

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan rincian mengenai pendekatan penelitian yang akan digunakan, termasuk persyaratan sistem, rancangan sistem, prinsip operasi sistem, dan penerapan metode *Fuzzy* sebagai bagian dari rencana sistem. Selain itu, bab ini juga akan membahas skenario pengguna dan desain interface untuk aplikasi Android. *Prototype* sistem yang dikembangkan ini akan mencakup pembuatan ruangan dengan ukuran 30 x 30 x 30 cm. Ukuran tersebut didapatkan setelah diskala dengan ukuran kamar. Sistem diharapkan mampu mengendalikan kecepatan kipas berdasarkan suhu dan jumlah orang pada kotak, sehingga suhu pada kotak dapat dikendalikan. Nilai suhu, jumlah orang, dan kecepatan kipas akan ditampilkan ke *platform* yang digunakan sehingga kondisi ruangan dapat dimonitoring.

3.1 Kebutuhan Sistem

Pada Penelitian Implementasi Perancangan Sistem Kendali Kipas Angin Otomatis Menggunakan Logika *Fuzzy* Berbasis IoT membutuhkan beberapa alat dan bahan, seperti yang terlihat pada Tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3.1 Alat

Alat	Jumlah
Laptop/PC	1
<i>Software</i> Arduino UNO	1
Telkom IoT <i>Platform</i>	1

Tabel 3.2 Bahan

Bahan	Jumlah
<i>NodeMCU</i> ESP32	1
Sensor DHT11	1
Sensor <i>InfraRed</i>	2
Kipas Angin	1
LED	1
Tombol Reset	1
<i>Driver motor</i> DC	1
Modul <i>Stepdown</i> LM2596	1
Akrilik	5

1. Laptop/PC

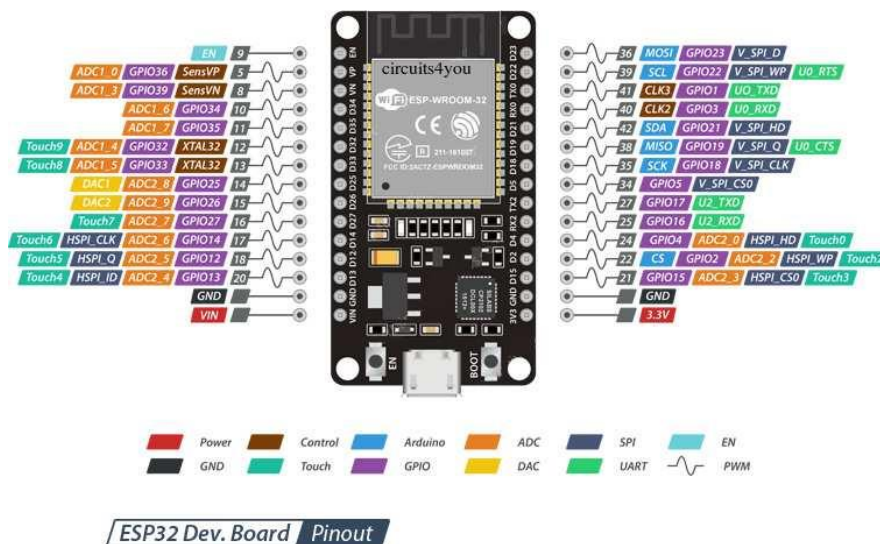
Pada penelitian ini laptop berfungsi sebagai alat untuk mengkonfigurasi mikrokontroler ESP32 dengan *Hardware* yang lain agar dapat berfungsi sesuai dengan skenario penelitian.

Berikut spesifikasi laptop yang digunakan

- Processor: AMD Ryzen 5 4600H
- RAM: 8 GB
- OS: Windows 11 64-bit

2. ESP32

ESP32 digunakan untuk menghubungkan sensor dan mengontrol kipas angin. Piranti ini bisa dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektro dari yang sederhana hingga yang kompleks.



Gambar 3.1 Mikrokontroler ESP32

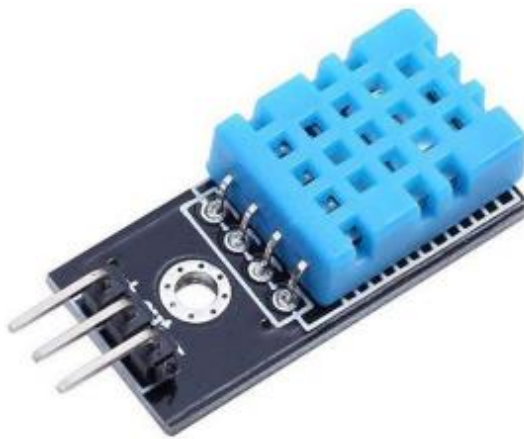
Gambar 3.1 merupakan bentuk fisik mikrokontroler ESP32 dan *pinout* yang dimiliki. Adapun ESP32 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- *Module model* ESP-WROOM-32S
- Ukuran 25.4*48.26*3mm
- Tegangan *Input* 2.2V sampai 3.6V
- Jumlah Pin ADC 18
- Wifi Frekuensi 2.4 GHz-2.5GHz
- Jumlah pin DAC 2

- *Flash Memory* 4 MB
- Kecepatan 40/26/24 MHz
- Wifi Protokol 802.11 b/g/n
- *Clock Frequency* 80 MHz to 240 MHz
- *USB Port Micro USB*
- SRAM 520 KB

3. Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan perangkat deteksi suhu yang menggunakan sinyal digital yang sudah terkalibrasi dengan sensor suhu yang kompleks. Teknologi ini menjamin keandalan yang tinggi serta stabilitas yang sangat baik dalam jangka panjang. Sensor ini terhubung dengan *mikrokontroler* yang memiliki kinerja tinggi sebesar 8 bit. Gambar 3.2 merupakan bentuk fisik sensor DHT11.



