

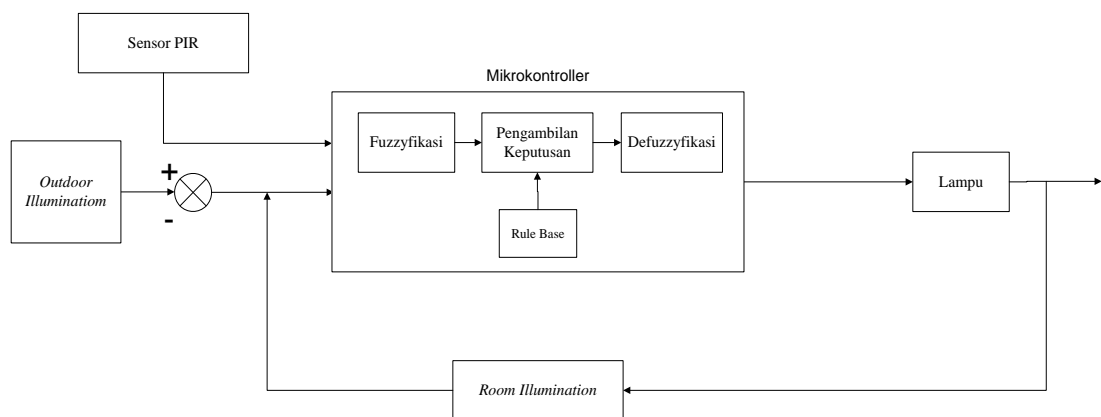
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian digunakan agar tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan secara tersusun dan sistematis. Metode penelitian yang di susun pada bab ini diantaranya adalah desain penelitian, instrumen penelitian, prosedur penelitian dan analisis data.

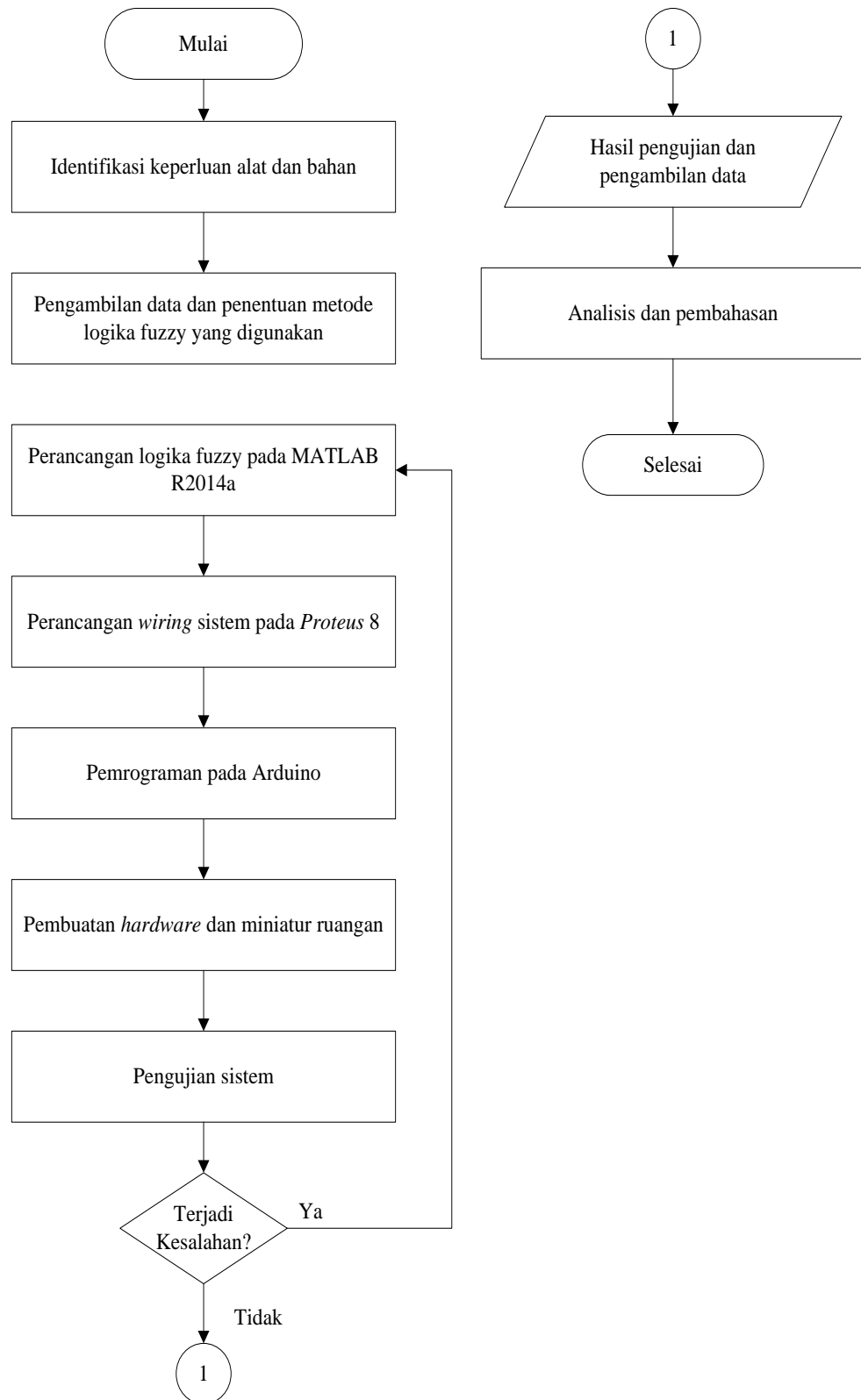
3.1 Desain Penelitian

Konfigurasi sistem dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram blok pada gambar 3.1. Secara umum sistem ini mendapat input pencahayaan di luar ruangan dan penerangan di dalam ruangan. Input dari pencahayaan di dalam ruangan akan menjadi *feedback* pada sistem ini, dimana nilai *feedback* akan dikomparasi terhadap input pencahayaan di luar ruangan. Kedua nilai input yang sudah diterima akan diproses oleh mikrokontroller yang sudah ditanamkan program logika fuzzy. Nilai *output* dari proses logika fuzzy di dalam mikrokontroller akan dikonversi terlebih dahulu menjadi PWM sebelum nantinya diproses oleh driver pengatur tegangan yang akan mengatur *output* pada sistem ini, yaitu lampu. Sistem ini yang menggunakan sistem kontrol *loop* tertutup akan terus memproses sehingga sistem mendapatkan hasil yang sesuai dengan *rule base* yang telah dibuat. Adapun sensor PIR digunakan sebagai saklar otomatis untuk lampu.



