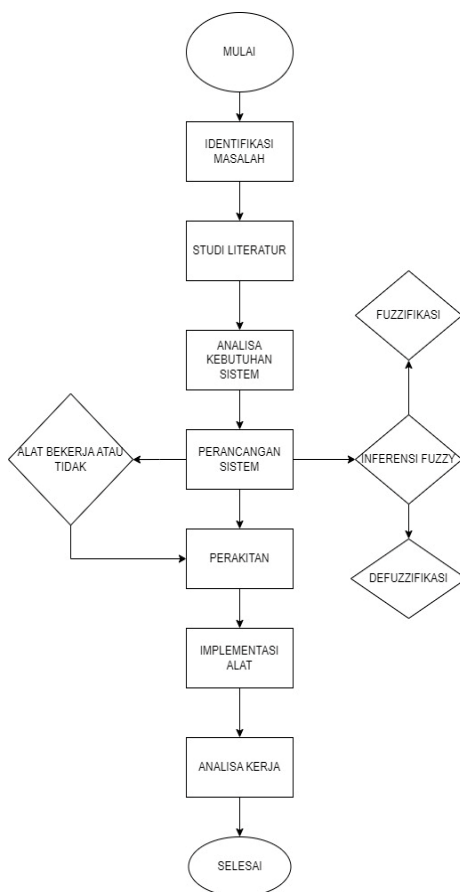


### BAB III

#### METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dalam “Rancang Bangun *Smart Fan* Menggunakan DHT11 dan Sensor PIR Berbasis Mikrokontroler”. Menjelaskan tentang pendekatan dan langkah-langkah yang digunakan dalam melaksanakan penelitian. Bagian ini memberikan gambaran detail tentang cara penelitian dilakukan, termasuk teknik, instrumen, data, serta analisis yang diterapkan. Tujuan dari BAB III adalah memberikan panduan yang jelas kepada pembaca tentang bagaimana penelitian tersebut dilakukan dan bagaimana data dikumpulkan serta dianalisis. Alur penelitian yang digunakan dapat dilihat seperti pada gambar dibawah.



**Gambar 3. 1** Flowchart Alur Penelitian

### **3.1 Tahap Penelitian**

Pada tahap ini yaitu pada tahapan penelitian dapat dilakukan dengan melihat masalah yang di amati. Dari sini, peneliti dapat mengambil langkah untuk mempelajari lebih lanjut, baik dengan mengamati, membaca, atau melakukan survey pendahuluan.

#### **3.1.1 Analisa Kebutuhan Sistem**

Analisa kebutuhan sistem meliputi berbagai hal mulai dari alat, bahan, Metode serta Software yang diperlukan dalam “Rancang Bangun *Smart Fan* Menggunakan DHT11 dan Sensor PIR Berbasis Mikrokontroler”.

#### **3.1.2 Blok Diagram Perancangan Alat**

Menjelaskan Semua Perancangan sistem dan metode yang di gunakan dalam bentuk blok diagram

#### **3.1.3 Perancangan Alat**

Perancangan sistem *Smart Fan* meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Penjelasan tentang perancangan sistem berupa diagram blok, dan rangkaian cara kerja alat menggunakan flowchart. Jika alat dan bahan yang di butuhkan sudah terkumpul maka alat akan di rakit sesuai dengan rancangan sistem.

#### **3.1.4 Implementasi Logika *Fuzzy Mamdani***

Implementasi logika *fuzzy Mamdani* melibatkan beberapa tahap untuk mengartikulasikan aturan-aturan fuzzy dalam sistem kontrol dan menghasilkan keluaran berdasarkan input yang diberikan.

#### **3.1.5 Pengujian Alat**

Pada tahapan pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian keseluruhan yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik sehingga dapat dilakukan implementasi. Namun, apabila rangkaian alat masih terdapat kendala maka alat akan di cek kembali agar dapat berfungsi dengan baik dan kembali di implementasikan.

### 3.2 Analisa Kebutuhan Sistem (*Hardware dan Software*)

Tahap selanjutnya adalah analisis kebutuhan alat dan bahan. Analisis kebutuhan alat dan bahan dilakukan untuk mengetahui *tools* dan komponen serta software apa saja yang akan digunakan untuk mengimplementasikan sistem.

#### 3.2.1 Alat Yang Dibutuhkan

Sebelum melakukan perancangan pada “Rancang Bangun *Smart fan* Menggunakan DHT11 dan Sensor PIR Berbasis Mikrokontroler” beberapa alat yang harus di siapkan. Berikut beberapa alat yang dapat dilihat pada tabel 3.1.

**Tabel 3. 1 Alat Yang Digunakan**

NO	Nama Alat	Spesifikasi		Fungsi
1	Laptop/Komputer	AMD Ryzen3550H, RAM 8GB, SSD 512 GB		Menjalakan Software dan beberapa program yang dibutuhkan
2	Obeng	Obeng + dan -		Memasang Baut
3	Tang Potong	-		Memotong Kabel, kaki komponen Dll
4	Solder	-		Digunakan Untuk penyolderan perangkat
5	Lem Tembak	-		Menempelkan Bagian Yang Di Butuhkan

### 3.2.2 Komponen Yang Dibutuhkan

Sebelum kembali pada perancangan/perakitan ada beberapa bahan bahan yang perlu di persiapkan yang dapat dilihat pada tabel 3.2.