Gambar 3.2 Sensor DHT 11

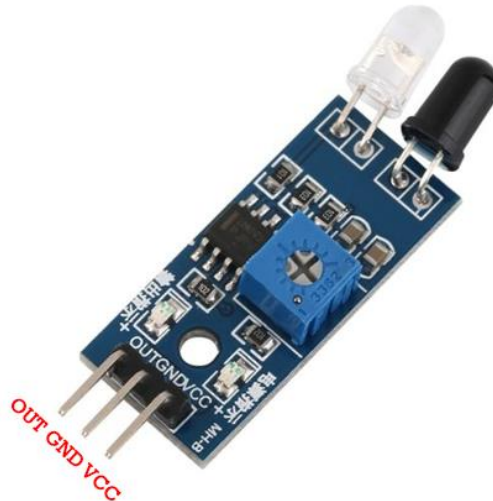
DHT 11 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Tegangan kerja: 3.3V-5V
- Arus maksimum: 2.5mA
- Range pengukuran kelembaban: 20%-80%
- Akurasi pengukuran kelembaban: 5%
- Range pengukuran suhu: 0°C-50°C
- Akurasi pengukuran suhu: 2°C
- Ukuran: 15.5 mm x 12 mm x 5.5 mm

4. Sensor *InfraRed* (IR)

Sensor IR digunakan untuk mendeteksi jumlah orang yang berada didalam

prototype ruangan. Sensor ditempatkan pada bagian pintu masuk dan pintu keluar, sehingga jika terdapat orang masuk, sensor akan bekerja sebagai penghitung. Sedangkan jika terdapat orang keluar, sensor akan mengurangi jumlah orang tersebut.



Gambar 3.3 Sensor IR

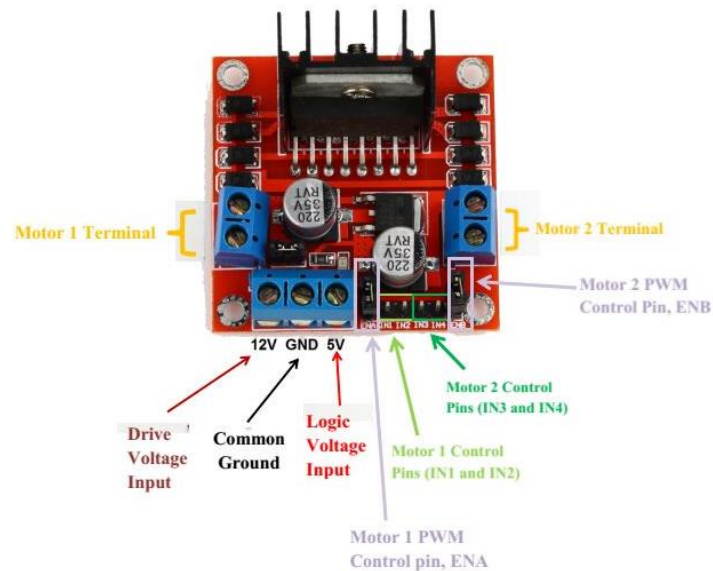
Gambar 3.3 merupakan tampilan dari sensor *infrared*. Sensor ini memiliki 3 kaki pinout, yaitu pin Out, Gnd, dan VCC. Sensor IR memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Catu daya: 3 – 5 Volt
- Jarak deteksi: 2 – 30 cm
- Konsumsi Arus: 23 mA saat 3.0V dan 43 mA saat 5.0V
- Keluaran Sensor: *Digital Low*

5. *Driver motor DC*

Fungsi *Driver motor DC* adalah sangat penting dalam aplikasi yang memerlukan kendali presisi terhadap *motor DC*. *Driver motor DC* menerima input dari pengendali atau sistem kontrol dan mengubahnya menjadi sinyal yang tepat untuk mengontrol *motor DC*. Ini melibatkan pengaturan tegangan dan arus yang diberikan kepada *motor DC*, sehingga dapat menciptakan putaran yang diinginkan dalam arah yang diinginkan. *Driver motor DC* juga sering dilengkapi dengan berbagai fitur perlindungan seperti proteksi arus berlebih, proteksi *overheat*, dan perlindungan lainnya untuk menjaga keawetan motor dan mencegah kerusakan

yang tidak diinginkan. Dengan demikian, *Driver motor* DC memainkan peran penting dalam memastikan operasi yang andal dan efisien dari motor DC dalam berbagai aplikasi industri dan otomasi. Gambar 3.4 merupakan *Driver motor* DC dan komponen-komponen yang digunakan didalamnya.



Gambar 3.4 *Driver motor* DC

Driver motor DC memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Driver IC: L298N
- Tegangan Logika: 5V DC
- Tegangan Kerja: 5-35V DC
- Arus Kerja: 2A
- Temperatur: -20 C – 135 C
- Power maksimum: 25W
- Berat: 30g
- Ukuran: 43 x 43 x 27mm

6. Modul *Stepdown* LM2596

Modul *Stepdown* LM2596 berfungsi sebagai pengatur tegangan untuk memberi daya ke berbagai perangkat yang terhubung. Aliran arus dari sumber daya sebelumnya akan melalui modul *Stepdown* sebelum menuju ke perangkat-perangkat lainnya, sehingga tegangan yang diterima oleh setiap perangkat dapat diatur agar tidak melebihi batas yang diperlukan. Hal ini dilakukan untuk mencegah

kerusakan pada perangkat akibat arus atau tegangan yang berlebih. Penelitian ini menggunakan *Stepdown* untuk menurunkan tegangan sebesar 5 volt.

7. Kipas Angin

Kipas digunakan untuk menciptakan aliran udara guna mengatur suhu di dalam ruangan. Kipas angin beroperasi dengan mengubah energi listrik menjadi energi gerak pada motornya, sehingga menyebabkan perputaran pada daun kipas dan menghasilkan angin. Gambar 3.5 merupakan kipas angin DC 12V beserta dimensi yang digunakan.



Gambar 3.5 Kipas Angin DC 12 volt

Berikut spesifikasi kipas yang akan digunakan:

- Tegangan *Input*: 12 volt
- Tegangan Kerja: 10,2 – 13,8 volt
- Dimensi: 12 x 12 x 2,5 cm
- Kecepatan Kipas: 5100 RPM
- Arus Kerja: 1,68 A

8. LED

LED digunakan sebagai indikasi ada atau tidak orang didalam kotak. LED akan berkedip sebagai indikasi bahwa jumlah orang tidak ada, sedangkan kondisi LED akan menyala terus sebagai indikasi bahwa terdapat orang.

9. Tombol Reset

Tombol reset berfungsi untuk mengembalikan jumlah objek yang terdeteksi ke nilai 0. Hal ini dilakukan untuk memudahkan untuk mengembalikan nilai objek

dari awal.

10. Telkom IoT *Platform*

Setelah selesai coding dan merangkai alat lalu data akan dikirimkan ke Telkom IoT *Platform*. Pada penelitian ini Telkom IoT *Platform* berfungsi sebagai sarana informasi atau notifikasi agar dapat melihat suhu, jumlah orang, serta kecepatan kipas pada ruangan yang di pasang kipas, sehingga memungkinkan untuk melakukan *monitoring* dalam jarak yang jauh.