Gambar 3. 1 Diagram blok perancangan sistem

3.2 Flowchart Penelitian



Gambar 3. 2 Flowchart penelitian

Gambar 3.2 menjelaskan prosedur dalam penelitian ini. Pada prosedur tersebut terdiri dari beberapa langkah. Langkah *pertama* yaitu menentukan komponen yang akan digunakan pada sistem dan komponen yang akan digunakan untuk pembuatan miniatur. Langkah kedua yaitu menentukan parameter pada logika fuzzy. Pada langkah ini meliputi banyaknya fungsi keanggotaan yang akan digunakan, menentukan parameter numerik dan *heuristic* pada masing-masing fungsi keanggotaan baik pada nilai *input* maupun *output*, serta menentukan aturan *if then* pada sistem *fuzzy*. Langkah ketiga yaitu merancang sistem berbasis logika fuzzy pada *software* MATLAB R2014a.

Langkah ketiga merancang wiring sistem secara keseluruhan agar tidak terjadi kesalahan pada saat pembuatan alat. Langkah keempat melakukan pemrograman pada *software* Arduino. Langkah kelima yaitu pembuatan rangkain *hardware* dan pembuatan miniatur. Langkah terakhir yaitu pengujian sistem secara keseluruhan. Pada langkah ini komponen-komponen diuji apakah bekerja sesuai dengan standar atau tidak. Jika seluruh komponen sudah sesuai standar, maka dapat diambil data pengujian logika fuzzy. Hasil dari pengujian akan dibahas dan dianalisis pada bab selanjutnya.

3.3 Perancangan *Hardware*

3.3.1 Kontroller

Kontroller yang digunakan adalah Arduino Atmega328P atau bisa disebut Arduino UNO. Mikrokontroler ini dipilih karena fitur yang dimiliki cukup lengkap, selain itu juga memiliki kecepatan yang lebih baik yaitu satu siklus mesin untuk satu instruksi dengan kecepatan hingga 16MHz, juga tersedia banyak dipasaran. Mikrokontroler ini dapat bekerja apabila diberi tegangan kerja sebesar 5V dengan 40 mA dan ground serta clock, dengan clock yang digunakan pada mikrokontroler ini sebesar 16 MHz. Bentuk fisik Arduino UNO dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Mikrokontroler Arduino UNO

Tabel 3. 1 Karakteristik Board Arduino UNO

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan Kerja	5 Vdc
Tegangan <i>input</i> (rekomendasi)	7-12 Vdc
Digital <i>I/O Pins</i>	14 (6 diantaranya <i>output</i> PWM)
Analog <i>Input Pins</i>	6
Arus Dc pada pin I/O	40 mA
Arus DC pada pin 3.3 V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

3.3.2 Sensor Cahaya

Pada penelitian ini digunakan sensor BH1750 sebagai sebagai sensor cahaya. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti LDR yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas. Sensor cahaya digital BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran lux (lx) tanpa perlu melakukan perhitungan terlebih dahulu (Pamungkas, Hafiddudin, & Rohmah, 2015). Bentuk fisik sensor BH1750 dapat dilihat pada gambar 3.4.

Adapun spesifikasi sensor tersebut sebagai berikut :

<i>Supply Voltage</i>	: 5 Vdc
<i>Signal Output</i>	: Digital
<i>Range Illuminance</i>	: 1 - 65535 lx
<i>Interface</i>	: I2C (<i>Inter Integrated Circuit</i>)



Gambar 3. 4 Sensor cahaya BH1750

3.3.3 Sensor PIR

Sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR), sensor ini merespon energi dari pancaran infrared pasif yang dimiliki oleh setiap objek yang terdeteksi olehnya. Salah satu objek yang memiliki pancaran infrared pasif adalah tubuh manusia. Energi panas yang dipancarkan oleh benda dengan suhu diatas nol mutlak akan dapat ditangkap oleh sensor tersebut. Bentuk fisik sensor PIR dapat dilihat pada gambar 3.5.

Adapun spesifikasi sensor tersebut sebagai berikut:

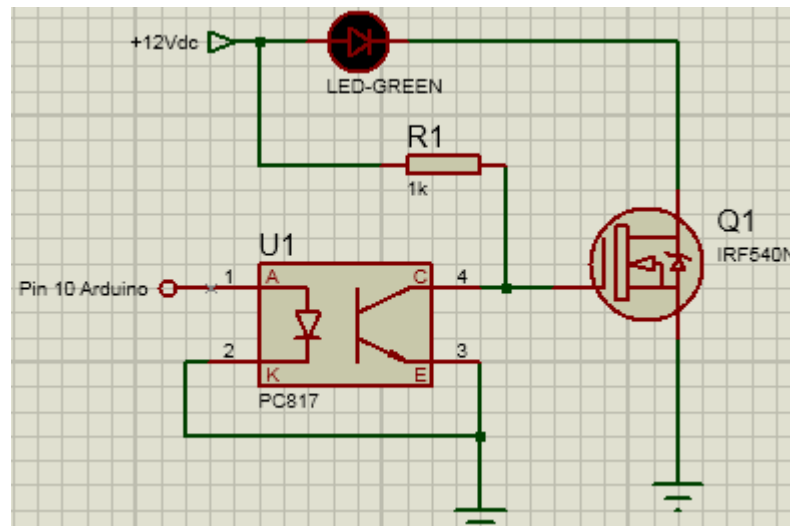
<i>Supply Voltage</i>	: 5V dc
<i>Output signal</i>	: Digital
<i>Sentry Angle</i>	: 110 derajat
<i>Sentry Distance</i>	: 7 m



