sedang	[350 575 800]
Cepat	[750 875 1000]

Tabel 4. 12 Perhitungan Keanggotaan Kipas

Rentang Suhu	Rumus
$kipas \leq 200$	$\begin{aligned} \mu_a &= (kipas - 0)/(200-0) \\ &= (kipas - 0)/(200) \\ &= 0.005 \text{ kipas} - 0 \end{aligned}$
$200 \leq \text{kipas} \leq 400$	$\begin{aligned} \mu_b &= (400 - \text{kipas})/(400-200) \\ &= (400 - \text{kipas})/(200) \\ &= 2 - 0.005 \text{ kipas} \end{aligned}$
$350 \leq \text{kipas} \leq 575$	$\begin{aligned} \mu_c &= (\text{kipas} - 350)/(575-350) \\ &= (\text{kipas} - 350)/(225) \\ &= 0.004 \text{ kipas} - 1.555 \end{aligned}$

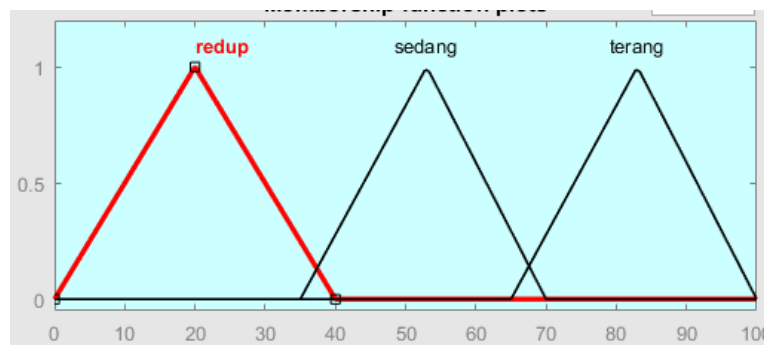
$575 \leq \text{kipas} \leq 800$	$\begin{aligned} \mu_d &= (800 - \text{kipas}) / (800 - 575) \\ &= (800 - \text{kipas}) / (225) \\ &= 3.555 - 0.004 \text{ kipas} \end{aligned}$
$750 \leq \text{kipas} \leq 875$	$\begin{aligned} \mu_e &= (\text{kipas} - 750) / (875 - 750) \\ &= (\text{kipas} - 750) / (125) \\ &= 0.008 \text{ kipas} - 6 \end{aligned}$
$875 \leq \text{kipas} \leq 1000$	$\begin{aligned} \mu_d &= (1000 - \text{kipas}) / (1000 - 875) \\ &= (1000 - \text{kipas}) / (125) \\ &= 8 - 0.008 \text{ kipas} \end{aligned}$

Tabel 4. 13 Nilai Persamaan Keanggotaan Kipas

Keanggotaan	Rentang nilai	Persamaan	Kategori
$\mu_a$	$\text{kipas} \leq 200$	$0.005 \text{ kipas} - 0$	Pelan
$\mu_b$	$200 \leq \text{kipas} \leq 400$	$2 - 0.005 \text{ kipas}$	Pelan
$\mu_c$	$350 \leq \text{kipas} \leq 575$	$0.004 \text{ kipas} - 1.555$	Sedang
$\mu_d$	$575 \leq \text{kipas} \leq 800$	$3.555 - 0.004 \text{ kipas}$	Sedang
$\mu_e$	$750 \leq \text{kipas} \leq 875$	$0.008 \text{ kipas} - 6$	Cepat
$\mu_f$	$\text{kipas} \geq 875$	$8 - 0.008 \text{ kipas}$	Cepat

#### 1.4. Keanggotaan Lampu

Variabel kondisi lampu dibagi menjadi 3 yaitu redup (0-40), sedang (35-70), dan terang (65-100). Berikut adalah tabel dan grafik keanggotaannya :



Gambar 4. 7 Nilai Keanggotaan Lampu

Tabel 4. 14 Nilai Keanggotaan Lampu

Variabel	Keanggotaan
Redup	[0 20 40]
Sedang	[35 53 70]
Terang	[65 83 100]

Tabel 4. 15 Perhitungan Keanggotaan Lampu

Rentang Suhu	Rumus
$\text{lampu} \leq 20$	$\begin{aligned} \mu_a &= (\text{lampu}-0)/(20-0) \\ &= (\text{lampu}-0)/(20) \\ &= 0.05 \text{ lampu} - 0 \end{aligned}$
$20 \leq \text{lampu} \leq 40$	$\begin{aligned} \mu_b &= (40-\text{lampu})/(40-20) \\ &= (40-\text{lampu})/(20) \\ &= 2 - 0.05 \text{ lampu} \end{aligned}$
$35 \leq \text{lampu} \leq 53$	$\begin{aligned} \mu_c &= (\text{lampu}-35)/(53-35) \\ &= (\text{lampu}-35)/(18) \\ &= 0.055 \text{ lampu} - 1.944 \end{aligned}$
$53 \leq \text{lampu} \leq 70$	$\begin{aligned} \mu_d &= (70-\text{lampu})/(70-53) \\ &= (70-\text{lampu})/(17) \\ &= 4.117 - 0.058 \text{ lampu} \end{aligned}$
$65 \leq \text{lampu} \leq 83$	$\begin{aligned} \mu_e &= (\text{lampu}-65)/(83-65) \\ &= (\text{lampu}-65)/(18) \\ &= 0.055 \text{ lampu} - 3.611 \end{aligned}$
$83 \leq \text{lampu} \leq 100$	$\begin{aligned} \mu_f &= (100-\text{lampu})/(100-83) \\ &= (100-\text{lampu})/(17) \\ &= 5.882 - 0.058 \text{ lampu} \end{aligned}$

Tabel 4. 16 Nilai Persamaan Keanggotaan Lampu

Keanggotaan	Rentang nilai	Persamaan	Kategori
$\mu_a$	$\text{lampu} \leq 200$	$0.05 \text{ lampu} - 0$	Rdup