11. IDE Arduino

Software Arduino yang digunakan meliputi *driver* dan IDE, meskipun ada beberapa perangkat lunak lain yang sangat berguna selama pengembangan proyek Arduino. IDE (*Integrated Development Environment*) adalah program khusus yang memungkinkan komputer membuat rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE Arduino adalah perangkat lunak canggih yang ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. [18].

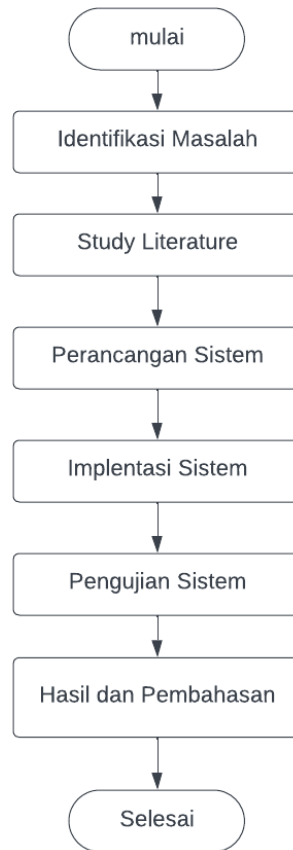
12. Akrilik

Akrilik digunakan untuk membuat prototype ruangan ke bentuk kotak. Jumlah akrilik yang digunakan sebanyak 5 buah, dengan panjang masing-masing sebesar 30 cm.

3.2 Alur Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis melaksanakan serangkaian langkah-langkah yang sistematis untuk mengembangkan prototipe yang mampu mengontrol suhu ruangan secara efektif. Prototipe ini didasarkan pada komponen utama, yaitu ESP32, sensor DHT11, dan sensor IR. Model yang dipergunakan pada penelitian ini mengandalkan metode *Fuzzy Logic* buat mengambil data suhu dari sensor DHT11 serta data *infrared* (IR) dari sensor IR. Langkah-langkah yang dijelaskan pada penelitian ini mencakup pemilihan perangkat keras, perancangan dan pembuatan rangkaian elektronik, pengembangan kode program, serta pengujian dan validasi prototipe untuk memastikan pengendalian suhu yang akurat dan efisien pada ruangan yang dituju. Dengan implementasi model ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan kenyamanan dan

efisiensi energi dalam pengaturan suhu ruangan.

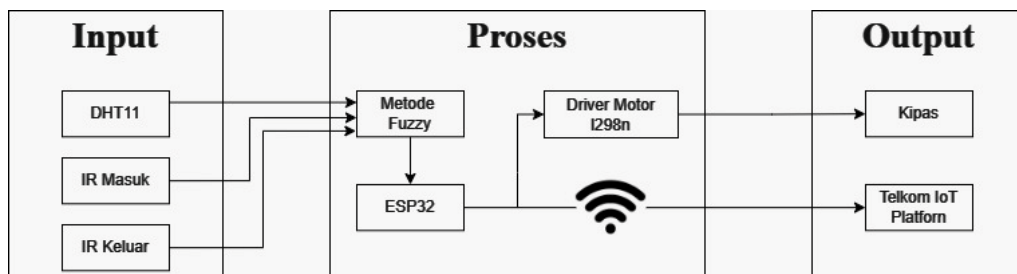


Gambar 3.6 Alur Penelitian

Gambar 3.6 merupakan alur penelitian yang mengidentifikasi persoalan melibatkan pengamatan langsung buat menemukan suatu persoalan, sementara studi literatur dilakukan untuk mengeksplorasi referensi dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, atau artikel yang bisa dipercaya. Perancangan sistem melibatkan langkah-langkah dalam membentuk desain sistem mulai dari perangkat hingga program software, sesuai dengan penelitian literatur yang sudah dilakukan sebelumnya. Implementasi sistem melibatkan proses pembuatan sistem berdasarkan desain yang sudah dibuat, menggunakan perangkat serta bahan yang sudah dikumpulkan sebelumnya. Pengujian sistem dilakukan berulang kali untuk memastikan hasil maksimal dari sistem yang telah dirancang dan dibangun, serta diakhiri dengan analisis hasil yang sudah dicapai.

3.3 Perancangan Sistem

Penelitian ini akan merancang sistem kendali kipas angin otomatis berdasarkan suhu dan jumlah orang di dalam ruangan dengan menerapkan logika *Fuzzy* berbasis IoT. Perancangan sistem pada penelitian ini dibagi menjadi 2 sisi, yaitu perancangan *Hardware* dan perancangan *Software*. Perancangan *Hardware* yaitu penyambungan komponen-komponen yang digunakan pada sistem, meliputi pengkabelan dan desain sistem. Sedangkan, perancangan *Software* yaitu pembuatan *source code* untuk mengendalikan dan menjalankan komponen sistem agar dapat bekerja sesuai kondisi yang dibutuhkan. *Source code* nantinya akan dimasukkan kedalam mikrokontroller yang digunakan.



Gambar 3.7 Blok Diagram Perancangan Sistem

Gambar 3.7 merupakan diagram perancangan sistem kendali kipas angin otomatis menggunakan logika *Fuzzy* berbasis IoT. Rencana sistem dirinci dalam tiga segmen, yaitu input, proses, dan output. Bagian input melibatkan penggunaan sensor sebagai komponen utama, yang memperoleh *inputan* dari lingkungan dan kemudian diproses. Komponen tersebut adalah sensor DHT11 dan sensor IR masuk dan sensor IR keluar. Sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu ruangan, sedangkan sensor IR berfungsi untuk mendeteksi orang yang masuk dan keluar ruangan. Sensor IR ditempatkan pada pintu masuk dan pintu keluar sehingga IR sebagai pencacah jika sensor mendeteksi objek yang lewat. Hasil *inputan* dari sensor DHT11 dan IR kemudian diolah dengan metode *Fuzzy*, untuk menghasilkan keluaran sesuai dengan tingkat kepanasan ruangan dan jumlah manusia di dalam ruangan.