**Tabel 3. 2 Komponen Yang Digunakan**

NO	Nama	Fungsi	Jumlah
1	Sensor DHT11	Sebagai Input Suhu	1
2	Sensor PIR	Sebagai Input Objek	1
3	Arduino Uno	Mikrokontroler	1
4	Relay 4 Channel	Penghubung Dan Pemutus Arus Listrik	1
5	LCD 16x2 I2C	Untuk Menampilkan Output	1
6	Kipas Angin	Sebagai Output Utama	1

### 3.2.3 Software

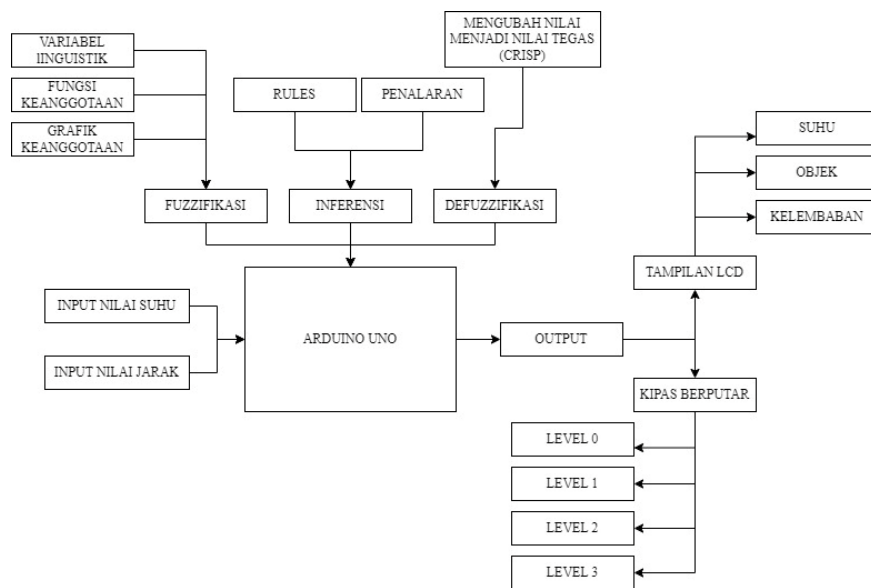
Ada beberapa software yang dipakai dalam penelitian ini guna mendapatkan rancangan alat yang pas dan sesuai. Berikut daftar software yang digunakan dapat dilihat pada tabel dibawah.

**Tabel 3. 3 Software Yang Digunakan**

NO	Nama	Fungsi
1	Arduino IDE	Membuat program perintah yang akan dihubungkan ke mikrokontroler
2	Fritzing	Membuat gambar atau sketsa rangkaian
3	Matlab	Menghitung Nilai Fuzzy (output/Input)

### 3.3 Blok Diagram perancangan Alat

Merencanakan diagram blok adalah salah satu langkah yang signifikan dalam menjalankan sebuah penelitian. Fungsi dari diagram blok adalah untuk menggambarkan rancangan yang tengah dikembangkan, guna mempermudah pembaca dalam memahami konsep serta desain perangkat yang sedang dirancang. Gambaran dari diagram blok ini dapat ditemukan pada ilustrasi di bawah ini :



**Gambar 3. 2 Blok Diagram Perancangan Alat**

Pada gambar Blok Diagram diatas dapat dilihat bahwa nilai input dimulai dari Sensor PIR dan Sensor DHT11 yang dimana nilai inputan tersebut berupa suhu,kelembaban,dan objek yang kemudian nilai dari inputan dari kedua sensor tersebut akan di kirimkan ke arduino yang sebelumnya telah di program menggunakan perintah fuzzy,pada perintah fuzzy telah dilakukan Fuzzifikasi,Inferensi, Dan Defuzzifikasi dimana pada proses Fuzzifikasi nilai inputan yang bersifat tegas (Crips) telah melalui 3 proses yaitu membuat Variabel Linguistik,Fungsi Keanggotaan, Dan grafik Keanggotaan,Setelah dilakukan proses Fuzzifikasi selanjutnya adalah tahap Inferensi dimana nilai dari Fuzzifikasi yang berupa variabel Linguistik diolah kembali mengikuti aturan-aturan tertentu yang kemudian akan menghasilkan output tertentu atau

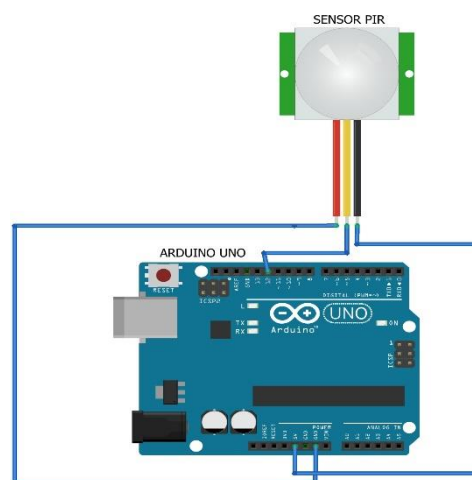
kesimpulan, Dan Proses terakhir adalah Defuzzifikasi yaitu proses dimana nilai yang diperoleh dari Inferensi akan diubah kembali kedalam nilai yang bersifat tegas (Crips) menjadi output atau keluaran.

### 3.4 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada langkah ini merupakan bagian yang cukup penting dilakukan yaitu merakit daripada komponen-komponen yang digunakan menjadi satu kesatuan dan menghasilkan suatu rangkaian alat yang tersusun. Untuk menghindari kerusakan pada komponen maka perlu dipahami karakteristik dari masing-masing komponen.