Gambar 3. 5 Sensor PIR(*Passive Infrared Receiver*)

3.3.4 Driver Pengatur Tegangan Lampu DC

Pada penelitian ini digunakan driver untuk mengatur keluaran yg dikirim dari mikrokontroler. Driver lampu terdiri dari beberapa komponen, *optocoupler* PC817, resistor 1k Ω dan MOSFET IRF540N. Rangkaian ini menggunakan *optocoupler* PC817 digunakan untuk mengisolasi rangkaian input dengan rangkaian output. Sehingga supply tegangan untuk masing-masing rangkaian tidak saling terbebani dan juga untuk mencegah kerusakan pada mikrokontroler (rangkaiannya input). MOSFET umumnya digunakan untuk driver pengendali kecepatan motor, dengan input PWM pada Gate maka akan mengontrol tegangan yang lewat melalui Source ke Drain. Besar kecil nya tegangan yang di lalui Source dan Drain ini ditentukan besar kecil nya nilai PWM yang di input di Gate. Pada MOSFET N-Channel, ketika ada tegangan pada Gate, maka tegangan dari Source akan mengalir ke Drain. begitu juga sebaliknya. Ketika tidak ada Tegangan pada Gate maka tegangan dari source tidak akan mengalir. Untuk rangkaian nya bisa dilihat pada gambar 3.6..



Gambar 3. 6 Rangkaian driver pengatur tegangan lampu DC

3.3.5 Lampu HPL

Pada penelitian ini digunakan lampu HPL (*High Power LED*) 10 watt sebagai output pada sistem. Lampu HPL pada sistem ini didampingi dengan komponen heat sink, dikarenakan lampu yg cepat panas apabila lampu menyala terus menerus, maka digunakan heat sink untuk mengurangi panas yg dihasilkan oleh lampu. Pemasangan lampu HPL dengan *heat sink* dapat dilihat pada gambar 3.7.

Lampu ini memiliki spesifikasi sebagai berikut.

Teganga input	: DC 9.5V - 12V
Arus input	: 900mA
Warna Cahaya	: <i>Cold White</i> / Putih (6000 - 6500K)
Intensitas cahaya	: 800 - 1000lm
Dimensi	: 2.9cm x 2cm
Lebar pencahayaan	: 120 derajat

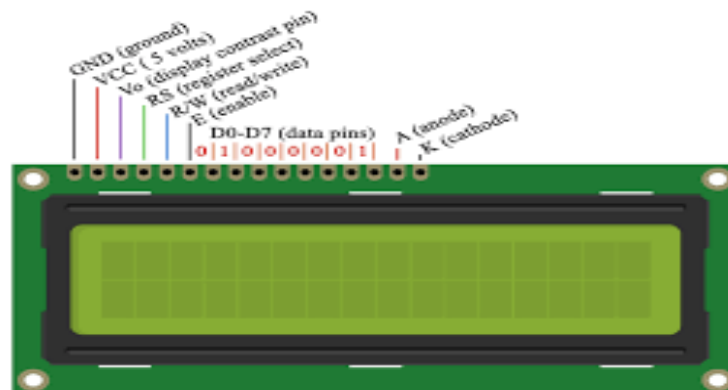


Gambar 3. 7 Lampu HPL (*High Power LED*) 10 watt

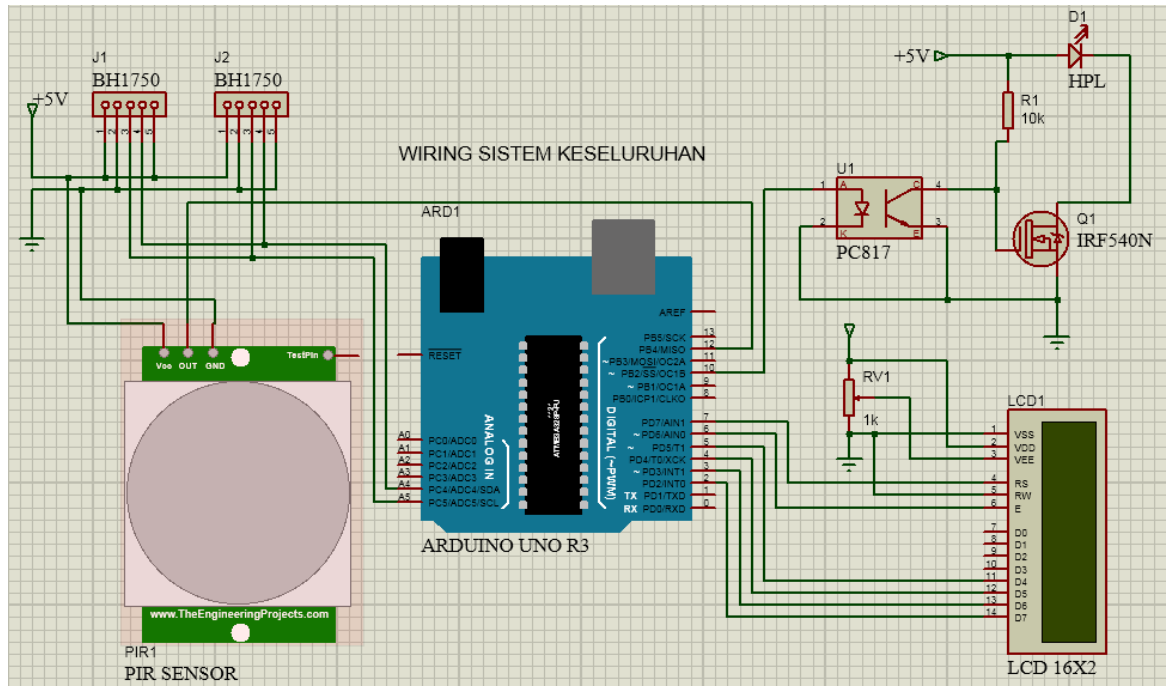
3.3.6 LCD 16x2

LCD merupakan *interface* yang digunakan dalam tugas akhir ini, dimana LCD tersebut akan menampilkan nilai Illuminasi di dalam ruangan,illuminasi di luar ruangan dan nilai *output* fuzzy yang dihasilkan. Pada gambar 3.8 merupakan bentuk fisik LCD. LCD yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut.

