

## BAB III

### METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Tugas Akhir ini dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Elektro Fakultas MIPA Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Sumedang Km.21 Jatinangor dan di Rumah Kos Penulis, Jl. Raya Jatinangor No.138 Sumedang. Penelitian ini dilakukan dengan menjalankan *Autonomous Vehicle* secara otomatis lalu menghasilkan keputusan berbelok ketika mendeteksi halangan dengan menggunakan metode kendali *fuzzy logic*.

##### 3.1.1 Metode Kendali Motor DC pada *Autonomous Vehicle*

Gerak *Autonomous Vehicle* yaitu diatur dengan menggunakan driver motor. Driver motor memiliki fungsi yaitu untuk menggerakkan motor pada *Autonomous Vehicle*. Dengan menggunakan Driver Motor maka motor dapat bergerak maju, mundur, belok kanan, belok kiri, dan berhenti. Dalam *Autonomous Vehicle* ini digunakan 2 driver motor yang dapat berfungsi untuk menggerakkan 4 buah motor. 1 driver motor dapat menggerakkan 2 buah motor. Driver motor ini dapat mengendalikan arah putaran motor dengan dua arah dan dikontrol dengan metode *PWM (Pulse Width Modulation)*. Metode *PWM* akan mengatur kecepatan putaran motor dengan mengatur pulsa yang diberikan ke jalur input A dan B.

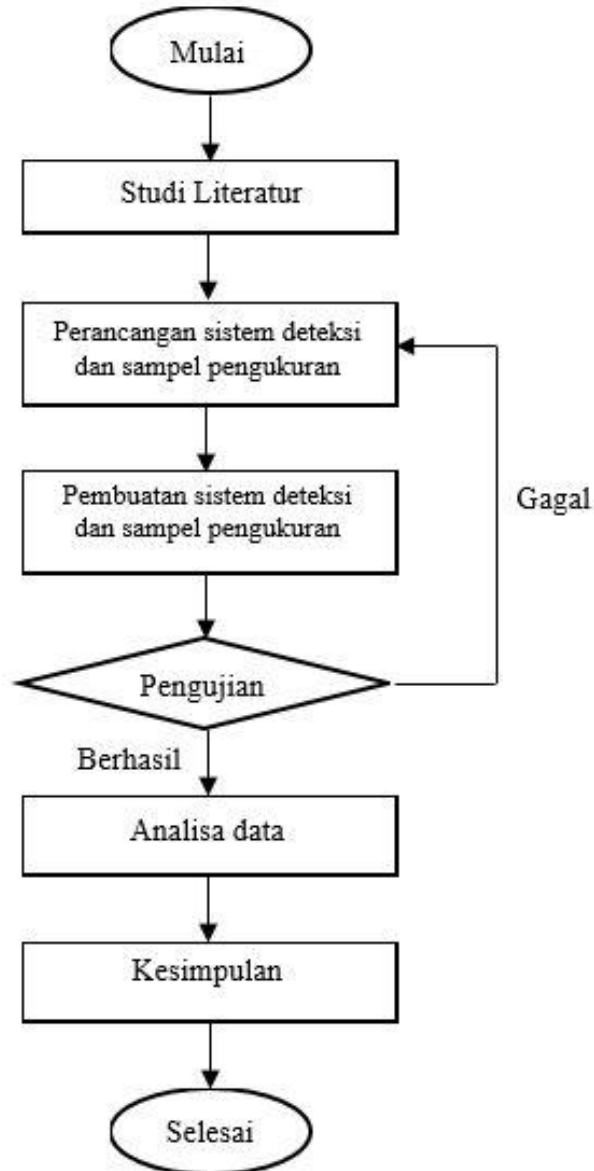
##### 3.1.2 Metode Deteksi Halangan pada *Autonomous Vehicle*

Empat buah Sensor Ultrasonik yang dipasang dan sudah dihubungkan dengan Arduino Mega 2560 untuk programnya, akan membaca jarak atau melakukan *scanning* antara *Autonomous Vehicle* dengan halangan yang terdeteksi di depan, belakang, kanan, dan kiri. Hasil *scanning* tersebut akan diproses dengan metode kendali *fuzzy logic*. Sehingga akan menghasilkan output berupa kecepatan driver motor dalam *PWM*, sehingga dapat menggerakkan kendali motor dalam *Autonomous Vehicle*. Hasil *scanning* program dengan Arduino Mega 2560 yang menggunakan kendali *fuzzy logic* dapat menghasilkan kendali otomatis.