#### 3.4.1 Rangkaian Sensor PIR Ke Arduino

Di bawah ini terlihat skema penghubungan antara sensor PIR dan Arduino, di mana sensor PIR bertindak sebagai input untuk mendeteksi gerakan. Saat sensor PIR mengidentifikasi gerakan atau kehadiran suatu objek di sekitarnya, data dari sensor PIR akan dikirimkan ke Arduino dan diproses melalui kode program yang telah disusun sebelumnya. Sensor PIR (Passive Infrared) bekerja dengan cara mengenali perubahan suhu dalam bentuk radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek di sekitarnya. Prinsip ini memungkinkan sensor PIR untuk mengenali gerakan manusia atau objek lain yang memiliki perbedaan suhu dibandingkan latar belakang.

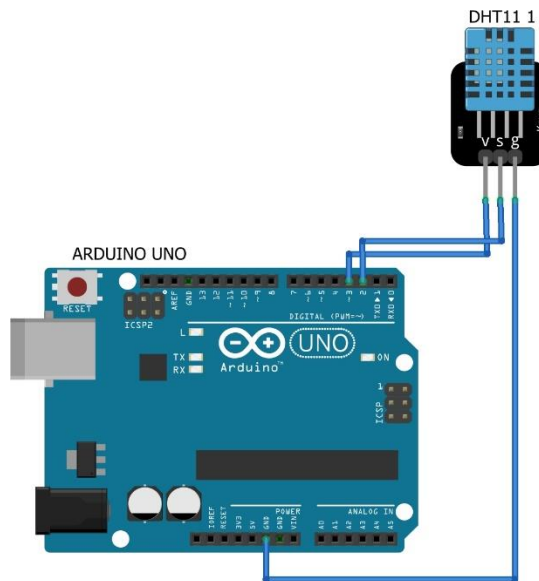


**Gambar 3. 3 Skema Rangkaian Sensor PIR**

Berikut adalah penjelasan tentang penghubungan pin sensor PIR ke Arduino: Pin VCC dihubungkan ke pin 5V pada Arduino untuk memberikan sumber daya tegangan. Ini memastikan pasokan daya yang stabil agar sensor PIR beroperasi secara optimal. Pin OUT terhubung ke pin digital PWM 12 pada Arduino untuk menghubungkan output sensor PIR. Ini memungkinkan Anda membaca sinyal deteksi gerakan. Penggunaan pin digital PWM (seperti pin 12) memungkinkan kontrol sensitivitas sensor PIR melalui fitur Pulse Width Modulation (PWM). Pin GND disambungkan ke pin Ground pada Arduino untuk membentuk jalur ground dalam rangkaian. Ini diperlukan untuk menyediakan referensi tegangan yang stabil dan meminimalkan potensi gangguan sinyal.

#### **3.4.2 Rangkaian Sensor Suhu ke Arduino**

Sensor DHT11 adalah perangkat yang mampu mendeteksi suhu dan kelembaban dalam lingkungan sekitarnya. Terdiri dari sensor suhu dan kelembaban yang terhubung dengan mikrokontroler internal, sensor ini menggunakan termistor untuk mengukur suhu dan bahan higroskopis untuk mengukur kelembaban. Dalam protokol komunikasi menggunakan single-wire, mikrokontroler mengirimkan sinyal inisiasi untuk meminta data dari sensor. Data suhu dan kelembaban dikirimkan melalui varian panjang pulsa tinggi dalam sinyal, dan mikrokontroler mengolahnya menjadi nilai numerik yang dapat diinterpretasikan dalam derajat Celsius untuk suhu dan persentase untuk kelembaban. Dan ketika diminta, mikrokontroler mengambil data terbaru untuk digunakan dalam program atau aplikasi yang sesuai. Meskipun terjangkau dan mudah digunakan, akurasi sensor DHT11 dapat lebih rendah dibandingkan dengan sensor yang lebih canggih.



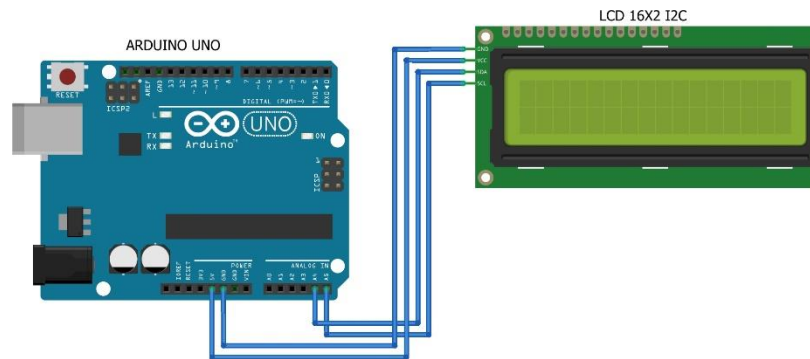
**Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor DHT11**

Pada gambar diatas Sambungan dari sensor DHT11 ke Arduino adalah sebagai berikut: Pin + (Power Supply) terhubung ke pin Digital PWM 3 pada Arduino untuk memberikan pasokan daya, pin Out (Output Data) terhubung ke pin Digital PWM 2 pada Arduino untuk mengirimkan data suhu dan kelembaban, dan pin - (Ground) terhubung ke pin Ground pada Arduino untuk membentuk jalur ground dan memastikan referensi ground yang stabil. Namun, penting untuk dicatat bahwa konfigurasi yang disebutkan tidak umum dan tidak konsisten dengan penggunaan standar pin PWM untuk sensor DHT11. Pastikan untuk merujuk pada dokumentasi sensor DHT11 dan Arduino untuk koneksi yang sesuai.

### **3.4.3 Rangkaian LCD 16X2 I2C Ke Arduino**

Dibawah ini merupakan rangkaian antara LCD 16x2 dengan modul I2C dimana LCD disini berfungsi untuk menampilkan informasi yang diperoleh dari kedua sensor yang sebelumnya telah di proses oleh Arduino.