$\mu_b$	$200 \leq \text{lampu} \leq 400$	$2 - 0.05 \text{ lampu}$	Redup
$\mu_c$	$350 \leq \text{lampu} \leq 575$	$0.055 \text{ lampu} - 1.944$	Sedang
$\mu_d$	$575 \leq \text{lampu} \leq 800$	$4.117 - 0.058 \text{ lampu}$	Sedang
$\mu_e$	$750 \leq \text{lampu} \leq 875$	$0.055 \text{ lampu} - 3.611$	Terang
$\mu_f$	$83 \leq \text{lampu} \leq 100$	$5.882 - 0.058 \text{ lampu}$	Terang

## 2. Fuzzifikasi

Dalam pengerjaan fuzzifikasi, peneliti mengambil contoh studi kasus jika suhu dalam kandang adalah  $16^\circ\text{C}$  dan kelembapan 75%. Berikut adalah contoh pengerjaan fuzzifikasinya :

### 2.1. Fuzzifikasi Suhu

Tabel 4. 17 Fuzzifikasi Suhu

Suhu	Persamaan
$16^\circ\text{C}$	1

### 2.2. Fuzzifikasi Lembab

Tabel 4. 18 Fuzzifikasi Lembab

Lembab	Persamaan
75%	$\begin{aligned} \mu_{\text{lembab1}} &= 5 - 0.066 \text{ lembab} \\ &= 5 - 0.066 \times 75 \\ &= 5 - 4.95 \\ &= 0.05 \end{aligned}$
	$\begin{aligned} \mu_{\text{lembab2}} &= 0.066 \text{ lembab} - 4.666 \\ &= 0.066 \times 75 - 4.666 \\ &= 4.95 - 4.666 \\ &= 0.284 \end{aligned}$



### 3. Inferensi Fuzzy

#### 3.1. Implikasi

Sebelum proses perhitungan implikasi dilakukan, perlu dibentuk rules terlebih dahulu. Berikut rules untuk perhitungan fuzzy ini :

Tabel 4. 19 Rules Fuzzy

Rules	Aksi
R1	IF suhu dingin AND kelembaban kering THEN Lampu Terang And Kipas In Pelan
R2	IF suhu dingin AND kelembaban normal THEN Lampu Terang AND Kipas In Sedang
R3	IF suhu dingin AND kelembaban basah THEN Lampu Terang And Kipas In Sedang
R4	IF suhu normal AND kelembaban kering THEN Lampu Redup AND Kipas In Sedang
R5	IF suhu normal AND kelembaban normal THEN Lampu Redup AND Kipas In Sedang
R6	IF suhu normal AND kelembaban basah THEN Lampu Sedang AND Kipas In Cepat
R7	IF suhu panas AND kelembaban kering THEN Lampu Redup AND Kipas In Cepat
R8	IF suhu panas AND kelembaban normal THEN Lampu Redup AND Kipas In Cepat
R9	IF suhu panas AND kelembaban basah THEN Lampu Sedang AND Kipas In Cepat

Jika contoh studi kasus adalah suhu 16°C dan kelembapan 75%, maka rules yang dipilih adalah R2 dan R3 karena suhu termasuk dingin dan kelembapan termasuk pada kelembapan normal dan juga kelembapan basah. Berikut adalah perhitungan mencari min :

Tabel 4. 20 Rumus Mencari Min

Rules	Rumus
R2	$\alpha_2 = \min(1, 0.05)$ $= 0.05$
R3	$\alpha_3 = \min(1, 0.284)$ $= 0.284$

### 3.2. Agregasi Kipas Rule 2 (Sedang)

- Menentukan luas derajat kurva keanggotaan output

$$ls = \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi}$$

$$ls = \frac{1}{2} \times 450 \times 1$$

$$ls = 225$$

- Menentukan domain terkecil untuk pembentukan daerah fuzzy

$$dk1 = \text{alas} + (ls \times \alpha_2)$$

$$dk1 = 450 + (225 \times 0.05)$$

$$dk1 = 450 + 11.625$$

$$dk1 = 461.625$$

$$dk = dk1 - \text{alas}$$

$$dk = 461.625 - 450$$

$$dk = 11.625$$

- Menentukan domain terbesar untuk pembentukan bangun daerah fuzzy

$$db1 = c - (ls \times \alpha_2)$$

$$db1 = 800 - (225 \times 0.05)$$

$$db1 = 800 - 11.625$$

$$db1 = 788.375$$

$$db = db1 - \text{alas}$$

$$db = 788.375 - 450$$

$$db = 338.375$$

- Menentukan nilai alas bangun daerah fuzzy dari nilai domain
 
$$\begin{aligned} ab &= db - dk \\ &= 338.375 - 11.625 \\ &= 326.75 \end{aligned}$$
- Menentukan nilai tinggi bangun daerah fuzzy dari hasil implikasi
 
$$\begin{aligned} t &= 1 - \alpha^2 \\ t &= 1 - 0.05 \\ t &= 0.95 \end{aligned}$$
- Menentukan luas bangun daerah fuzzy
 
$$\begin{aligned} lb &= \alpha^2 \times ab \times t \\ lb &= 0.05 \times 326.75 \times 0.95 \\ lb &= 15.520 \\ ls1 &= ls - lb \\ ls1 &= 225 - 15.520 \\ ls1 &= 209.48 \end{aligned}$$
- Menentukan nilai momen
 
$$\begin{aligned} m &= b \times ls1 \\ m &= 575 \times 209.48 \\ m &= 120433.75 \\ c10 &= \alpha^2 \times m \\ c10 &= 0.05 \times 120433.75 \\ c10 &= 6021.687 \\ d10 &= \alpha^2 \times ls1 \\ d10 &= 0.05 \times 209.48 \\ d10 &= 10.474 \end{aligned}$$