### 3.2 Diagram Alir

#### 3.2.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Diagram alir pada penelitian dapat dideskripsikan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Tahapan dari penelitian ini sebagai berikut :

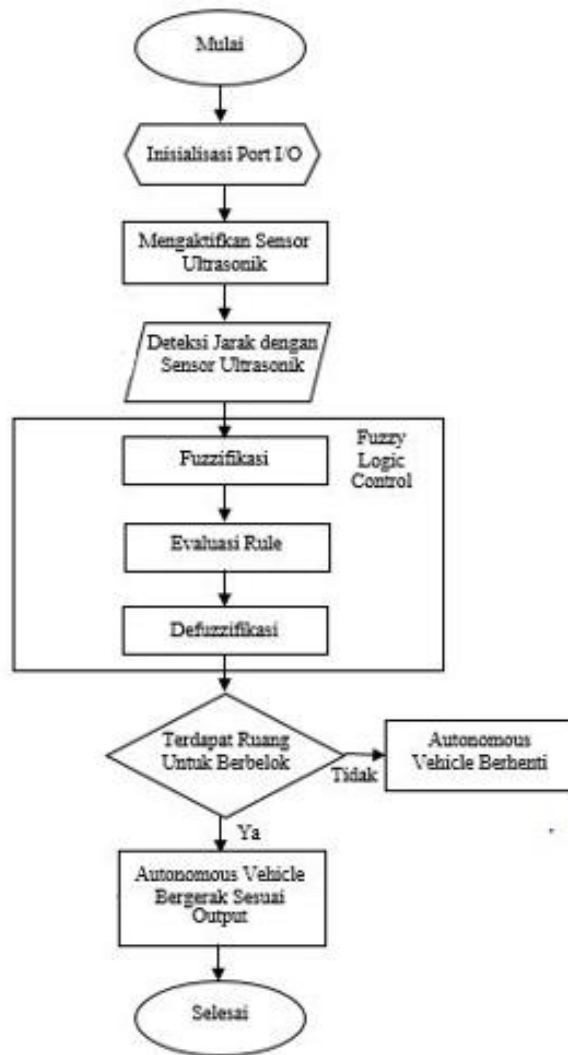
1. Studi Literatur

Penulis melakukan pencarian dan mempelajari mengenai teori-teori yang mendasar bagi penelitian yang dilakukan. Studi literatur yang dicari dan pelajari yaitu mengenai spesifikasi dari sensor ultrasonik dan arduino mega 2560, cara kerja dari *Autonomous Vehicle*, dan metode kendali *fuzzy logic*.

2. Perancangan sistem deteksi dan sampel pengukuran  
Penulis melakukan perancangan sistem deteksi dan sampel yang akan diukur yaitu perancangan posisi sensor ultrasonik pada *Autonomous Vehicle* dan sampel pengukuran berupa jarak halangan yang akan dideteksi.
3. Pembuatan sistem deteksi dan sampel pengukuran  
Penulis melakukan pembuatan sistem deteksi dengan cara membuat program pada Arduino Mega 2560 untuk deteksi halangan dan untuk menggerakkan motor sesuai dengan metode kendali *fuzzy logic*.
4. Pengujian  
Penulis melakukan pengujian untuk deteksi halangan yaitu berupa mendapat variasi input dari sensor ultrasonik yang berupa jarak penghalang dari depan, belakang, kanan, dan kiri.
5. Analisa data dan kesimpulan  
Penulis melakukan analisa pada data yang didapat dari proses pengujian, dan dapat ditarik kesimpulannya.

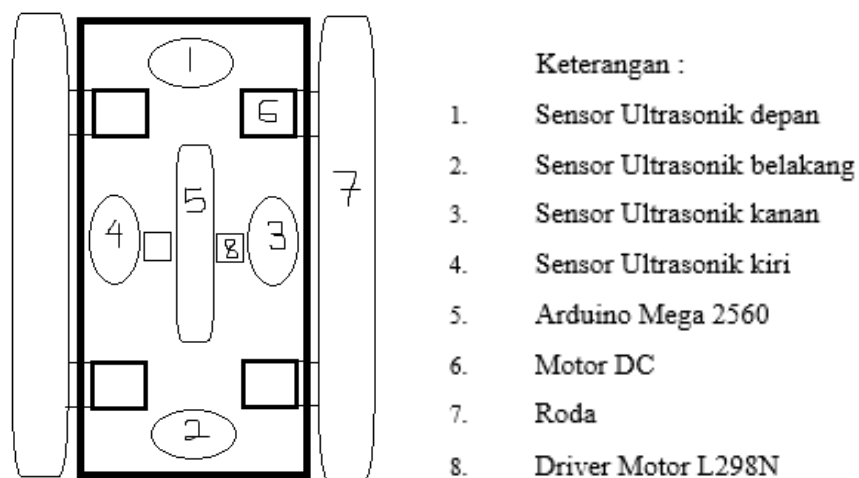
### **3.2.2 Diagram Alir Sistem Pendeteksi Halangan**