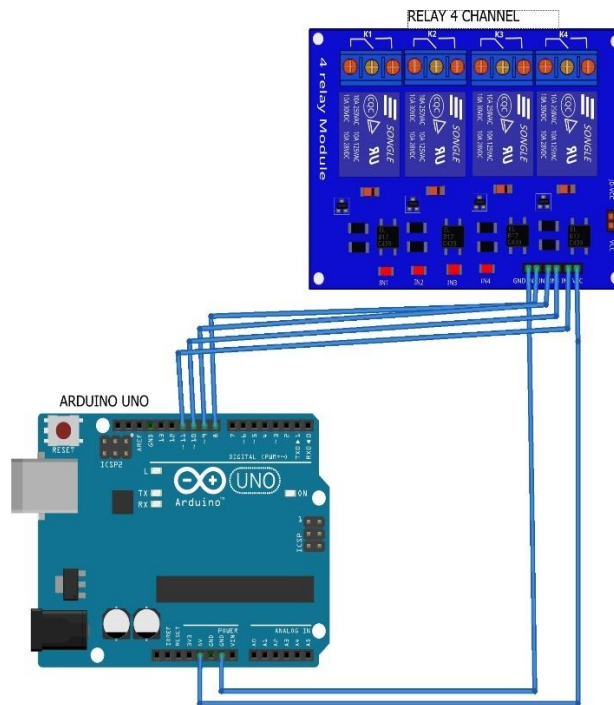


**Gambar 3. 5 Skema Rangkaian LCD**

Sambungan dari modul LCD 16x2 dengan modul I2C ke Arduino adalah sebagai berikut: Pin SCL terhubung ke pin Analog A5 pada Arduino untuk mengatur sinyal clock I2C, pin SDA terhubung ke pin Analog A4 pada Arduino untuk mengatur sinyal data I2C, pin VCC terhubung ke pin 5V pada Arduino untuk memberikan pasokan daya, dan pin GND terhubung ke pin Ground pada Arduino untuk membentuk jalur ground dan memastikan referensi ground yang stabil. Pastikan polaritas yang benar dan hindari korsleting antara pin-pin. Untuk koneksi yang akurat, merujuklah pada dokumentasi modul I2C dan modul LCD.

#### **3.4.4 Rangkaian Relay 4 Channel Ke Arduino**

Relay 4 channel disini berfungsi sebagai perangkat yang digunakan untuk mengontrol perangkat listrik dengan menggunakan sinyal dari mikrokontroler atau papan Arduino. Relay bekerja seperti saklar elektronik yang dapat menghubungkan atau memutuskan aliran listrik pada perangkat yang lebih besar. Setiap relay pada modul 4 channel dapat mengontrol satu perangkat listrik secara independen.

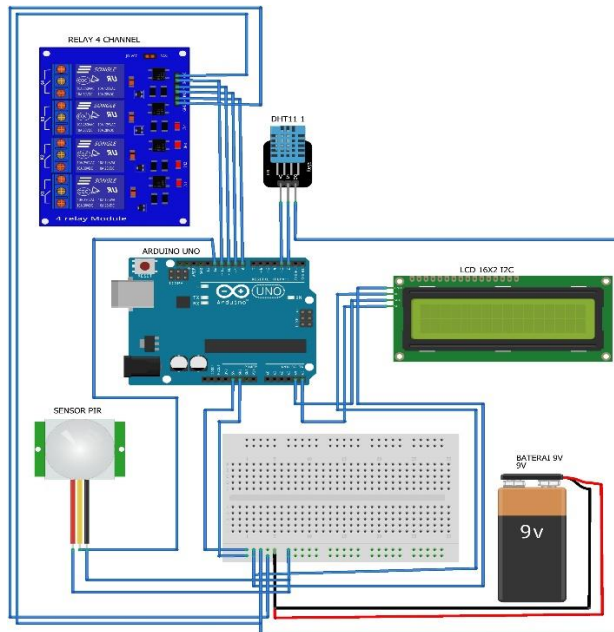


**Gambar 3. 6 Rangkaian Relay 4 Channel**

Sambungan modul relay 4 channel ke Arduino adalah sebagai berikut: Pin GND terhubung ke pin Ground Arduino untuk jalur ground, pin VCC terhubung ke pin 5V Arduino untuk pasokan daya, pin IN1 terhubung ke pin Digital PWM 8 untuk mengendalikan relay nomor 1, pin IN2 terhubung ke pin Digital PWM 9 untuk mengendalikan relay nomor 2, pin IN3 terhubung ke pin Digital PWM 10 untuk mengendalikan relay nomor 3, dan pin IN4 terhubung ke pin Digital PWM 11 untuk mengendalikan relay nomor 4.

### **3.4.5 Rangkaian Keseluruhan Alat (*Hardware*)**

Pada tahap ini, semua komponen dipasang sesuai dengan struktur sistem yang telah dirancang sebelumnya, dan ini merupakan langkah akhir dalam perencanaan dan pelaksanaan rangkaian keseluruhan.