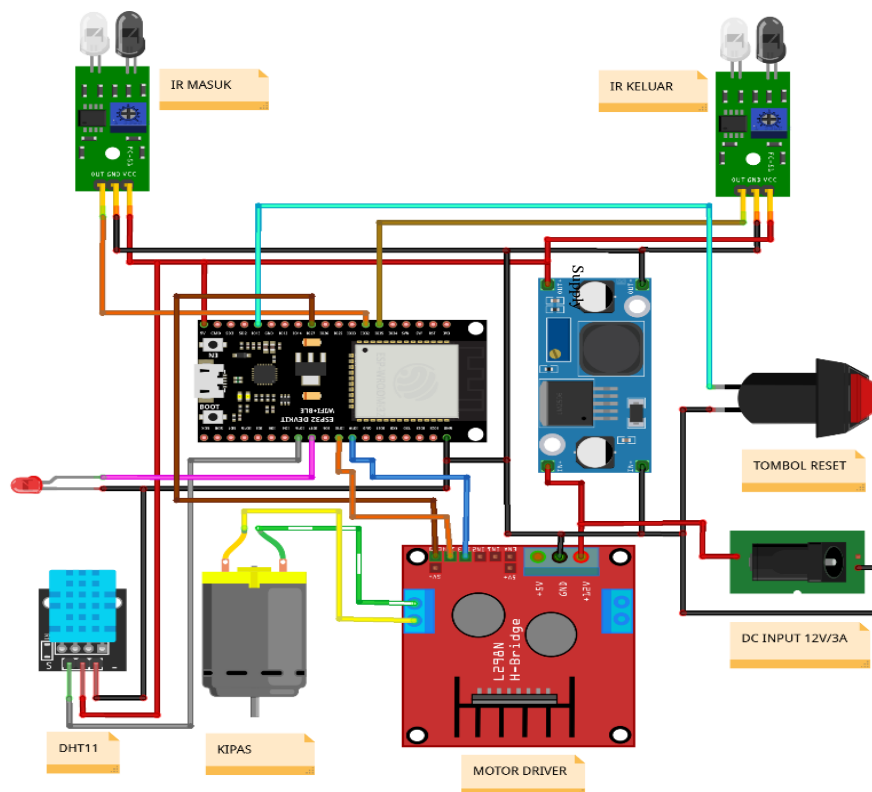
Bagian proses berfungsi untuk mengelola data yang diterima dari input buat diolah serta membuat sebuah *output*. pada hal ini, ESP32 berfungsi sebagai

mikrokontroler yang akan mengendalikan komponen – komponen tersebut. *Driver motor* l298n pada bagian ini berfungsi untuk mengendalikan kecepatan perputaran kipas angin, menyesuaikan suhu dan jumlah orang di ruangan. Di bagian output, terlihat hasil dari pemrosesan input yang telah dilakukan sebelumnya pada tahap proses. Hasil output ini mencakup dua hal utama: mengaktifkan kipas angin dan menampilkan informasi tentang suhu di ruangan serta jumlah orang yang berada di dalamnya.

Bagian *output* berfungsi untuk menghasilkan respons atau tindakan fisik berdasarkan *inputan* atau perintah yang diterima dari mikrokontroler. Dalam hal ini, kipas akan menyesuaikan kecepatannya berdasarkan suhu dan jumlah orang di ruangan. Kemudian nilai suhu ruangan dan persentase kecepatan kipas akan ditampilkan melalui Telkom IoT *Platform*.

3.3.1 Perancangan *Hardware*

Bagian ini menjelaskan proses konfigurasi rangkaian skematik dari sistem yang dirancang. Gambar 3.8 menampilkan komponen dan perangkat yang digunakan.



Gambar 3.8 Skema Konfigurasi Sistem

Sistem menggunakan *ESP32* sebagai pusat pengontrol dan pengolah informasi yang diterima dari sensor. Adapun sensor yang digunakan pada penelitian ini yaitu, sensor *infrared* (IR) sebanyak 2 buah dan sensor DHT11. Masing-masing sensor IR digunakan untuk mendeteksi orang ketika masuk dan keluar dari ruangan. Dalam hal ini sensor IR digunakan sebagai pencacah terhadap jumlah orang, ketika IR masuk mendeteksi orang maka pencacah akan bekerja sebagai penjumlah, sedangkan ketika IR keluar mendeteksi orang maka pencacah akan bekerja sebagai pengurang. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak jumlah orang didalam ruangan, dan tombol reset digunakan untuk mengembalikan jumlah orang menjadi 0. Kemudian sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu pada ruangan. Nilai suhu dan jumlah orang yang diterima akan diolah menggunakan logika *fuzzy* untuk memperoleh *output* yang sesuai terhadap kondisi yang terjadi. Adapun hasil *Output* merupakan kecepatan kipas yang akan berubah berdasarkan kondisi jumlah orang dan suhu pada ruangan. Kecepatan tersebut dikendalikan dengan presisi menggunakan *motor driver* agar mendapatkan kecepatan kipas yang sesuai dengan perubahan suhu dan jumlah orang.

Setiap komponen menggunakan catu daya yang diperoleh dari PLN. Tegangan yang diperoleh kemudian diturunkan sebesar 12 volt menggunakan adaptor 12 volt 3,3 ampere. Kemudian diturunkan lagi menggunakan modul *Stepdown* LM2596 sebesar 5 volt. Hal ini dilakukan agar tegangan dan arus yang diterima komponen tidak berlebih dan mencegah komponen – komponen yang digunakan rusak akibat kelebihan arus atau tegangan. Berikut tabel – tabel menunjukkan konfigurasi *pin out* pada tiap komponen yang digunakan.

Tabel 3.3 Konfigurasi Pin Sensor DHT11

Sensor DHT11	Pin ESP32	<i>Stepdown</i>
VCC	-	OUT+
NEGATIF	GND	-
DATA	G16	-

Tabel 3.3 menunjukkan konfigurasi PIN yang digunakan pada komponen sensor DHT11 dengan ESP32 dan modul *Stepdown*. Pin VCC pada sensor DHT11 bekerja sebagai sumber daya sensor, yang dihubungkan dengan pin OUT+ pada modul *Stepdown* 5V. Kemudian pin negatif sensor dihubungkan ke GND pada ESP32 dan pin DATA dihubungkan ke pin G16.

Tabel 3.4 Konfigurasi Pin Sensor IR Masuk

Sensor IR Masuk	Pin ESP32	Stepdown
VCC	-	OUT+
GND	-	OUT-
Vout	G32	-

Tabel 3.4 menunjukkan konfigurasi PIN yang digunakan pada komponen sensor IR masuk dengan mikrokontroler ESP32 dan modul *stepdown*. Pin VCC pada sensor IR masuk bekerja sebagai sumber daya, yang dihubungkan dengan pin OUT+ pada modul *Stepdown* 5V. Kemudian pin negatif sensor dihubungkan ke GND pada pin OUT- *stepdown* dan pin Vout dihubungkan ke pin G32 pada ESP32.