### 3.3. Agregasi Kipas Rule 3 (Sedang)

- Menentukan luas derajat kurva keanggotaan output
 
$$ls = \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi}$$

$$ls = \frac{1}{2} \times 450 \times 1$$

$$ls = 225$$

- Menentukan domain terkecil untuk pembentukan daerah fuzzy

$$dk1 = \text{alas} + (ls \times \alpha3)$$

$$dk1 = 450 + (225 \times 0.284)$$

$$dk1 = 450 + 63.9$$

$$dk1 = 513.9$$

$$dk = dk1 - \text{alas}$$

$$dk = 513.9 - 450$$

$$dk = 63.9$$

- Menentukan domain terbesar untuk pembentukan bangun daerah fuzzy

$$db1 = c - (ls \times \alpha3)$$

$$db1 = 800 - (225 \times 0.284)$$

$$db1 = 800 - 63.9$$

$$db1 = 736.1$$

$$db = db1 - \text{alas}$$

$$db = 736.1 - 450$$

$$db = 286.1$$

- Menentukan nilai alas bangun daerah fuzzy dari nilai domain

$$ab = db - dk$$

$$= 286.1 - 63.9$$

$$= 222.2$$

- Menentukan nilai tinggi bangun daerah fuzzy dari hasil implikasi

$$t = 1 - \alpha3$$

$$t = 1 - 0.284$$

$$t = 0.716$$

- Menentukan luas bangun daerah fuzzy

$$lb = \alpha^3 \times ab \times t$$

$$lb = 0.284 \times 222.2 \times 0.716$$

$$lb = 45.183$$

$$ls1 = ls - lb$$

$$ls1 = 225 - 45.183$$

$$ls1 = 179.817$$

- Menentukan nilai momen

$$m = b \times ls1$$

$$m = 575 \times 179.817$$

$$m = 103394.775$$

$$c11 = \alpha^3 \times m$$

$$c11 = 0.284 \times 103394.775$$

$$c11 = 29364.116$$

$$d11 = \alpha^3 \times ls1$$

$$d11 = 0.284 \times 179.817$$

$$d11 = 51.068$$

### 3.4. Agregasi Lampu Rule 2 (Terang)

- Menentukan luas derajat kurva keanggotaan output

$$ls = \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi}$$

$$ls = \frac{1}{2} \times 35 \times 1$$

$$ls = 17.5$$

- Menentukan domain terkecil untuk pembentukan daerah fuzzy

$$dk1 = \text{alas} + (ls \times \alpha^2)$$

$$dk1 = 35 + (17.5 \times 0.05)$$

$$dk1 = 35 + 0.875$$

$$dk1 = 35.875$$

$$dk = dk1 - \text{alas}$$

$$dk = 35.875 - 35$$

$$dk = 0.875$$

- Menentukan domain terbesar untuk pembentukan bangun daerah fuzzy

$$db1 = c - (ls \times \alpha^2)$$

$$db1 = 100 - (17.5 \times 0.05)$$

$$db1 = 100 - 0.875$$

$$db1 = 99.125$$

$$db = db1 - alas$$

$$db = 99.125 - 35$$

$$db = 64.125$$

- Menentukan nilai alas bangun daerah fuzzy dari nilai domain

$$ab = db - dk$$

$$= 64.125 - 0.875$$

$$= 63.253$$

- Menentukan nilai tinggi bangun daerah fuzzy dari hasil implikasi

$$t = 1 - \alpha^2$$

$$t = 1 - 0.05$$

$$t = 0.95$$

- Menentukan luas bangun daerah fuzzy

$$lb = \alpha^2 \times ab \times t$$

$$lb = 0.05 \times 63.253 \times 0.95$$

$$lb = 3.004$$

$$ls1 = ls - lb$$

$$ls1 = 17.5 - 3.004$$

$$ls1 = 14.496$$

- Menentukan nilai momen

$$m = b \times ls1$$

$$\begin{aligned}
 m &= 83 \times 14.496 \\
 m &= 1203.168 \\
 c20 &= \alpha^2 \times m \\
 c20 &= 0.05 \times 1203.168 \\
 c20 &= 60.158 \\
 d20 &= \alpha^2 \times ls1 \\
 d20 &= 0.05 \times 14.496 \\
 d20 &= 0.724
 \end{aligned}$$

### 3.5. Agregasi Lampu Rule 3 (Terang)

- Menentukan luas derajat kurva keanggotaan output

$$\begin{aligned}
 ls &= \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi} \\
 ls &= \frac{1}{2} \times 35 \times 1 \\
 ls &= 17.5
 \end{aligned}$$

- Menentukan domain terkecil untuk pembentukan daerah fuzzy

$$\begin{aligned}
 dk1 &= \text{alas} + (ls \times \alpha^3) \\
 dk1 &= 35 + (17.5 \times 0.284) \\
 dk1 &= 35 + 4.97 \\
 dk1 &= 39.97 \\
 dk &= dk1 - \text{alas} \\
 dk &= 39.97 - 35 \\
 dk &= 4.97
 \end{aligned}$$

- Menentukan domain terbesar untuk pembentukan bangun daerah fuzzy

$$\begin{aligned}
 db1 &= c - (ls \times \alpha^3) \\
 db1 &= 100 - (17.5 \times 0.284) \\
 db1 &= 100 - 4.97 \\
 db1 &= 95.03 \\
 db &= db1 - \text{alas} \\
 db &= 95.03 - 35
 \end{aligned}$$

$$db = 60.03$$

- Menentukan nilai alas bangun daerah fuzzy dari nilai domain

$$\begin{aligned} ab &= db - dk \\ &= 60.03 - 4.97 \\ &= 55.06 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai tinggi bangun daerah fuzzy dari hasil implikasi

$$\begin{aligned} t &= 1 - \alpha_3 \\ t &= 1 - 0.284 \\ t &= 0.716 \end{aligned}$$

- Menentukan luas bangun daerah fuzzy

$$\begin{aligned} lb &= \alpha_3 \times ab \times t \\ lb &= 0.284 \times 55.06 \times 0.716 \\ lb &= 11.196 \\ ls1 &= ls - lb \\ ls1 &= 17.5 - 11.196 \\ ls1 &= 6.304 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai momen

$$\begin{aligned} m &= b \times ls1 \\ m &= 83 \times 6.304 \\ m &= 523.232 \\ c21 &= \alpha_3 \times m \\ c21 &= 0.284 \times 523.232 \\ c21 &= 148.597 \\ d21 &= \alpha_3 \times ls1 \\ d21 &= 0.284 \times 6.304 \\ d21 &= 1.790 \end{aligned}$$