**Gambar 3. 7 Rangkaian Keseluruhan Alat**

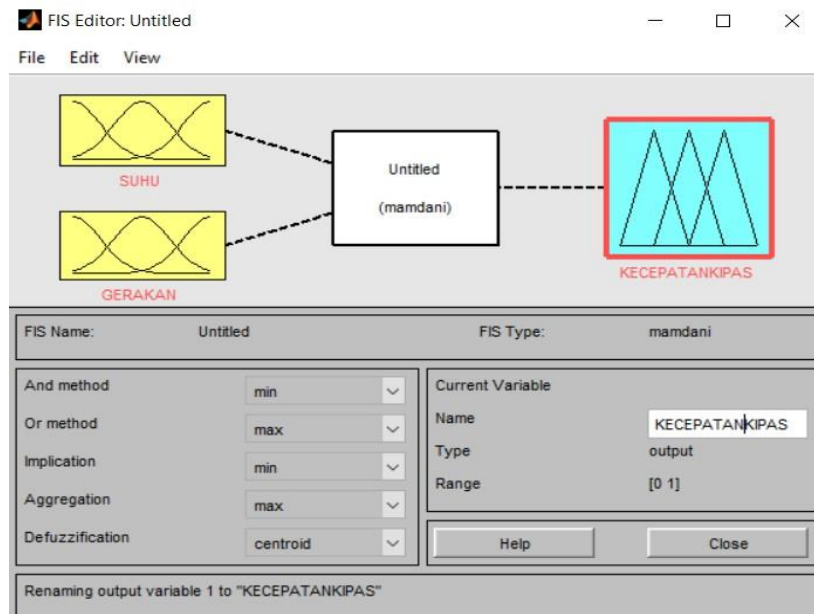
Sistem operasi dari rangkaian di atas melibatkan pengambilan input dari dua sensor utama, yakni sensor gerakan PIR dan sensor suhu DHT11. Data yang diperoleh dari keduanya akan dikirimkan ke mikrokontroler untuk menjalani proses pengolahan sesuai dengan kode program yang telah diatur sebelumnya. Jika sensor DHT11 mengindikasikan suhu mencapai  $25^{\circ}\text{C}$ , mikrokontroler akan menginstruksikan relay 1 untuk diaktifkan. Apabila sensor DHT11 mendeteksi suhu mencapai  $30^{\circ}\text{C}$ , mikrokontroler akan mengeluarkan perintah agar relay 2 diaktifkan, dan dalam situasi di mana sensor DHT11 mengindikasikan suhu lebih tinggi, yakni  $35^{\circ}\text{C}$ , mikrokontroler akan menggerakkan relay 3 untuk berfungsi. Relay 1 bertugas mengatur kipas pada tingkat 1, relay 2 mengendalikan kipas pada tingkat 2, sementara relay 3 bertugas mengatur kipas untuk beroperasi pada level tertinggi. Untuk keterangan mengenai nilai suhu dan objek atau gerakan akan dibahas pada tahap penerapan *Fuzzy* Bagian Variabel Linguistik.

### 3.5 Implementasi *Fuzzy Mamdani*

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya Logika *Fuzzy* adalah cara memetakan ruang input menuju ruang output menggunakan logika *Fuzzy*, *Fuzzy Mamdani* adalah salah satu pendekatan dalam logika *fuzzy* yang pertama kali diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Pendekatan ini digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dan ambiguitas dalam pengambilan keputusan dengan memanfaatkan konsep *fuzzy*, yang memungkinkan penalaran berbasis pada nilai kabur (*fuzzy*) daripada hanya nilai biner (1 atau 0).

#### 3.5.1 Fuzzyfikasi

Pada tahap ini, nilai-nilai masukan (variabel input) dikonversi menjadi nilai-nilai keanggotaan dalam himpunan-himpunan linguistik yang telah didefinisikan sebelumnya. Fungsi keanggotaan digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu nilai masukan termasuk dalam himpunan linguistik tertentu. Pada Penelitian ini terdapat 2 variabel input yaitu “Suhu” dan “Gerakan” juga terdapat 1 output yaitu “Kecepatan Kipas”.

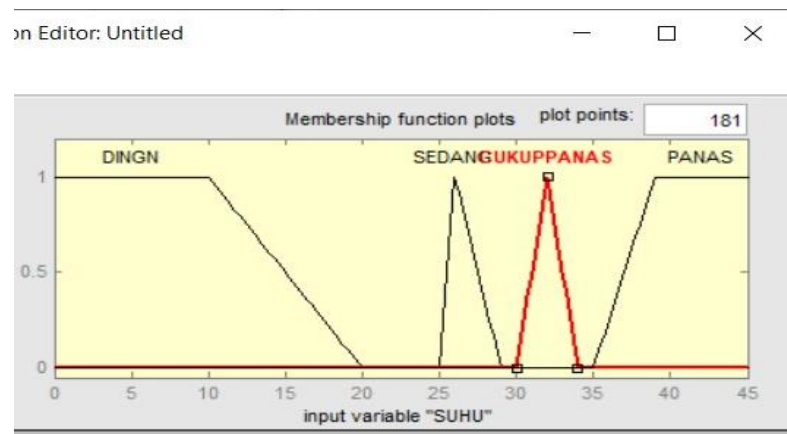


Gambar 3. 8 Input Dan Output Matlab

## a) Variabel Linguistik

### 1. Nilai Keanggotaan Derajat Suhu

Nilai Keanggotaan Derajat Suhu dibagi menjadi 4 bagian yaitu: Dingin (10-20°C), Sedang (25-29°C), Cukup Panas (30-34°C), Dan Panas (35-45°C).