- Display Formate* : 16 Character x 2 Line
- Viewing Direction* : 6 O'Clock
- Input Data* : 4-Bits or 8-Bits interface available
- Display Font* : 5 x 8 Dots
- Power Supply* : Single Power Supply (5V±10%)
- Driving Scheme* : 1/16Duty, 1/5Bias
- Backlight* : LED (WHITE)



Gambar 3. 8 LCD (*Liquid Crystal Display*)

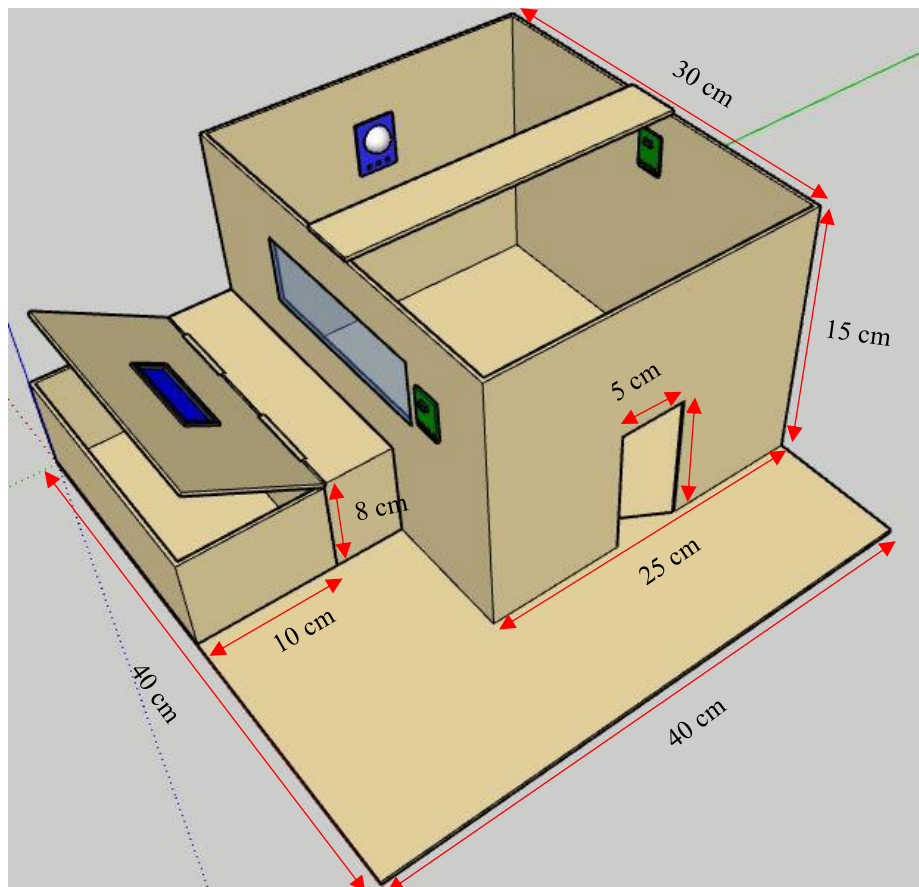


Gambar 3. 9 *Wiring* sistem keseluruhan

Dapat dilihat pada gambar 3.9 menunjukkan perancangan *wiring* sistem keseluruhan dengan menggunakan komponen-komponen yang sudah dijelaskan sebelumnya. Pada penelitian ini digunakan 2 sensor BH1750 sebagai input, sensor ini memiliki 5 kaki yaitu VCC, GND, SCL, SDA dan ADDR. Kedua sensor ini dihubungkan secara parallel kecuali pada kaki ADDR. Kaki SCL dan SDA dihubungkan dengan pin A4 dan A5 pada mikrokontroller Arduino. Untuk membedakan alamat pada pemrograman, kaki ADDR pada sensor 1 dihubungkan dengan VCC dan kaki ADDR sensor 2 dihubungkan dengan GND.

Output pada sistem ini yang berupa nilai PWM, dialirkan melalui pin 10 pada Arduino UNO. *Output* dari controller akan melalui optocoupler sebelum diproses oleh MOSFET yang kemudian dialirkan ke lampu. Nilai yang didapat dari 2 sensor input dan nilai hasil output akan ditampilkan secara *real time* pada LCD yang sudah terhubung dengan mikrokontroller. Sistem ini menggunakan saklar otomatis untuk lampu dengan menggunakan sensor PIR yang telah dihubungkan dengan pin 12 Arduino UNO. Dengan dirancangnya *wiring* pada sistem ini diharapkan dapat mengurangi kesalahan saat perancangan hardware secara langsung.

3.4 Perancangan Miniatur Ruangan



Gambar 3. 10 Skema perencanaan miniatur ruangan.