## 4. Defuzzifikasi

### 4.1. Defuzzifikasi Kipas

$$W = \frac{(C10 + C11)}{(D10 + D11)}$$

$$W = \frac{(6021.687 + 29364.116)}{(10.474 + 51.068)}$$

$$W = \frac{35385.803}{61.542}$$

$$W = 574.986$$

### 4.2. Defuzzifikasi Lampu

$$W = \frac{(C20 + C21)}{(D20 + D21)}$$

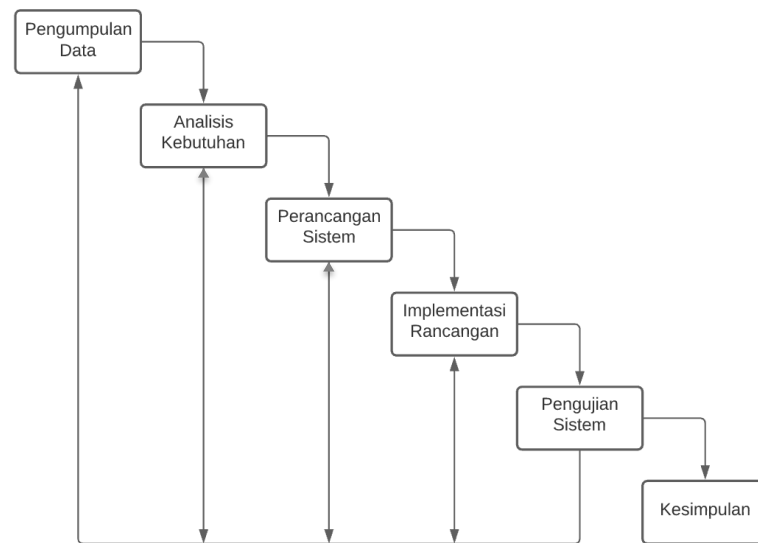
$$W = \frac{(60.158 + 148.597)}{(0.724 + 1.790)}$$

$$W = \frac{208.755}{2.514}$$

$$W = 83.036$$

#### 4.2.4 Metode Perancangan Waterfall

Metode yang digunakan sebagai metode perancangan adalah metode waterfall. Metode waterfall adalah Metode Waterfall merupakan suatu proses pengembangan perangkat lunak berurutan, di mana kemajuan dipandang sebagai terus mengalir ke bawah (seperti air terjun) melewati fase-fase perencanaan, pemodelan, implementasi (konstruksi) dan pengujian (Billiah, 2019). Metode ini dipilih untuk mempermudah dalam proses perancangan sistem, berikut adalah model waterfall yang digunakan untuk perancangan sistem ini :



Gambar 4. 8 Model Waterfall Perancangan

### 1. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data dilakukan wawancara dan observasi pada penelitian awal, yang ditunjang dengan studi literatur. Studi literatur untuk mempelajari dan memahami cara mengeram induk ayam, mikrokontroler Arduino Uno, metode fuzzy Mamdani.

### 2. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini, data yang telah didapat akan dikumpulkan akan dianalisa untuk mengetahui seluruh kebutuhan untuk membuat sistem.

### 3. Perancangan Sistem

Pada tahap ini, seluruh rancangan sistem dibuat. Rancangan sistem terdiri dari desain sistem, perancangan algoritma program, perancangan metode pemograman, perancangan *website*, dan perancangan *prototype*.

### 4. Implementasi Rancangan

Tahap ini mengimplentasikan seluruh rancangan yang telah dibuat menjadi bentuk nyata. Pengimplentasian meliputi pembangunan *prototype*, membangun kode untuk *website* dan ESP8266, dan mengimplentasikan kode fuzzy Mamdani untuk sistem saat mode otomatis.

## 5. Pengujian Sistem

Tahap ini menguji sistem yang telah diimplementasikan dan memastikan semua berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

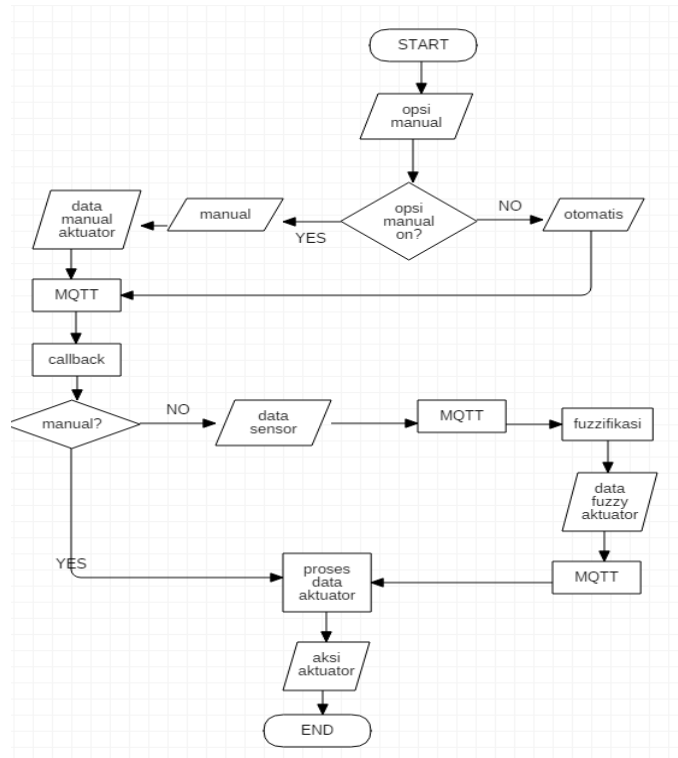
## 6. Kesimpulan

Tahapan ini adalah penarikan kesimpulan yang didapat dari pengujian yang telah dilakukan dan pada tahap ini diberikan juga saran untuk pengembangan selanjutnya.

### 4.2.5 *Flowchart* Kontrol Aktuator

Pada dashboard *website* terdapat fitur untuk menentukan aktuator akan berjalan otomatis atau manual. Jika berjalan secara manual maka dibutuhkan input untuk menentukan bagaimana aksi dari aktuator, lalu input manual ini akan dikirimkan ke ESP8266 melalui protokol MQTT dan ESP8266 akan mengontrol aksi dari aktuator sesuai dengan nilai input.