Diagram alir sistem pendeteksi halangan dideskripsikan pada gambar 3.2. Pertama sistem akan menginisialisasi port-port input dan output yang terhubung pada Arduino Mega 2560. Inputnya berupa sensor ultrasonik yang dapat berfungsi untuk deteksi halangan depan, belakang, kanan, dan kiri. Outputnya berupa keputusan bergerak motor sesuai kecepatan PWM yang diinginkan. Proses selanjutnya yaitu mengaktifkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak, lalu sensor ultrasonik akan membaca atau mengukur jarak antara halangan dengan *Autonomous Vehicle*. Setelah jarak dibaca maka Arduino Mega 2560 akan mengendalikan berdasarkan input yang diterima dari sensor ultrasonik. Didalam Arduino Mega 2560 digunakan metode *Fuzzy Logic Controller*. Output yang dihasilkan berupa pengaturan kecepatan motor dengan PWM pada driver motor sehingga menghasilkan keputusan bergerak maju, mundur, kanan, dan kiri. Namun jika tidak terdapat ruang untuk berbelok, maka *Autonomous Vehicle* akan berhenti.



Gambar 3.2 Flowchart sistem deteksi halangan

### 3.3. Skema *Autonomous Vehicle*

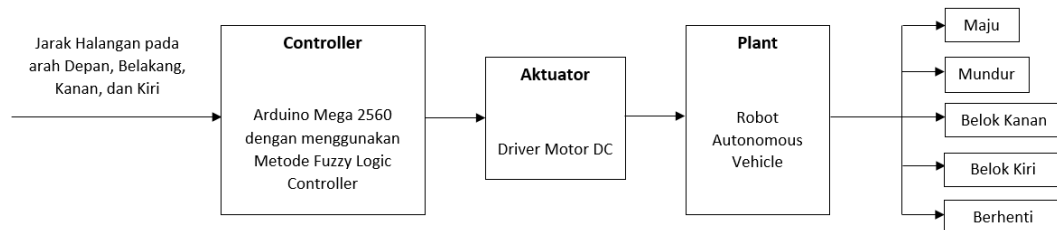


Gambar 3.3 Skema sensor ultrasonik dan arduino pada *autonomous vehicle*

Skema sensor ultrasonik dan arduino mega 2560 pada *Autonomous Vehicle* sebagai pendeteksi halangan empat arah yaitu deteksi halangan depan, belakang, kanan, dan kiri dideskripsikan pada gambar 3.3.

### 3.4 Blok Diagram

#### 3.4.1 Sistem Kendali Pendeteksi Halangan pada *Autonomous Vehicle*

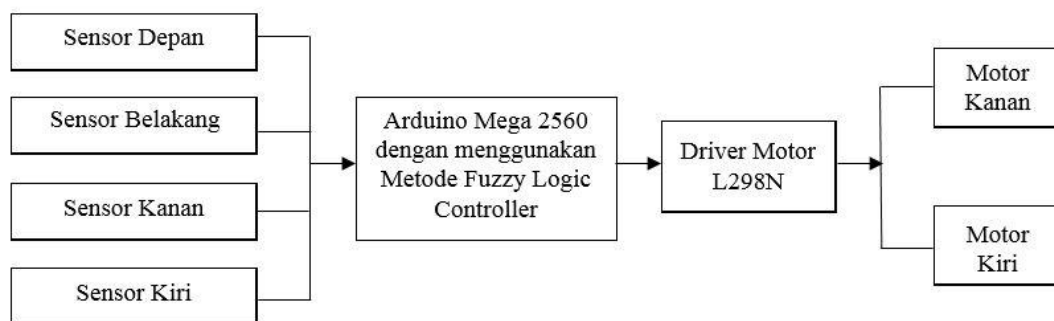


Gambar 3.4 Sistem kendali pendeteksi halangan pada autonomous vehicle

Sistem kendali pendeteksi halangan dideskripsikan pada gambar 3.4. Sistem kendali pendeteksi halangan bersifat *open loop* yaitu terdiri dari input berupa jarak halangan pada arah depan, belakang, kanan, dan kiri yang didapatkan dengan menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04, *controller* berupa Arduino Mega 2560 yang sudah terdapat metode *fuzzy logic controller* didalamnya.

Driver Motor DC sebagai aktuator yaitu perangkat yang mengubah sinyal listrik menjadi output fisik. Sistem ini akan menggerakkan robot *Autonomous Vehicle* sebagai *plant*. Outputnya berupa *Autonomous Vehicle* yang dapat bergerak maju, mundur, belok kanan, belok kiri, dan berhenti dengan diatur kecepatan Motor DC dalam PWM.