Tabel 3.5 Konfigurasi Pin Sensor IR Keluar

Sensor IR Keluar	Pin ESP32	Stepdown
VCC	-	OUT+
GND	-	OUT-
Vout	G35	-

Tabel 3.5 menunjukkan konfigurasi PIN yang digunakan pada komponen sensor IR keluar dengan mikrokontroler ESP32 dan modul *stepdown*. Pin VCC pada sensor IR masuk bekerja sebagai sumber daya, yang dihubungkan dengan pin OUT+ pada modul *Stepdown* 5V. Kemudian pin negatif sensor dihubungkan ke GND pada pin OUT- *stepdown* dan pin Vout dihubungkan ke pin G35 pada ESP32.

Tabel 3.6 Pin Alat Pada Driver motor l298n

Driver motor l298n	Pin ESP32	Kipas Angin DC	Stepdown
ENB	G27	-	-
IN4	G18	-	-
IN3	G19	-	-
OUT3	-	POSITIF	-
OUT4	-	NEGATIF	-
12V	-	-	IN+
GND	-	-	IN-

Tabel 3.6 menunjukkan konfigurasi PIN yang digunakan pada komponen *Driver motor* l298n dengan ESP32, kipas angin DC, dan modul *stepdown*. pin ENB pada *Driver Motor* dihubungkan ke pin G27 pada modul ESP32, pin IN4 dihubungkan ke pin G18 pada modul ESP32, pin IN3 dihubungkan ke pin G19 pada mdul ESP32. Pin IN pada *Driver Motor* berfungsi untuk menerima *inputan* proses dari mikrokontroler dan mengolahnya untuk menghasilkan *output* yang diinginkan,

sedangkan pin ENA berfungsi untuk mengaktifkan modul dari mikrokontroler.

Pin OUT3 pada *Driver Motor* dihubungkan ke pin positif pada kipas angin, sedangkan pin OUT4 dihubungkan ke pin negatif pada kipas angin. Pin OUT pada *Driver Motor* berfungsi untuk menghasilkan keluaran berdasarkan pemrosesan, dalam hal ini *output* merupakan kipas yang di kontrol kecepatannya. Pin 12V pada *Driver Motor* dihubungkan ke pin IN+ pada *Stepdown*, sedangkan pin GND dihubungkan ke pin IN- pada *Stepdown*. pin ini sebagai catu daya untuk menghidup *Driver Motor*.

Tabel 3.7 Pin Alat Pada LED

LED	Pin ESP32
Positif	G17
Negatif	GND

Pada tabel 3.7 menunjukkan konfigurasi PIN yang digunakan pada komponen LED dengan ESP32. Pin positif pada LED di hubungkan ke pin G17 pada modul ESP32, Sedangkan pin negatif pada LED dihubungkan ke pin GND pada modul ESP32. LED pada penelitian ini digunakan sebagai indikasi terdapat atau tidak orang didalam ruangan. LED menyala mengindikasikan bahwa terdapat orang, sedangkan jika tidak terdapat orang LED akan berkedip.

Tabel 3.8 Pin Alat Pada Tombol Reset

Tombol Reset	Pin ESP32
Positif	G13
Negatif	GND

Pada Tabel 3.8 menunjukkan konfigurasi PIN yang digunakan pada komponen Tombol Reset dengan ESP32. Pin positif pada Tombol Reset di hubungkan ke pin G13 pada modul ESP32, Sedangkan pin negatif pada Tombol Reset dihubungkan ke pin GND pada modul ESP32.

Tabel 3.9 Pin Alat Pada DC Input 12V

DC Input 12V	Stepdown
POSITIF	IN+
GND	IN-

Pada Tabel 3.9 menunjukkan konfigurasi PIN yang digunakan untuk menghubungkan sumber daya DC *input* 12V dengan modul. Pin positif dari DC

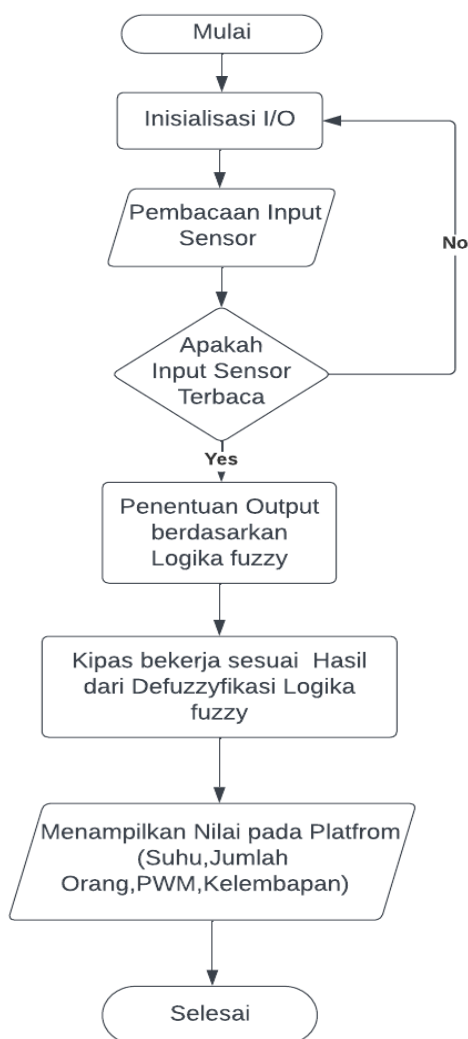
input 12V terhubung ke pin IN+ pada modul *stepdown*. Ini berarti bahwa tegangan positif dari sumber daya DC 12V akan disalurkan ke modul *stepdown* melalui pin IN+. Langkah ini adalah kunci untuk memulai proses penurunan tegangan., Sedangkan pin GND pada DC Input 12V dihubungkan ke pin IN- pada modul *Stepdown*. Ini berarti bahwa titik referensi atau ground dari sumber daya DC 12V akan terhubung ke modul *Stepdown* melalui pin IN-. DC input sebagai sumber catu daya untuk menghidupkan perangkat – perangkat yang digunakan. DC *input* 12V diteruskan ke *stepdown* untuk menurunkan tegangan ke nilai 5 volt.