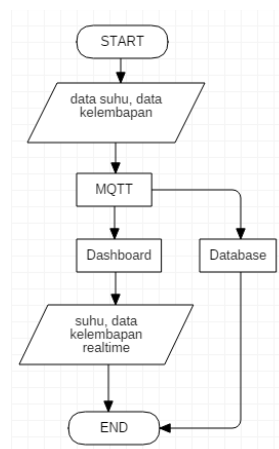
Jika berjalan secara otomatis maka data dari sensor akan dikirimkan ke webserver oleh ESP8266 melalui protokol MQTT. Saat di webserver terjadi pengolahan fuzzy dan output dari fuzzy tadi akan dikirimkan lagi ke ESP8266 melalui protokol MQTT dan ESP8266 akan mengontrol aksi dari aktuator sesuai dengan nilai input. Berikut adalah *flowchart* dari kontrol aktuator :



Gambar 4. 9 *Flowchart* Kontrol Aktuator

#### 4.2.6 *Flowchart* Monitoring

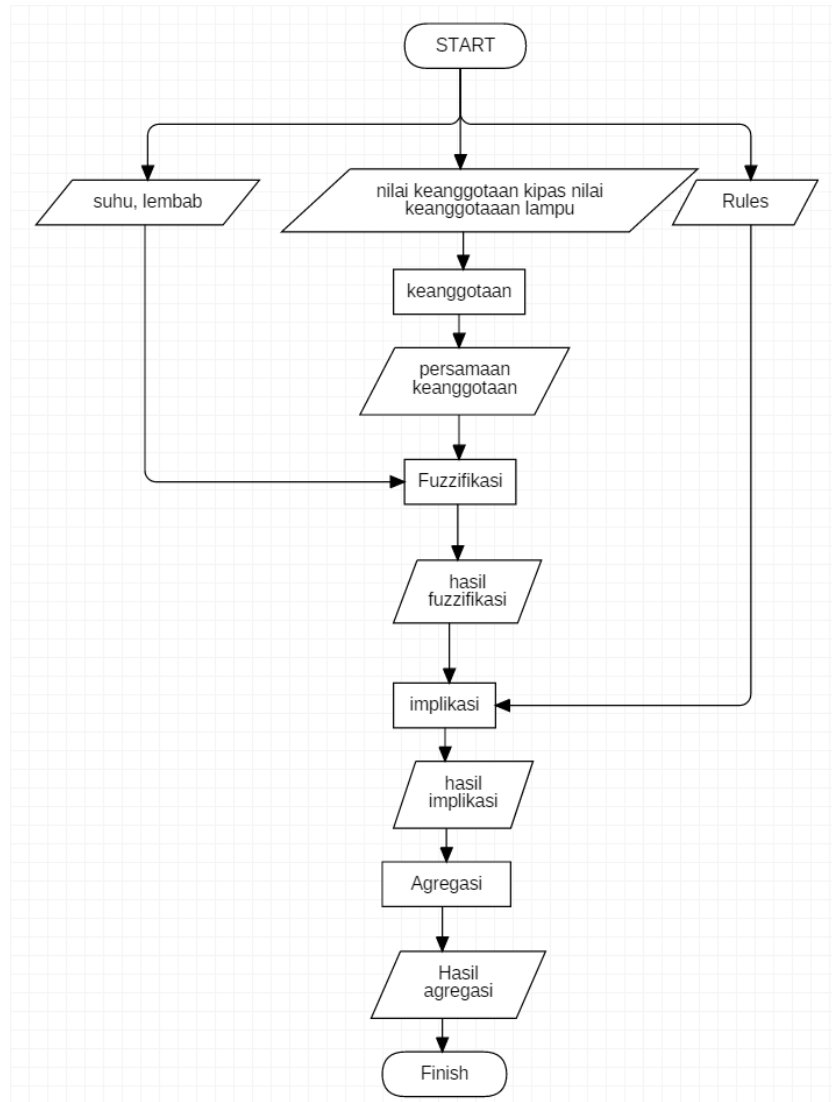
Data suhu dan kelembapan didapat dari sensor DHT11, semua data tersebut akan dikirimkan langsung ke webserver melalui protkol MQTT. Saat sesampainya di webserver, maka data tersebut akan langsung ditampilkan pada dashboard *website*.



Gambar 4. 10 *Flowchart* Monitoring

#### **4.2.7 Flowchart Fuzzy Mamdani**

Mode otomatis pada sistem merupakan mode yang menyesuaikan kecepatan kipas dan keterangan lampu sesuai dengan kondisi suhu dan kelembapan di dalam inkubator telur. Untuk menyesuaikan kecepatan kipas dan keterangan lampu yang sesuai dengan kondisi suhu dan kelembapan di dalam inkubator telur, dibutuhkan sebuah perhitungan dan perhitungan yang digunakan sistem ini adalah fuzzy mamdani. Fuzzy mamdani pada sistem ini menggunakan 2 variabel yaitu suhu dan kelembapan sebagai input, dan mempunyai 9 *rules* sebagai pembanding kemungkinan kondisi yang terjadi. Berikut adalah *flowchart* dari fuzzy mamdani untuk yang digunakan sistem ini :



