

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 ALAT DAN BAHAN

Pada proses dalam penelitian ini. Peranti keras dan peranti lunak dibuat oleh penulis menggunakan berbagai alat dan bahan. Dalam peralatan, beberapa fase tentang bagaimana perangkat akan dibuat akan dijelaskan. Tahapan pengoperasian aplikasi dan kegunaannya dalam implementasi sistem akan dibahas selama perancangan peranti lunak. Teknik penelitian dan situasi pengujian juga dijelaskan dalam bagian ini.

Tabel 3. 1 Kebutuhan Perangkat Keras

No	Nama Komponen	Jumlah
1	Laptop	1
2	Arduino Uno R3	1
3	NodeMCU ESP8266	1
4	Sensor DHT22	1
5	Sensor MQ-135	1
6	LCD 16x2	1
7	Driver Motor	1
8	Relay	1
9	Mini Fan 80mm x 80mm	2
10	Mist Maker	1

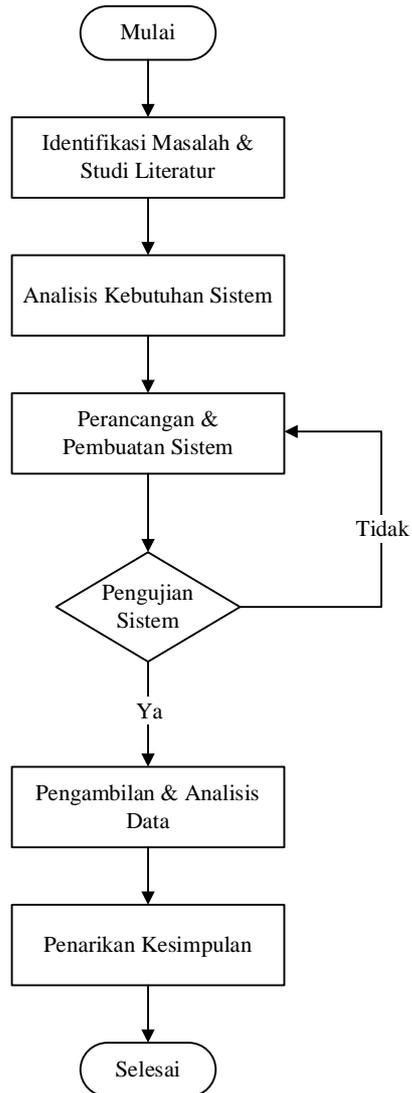
Tabel 3. 2 Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Nama Komponen	Jumlah
1	Arduino IDE	1
2	Matlab R2018a	1
3	Telegram	1

Pada tabel 3.1 dan tabel 3.2 merupakan kebutuhan alat dan bahan. Laptop berfungsi sebagai pengolah data dan pembuat sistem keseluruhan. Membuat gambaran sistem, perancangan sistem, pemrograman sistem, pengujian sistem, dan pembuatan laporan. Spesifikasi laptop yang digunakan yaitu AMD Ryzen 4700U *with Integrated Radeon Graphics* dengan *base clock* 2.00 GHz core 16 CPUs, dengan media penyimpanan SSD 512GB dan RAM sebesar 16GB. Arduino Uno R3 berfungsi sebagai sistem kendali utama (*microcontroller*) yang mengendalikan sistem *fuzzy* dan sistem transmisi. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai media transmisi pengirim data hasil pembacaan sensor dan menghubungkannya ke Bot Telegram. Sensor DHT22 berfungsi sebagai pengukur suhu dan kelembaban pada prototipe ruangan yang dibuat. Sensor MQ-135 berfungsi sebagai pengukur kualitas udara pada miniatur ruangan yang dibuat, dengan konsentrasi gas *Karbon dioksida (CO₂)*. *Output* nilai dari sensor ini juga digunakan sebagai sistem notifikasi. LCD 16x2 berfungsi untuk menampilkan nilai bacaan sensor MQ-135 dan sensor DHT22. Driver Motor berfungsi sebagai pengukur kualitas udara pada miniatur ruangan yang dibuat. Relay berfungsi sebagai saklar (*switch*) untuk menyalakan *mini fan* dan *mist maker*. *Mini Fan* 80mm x 80mm berfungsi sebagai alat bantu pembersih/pembuangan udara. *Mist Maker* berfungsi untuk menghasilkan uap embun yang berfungsi menjernihkan udara. Arduino IDE berfungsi sebagai *software* pemrograman alat yang akan dibuat, compiler dan uploader program. Matlab R2018a berfungsi sebagai *software* pembuatan *rules fuzzy* dan *fuzzy logic designer*. Telegram berfungsi sebagai sistem notifikasi dan pemberi peringatan jika kondisi udara di dalam ruangan pada kondisi kurang sehat.