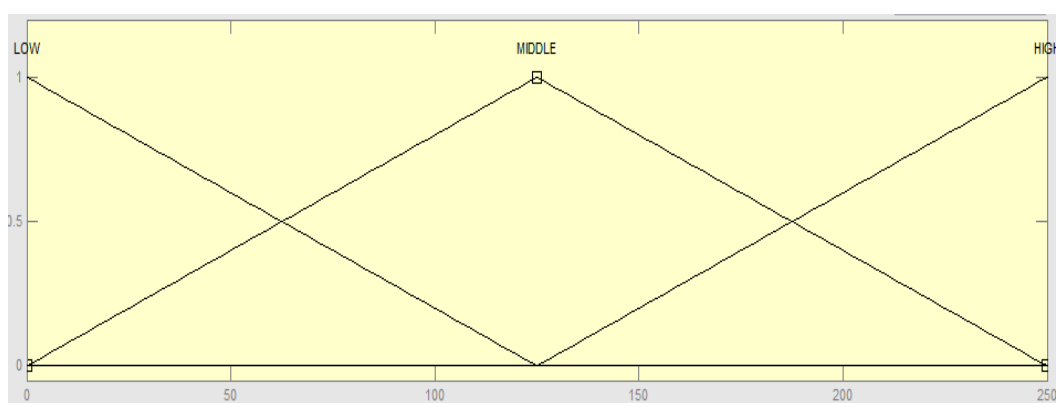
Gambar 3.10 merupakan rancangan miniatur yang akan dibuat oleh penulis. Rancangan ini dibuat menggunakan software Sketch Up 2018, pada skema ini terdapat 2 rancangan, yaitu miniatur ruangan dan box kontrol untuk penyimpanan komponen control. Ukuran miniatur pada rancangan ini yaitu panjang 30cm, lebar 25cm dan tinggi 20cm. Miniatur nantinya akan dirancang menggunakan bahan PVC board. Sedangkan box kontrol mempunyai ukuran panjang 20cm, lebar 10 cm dan tinggi 8cm.

3.5 Perancangan Logika Fuzzy

Dalam tahap ini dilakukan perancangan logika fuzzy pada MATLAB R2014a sesuai dengan sistem yang akan dibuat. Dalam penelitian ini akan menggunakan model mamdani, pada model ini aturan fuzzy didefinisikan sebagai IF X_1 is A_1 AND.... X_n is A_n THEN y is B . Dimana A_1, \dots, A_n dan B adalah nilai

linguistik (fuzzy set) dan X_1 is A_1 menyatakan bahwa nilai X_1 adalah anggota fuzzy set A_1 . Berikut adalah rancangan logika fuzzy (*fuzzifikasi, rule* dan *defuzzification*) yang akan digunakan.

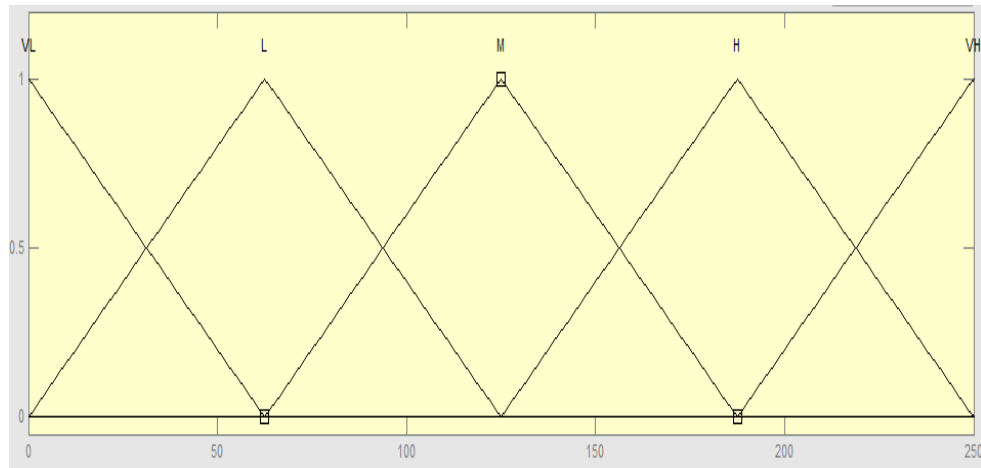
Fuzzifikasi merupakan penentuan himpunan fuzzy, derajat keanggotaan atau menentukan *membership function*. Pada perancangan ini, nilai input yang digunakan sebanyak dua variabel, variabel pencahayaan luar ruangan dan pencahayaan dalam ruangan. Fuzzifikasi yang telah ditentukan dapat dilihat pada gambar 3.11 dan gambar 3.12.



Gambar 3. 11 Variabel *outdoor illumination*

Dapat dilihat pada gambar diatas merupakan variabel pencahayaan di luar ruangan dengan satuan lux. Pada penelitian variabel dikelompokkan menjadi tiga himpunan. Himpunan itu antara lain pencahayaan *low, middle* dan *high*. Berdasarkan gambar diatas terdapat beberapa nilai variabel yang menjadi atau memiliki dua himpunan. Berikut ini penjabaran nilai variabel berdasarkan gambar diatas.

- Pencahayaan 0 sampai 125 lux menjadi anggota himpunan (*low* dan *middle*).
- Pencahayaan 125 sampai 250 menjadi anggota himpunan *middle* dan *high*.



Gambar 3. 12 Variabel *room illumination*

Gambar 3.12 diatas merupakan variabel pencahayaan dalam ruangan dengan satuan lux. Dapat dilihat pada gambar di atas, nilai nilai pengukuran dibedakan menjadi lima himpunan, antara lain sangat *very low*, *low*, *middle*, *high* dan *very high*, dengan pembagian anggota sebagai berikut.

- Pencahayaan 0 sampai 62 lux menjadi anggota himpunan *very low* dan *low*.
- Pencahayaan 62 sampai 125 lux menjadi anggota himpunan *low* dan *middle*.
- Pencahayaan 125 sampai 187 lux menjadi anggota himpunan *middle* dan *high*.
- Pencahayaan 187 sampai 250 lux menjadi anggota himpunan *high* dan *very high*.

Inferensi merupakan evaluasi kaidah atau aturan atau *rule base* untuk menghasilkan *output* dari tiap *rule*. *Rules* yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut.