Gambar 4. 11 *Flowchart* Fuzzy Mamdani

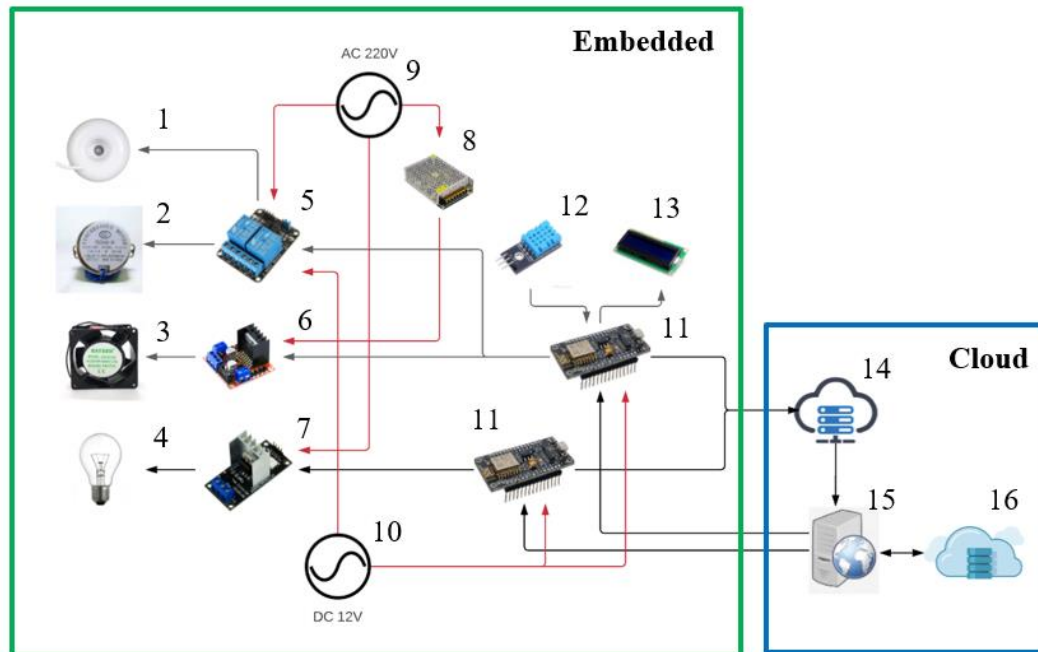
#### 4.2.8 Desain Sistem

Awal dari proses kerja sistem ini adalah ESP8266 menerima data suhu dan kelembapan dari sensor DHT11, setelah itu data input ini diteruskan ke webserver melalui VPS yang terdapat aplikasi MQTT Broker sebagai penerima dan pengirim data berprotokol MQTT.

Ketika data diterima oleh webserver, maka webserver akan menampilkan data tersebut pada dashboard dan juga mengirim data tersebut ke *database* untuk disimpan sebagai riwayat data suhu dan kelembapan. Setelah itu pada webserver, input suhu dan kelembapan akan diproses menggunakan metode fuzzy untuk

menghasilkan output yang nantinya akan digunakan dalam menentukan aksi aktuator.

Setelah fuzzy mengeluarkan hasil output, webserver akan meneruskan hasil output ini ke ESP8266, dan ESP8266 akan mengontrol bagaimana aksi aktuator sesuai nilai output yang dihasilkan oleh perhitungan fuzzy sebelumnya.



Gambar 4. 12 Desain Sistem

Tabel 4. 21 Komponen Desain Sistem

No	Komponen	Keterangan
1.	Humidifier	Sebagai penghasil uap yang menambah kelembapan dalam kandang.
2.	Synchronous motor	Sebagai penggerak rak telur ayam.
3.	Lampu pijar	Sebagai penghangat telur ayam.
4.	Kipas brushless	Sebagai penyebar hawa panas dalam kandang.
5.	Relay	Sebagai saklar untuk synchronous motor dan humidifier.

6.	AC dimmer module	Sebagai PWM untuk mengatur gelap terangnya lampu.
7.	L298N	Sebagai PWM untuk mengatur kecepatan putar kipas.
8.	Power supply 220v	Sebagai sumber daya untuk L298N dan kipas.
9.	AC Power 220V	Sebagai sumber daya listrik utama.
10.	DC 12V	Sebagai sumber daya listrik untuk ESP8266 dan humidifier.
11.	ESP8266	Sebagai alat penerima input dari sensor, pengontrol aktuator, dan pengirim input ke vps dan webserver.
12.	DHT11	Sebagai sensor deteksi suhu dan kelembapan pada kandang ayam,
13.	LCD 1602	Sebagai media untuk melihat status suhu dan kelembapan, token perangkat, dan media informasi status IP dan koneksi MQTT.
14.	VPS	Sebagai tempat untuk eksekusi MQTT broker secara background.
15.	Webserver	Sebagai tempat untuk pengolahan data dan <i>website</i> .
16.	<i>Database</i>	Sebagai tempat untuk menyimpan data yang diterima webserver.

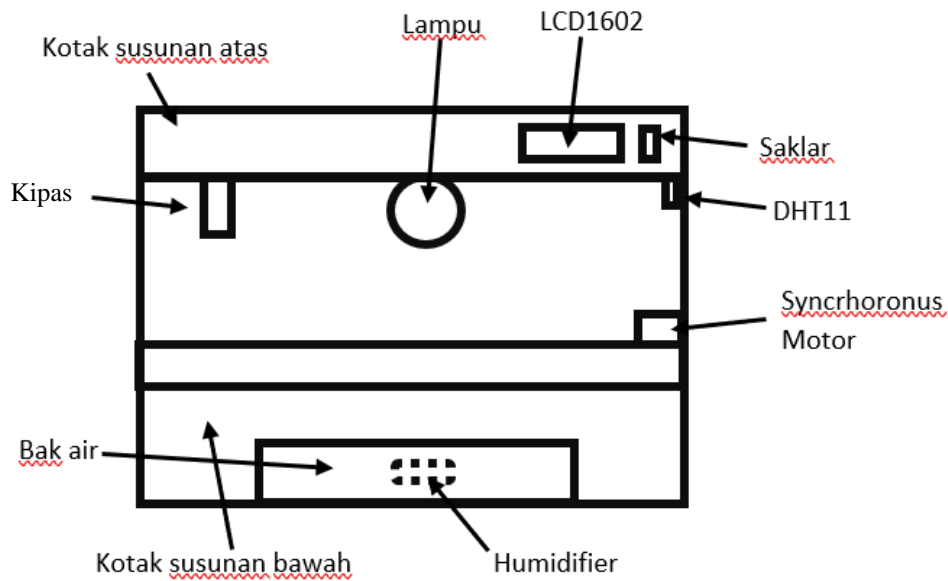
#### 4.2.9 Desain *Prototype* Kandang

Desain *prototype* kandang ayam akan mengikuti desain ini, dimana kandang ayam nanti mempunyai ukuran panjang 62cm, lebar 42cm, dan tinggi 46cm. Kandang ayam ini mempunyai 2 kotak yang tersusun.