3.2 ALUR PENELITIAN

Pada proses dalam penelitian ini memerlukan serangkaian tahapan selama waktu yang dihabiskan untuk menanganinya. Setiap tahapan dijekaskan agar sistem dapat bekerja dengan efektif sehingga penulis dapat merealisasikan sistem yang ingin dibuat. Agar lebih mudah bagi penulis untuk membangun dan menguji sistem, tahapan penelitian disusun secara sistematis sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

Pada gambar 3.1 merupakan Flowchart Penelitian, berisi paparan dari setiap langkah-langkah yang dikerjakan pada penelitian ini, penjelasan lebih lanjut ada dibawah ini :

1. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Tahap pertama pada proses dalam penelitian ini adalah alur penelitian, yang pertama adalah identifikasi masalah dan studi literatur. Pada tahap ini, penulis melakukan identifikasi masalah terkait dengan pencemaran udara, efek yang ditimbulkan, dampak dan penanggulangannya, serta solusi yang bisa dilakukan ketika udara tercemar. Kemudian penulis melakukan studi literatur dengan mengumpulkan literatur mengenai hal

yang berkaitan dengan Kualitas Udara seperti Pencemaran Udara, *Indoor Air Quality*, Sistem Kendali, Logika *Fuzzy* melalui buku referensi, *e-book*, jurnal, paper maupun karya ilmiah lainnya.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

Pada proses dalam penelitian ini, penulis melakukan dan membuat analisis kebutuhan yang digunakan yaitu kebutuhan *hardware* dan *software* dalam perancangan sistem. Mengidentifikasi kebutuhan sistem (isi layanan dan fitur) apa saja yang nantinya ada pada sistem. Kemudian batasan layanan yang ada pada sistem.

3. Perancangan dan Pembuatan Sistem

Pada proses dalam penelitian ini, penulis melakukan dan membuat perancangan sistem. Mulai dari membuat *flowchart* sistem, blok diagram sistem, dan rangkaian skematik alat, serta cara kerja sistem yang akan dibuat untuk menampilkan output.

4. Pengujian Sistem dan Perbaikan

Pada proses dalam penelitian ini, penulis melakukan sistematisa pengujian sistem dengan tujuan untuk menguji dan mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sudah sesuai dengan rencana dan apakah dapat berfungsi dengan baik. Apabila masih terdapat kesalahan akan dilanjutkan dengan memperbaiki dan identifikasi kesalahan pada system yang dibuat.

5. Pengambilan dan Analisis Data

Pada proses dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan beberapa data berupa nilai sensor suhu, kelembaban, serta kualitas udara dan melakukan analisis data yang terkumpul setelah sistem diuji dan berhasil sesuai rencana, selanjutnya akan di analisis dengan cara mengambil beberapa parameter pengujian sesuai rencana. Sehingga dari analisis tersebut diharapkan sistem yang dibuat mendapatkan *output* yang sesuai seperti yang diinginkan.