3.3.2 Perancangan Software

Pada penelitian ini source code dibuat menggunakan Software Arduino yang kemudian dimasukkan ke dalam mikrokontroler yang digunakan, dalam hal ini menggunakan mikrokontroler ESP32. Pemilihan mikrokontroler ESP32 sebagai kendali karena kemampuannya untuk mengendalikan perangkat keras dengan tingkat kompleksitas tinggi. Selain itu, penggunaan Arduino sebagai perangkat lunak pengembangan memungkinkan peneliti untuk dapat mengembangkan dan menguji kode program untuk mengimplementasikan metode fuzzy dalam kendali kipas angin otomatis.

Proses perancangan sistem kendali kipas angin otomatis melibatkan beberapa langkah yang terlihat dalam bentuk flowchart, yang disajikan dalam Gambar 3.9. Flowchart ini berfungsi sebagai panduan visual bagi peneliti untuk memahami urutan logika kerja sistem dengan jelas. Flowchart tersebut tidak hanya mempermudah pemahaman, tetapi juga memberikan fleksibilitas untuk melakukan perbaikan dan pengembangan selama penelitian berlangsung. Oleh karena itu, penggunaan flowchart memberikan panduan yang sangat bermanfaat bagi peneliti untuk mengoptimalkan sistem kendali kipas angin otomatis yang sedang dikembangkan menggunakan metode fuzzy.

Dalam analisis implementasi metode fuzzy ini, akan dibahas secara mendalam mengenai penerapan metode tersebut dalam kendali kipas angin otomatis. Fokus utama akan diberikan pada cara mengubah variabel input seperti suhu dan kelembaban menjadi nilai linguistik, pembangunan aturan fuzzy, dan interpretasi output fuzzy untuk mengontrol kecepatan kipas angin.

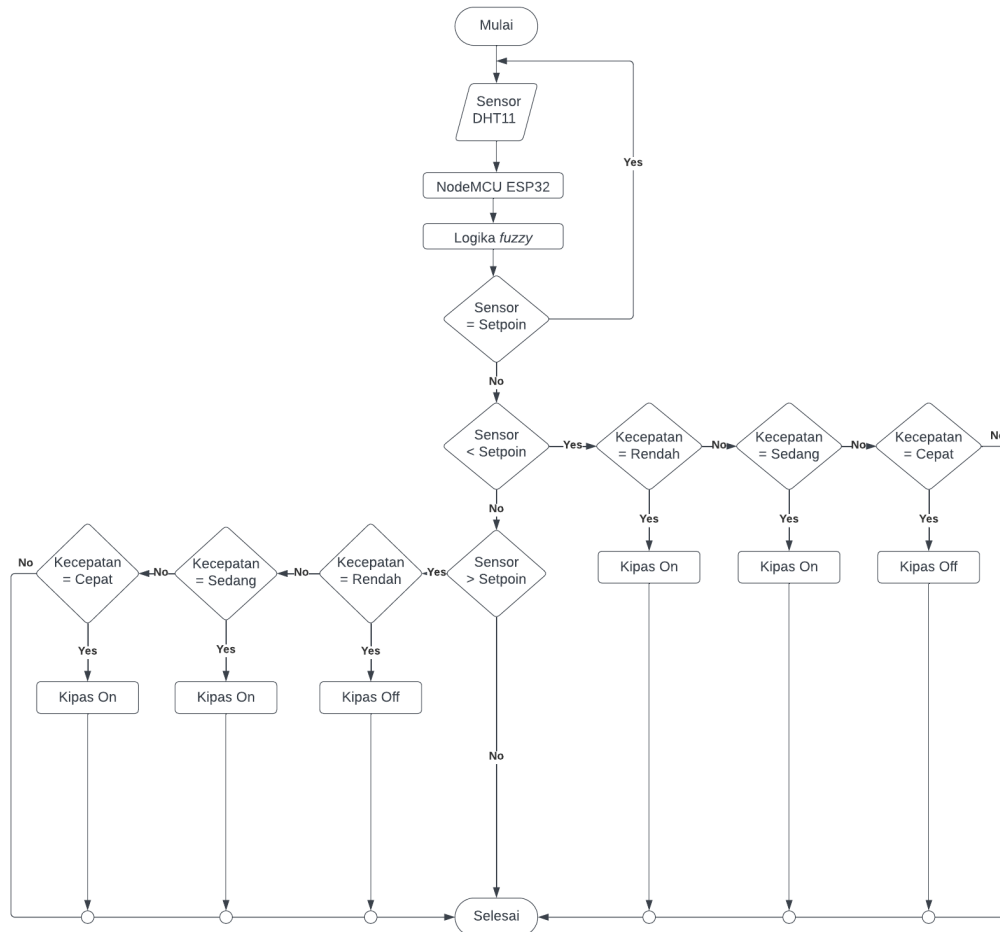


Gambar 3.9 Alur Kerja Sistem

Gambar 3.9 merupakan *flowchart* alur kerja sistem. Alur sistem diawali dengan inisialisasi I/O sensor. Sensor yang digunakan yaitu sensor DHT11 dan IR. Kemudian sensor memperoleh data, dimana sensor DHT11 bekerja untuk mengukur suhu dan sensor IR bekerja untuk mendeteksi jumlah orang. Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh ESP32 kemudian diproses menggunakan logika *fuzzy* untuk memperoleh *output* berdasarkan *input* suhu dan jumlah orang yang diperoleh dari sensor. Dalam hal ini *output* merupakan kecepatan kipas, yang memiliki tiga variabel kecepatan yaitu rendah, sedang, cepat. Hasil data yang terdiri dari suhu, jumlah orang, kecepatan kipas, ditampilkan di Telkom IoT *platform*.

3.3.2.1 Implementasi Logika *Fuzzy*

Pada penelitian ini logika *fuzzy* digunakan sebagai penentu nilai *output* yang akan dihasilkan seperti *flowchart* pada Gambar 3.10