**Gambar 3. 9 Derajat Keanggotaan Suhu**

Fungsi Keanggotaan derajat suhu :

$\mu_{Dingin}(x) = (x-20)/(25-20)$  akan bernilai 0 ketika  $x \geq 25$ , dan akan bernilai 1 ketika  $x \leq 10, 10 \leq x \leq 25$

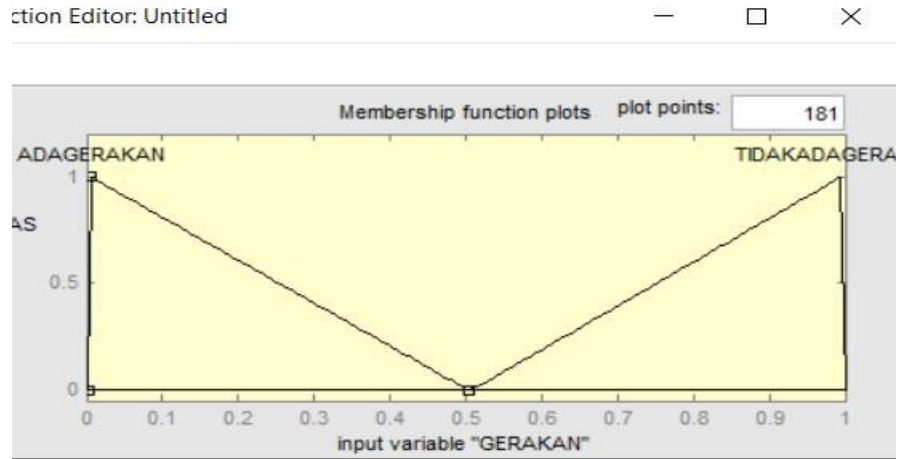
$\mu_{Sedang}(x) = (x-20)/(25-20), (30-x)/(30-25)$  akan bernilai 0 ketika  $x \leq 20$  atau  $x \geq 30$  dan akan bernilai 1 jika  $x = 25, 20 \leq x \leq 30, 20 \leq x \leq 25$

$\mu_{Cukup Panas}(x) = (x-25)/(30-25), (35-x)/(35-30)$ , akan bernilai 0 ketika  $x \leq 25$  atau  $x \geq 35$ , dan akan bernilai 1 jika  $x = 30, 25 \leq x \leq 30, 30 \leq x \leq 35$

$\mu_{Panas}(x) = (x-30)/(45-30)$ , akan bernilai 0 jika  $x \leq 30$  dan akan bernilai 1 jika  $x \geq 45, 30 \leq x \leq 45$

## 2. Nilai Keanggotaan Gerak

Nilai Keanggotaan Gerak dibagi menjadi 2 yaitu ada gerakan dan tidak ada gerakan



**Gambar 3. 10 Derajat Keanggotaan Gerak**

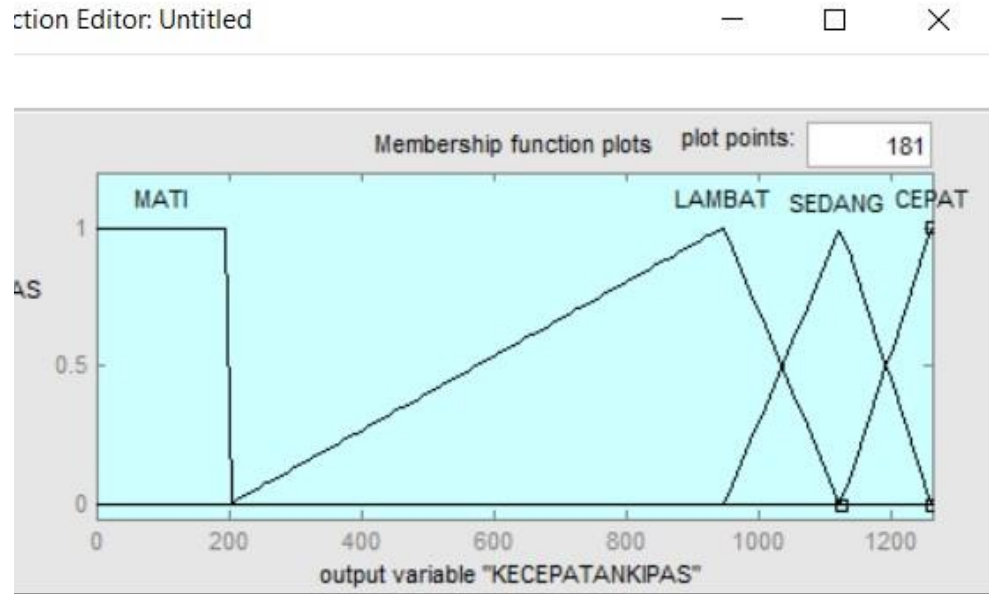
Fungsi Keanggotaan Gerak :

$\mu_{Ada\_Gerakan}(x) = (0.5-x)/(0.5-0)$  akan bernilai 0 ketika  $x \geq 0.5$ , dan akan bernilai 1 ketika  $x \leq 0, 0 \leq x \leq 0.5$

$\mu_{Tidak\_Ada\_Gerakan}(x) = (x-1)/(0.5-1)$ , akan bernilai 0 jika  $x \leq 1$  dan akan bernilai 1 jika  $x \geq 1$ ,

### 3. Derajat Keanggotaan Kecepatan Kipas

Derajat Keanggotaan Kecepatan Kipas dibagi menjadi 4 bagian yaitu : (0 RPM) Mati, (947 RPM) Lambat, (1124) Sedang, (1262 RPM) Cepat.