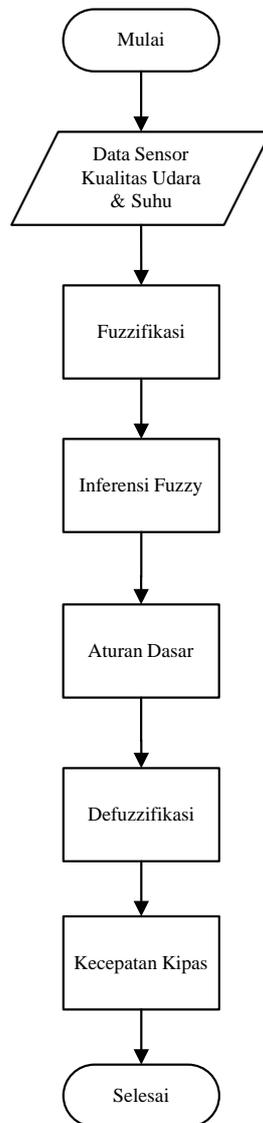
6. Penarikan Kesimpulan

Tahap pertama pada proses dalam penelitian ini adalah dengan menarik dan memberikan kesimpulan dari pengujian sistem dan analisis data yang sudah dilakukan pada ujicoba sistem.

3.3 PERANCANGAN SISTEM

3.3.1 Flowchart Sistem

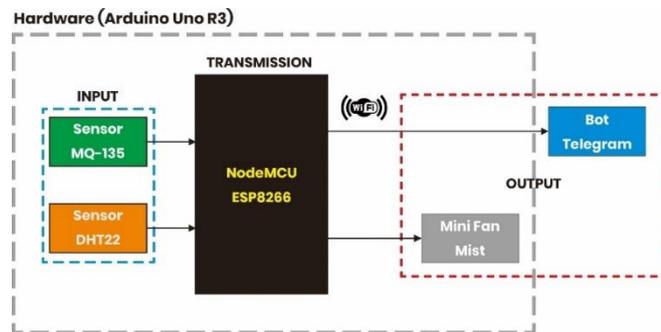
Flowchart Sistem dibuat untuk menunjukkan alur kerja sistem yang akan dibuat. Dalam sistem ini semua diatur oleh mikrokontroler Arduino Uno R3 dan ESP8266 sebagai transmisi yang melakukan tugas sesuai program yang dimasukan, semua perangkat yang terhubung akan dikendalikan oleh Arduino Uno R3. Proses pertama dimulai dari membaca *input* dari Sensor DHT22 dan Sensor MQ-135 untuk mengetahui kondisi suhu dan kelembaban serta kadar *Karbon dioksida* (CO₂) dalam rancangan alat. Dalam proses ini nilai bacaan sensor akan mengeluarkan 1 *output*. *Output* tersebut adalah kecepatan kipas.



Gambar 3. 2 Flowchart Sistem

3.3.2 Blok Diagram Sistem

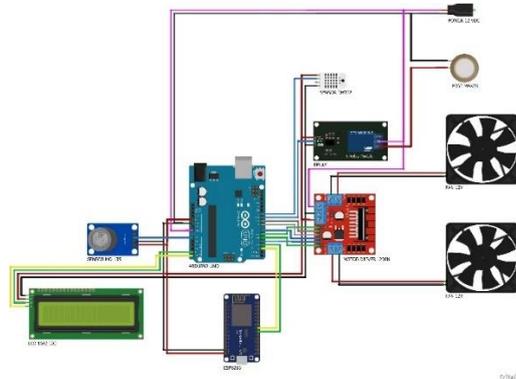
Blok diagram sistem dibuat untuk merealisasikan sistem kerja dari proyek yang akan dibuat, menentukan alur proses kerja, memberi gambaran *input* dan *output*, dilanjutkan dengan menghubungkan satu persatu komponen yang ada. Rancangan ini adalah gambaran bagaimana sistem yang dibuat akan bekerja serta menjelaskan tiap-tiap fungsi komponen pembangun sistem ini. Blok Diagram Sistem dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini :



Gambar 3. 3 Blok Diagram Sistem

Pada gambar 3.3 merupakan Blok Diagram Sistem. Arduino Uno R3 berfungsi sebagai mikrokontroler untuk kendali sistem. ESP8266 berfungsi sebagai saluran transmisi wifi agar dapat terhubung pada Bot Telegram. Kemudian terdapat 2 *input* yang digunakan yaitu sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban dan sensor MQ-135 untuk *Karbon dioksida* (CO_2). Dalam penelitian ini terdapat 1 *output* yaitu kecepatan kipas.

3.3.3 Perancangan Perangkat Keras (Skematik)



Gambar 3. 4 Skematik Perancangan Air Humidifier

Pada gambar 3.4 yaitu skematik perancangan alat *Air Humidifier* dibagi menjadi 3 bagian yaitu *Input*, *Process* dan *Output*. Dibagian *input* terdapat Sensor DHT22 dan Sensor MQ-135. Mikrokontroler Arduino Uno R3 yang sudah terintegrasi dengan pengaplikasian *Fuzzy Logic* masuk pada bagian proses, pada bagian *Output* terdapat *Fan* dan *Mistmaker*, dan NodeMCU ESP8266 sebagai pengirim notifikasi Bot Telegram dan LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan hasil klasifikasi dari kecepatan kipas. Kemudian susunan port pada Arduino Uno R3 dijelaskan lebih lanjut seperti pada tabel 3.3 sampai tabel 3.5.

Tabel 3. 3 Susunan Port Sensor DHT22 ke Port Arduino

Arduino Port	Sensor DHT22
5 Volt	VCC
Ground	Ground
D8	Digital Input

Pada tabel 3.3 susunan port pada sensor DHT22 dengan port digital input D8 dihubungkan ke pin digital input D8, kemudian untuk VCC pada sensor masuk ke 5 V pada papan Arduino dan untuk ground dihubunhkan ke pin ground pada port Arduino. Nilai dari sensor DHT22 merupakan nilai digital. Parameter lainnya yang paling penting untuk diperhatikan pada sistem *air humidifier* ini adalah suhu dan kelembaban karena ruangan dikatakan layak dihuni jika suhu dan kelembaban ideal.

Tabel 3. 4 Susunan Port Sensor MQ-135 ke Port Arduino

Arduino Port	Sensor MQ-135
5 Volt	VCC
Ground	Ground
A0	A0

Pada tabel 3.4 susunan port pada sensor MQ-135 dengan port analog A0 dihubungkan ke pin analog A0, kemudian untuk VCC pada sensor masuk

ke 5 V pada papan Arduino dan untuk ground dihubunhkan ke pin ground pada port Arduino. Nilai dari sensor MQ-135 merupakan nilai analog sehingga dibutuhkan *heater* atau kalibrasi agar nilainya dapat terdeteksi dengan baik. Parameter lainnya yang paling penting untuk diperhatikan pada sistem *air humidifier* ini adalah nilai dari *air quality* karena ruangan dikatakan layak dihuni jika *air quality* dibawah indeks pencemaran udara.

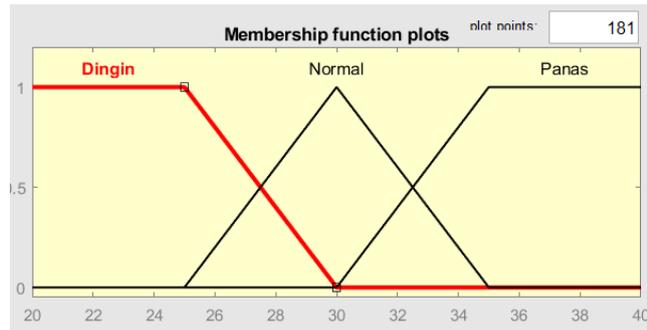
Tabel 3. 5 Susunan Port Modul ESP8266 ke Port Arduino

Arduino Port	Modul ESP8266
5 Volt	3V
Ground	Ground

Pada tabel 3.5 susunan port pada NodeMCU ESP8266 adalah VCC pada sensor masuk ke 5 V pada papan Arduino dan untuk ground dihubunhkan ke pin ground pada port Arduino. Hal ini dilakukan agar NodeMCU ESP8266 mendapatkan aliran listrik sehingga dapat mengirimkan transmisi data ke telegram melalui *wifi*.