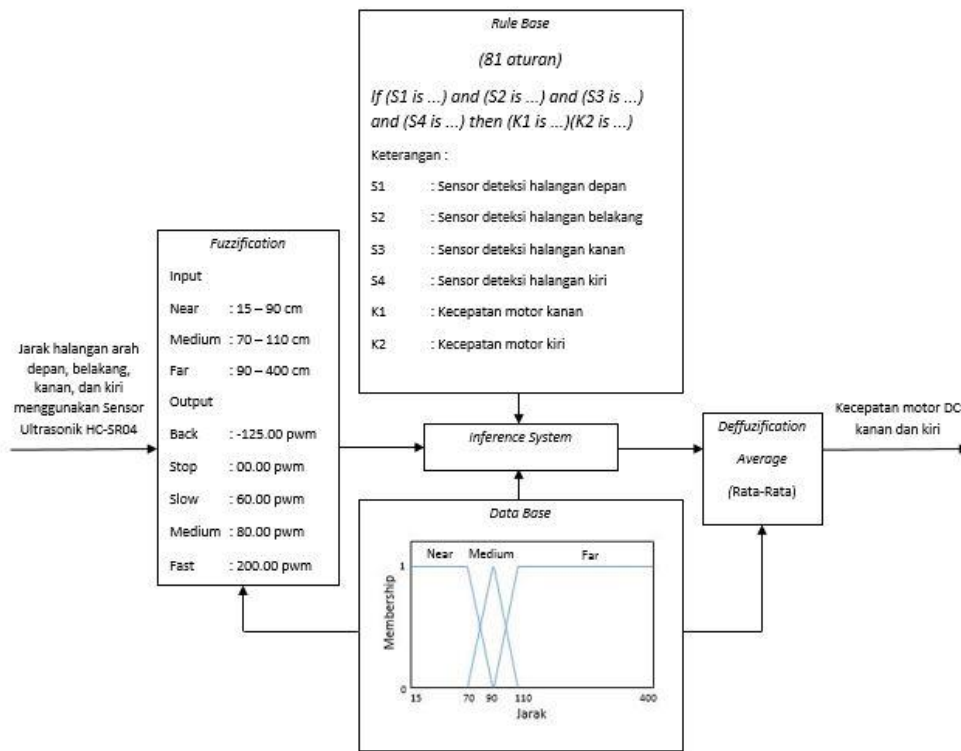
#### 3.4.2 Sistem Pendeteksi Halangan pada *Autonomous Vehicle*



Gambar 3.5 Sistem pendeteksi halangan pada autonomous vehicle

Blok diagram sistem pendeteksi halangan pada *Autonomous Vehicle* menggunakan empat buah Sensor Ultrasonik dengan berbasis Arduino Mega 2560 dideskripsikan pada gambar 3.5. Input terdiri dari empat buah Sensor HC-SR04 yang digunakan untuk mendeteksi jarak antara *Autonomous Vehicle* dengan halangan yang terdapat di arah depan, belakang, kanan, dan kiri, dan sebagai acuan untuk melakukan perintah proses kerja *Autonomous Vehicle*. Bagian kontrol sistem berupa sistem Arduino Mega 2560 yang sudah diprogram berdasarkan metode *Fuzzy Logic Controller*. Output yaitu berupa kecepatan driver motor dengan *PWM* sehingga dapat menggerakkan motor kanan dan kiri.

### 3.4.3 Sistem *Fuzzy Logic Controller* pada *Autonomous Vehicle*

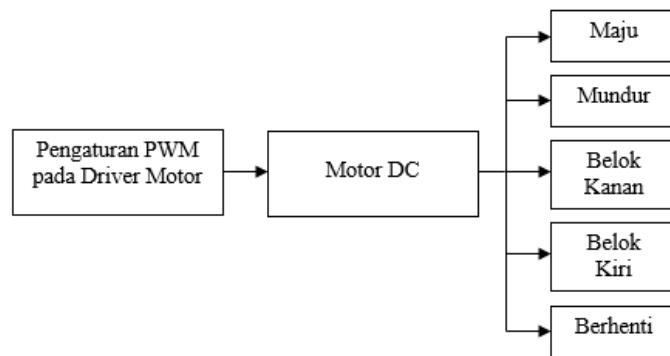


Gambar 3.6 Sistem fuzzy logic controller pada autonomous vehicle

Sistem *fuzzy logic controller* pada *Autonomous Vehicle* ditunjukkan pada gambar 3.6. Input pada sistem FLC ini berupa jarak halangan pada arah depan, belakang, kanan, dan kiri yang diukur dengan menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04. Proses Fuzzifikasi yaitu proses memasukkan data ke himpunan *fuzzy* sehingga menjadi nilai *fuzzy*, yaitu terdiri dari pengelompokan input dan output, pada input dikelompokkan menjadi *near*, *medium*, dan *far*, sedangkan pada output dikelompokkan menjadi *back*, *stop*, *slow*, *medium*, dan *fast*.