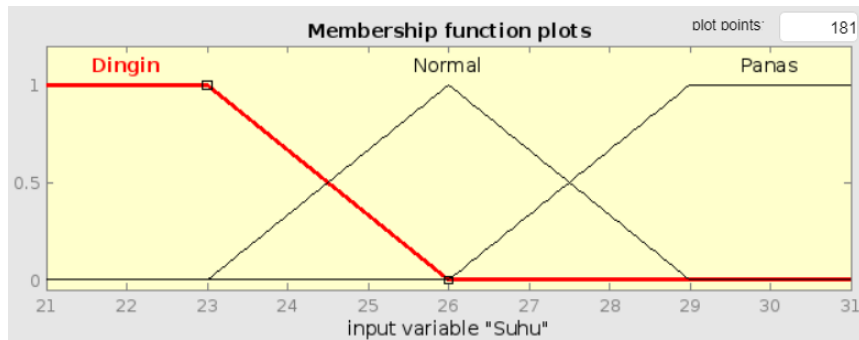
Gambar 3.10 *Flowchart* Logika *Fuzzy*

Software Matlab digunakan untuk pembuatan logika *fuzzy*. Adapun *input* yang akan diolah menggunakan *fuzzy* yaitu nilai suhu dan jumlah orang. *Inputan* tersebut diperoleh dari sensor dan diproses menggunakan ESP32. *Output* yang dihasilkan menyesuaikan dari hasil data *inputan*. Dalam hal ini *setpoint* yang digunakan pada variabel suhu sebesar 26°C, sedangkan untuk jumlah orang nilai *setpoint* sebesar 2 orang. Terdapat beberapa kondisi yang dapat dihasilkan oleh *output*. Dimana *output* merupakan kecepatan kipas dan mempunyai 3 variabel kecepatannya yaitu rendah, sedang, dan cepat. Ketika sensor memperoleh data sesuai nilai *setpoint*, maka kipas akan mempertahankan kecepatannya. Ketika nilai

yang diperoleh sensor lebih kecil dari *setpoint*, maka kecepatan kipas akan berubah berdasarkan nilai yang diperoleh. Namun kecepatan kipas hanya dalam kondisi rendah dan sedang saja. Pada kondisi ini, variabel cepat tidak akan diperoleh. Namun ketika nilai *input* yang diperoleh lebih besar dari nilai *setpoint*, kecepatan kipas juga akan berubah berdasarkan nilai yang diperoleh.

a. *Membership Input Suhu*

Berikut merupakan *membership input* suhu yang digunakan pada logika *fuzzy*.

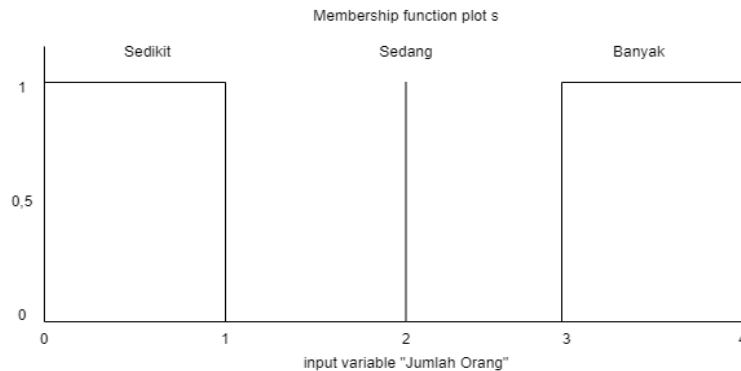


Gambar 3.11 Inputan Suhu

Pada *membership input* suhu ini memiliki 3 variabel yaitu dingin, sedang, dan panas. Pada Gambar 3.11 di atas suhu normal di tentukan pada suhu kisaran antara 23°C sampai dengan 29°C. Sedangkan kurang dari 23°C termasuk kedalam suhu dingin dan sebaliknya lebih besar dari 29°C termasuk kedalam suhu panas.

b. *Membership Input Jumlah Orang*

Berikut merupakan *membership input* jumlah orang yang digunakan pada logika *fuzzy*.

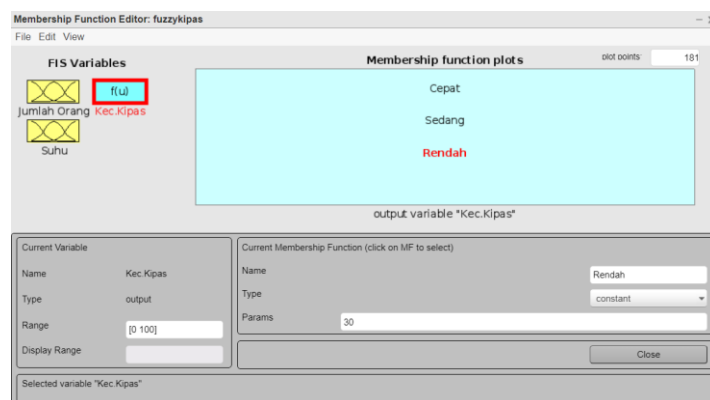


Gambar 3.12 Inputan Jumlah Orang

Pada membership *input* jumlah orang ini memiliki 3 variabel yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Pada Gambar 3.12 untuk penjelasannya apabila orang yang terdeteksi sensor IR kurang dari 2 orang termasuk kedalam Variabel Sedikit, variable sedang ketika jumlah orang sebanyak 2, dan apabila lebih besar dari 2 orang yang terdeteksi oleh Sensor IR termasuk kedalam variabel Banyak.

c. Membership Output

Berikut merupakan *membership output* kecepatan kipas yang digunakan pada logika *fuzzy*.



Gambar 3.13 Output Persentasi Kecepatan Kipas

Pada *membership output* merupakan hasil dari perhitungan *membership input* suhu dan jumlah orang. *Membership* ini memiliki 3 parameter yaitu cepat, sedang, dan rendah seperti pada Gambar 3.13 yang akan menentukan kecepatan kipas. Jika *membership* cepat kipas akan mencapai kecepatan 100%, jika *membership* sedang kipas akan mencapai kecepatan 60% dan jika *membership* rendah kipas akan mencapai kecepatan 30%.

3.3.2.2 Perancangan Metode Fuzzy

Perancangan metode *fuzzy* merupakan proses pengembangan sistem atau model yang menggunakan teori *fuzzy* untuk mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam pengambilan keputusan. Konsep utama dalam perancangan metode *fuzzy* terdiri dari fuzzifikasi, *Rule base*, dan defuzzifikasi.

a. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah pengelompokkan atau penentuan masing – masing fungsi keanggotaan kedalam bentuk himpunan *fuzzy*. Penelitian ini menggunakan 2 *input*

fuzzy, yaitu *input* suhu dan jumlah orang. Berikut tabel menunjukkan variabel himpunan *input* suhu.