3.3.4 Perancangan *Fuzzy Input Suhu*

Pada perancangan sebuah sistem dengan logika *fuzzy* untuk dapat bekerja dibutuhkan sebuah *input* untuk membuat *rules* dengan menentukan *variable* apa saja yang akan dimasukkan, sensor DHT22 sebagai sensor pembaca suhu akan berperan sebagai *variable* suhu dimana akan ditentukan terlebih dahulu nilai keanggotaannya. Nilai *input* ini didapatkan dari nilai pembacaan sensor DHT22 sebagai *variable* suhu. *Range* pada *variable* suhu ditentukan sendiri, dengan harapan sistem akan memberikan respon sesuai yang diharapkan. Suhu *range* yang dibuat yaitu berkisar 20°C - 40°C dengan fungsi keanggotaan suhu sebagai *variable input 1* dibagi dalam 3 kategori yaitu Dingin [0 0 25 30], Normal [25 30 35], dan Panas [30 35 40 40] seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3. 5 Fungsi Keanggotaan Sensor Suhu (°C)

Pada Gambar 3.5 fungsi keanggotaan suhu sebagai *variable input 1* dengan kategori Dingin, Normal, dan Panas.

Tabel 3. 6 Nilai Keanggotaan *Fuzzy* (Suhu)

No	Kategori	Nilai
1	Dingin	0 – 30
2	Normal	25 – 35
3	Panas	30 – 40

Pada Tabel 3.6 sebagai contoh untuk parameter suhu tersebut sebagai *variable input 1* dengan kategori Dingin, Normal, dan Panas. Maka untuk menentukan nilai bobot keanggotaan ditentukan dengan rumus dibawah ini :

Keanggotaan Dingin :

$$\begin{aligned}
 &1, & x \leq 25 \\
 &\frac{25-x}{5} & 25 \leq x \leq 30 \\
 &0, & x \geq 30
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$

Keanggotaan Normal :

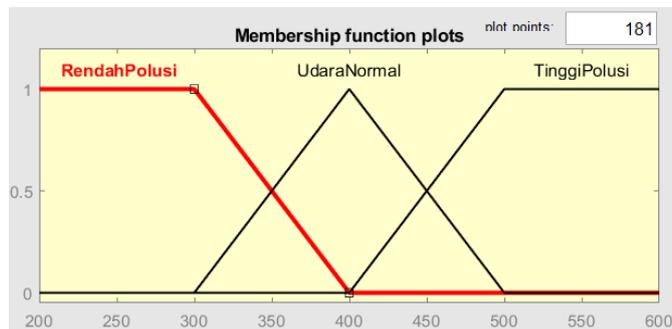
$$\begin{aligned}
 &1, & x \leq 25 \\
 &\frac{x-25}{5} & 25 \leq x \leq 30 \\
 &\frac{35-x}{5} & 30 \leq x \leq 35 \\
 &0, & x \geq 35
 \end{aligned}
 \tag{3.2}$$

Keanggotaan Panas :

$$\begin{aligned} &0, & x \leq 30 \\ &\frac{x-30}{5} & 30 \leq x \leq 35 \\ &1, & x \geq 35 \end{aligned} \tag{3.3}$$