Proses selanjutnya pada sistem FLC yaitu proses *inference system* yaitu proses pengambilan keputusan berdasarkan basis aturan logika (*Rule Evaluation*) yang dirancang berupa 81 aturan dengan aturan *IF...THEN...* pada *Rule Base* dan berdasarkan *Data Base* yang dibuat. Proses selanjutnya yaitu Defuzzifikasi yaitu proses mengubah nilai *fuzzy* menjadi bentuk tegas dengan menggunakan rumus Rata-Rata (*Average*). Output yang dihasilkan dari sistem FLC ini yaitu berupa pengaturan kecepatan Motor DC kanan dan kiri.

#### 3.4.4 Sistem Pergerakan Motor DC pada *Autonomous Vehicle*

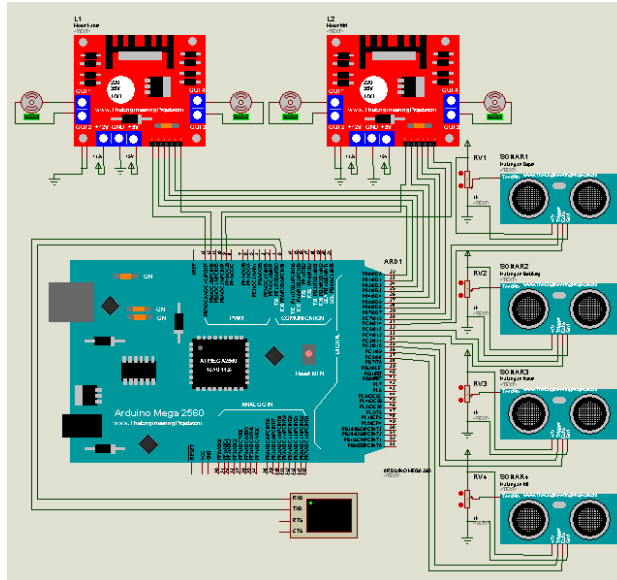


Gambar 3.7 Blok diagram pergerakan motor dc

Blok diagram dari pergerakan Motor DC yang dihasilkan dari pengaturan *PWM* pada driver motor dideskripsikan pada gambar 3.7. Outputnya yaitu berupa motor yang dapat bergerak dengan maju, mundur, belok kanan, belok kiri, dan berhenti. Driver motor yang digunakan yaitu 2 buah untuk mengatur gerak 4 buah motor. Driver 1 dihubungkan ke kedua motor kanan. Driver 2 dihubungkan ke kedua motor kiri. Driver akan menggerakkan motor berdasarkan *PWM* yang dihasilkan, yaitu ketika sensor ultrasonik mendeteksi halangan, lalu jarak halangan tersebut dimasukkan kedalam program Arduino Mega 2560 yang telah diprogram dengan *Fuzzy Logic Controller*.

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

Rangkaian Sistem Pendeteksi Halangan pada *Autonomous Vehicle* dengan Sensor Ultrasonik dan Arduino Mega 2560 dideskripsikan pada gambar 3.8, rangkaian tersebut berisikan pin-pin arduino yang akan digunakan untuk kontrol *Autonomous Vehicle*.



*Gambar 3.8 Rangkaian sistem pendeteksi halangan menggunakan sensor ultrasonik dan arduino mega 2560*

Empat Sensor Ultrasonik HC-SR04 akan berfungsi sebagai input. Sensor Ultrasonik tersebut akan dihubungkan ke pin arduino dideskripsikan pada tabel 3.1.

*Tabel 3.1 pin sensor ultrasonik dan pin arduino*

Sensor Ultrasonik	Pin Sensor Ultrasonik	Pin Arduino
Depan	<i>Trigger</i>	30
	<i>Echo</i>	31
	<i>Vcc</i>	5v
	<i>Ground</i>	Gnd
Belakang	<i>Trigger</i>	32
	<i>Echo</i>	33
	<i>Vcc</i>	5v
	<i>Ground</i>	Gnd
Kanan	<i>Trigger</i>	34
	<i>Echo</i>	35
	<i>Vcc</i>	5v
	<i>Ground</i>	Gnd
Kiri	<i>Trigger</i>	36
	<i>Echo</i>	37
	<i>Vcc</i>	5v
	<i>Ground</i>	Gnd



Driver motor pertama berfungsi untuk menentukan pengaturan kecepatan motor kanan. Driver motor kedua berfungsi untuk menentukan pengaturan kecepatan motor kiri. Driver motor akan dihubungkan ke arduino mega 2560 dideskripsikan pada tabel 3.2.