**Gambar 3. 11 Derajat Keanggotaan Kecepatan Kipas**

$\mu_{Lambat}(z) = (947-z)/(1124-947)$  akan bernilai 0 ketika  $z \geq 1124$ , dan akan bernilai 1 ketika  $z \leq 947$ ,  $947 \leq z \leq 1124$

$\mu_{Sedang}(z) = (z-947)/(1124-947), (1124-z)/(1124-947)$  akan bernilai 0 ketika  $z \leq 947$  atau  $z \geq 1124$  dan akan bernilai 1 jika  $z = 1124, 947 \leq z \leq 1124, 1124 \leq x \leq 1262$

$\mu_{Cepat}(z) = (z-1124)/(1262-1124)$ , akan bernilai 0 jika  $z \leq 1124$  dan akan bernilai 1 jika  $z \geq 1262$ ,  $1124 \leq z \leq 1262$

## b) Pembentukan Rules (Aturan)

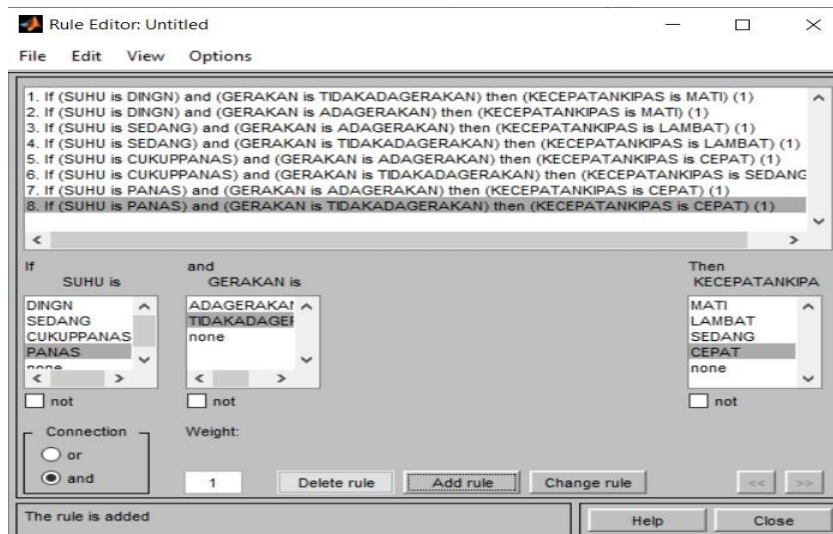
Berdasarkan Variabel Linguistik diatas maka diperoleh *Rules* (Aturan) sebagai berikut :

- R1 Jika Suhu Dingin Dan Tidak Ada Gerakan Maka Kipas Mati
- R2 Jika Suhu Dingin Dan ada Gerakan Maka Kipas Mati
- R3 Jika Suhu Sedang Dan Ada Gerakan Maka Kipas Lambat
- R4 Jika Suhu Sedang Dan Tidak Ada Gerakan Maka Kipas Lambat
- R5 Jika Suhu Cukup Panas Dan Ada Gerakan Maka Kipas cepat
- R6 Jika Suhu Cukup Panas dan Tidak Ada Gerakan Maka Kipas Sedang
- R7 Jika Suhu Panas Dan Ada Gerakan Maka Kipas Cepat
- R8 Jika Suhu Panas dan Tidak Ada Gerakan Maka Kipas Cepat

Dari beberapa *Rules* (Aturan) diatas akan dilakukan proses Fuzzyfikasi pada Data Masukan Sistem dengan Menggunakan Rumus sebagai Berikut:

- $\mu[x; a, b] = (b - x)/(b - a)$  Untuk Keanggotaan Turun
- $\mu[x; a, b, c] = (x - a)/(b - a)(b - x)/(c - b)$  Untuk Keanggotaan Segitiga
- $\mu[x; a, b] = (x - a)/(b - a)$  Untuk Keanggotaan Naik





Gambar 3. 12 Rules (Aturan)

### 3.5.2 Inferensi

Setelah semua nilai keanggotaan dari input suhu dan objek didapatkan, langkah berikutnya adalah menjalankan tahap implikasi atau inferensi dengan menggunakan rumus :

- R1 Jika Suhu Dingin dan Tidak Ada Gerakan Maka Kipas Mati  

$$\propto \text{predikat1}$$

$$= \mu_{dingin}(x) \text{ dan } \mu_{Tidak\_Ada\_Gerakan}(x)$$
- R2 Jika Suhu Dingin dan Ada Gerakan Maka Kipas Mati  

$$\propto \text{predikat2} = \mu_{dingin}(x) \text{ dan } \mu_{Ada\_Gerakan}(x)$$
- R3 Jika Suhu Sedang Dan Ada Gerakan Maka Kipas Lambat  

$$\propto \text{predikat3} = \mu_{Sedang}(x) \text{ dan } \mu_{Ada\_Gerakan}(x)$$
- R4 Jika Suhu Sedang dan Tidak Ada Gerakan Maka Kipas Lambat

$$\propto \text{predikat4}$$

$$= \mu_{\text{Sedang}}(x) \text{ dan } \mu_{\text{Tidak_ada_Gerakan}}(x)$$

- R5 Jika Suhu Cukup Panas dan Ada Gerakan Maka Kipas Cepat

$$\propto \text{predikat5}$$

$$= \mu_{\text{Cukup_Panas}}(x) \text{ dan } \mu_{\text{Ada_Gerakan}}(x)$$

- R6 Jika Suhu Cukup Panas dan Tidak Ada Gerakan Maka Kipas Sedang

$$\propto \text{predikat6}$$

$$= \mu_{\text{Cukup_Panas}}(x) \text{ dan } \mu_{\text{Tidak_Ada_Gerakan}}(x)$$

- R7 Jika Suhu Panas dan Ada Gerakan Maka Kipas Cepat

$$\propto \text{predikat7} = \mu_{\text{Panas}}(x) \text{ dan } \mu_{\text{Ada_Gerakan}}(x)$$