3.3.5 Perancangan *Fuzzy Input Air Quality*

Sensor MQ-135 sebagai sensor pembaca kualitas udara akan berperan sebagai *variable air quality* dimana akan ditentukan terlebih dahulu nilai keanggotaannya. Nilai *input* ini didapatkan dari nilai pembacaan sensor MQ-135 sebagai *variable air quality*. *Range* yang dibuat yaitu berkisar 200PPM – 600PPM dengan fungsi keanggotaan *air quality* sebagai *variable input 2* dibagi dalam 3 kategori yaitu Rendah Polusi [0 0 300 400], Udara Normal [300 400 500], dan Tinggi Polusi [400 500 600 2000] seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3. 6 Fungsi Keanggotaan Sensor MQ-135

Pada Gambar 3.6 fungsi keanggotaan suhu sebagai *variable input 1* dengan kategori Rendah Polusi, Udara Normal, dan Tinggi Polusi.

Tabel 3. 7 Nilai Keanggotaan *Fuzzy* (Air Quality)

No	Kategori	Nilai
1	Rendah Polusi	0 - 400
2	Udara Normal	300 - 500
3	Tinggi Polusi	400 - 2000

Pada Tabel 3.7 sebagai contoh untuk parameter air quality tersebut sebagai *variable input 2* dengan kategori Rendah Polusi, Udara Normal, dan Tinggi Polusi. Maka untuk menentukan nilai bobot keanggotaan ditentukan dengan rumus dibawah ini :

Keanggotaan Rendah Polusi :

$$\begin{aligned} &1, \quad x \leq 300 \\ &\frac{300-x}{100} \quad 300 \leq x \leq 400 \\ &0, \quad x \geq 400 \end{aligned} \tag{3.4}$$

Keanggotaan Udara Normal :

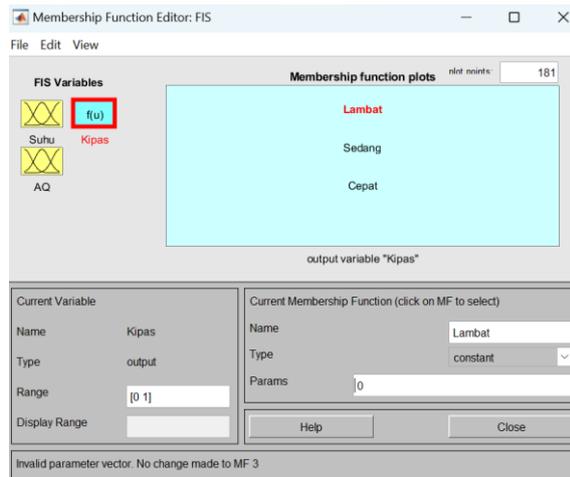
$$\begin{aligned} &1, \quad x \leq 300 \\ &\frac{x-300}{100} \quad 300 \leq x \leq 400 \\ &\frac{400-x}{100} \quad 400 \leq x \leq 500 \\ &0, \quad x \geq 500 \end{aligned} \tag{3.5}$$

Keanggotaan Tinggi Polusi :

$$\begin{aligned} &0, \quad x \leq 400 \\ &\frac{x-400}{100} \quad 400 \leq x \leq 500 \\ &1, \quad x \geq 500 \end{aligned} \tag{3.6}$$

3.3.6 PERANCANGAN *FUZZY OUTPUT*

Pada perancangan *fuzzy output* ini atau bisa disebut tahapan defuzzifikasi sebagai nilai keluaran kecepatan (Kipas). Perancangan *output* ini bertujuan untuk melihat hasil kecepatan (Kipas) sebagai media pengendalian kualitas udara agar *output* yang didapatkan sesuai dengan yang diinginkan untuk mendapatkan respon terbaik sesuai dengan parameter yang telah ditentukan sebelumnya. Kecepatan Kipas memiliki 3 keluaran kondisi yaitu Cepat, Sedang, dan Lambat. Kecepatan kipas didapatkan dari masukkan sensor DHT22 kategori Dingin, Normal, dan Panas dan masukkan sensor MQ-135 kategori Rendah Polusi, Udara Normal, dan Tinggi Polusi. *Input* tersebut dijadikan range nilai untuk Kecepatan Kipas Dingin [50] Kecepatan Kipas Normal [150] dan Kecepatan Kipas Cepat [255]. Kecepatan kipas menjadi *output* dalam sistem untuk melembabkan udara.