*Tabel 3.2 Pin driver motor dengan pin arduino*

<b>Driver Motor</b>	<b>Pin driver motor</b>	<b>Pin Arduino</b>
Kanan	<i>Enable A</i>	13
	<i>IN 1</i>	22
	<i>IN 2</i>	23
	<i>IN 3</i>	24
	<i>IN 4</i>	25
	<i>Enable B</i>	12
	<i>OUT 1, OUT 2, OUT 3, OUT 4</i>	2 motor dc
Kiri	<i>Enable A</i>	10
	<i>IN 1</i>	26
	<i>IN 2</i>	27
	<i>IN 3</i>	28
	<i>IN 4</i>	29
	<i>Enable B</i>	9
	<i>OUT 1, OUT 2, OUT 3, OUT 4</i>	2 motor dc

### **3.6 Perancangan Perangkat Lunak (Software)**

Pada kendali *Fuzzy logic* terdapat 3 proses, yaitu proses *fuzzification*, *evaluation rule*, dan *defuzzification*. Proses *Fuzzification* yaitu pendeklarasian setiap variabel yang terdiri dari input dan output. Terdapat 4 Input yang dihasilkan berupa jarak dari 4 buah sensor ultrasonik terdapat pada tabel 3.3. Output berupa kecepatan motor DC dalam PWM terdapat pada tabel 3.4.

Sinyal input berupa nilai jarak yang dihasilkan dari sensor ultrasonik lalu di fuzzifikasi menjadi himpunan *fuzzy* dideskripsikan pada tabel 3.5. Output berupa kecepatan driver motor dalam PWM ditunjukkann pada tabel 3.6.

Tabel 3.3 Label pada input sensor ultrasonik

Input			
Sensor Ultrasonik Deteksi Halangan Depan	Sensor Ultrasonik Deteksi Halangan Belakang	Sensor Ultrasonik Deteksi Halangan Kanan	Sensor Ultrasonik Deteksi Halangan Kiri
NearDepan (N)	NearBelakang (N)	NearKanan (N)	NearKiri (N)
MediumDepan (M)	MediumBelakang (M)	MediumKanan (M)	MediumKiri (M)
FarDepan (F)	FarBelakang (F)	FarKanan (F)	FarKiri (F)

Tabel 3.4 Label pada output kecepatan motor dc

Output	
Motor Kanan	Motor Kiri
SlowKanan (S)	SlowKiri (S)
MediumKanan (M)	MediumKiri (M)
FastKanan (F)	FastKiri (F)
BackKanan (B)	BackKiri (B)
StopKanan (ST)	StopKiri (ST)

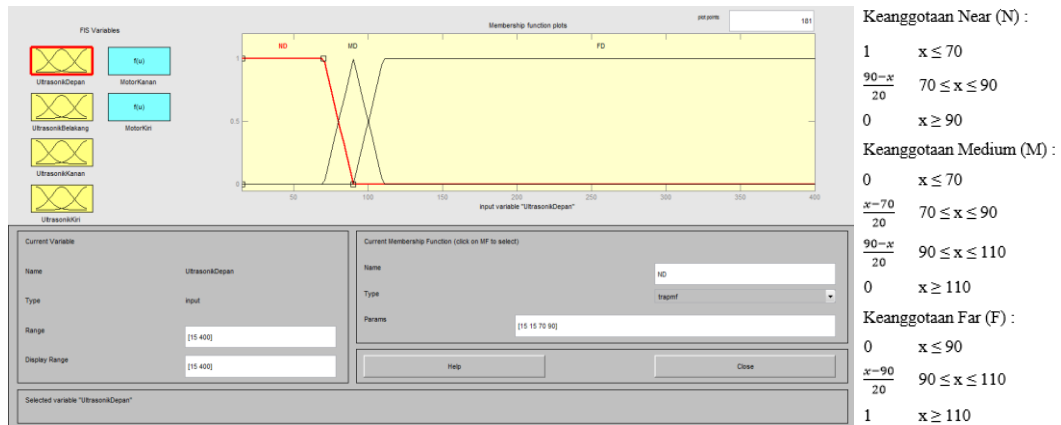
Tabel 3.5 Input dan jarak sensor ultrasonik