Tabel 3.10 Variabel Suhu

Suhu	
Himpunan	Range
Dingin	21-26
Normal	23-29
Panas	26-31

Tabel 3.10 merupakan variabel keanggotaan dari *input* suhu. Variabel tersebut meliputi himpunan, yang terdiri dari dingin, normal dan panas. Serta *range* yang dimiliki pada himpunan tersebut. Berikut ini fungsi keanggotaan berdasarkan tabel tersebut.

$$\mu(\text{Dingin}) \begin{cases} 1, & \text{Jika } x \leq 23 \\ \frac{26-x}{26-23}, & \text{Jika } 23 \leq x \leq 26 \\ 0, & \text{Jika } x \geq 26 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Normal}) \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 23 ; x \geq 29 \\ \frac{x-23}{26-23}, & \text{Jika } 23 \leq x \leq 26 \\ 1, & \text{Jika } 23 \leq x \leq 29 \\ \frac{26-x}{26-29}, & \text{Jika } 26 < x < 29 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Panas}) \begin{cases} 1, & \text{Jika } x \geq 29 \\ \frac{x-26}{29-26}, & \text{Jika } 26 \leq x \leq 29 \\ 0, & \text{Jika } x \leq 26 \end{cases}$$

Berikut ini tabel menunjukkan variabel himpunan *input* jumlah orang.

Tabel 3. 11 Variabel Jumlah Orang

Jumlah Orang	
Himpunan	Range
Sedikit	0-2
Sedang	1-3
Banyak	2-4

Tabel 3.11 merupakan variabel keanggotaan dari *input* jumlah orang. Variabel tersebut meliputi himpunan, yang terdiri dari sedikit, sedang dan banyak.

Serta *range* yang dimiliki pada himpunan tersebut. Berikut ini fungsi keanggotaan berdasarkan tabel tersebut

$$\mu(\text{Sedikit}) \begin{cases} 1, & \text{Jika } x \leq 1 \\ 0, & \text{Jika } x \geq 2 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Sedang}) \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 1 ; x \geq 3 \\ 1, & \text{Jika } 1 \leq x \leq 3 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Banyak}) \begin{cases} 1, & \text{Jika } x \geq 3 \\ 0, & \text{Jika } x \leq 2 \end{cases}$$

b. *Rule base*

Pembuatan *Rule base* dari metode *fuzzy* atau aturan-aturan yang akan digunakan. Penelitian ini membuat *Rule base* dengan dua variabel *input* untuk menjalankan metode *fuzzy*. Dimana variabel tersebut yaitu jumlah orang dan suhu pada ruangan. *Rule base* atau aturan-aturan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.12, yaitu daftar lengkap dari aturan-aturan, yang mendefinisikan hubungan antara variabel masukan (jumlah orang dan suhu) dan variabel keluaran (kecepatan kipas). Sedangkan himpunan keanggotaan variabel suhu pada Tabel 3.13, dan himpunan keanggotaan variabel jumlah orang pada Tabel 3.14.

Tabel 3.12 Rules Logika Fuzzy

Jumlah Orang	Suhu (°C)	Kecepatan Kipas (%)
Sedikit (<2)	Dingin (21-26)	Rendah (30%)
Sedikit (<2)	Normal (23-29)	Rendah (30%)
Sedikit (<2)	Panas (26-31)	Sedang (60%)
Sedang (2)	Dingin (21-26)	Rendah (30%)
Sedang (2)	Normal (23-29)	Sedang (60%)
Sedang (2)	Panas (26-31)	Cepat (100%)
Banyak (>2)	Dingin (21-26)	Sedang (60%)
Banyak (>2)	Normal (23-29)	Cepat (100%)
Banyak (>2)	Panas (26-31)	Cepat (100%)

Tabel 3. 13 Himpunan Keanggotaan Variabel Suhu

No	Himpunan keanggotaan variabel suhu	
1	Dingin	(21, 21, 23, 26)
2	Normal	(23, 26, 26, 29)
3	Panas	(26, 29, 31, 31)

Tabel 3. 14 Himpunan Keanggotaan Variabel Jumlah orang

No	Himpunan keanggotaan variabel suhu	
1	Sedikit	(0, 0, 1, 2)
2	Sedang	(1, 2, 2, 3)
3	Banyak	(2, 3, 4, 4)

c. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses yang mengubah *input* berupa himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari penggabungan aturan-aturan *fuzzy* menjadi nilai tegas (crisp) dari domain himpunan *fuzzy* yang telah ditentukan. Dengan kata lain, saat diberikan himpunan *fuzzy* dalam rentang tertentu, proses ini bertujuan untuk mengambil nilai crisp spesifik sebagai *outputnya*.

3.4 Skenario Pengujian

Pada penelitian akan dilakukan beberapa skenario pengujian alat untuk memastikan alat bekerja dengan baik atau tidak.

3.4.1 Pengujian Sensor DHT 11

Sensor DHT 11 pada penelitian ini digunakan untuk mengukur suhu ruangan. Pengujian sensor DHT 11 ini dilakukan untuk memastikan akurasi nilai sensor. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan membandingkan suhu dari sensor DHT 11 dengan hygrometer HTC-2. Data dari hasil pengujian suhu antara sensor DHT 11 dan hygrometer akan dibandingkan sehingga penulis dapat mengetahui nilai error yang dimiliki oleh sensor. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengamati secara langsung perubahan suhu pada ruangan *prototype*.

3.4.2 Validasi Sensor *InfraRed* (IR)

Sensor PIR pada penelitian ini digunakan untuk mendeteksi jumlah orang didalam ruangan. PIR akan ditempatkan didepan pintu masuk, sehingga jika terdapat orang yang masuk ke dalam ruangan, PIR akan mendeteksi orang tersebut. Kemudian jumlah deteksi yang diperoleh dari PIR akan menentukan jumlah orang

yang ada didalam ruangan. Cara kerja sensor ini yaitu sensor ini dapat mengetahui keberadaan tubuh manusia dengan menangkap suhu yang berasal dari manusia. Pengujian ini dilakukan dengan memvariasikan jarak objek dari sensor dan dibandingkan dengan penggaris untuk mengetahui jika terdapat nilai error.

3.4.3 Pengujian *Fuzzy* Terhadap Kecepatan Kipas dan Menstabilkan Suhu

Pengujian *fuzzy* dilakukan berdasarkan rumusan masalah yang sudah dijelaskan sebelumnya. Pengujian dilakukan untuk melihat performansi kecepatan kipas angin berdasarkan suhu dan jumlah kepadatan orang, serta performansi kipas dalam menstabilkan suhu pada ruangan tersebut berdasarkan suhu dan jumlah orang didalamnya. Pengukuran yang dilakukan yaitu pada waktu, berapa lama suhu dapat diturunkan oleh kipas berdasarkan kondisi suhu dan jumlah orang. Waktu yang diukur selama lima menit dengan variasi jumlah orang didalam ruangan serta perubahan suhunya.