Kotak susunan pertama untuk menyimpan komponen-komponen seperti ESP8266, AC dimmer module, L298N, relay, dan komponen lainnya. Dikotak kedua ini juga diberikan LCD untuk media informasi. Kotak susunan kedua ini untuk meletakkan alat-alat aktuator seperti humidifier, lampu, kipas, dan motor synchronous. Selain itu, di susunan kotak kedua terdapat rak penggerak sebagai



tempat untuk meletakkan telur ayam dan juga terdapat bak berisi air sebagai bahan untuk melembabkan kandang ayam.



Gambar 4. 13 Desain *prototype* Kandang Ayam

### 4.3 Perancangan Basis Data

Struktur tabel basis data merupakan pengaturan tabel pada basis data yang akan digunakan untuk menyimpan data dan struktur tabel mempermudah dalam memasukkan data sesuai dengan tipe data yang telah ditentukan. Struktur tabel dari basis data Perancangan Aplikasi Pengendalian dan Monitoring Kandang Ayam Berbasis IoT pada MySQL.

#### 4.3.1 Tabel Riwayat

Keterangan : Menampung data suhu dan kelembapan.

Tabel 4. 22 Tabel Riwayat

Nama Atribut	Tipe Data	Ketengan
no	int(11)	<i>Primary Key, Auto Increment</i>

suhu	float	
lembab	float	
statusSuhu	varchar(10)	
statusLembab	varchar(10)	
waktu	varchar(50)	
perangkat	varchar(20)	

#### 4.3.2 Tabel Manual

Keterangan : Menampung nilai untuk pengendalian aktuator secara manual.

Tabel 4. 23 Tabel Manual

<b>Nama Atribut</b>	<b>Tipe Data</b>	<b>Keterangan</b>
no	int(11)	<i>Primary Key, Auto Increment</i>
lampu	int(11)	
kipasIntake	int(11)	
kipasExhaust	int(11)	
humidifier	varchar(5)	
rodaPenggerak	varchar(10)	
statusManual	varchar(20)	
tokenPerangkat	varchar(20)	
perangkat	varchar(20)	

### 4.3.3 Tabel Notifikasi

Keterangan : Menampung pesan notifikasi.

Tabel 4. 24 Tabel Notifikasi

<b>Nama Atribut</b>	<b>Tipe Data</b>	<b>Ketengan</b>
no	int(11)	<i>Primary Key, Auto Increment</i>
tanggal	varchar(20)	
notif	varchar(200)	
dilihat	int(11)	

### 4.3.4 Tabel Perangkat

Keterangan : Menampung informasi perangkat kandang ayam pintar yang terhubung.

Tabel 4. 25 Tabel Perangkat

<b>Nama Atribut</b>	<b>Tipe Data</b>	<b>Ketengan</b>
no	int(11)	<i>Primary Key, Auto Increment</i>
namaPerangkat	varchar(20)	
waktuDitambahkan	varchar(50)	
waktuTerverifikasi	varchar(50)	
oleh	varchar(20)	

dipilih	int(11)	
tokenPerangkat	varchar(20)	
statusVerif	int(11)	
status	int(11)	
koneksi	int(11)	

#### 4.3.5 Tabel Jadwal

Keterangan : Menampung informasi jadwal.

Tabel 4. 26 Tabel Jadwal

<b>Nama Atribut</b>	<b>Tipe Data</b>	<b>Keterangan</b>
id	int(11)	<i>Primary Key, Auto Increment</i>
telur ayamIn	varchar(20)	
telur ayamOut	varchar(20)	
addBy	varchar(50)	
perangkat	varchar(10)	

#### 4.3.6 Tabel User

Keterangan : Menampung informasi user.

Tabel 4. 27 Tabel User

<b>Nama Atribut</b>	<b>Tipe Data</b>	<b>Keterangan</b>
---------------------	------------------	-------------------

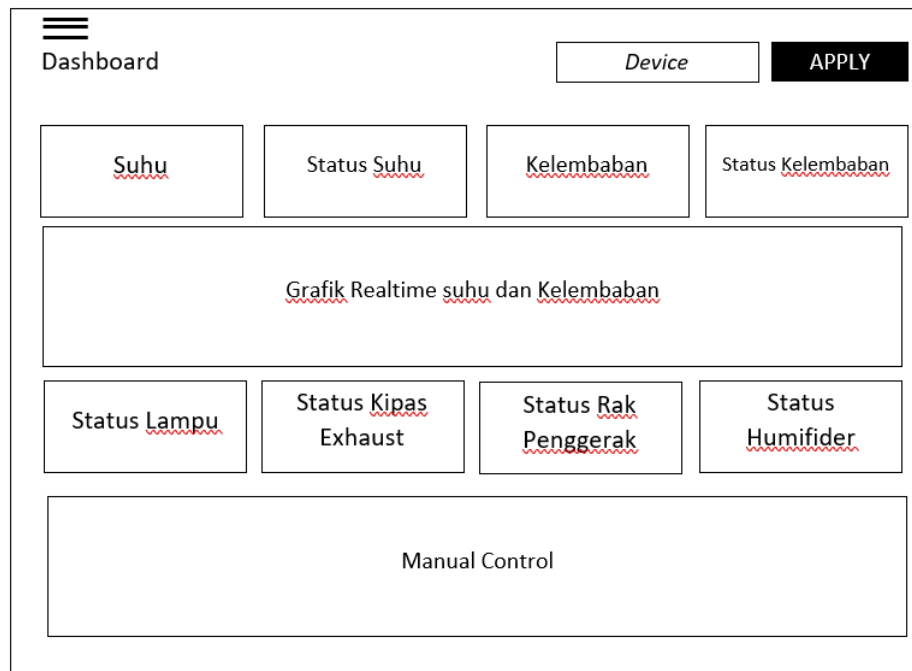
no	int(11)	<i>Primary Key, Auto Increment</i>
usernameAkun	varchar(20)	
passwordAkun	varchar(100)	
waktu	varchar(50)	
oleh	varchar(20)	
hakAkses	varchar(10)	

#### 4.4 Perancangan Desain Antarmuka

Desain *Interface* merupakan desain antarmuka yang digunakan dalam komputer, perangkat lunak, *website* dan mobile yang berfokus pada penampilan program. Tujuannya adalah membuat interaksi antara pengguna dan perangkat agar lebih mudah digunakan dan seefisien mungkin.