Input	Jarak
Near (N)	15-90 cm
Medium (M)	70-110 cm
Far (F)	90-400 cm

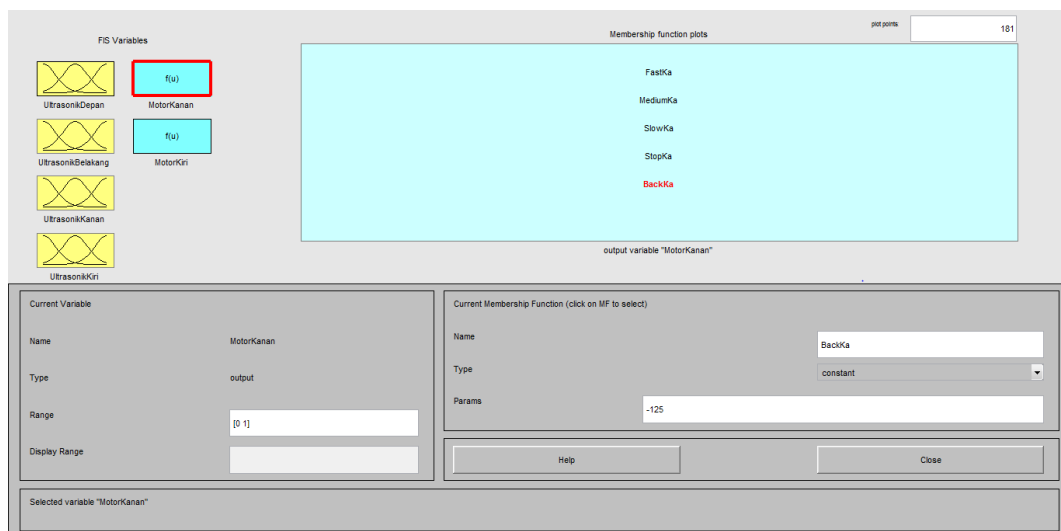
Tabel 3.6 Output dan kecepatan motor

Output	Kecepatan
Back (B)	-125.00 PWM
Stop (ST)	00.00 PWM
Slow (S)	60.00 PWM
Medium (M)	80.00 PWM
Fast (F)	200.00 PWM

Pada proses Fuzzifikasi terdapat dua kurva yaitu segitiga dan trapesium dideskripsikan pada gambar 3.9. Output berupa nilai kecepatan dari driver motor dalam PWM dideskripsikan pada gambar 3.10.



Gambar 3.9 Membership function input jarak



Gambar 3.10 Membership function output kecepatan

Proses selanjutnya yaitu *Rule Evaluation* yaitu berupa tabel pengaturan program. *Rule Evaluation* ditunjukkan pada tabel 3.7.

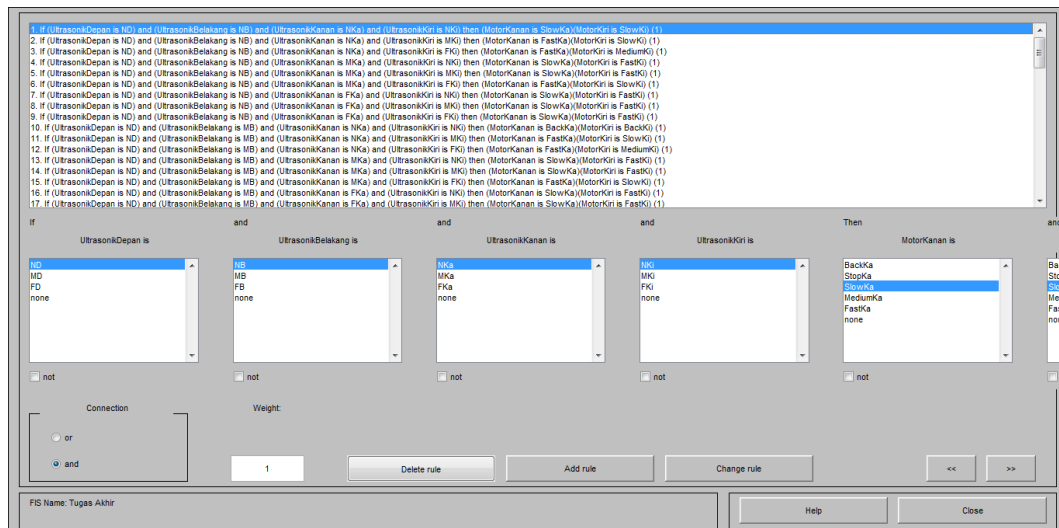
Tabel 3.7 Rule Evaluation

No	Depan	Belakang	Kanan	Kiri	Motor Kanan	Motor Kiri
1	N	N	N	N	S	S
2	N	N	N	M	F	S
3	N	N	N	F	F	S
4	N	N	M	N	S	F
5	N	N	M	M	S	F
6	N	N	M	F	F	S
7	N	N	F	N	S	F

No	Depan	Belakang	Kanan	Kiri	Motor Kanan	Motor Kiri
8	N	N	F	M	S	F
9	N	N	F	F	S	F
10	N	M	N	N	B	B
11	N	M	N	M	F	S
12	N	M	N	F	F	S
13	N	M	M	N	S	F
14	N	M	M	M	S	F
15	N	M	M	F	F	S
16	N	M	F	N	S	F
17	N	M	F	M	S	F
18	N	M	F	F	S	F
19	N	F	N	N	B	B
20	N	F	N	M	F	S
21	N	F	N	F	F	S
22	N	F	M	N	S	F
23	N	F	M	M	S	F
24	N	F	M	F	F	S
25	N	F	F	N	S	F
26	N	F	F	M	S	F
27	N	F	F	F	S	F
28	M	N	N	N	F	F
29	M	N	N	M	F	M
30	M	N	N	F	F	M
31	M	N	M	N	M	F
32	M	N	M	M	M	F
33	M	N	M	F	F	M
34	M	N	F	N	M	F
35	M	N	F	M	M	F
36	M	N	F	F	M	F
37	M	M	N	N	F	F
38	M	M	N	M	F	M
39	M	M	N	F	F	M