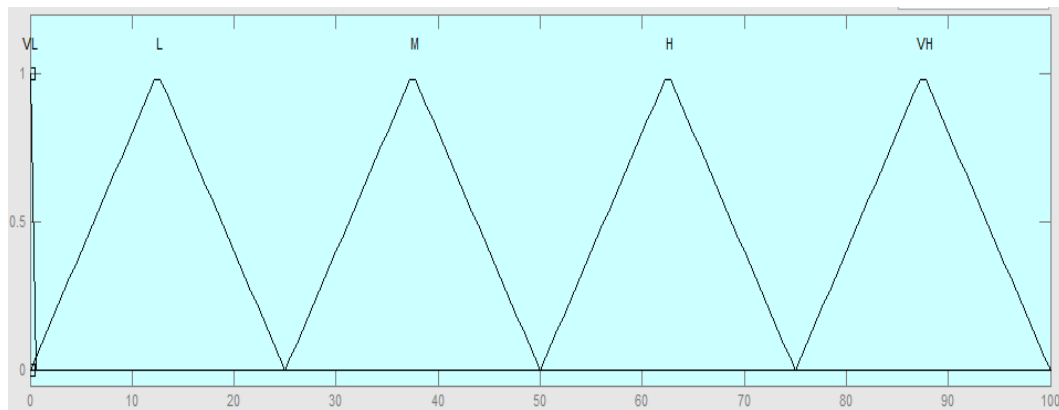
		<i>Room Iiumination</i>				
		VL	L	M	H	VH
<i>Outdoor Illumination</i>	L	VH	H	H	H	M
	M	H	M	M	M	L
	H	M	L	L	L	VL

Tabel 3. 2 Tabel aturan fuzzy

Tabel di atas menjelaskan keputusan yang akan di ambil berdasarkan nilai pencahayaan di luar ruangan dan pencahayaan di dalam ruangan. Dengan menggunakan “IF AND THEN” maka dapat ditulis sebagai berikut :

1. IF *outdoor* “L” AND *room* “VL” THEN lampu “VH”
2. IF *outdoor* “L” AND *room* “L” THEN lampu “H”
3. IF *outdoor* “L” AND *room* “M” THEN lampu “M”
4. IF *outdoor* “L” AND *room* “H” THEN lampu “H”
5. IF *outdoor* “L” AND *room* “VH” THEN lampu “M”
6. IF *outdoor* “L” AND *room* “VL” THEN lampu “L”
7. IF *outdoor* “M” AND *room* “L” THEN lampu “H”
8. IF *outdoor* “M” AND *room* “M” THEN lampu “M”
9. IF *outdoor* “M” AND *room* “H” THEN lampu “L”
10. IF *outdoor* “M” AND *room* “VH” THEN lampu “H”
11. IF *outdoor* “H” AND *room* “VL” THEN lampu “M”
12. IF *outdoor* “H” AND *room* “L” THEN lampu “L”
13. IF *outdoor* “H” AND *room* “M” THEN lampu “M”
14. IF *outdoor* “H” AND *room* “H” THEN lampu “L”
15. IF *outdoor* “H” AND *room* “VH” THEN lampu “VL”

Defuzzification merupakan penentuan fuzzy *output* yang akan dijadikan *crisp value* yang didasari berdasarkan *rule base*. Fuzzy *output* yang ditentukan sebagai berikut.



Gambar 3. 13 Variabel *output* lampu ruangan

Pada gambar diatas dapat dilihat terdapat lima himpunan yang merepresentasikan nilai sebenarnya, antara lain *very low*, *low*, *medium*, *high* dan *very high* dengan penjabaran anggota himpunan sebagai berikut

- Pencahayaan 0 menjadi anggota himpunan *very low*.
- Pencahayaan 1 sampai 25 menjadi anggota himpunan *low*
- Pencahayaan 26 sampai 50 menjadi anggota himpunan *medium*.
- Pencahayaan 51 sampai 75 menjadi anggota himpunan *high*.
- Pencahayaan 76 sampai 100 menjadi anggota himpunan *very high*.

Pada proses defuzzifikasi terdapat beberapa cara atau metode, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Centroid method*. Metode ini juga disebut *Center of Area* atau *Center of Gravity* dengan menghitung dengan menggunakan rumus :

$$Y^* = \frac{\sum y \mu_R(y)}{\sum \mu_R(y)}$$

3.6 Pengujian Rancangan Logika Fuzzy

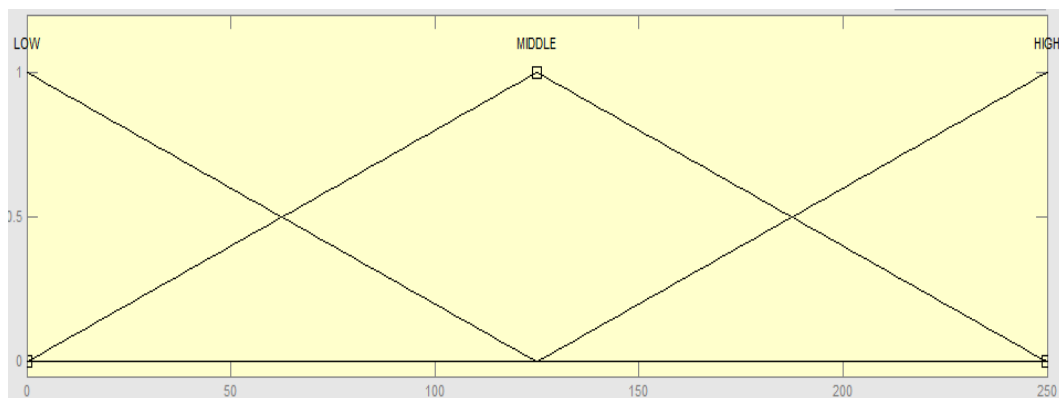
Sebelum logika fuzzy diaplikasikan pada pemrograman, logika fuzzy akan dilakukan pengujian berdasarkan teori dan dengan menggunakan metode yang digunakan agar mendapatkan hasil yang sesuai pada software MAT LAB R2014a

- **Pengujian :**

OI = 150 lux

RI = 50 lux

Tahap pertama akan dilakukan proses fuzzifikasi input 1 (OI) = 150 lux



Gambar 3. 14 Himpunan input 1 (OI)

Dilihat pada gambar 3.14 dan nilai input 1 sebesar 150 lux, maka 150 lux termasuk anggota himpunan *middle* dan *high*. Berdasarkan representase yang digunakan maka fungsi keanggotaan 150 lux dapat dicari dengan 2 fungsi sebagai berikut.