##### 4.4.1 Halaman Dashboard

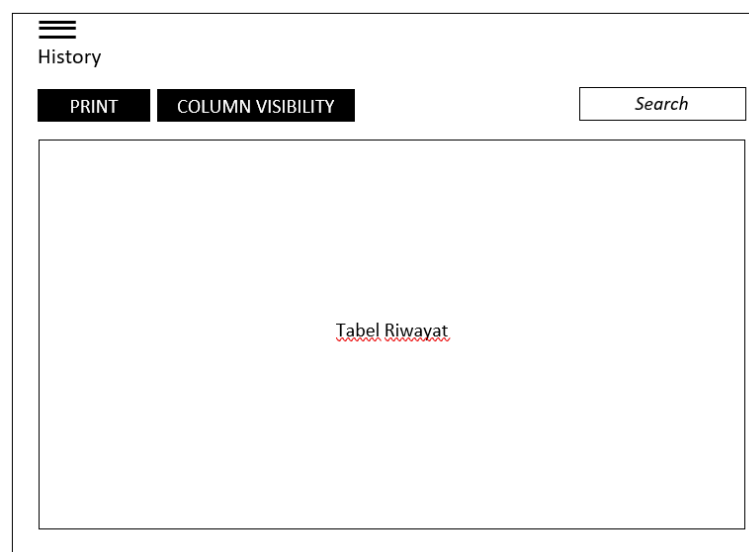
Dashboard *website* sebuah antar muka yang berada diantara data dan desain, menampilkan berbagai matriks, angka, dan visualisasi data. Tujuan utama dashboard adalah membantu *user* untuk membuat keputusan yang tepat dan cepat berdasarkan dari data yang ada. Dashboard digunakan untuk menampilkan data terkait kondisi pada kandang ayam, terdapat beberapa data yang ditampilkan seperti data dari sensor suhu dan kelembapan, status dari suhu dan kelembapan, grafik *realtime*, status dan nilai aktuator, dan kendali manual aktuator. Berikut desain Halaman Dashboard :



Gambar 4. 14 Desain Halaman Dashboard

#### 4.4.2 Halaman Riwayat

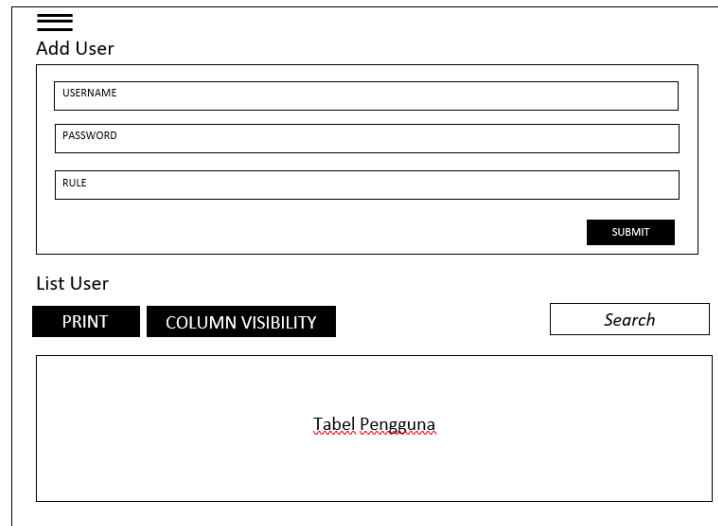
Pada Halaman ini menampilkan riwayat, di halaman ini menampilkan informasi yang didapat oleh masing-masing kandang ayam. Berikut adalah desain dari halaman riwayat :



Gambar 4. 15 Desain Halaman Riwayat

#### 4.4.3 Halaman Kelola Pengguna

Pada Halaman ini menampilkan data pengguna dan pengelolaan pengguna. Berikut adalah desain dari halaman kelola pengguna :

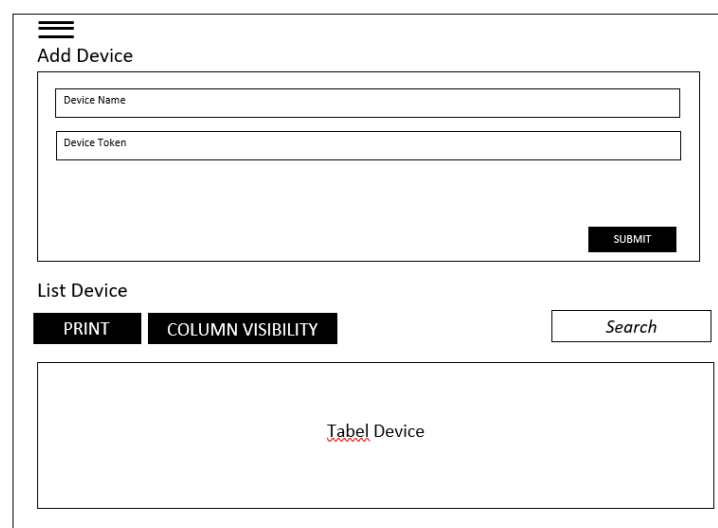


The design for the User Management page includes a hamburger menu icon in the top left corner. Below it, the 'Add User' section contains three input fields labeled 'USERNAME', 'PASSWORD', and 'RULE', with a 'SUBMIT' button to the right. The 'List User' section features three buttons: 'PRINT', 'COLUMN VISIBILITY', and 'Search'. Below these buttons is a large rectangular area labeled 'Tabel Pengguna'.

Gambar 4. 16 Desain Halaman *User*

#### 4.4.4 Halaman Kelola Perangkat

Pada Halaman ini menampilkan list perangkat dan pengelolaan perangkat. Berikut adalah desain dari halaman kelola perangkat :



The design for the Device Management page includes a hamburger menu icon in the top left corner. Below it, the 'Add Device' section contains two input fields labeled 'Device Name' and 'Device Token', with a 'SUBMIT' button to the right. The 'List Device' section features three buttons: 'PRINT', 'COLUMN VISIBILITY', and 'Search'. Below these buttons is a large rectangular area labeled 'Tabel Device'.

Gambar 4. 17 Desain Halaman *User*