<b>No</b>	<b>Depan</b>	<b>Belakang</b>	<b>Kanan</b>	<b>Kiri</b>	<b>Motor Kanan</b>	<b>Motor Kiri</b>
40	M	M	M	N	M	F
41	M	M	M	M	M	F
42	M	M	M	F	F	M
43	M	M	F	N	M	F
44	M	M	F	M	M	F
45	M	M	F	F	M	F
46	M	F	N	N	F	F
47	M	F	N	M	F	M
48	M	F	N	F	F	M
49	M	F	M	N	M	F
50	M	F	M	M	M	F
51	M	F	M	F	F	M
52	M	F	F	N	M	F
53	M	F	F	M	M	F
54	M	F	F	F	M	F
55	F	N	N	N	F	F
56	F	N	N	M	F	F
57	F	N	N	F	F	F
58	F	N	M	N	F	F
59	F	N	M	M	F	F
60	F	N	M	F	F	F
61	F	N	F	N	F	F
62	F	N	F	M	F	F
63	F	N	F	F	F	F
64	F	M	N	N	F	F
65	F	M	N	M	F	F
66	F	M	N	F	F	F
67	F	M	M	N	F	F
68	F	M	M	M	F	F
69	F	M	M	F	F	F
70	F	M	F	N	F	F
71	F	M	F	M	F	F

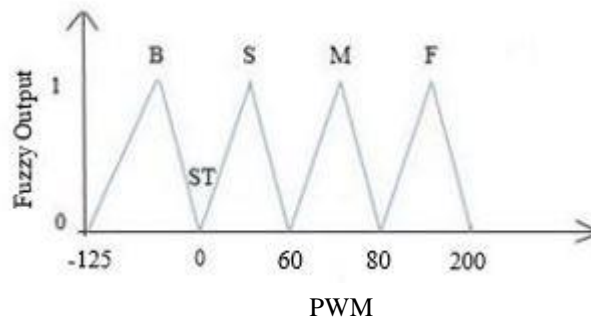
No	Depan	Belakang	Kanan	Kiri	Motor Kanan	Motor Kiri
72	F	M	F	F	F	F
73	F	F	N	N	F	F
74	F	F	N	M	F	F
75	F	F	N	F	F	F
76	F	F	M	N	F	F
77	F	F	M	M	F	F
78	F	F	M	F	F	F
79	F	F	F	N	F	F
80	F	F	F	M	F	F
81	F	F	F	F	F	F



Gambar 3.11 Rule evaluation

Aturan fuzzy ini dibuat berbentuk *IF – THEN* atau *JIKA – MAKA* dideskripsikan pada gambar 3.11. Proses terakhir yaitu defuzzifikasi yaitu menghasilkan nilai output tegas (*crisp*) berdasarkan dari *rule evaluation* dengan menggunakan metode *Average* (rata-rata) dirumuskan dengan persamaan 3.1. *Membership function* output kecepatan dideskripsikan pada gambar 3.12.

$$Average = \frac{\sum (fuzzy\ output) \times (PWM)}{\sum (fuzzy\ output)} \quad (3.1)$$



Gambar 3.12 Membership function output kecepatan (PWM)

### 3.7 Alat dan Bahan

Alat, komponen, dan *software* yang dibutuhkan pada Tugas Akhir ini dideskripsikan pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Alat, Komponen, dan Software

Alat dan Komponen	Software
Laptop	Proteus
Multimeter	Matlab
<i>Power Supply</i>	Arduino IDE
Solder	
<i>Robot Autonomous Vehicle</i>	
Sensor HC-SR04	
Arduino Mega 2560	
Motor DC	
Driver Motor L298N	
Timah Solder	
Jumper	

### 3.8 Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian pada Tugas Akhir ini dideskripsikan pada tabel 3.9.

*Tabel 3.9 Jadwal penelitian*

No	Rincian Kegiatan	2021				2022											
		Desember				Januari				Februari				Maret			
		Minggu ke -															
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pendaftaran Sidang SUR																
2	Pelaksanaan Sidang SUR																
3	Revisi laporan SUR																
4	Penelitian Tugas Akhir																
5	Pendaftaran Sidang Hasil Penelitian																
6	Pelaksanaan Sidang Hasil Penelitian																
7	Revisi Hasil Penelitian Tugas Akhir																
8	Pendaftaran Sidang Akhir																
9	Pelaksanaan Sidang Akhir																