Untuk anggota himpunan *middle*:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases}$$

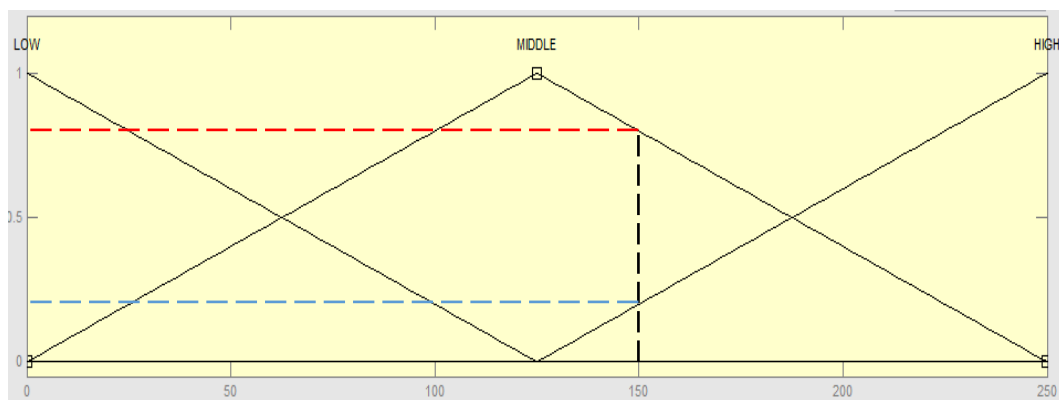
Untuk anggota himpunan *high*:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

Sehingga derajat keanggotaan 300 rpm sebesar :

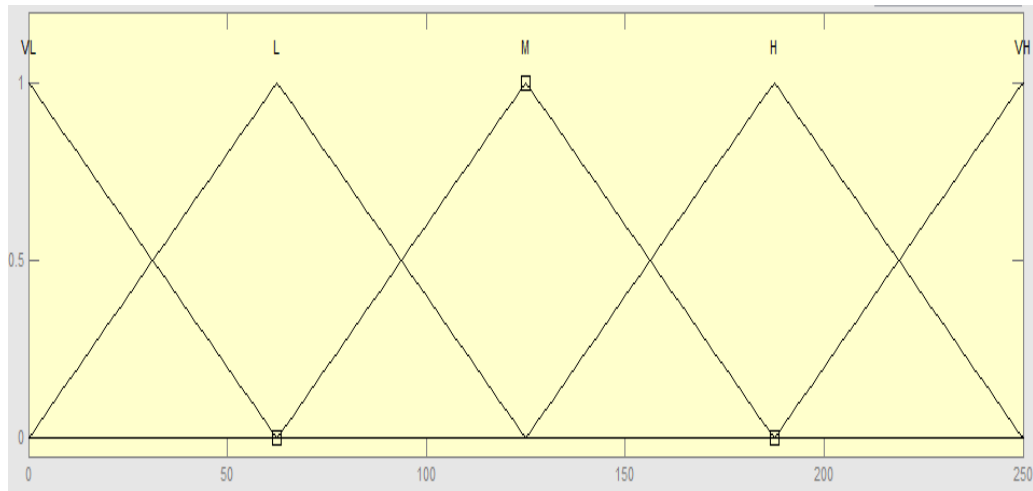
$$\mu_{\text{Medium}} [150] = \frac{c-x}{c-b} = \frac{250-150}{250-125} = \frac{100}{125} = 0,8$$

$$\mu_{\text{High}} [150] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{150-125}{250-125} = \frac{25}{125} = 0,2$$



Gambar 3. 15 Derajat keanggotaan input 1 (OI) = 150

Input 2 (RI) = 50 lux



Gambar 3. 16 Himpunan input 2 (RI)

Dapat dilihat pada gambar 3.17 nilai input 2 (RI) terdapat pada himpunan VL dan L. Berdasarkan representasi yang digunakan maka fungsi keanggotaan dapat dicari dengan fungsi sebagai berikut.

Untuk anggota himpunan VL:

$$\mu[x] = \begin{cases} (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \leq a \end{cases}$$

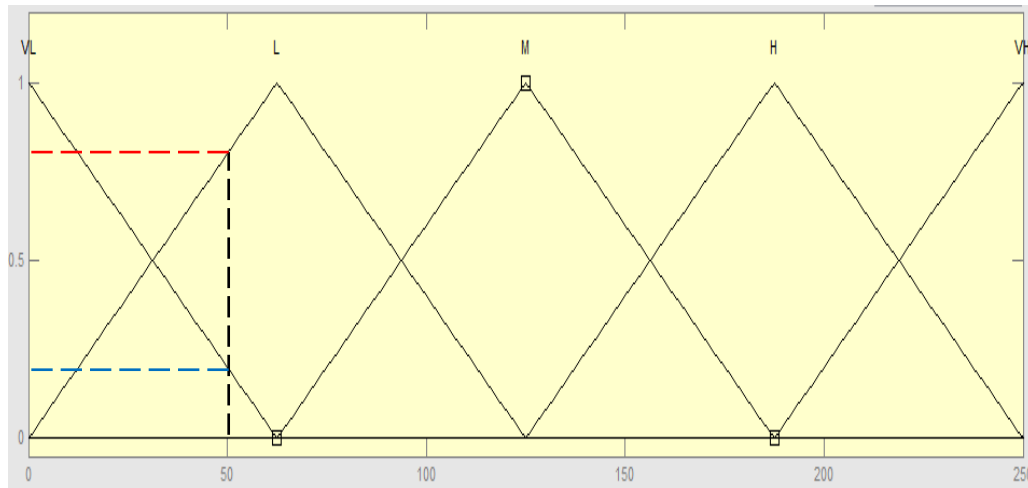
Untuk anggota himpunan L:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases}$$

Sehingga derajat keanggotaan 50 lux sebesar :

$$\mu_{\text{Very Low}} [50] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{62-50}{62-0} = \frac{12}{62} = 0,2$$

$$\mu_{\text{Low}} [50] = \frac{x-a}{a-b} = \frac{50-0}{62-0} = \frac{50}{62} = 0,8$$



Gambar 3. 17 Derajat keanggotaan input 2 (RI) = 50 lux

Tahap kedua adalah inferensi dengan melakukan penalaran menggunakan fuzzy input dan rules sebagai berikut.