Gambar 3. 7 Perancangan Defuzzifikasi Kipas sebagai Output

Pada Gambar 3.7 merupakan perancangan defuzzifikasi sebagai output. Tahapan defuzzifikasi juga merupakan *output* penting dalam pembuatan *rules fuzzy*. Perancangan sistem kendali dengan logika *fuzzy* harus didasari dengan *rules* sehingga hasil yang didapatkan merupakan respon terbaik dari logika alat itu bekerja.



Gambar 3. 8 Perancangan Output Kecepatan Kipas

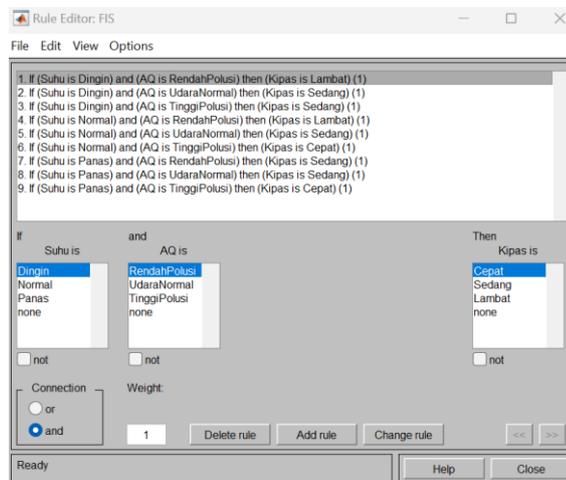
Pada Gambar 3.8 merupakan perancangan output kecepatan kipas. Tahapan ini untuk membandingkan nilai defuzzifikasi pada matlab dengan program. Perancangan sistem kendali dengan logika *fuzzy* harus didasari dengan *rules* sehingga hasil yang didapatkan merupakan respon terbaik dari logika alat itu bekerja.

Tabel 3. 8 Nilai Keanggotaan *Fuzzy Output* (Kecepatan Kipas)

No	Kategori	Nilai Fuzzy Output	Kecepatan Kipas (%)
1	Lambat	50	0 – 30
2	Sedang	150	30 – 70
3	Cepat	255	70 - 100

Pembuatan *rules* merupakan aturan penghubung antara *input* dan *output* dalam logika *fuzzy* untuk mendapatkan respon yang baik sesuai dengan hasil parameter. Konsep *rules fuzzy* digambarkan dengan Jika-Maka. Karena parameter yang digunakan merupakan 2 *input* dan 1 *output* atau bisa disebut konsep *Multiple-Input Single-Output* (MISO). IF – THEN, dalam hal ini mengalami penambahan (*and*) karena *input* terdapat dua *variable* yang digunakan. Maka dapat dituliskan :

IF (Suhu is ...) and (Air Quality is ...) then (Kipas is ...)



Gambar 3. 9 Perancangan *Rules Logika Fuzzy*

Pada Gambar 3.9 merupakan perancangan rules logika fuzzy Dimana terdapat 9 rules yang didapat dari 2 input yaitu sensor DHT22 dan sensor MQ-135.