- R8 Jika Suhu Panas dan Tidak Ada Gerakan Maka Kipas Cepat

$$\propto \text{predikat8}$$

$$= \mu_{\text{Panas}}(x) \text{ dan } \mu_{\text{Tidak_ada_Gerakan}}(x)$$

### 3.5.3 Defuzzyfikasi

Setelah nilai-nilai dari setiap implikasi atau inferensi telah diidentifikasi, langkah berikutnya adalah melakukan tahap Defuzzifikasi. Pada tahap ini, perhitungan akan dilakukan menggunakan pendekatan Metode *Centroid*

(*Center Of Area*) dengan rumus:  $z^* = \frac{\int \mu(z)z dz}{\int \mu(z) dz}$

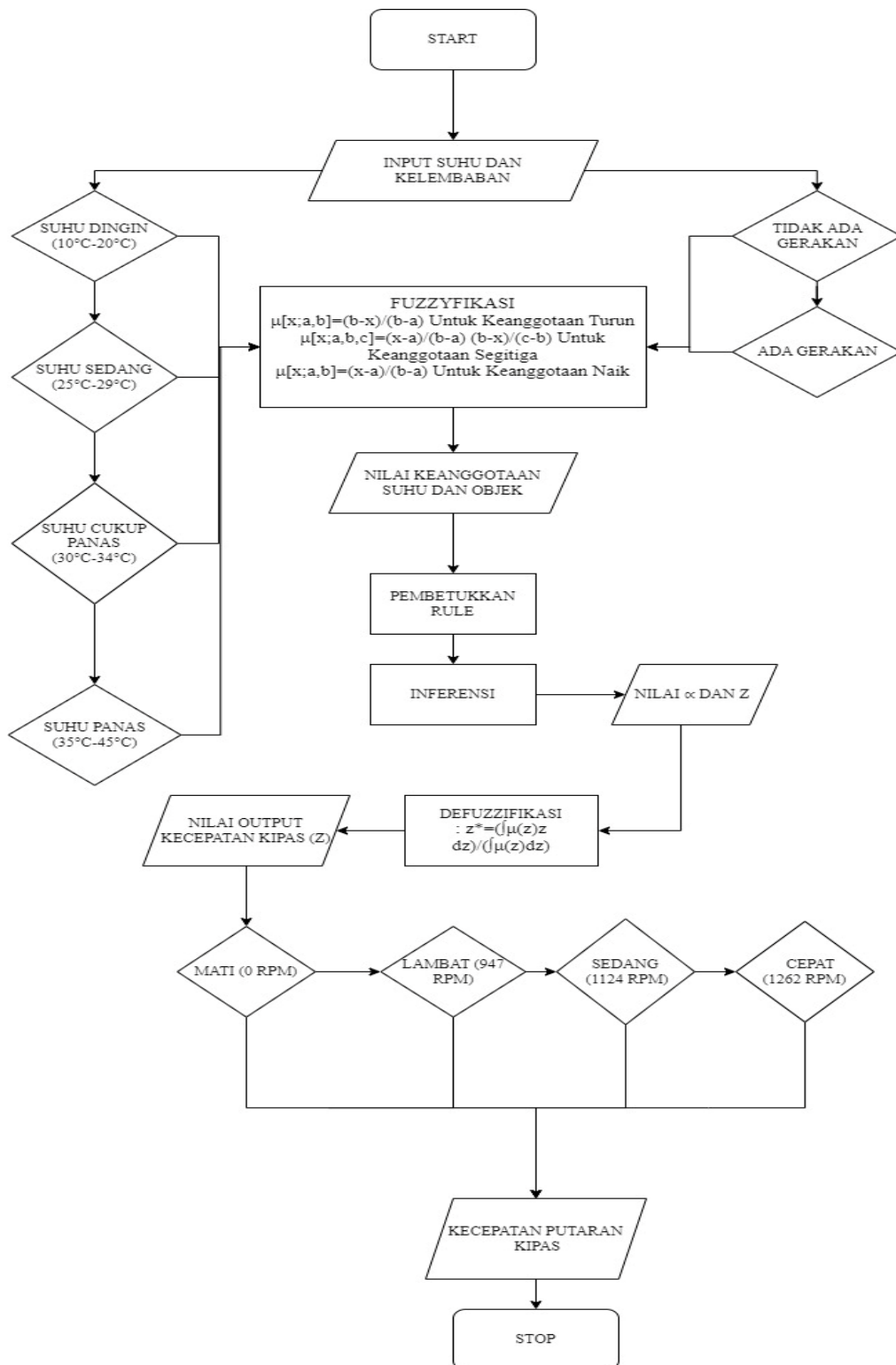
### 3.6 Perancangan Alat

Perancangan Alat (*perangkat keras*) adalah eksekusi dari desain perangkat keras yang telah sebelumnya direncanakan, yang akan dijalankan dalam penelitian.



**Gambar 3. 13 Implementasi Hardware**

Gambar yang diperlihatkan di atas menggambarkan rancangan komponen-komponen dalam sistem Smart-fan yang telah dibahas dalam bab sebelumnya. Komponen-komponen ini mencakup mikrokontroler Arduino Uno yang berperan sebagai pusat pengendalian, sensor suhu DHT11 sebagai input untuk suhu, sensor PIR sebagai input untuk pendeteksian objek, baterai 9V sebagai sumber daya untuk Arduino, Relay 4 channel untuk mengontrol arus listrik, layar LCD 16x2 dengan koneksi I2C untuk menampilkan hasil suhu dan objek, serta kipas konvensional dengan tiga level kecepatan sebagai output utama.



Gambar 3. 14 Flowchart Fuzzy Mamdani