Dengan menggunakan metode mamdani dan melihat aturan pada tabel 3.2 maka hasil inferensi maka diperoleh aturan sebagai berikut.

IF EI "M" AND RI "VL" THEN lampu "H"

IF EI "M" AND RI "L" THEN lampu "M"

IF EI "H" AND RI "VL" THEN lampu "M"

IF EI "H" AND RI "L" THEN lampu "L"

Dari keempat aturan dan input fuzzy kemudian dilakukan konjungsi (\wedge) dengan memilih derajat keanggotaan minimum sehingga menjadi.

IF EI "M (0,8)" AND RI "VL (0,2)" THEN lampu "H (0,2)"

IF EI "M (0,8)" AND RI "L (0,8)" THEN lampu "M (0,8)"

IF EI "H (0,2)" AND RI "VL (0,2)" THEN lampu "M (0,2)"

IF EI "H (0,2)" AND RI "L (0,8)" THEN lampu "L (0,2)"

Kemudian digunakan disjungsi (\vee) dengan memilih derajat keanggotaan maksimum dari pengambilan keputusan yang sama.

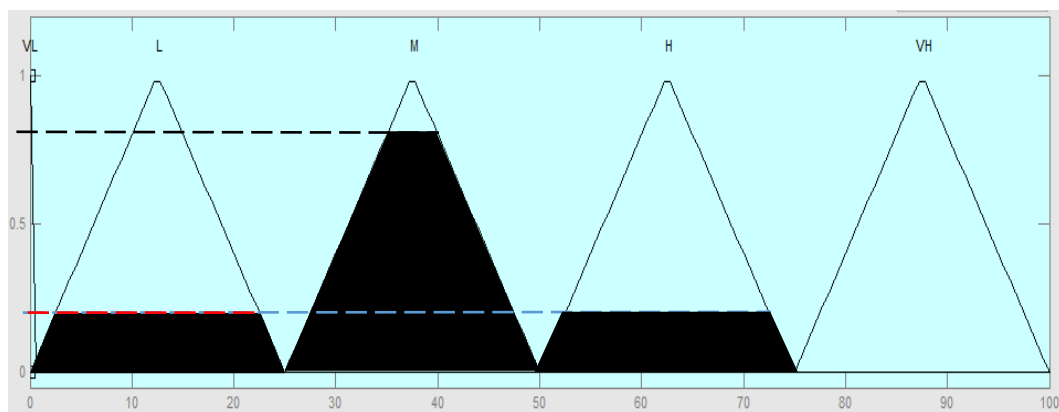
Lampu H (0,2)

Lampu M (0,8) \vee lampu M (0,2) menghasilkan lampu M (0,8)
Lampu L (0,2)

Maka diperoleh tiga pernyataan :

Lampu H (0,2)
Lampu M (0,8)
Lampu L (0,2)

Dari ketiga pernyataan dan nilai derajat keanggotaan akan mendapat tiga daerah kerja dengan derajat keanggotaan yang berbeda, dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3. 18 Daerah kerja yang dihasilkan

Tahap ketiga adalah defuzzyfikasi dengan menggunakan cara *center method* sebagai berikut.

Setelah beberapa nilai didapat kemudian akan menghasilkan titik tengah dengan cara berikut.

$$Y^* = \frac{\sum y \mu_R(y)}{\sum \mu_R(y)}$$

$$Y^* = \frac{(0*VL) + (75*L) + (195*M) + (327*H) + (420*VH)}{(1*VL) + (5*VL) + (5*M) + (5*H) + (5*VH)}$$

$$Y^* = \frac{(0*0) + (75*0.2) + (195*0.8) + (327*0.2) + (420*0)}{(1*0) + (5*0.2) + (5*0.8) + (5*0.2) + (5*0)}$$

$$Y^* = \frac{15 + 156 + 65.4}{1 + 4 + 1} = \frac{236.4}{6} = 39.4$$

Dengan menggunakan *center method* maka akan didapat nilai tengah dari daerah yang terpilih tersebut dan berdasarkan hitungan didapat nilai sebesar 39,4.

3.7 Pengujian Alat Penelitian

Dalam tahap pengujian ini akan dilakukan untuk melihat keberhasilan alat sesuai dengan prinsip kerjanya dan referensi yang digunakan. Selain itu, saat pengujian berlangsung akan dilakukan pengambilan data - data yang akan digunakan sebagai acuan untuk menganalisa hasil pengujian. Pengujian pertama yaitu menguji sensor BH1750, pada pengujian ini sensor akan diuji dengan diberikan iluminasi yang berbeda. Hasil dari pengujian sensor akan dibandingkan dengan alat ukur lux meter sehingga mendapatkan nilai *error* sensor terhadap alat ukur. Hasil pada pengujian ini akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Pengujian kedua yaitu pengujian driver pengatur tegangan, pada pengujian ini akan diuji nilai tegangan yang dihasilkan dari output alat penelitian. Pada pengujian ini akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Pengujian ketiga yaitu menguji sistem secara keseluruhan apakah program logika fuzzy yang sudah ditanamkan pada mikrokontroller sesuai dengan hasil logika fuzzy pada *software* Matlab R2014a. Hasil pada pengujian ini akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.