3.4 PENGUJIAN SISTEM

3.4.1 Pengujian Sensor DHT22

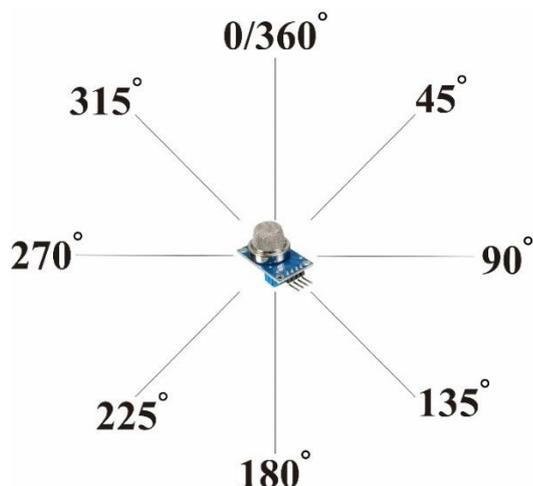
Pada pengujian sensor DHT22 dilakukan pengujian untuk mengukur kemampuan sensor dalam menerima rangsangan (akurasi) serta untuk mendapatkan nilai error dengan membandingkan nilai pengukuran sensor DHT22 dengan nilai aktual alat pengukur suhu dan kelembapan yaitu *Air Quality Detector 5 in 1*. Pengujian dilakukan dengan mengambil data sebanyak 30 kali setiap pengujian dan kemudian diambil nilai rata-rata *error*. Adapun perhitungan untuk mencari besarnya presentase nilai *error* yang diuji dari pengukuran suhu menggunakan sensor DHT 22 adalah sebagai berikut:

$$\text{Presentase Error} = \left| \frac{\text{Nilai Pembanding} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Pembanding}} \right| \times 100\% \quad (3.7)$$

3.4.2 Pengujian Sensor MQ-135

Pada pengujian sensor MQ-135 dilakukan pengujian jarak kepekaan sensor dalam mendeteksi kadar gas. Pada pengujian ini diuji dengan gas keluaran dari pengharum ruangan yang memiliki unsur CO₂, sensor MQ-135 ditempatkan pada jarak 10 cm dan 20 cm terhadap pengharum ruangan. Peletakan sensor memperhatikan sudut pada lingkaran penuh. Sensor diletakkan urut sesuai sudut pada lingkaran penuh yaitu 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315° dan kembali ke keadaan awal 0°. Selain mengukur jarak dalam menerima rangsangan dilakukan juga pengujian untuk mendapatkan nilai error dengan membandingkan nilai pengukuran sensor MQ-135 dengan nilai aktual alat pengukur kualitas udara yaitu *Air Quality Detector 5 in 1*. Pengujian dilakukan dengan mengambil data sebanyak 30 kali setiap pengujian dan kemudian diambil nilai rata-rata *error*. Adapun perhitungan untuk mencari besarnya presentase nilai *error* yang diuji dari pengukuran kualitas udara adalah sebagai berikut :

$$\text{Presentase Error} = \left| \frac{\text{Nilai Pembanding} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Pembanding}} \right| \times 100\% \quad (3.8)$$



Gambar 3. 10 Jarak Kepekaan Sensor terhadap Rangsangan

Pada gambar 3.10 merupakan jarak kepekaan sensor terhadap rangsangan. Pada pengujian ini diuji dengan gas keluaran dari pengharum ruangan yang memiliki unsur CO₂, sensor MQ-135 ditempatkan pada jarak 10 cm dan 20 cm terhadap pengharum ruangan.

3.4.3 Pengujian Sistem Kendali

Pengujian Sistem Kendali *Fuzzy Logic* menjelaskan bagaimana proses pengujian pada implementasi *Fuzzy Logic* Sugeno pada kendali pelembab udara. Proses yang dilakukan pada penelitian ini yaitu merancang alat untuk komponen yang digunakan seperti yang tertera pada tabel 3.1, kemudian penerapan *fuzzy input* suhu dan air quality seperti yang tertera pada sub bab 3.3.4 dan 3.3.5. Kemudian perancangan *fuzzy output* seperti yang tertera pada sub bab 3.3.6. Indikator keberhasilan sistem kendali pelembab udara ini didasari dengan nilai suhu dan *air quality* sesudah diterapkannya metode *Fuzzy Logic*.