

**PERANCANGAN SISTEM KENDALI KECEPATAN PADA MOBIL  
BERDASARKAN KEMIRINGAN MEDIA JALAN DAN  
HALANGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

**SKRIPSI**

**KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Gana Pradipa Bawana

NIM: 125150300111066



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2016**

## PENGESAHAN

PERANCANGAN SISTEM KENDALI KECEPATAN PADA MOBIL BERDASARKAN  
KEMIRINGAN MEDIA JALAN DAN HALANGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Gana Pradipa Bawana

NIM: 125150300111066

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
18 Agustus 2016

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wijaya Kurniawan, S.T, M.T  
NIK. 19820125 201504 1 002

Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T  
NIK. 201208 761201 1 001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T., M.T, Ph.D  
NIP: 197105182003121001

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 9 Agustus 2016



Gana Pradipa Bawana

NIM: 125150300111066

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi dengan judul “ Perancangan Sistem Kendali Kecepatan Pada Mobil Berdasarkan Kemiringan Media Jalan dan Halangan Menggunakan Logika Fuzzy” dapat diselesaikan dengan baik. Tulisan ini disusun sebagai Laporan Skripsi tahun ajaran 2015/2016.

Dalam menyelesaikan Laporan Skripsi ini penulis tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Imam Musanif dan ibu Erna Eriestyawati yang penulis cintai serta seluruh keluarga besar yang selalu memberi dukungan dan doa agar penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi ini dengan lancar.
2. Bapak Wijaya Kurniawan, S.T, M.T selaku dosen pembimbing satu yang telah memberikan ilmu, saran, dan motivasi kepada penulis.
3. Bapak Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T selaku dosen pembimbing dua yang telah memberikan ilmu dan membantu dalam penyusunan laporan penulis.
4. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer.
5. Mohammad Fajar Mustofa, S.E dan seluruh civitas akademik FILKOM Universitas Brawijaya yang telah banyak memberikan bantuan dan doa.
6. Hunafa Rahmatika Fauzi selaku kekasih penulis yang telah banyak memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
7. Miftahul Huda, Dwi Wijayanti, Purnahadi A., Dwi Hutomo, Ichwan S., Bella Aulia R., Ulfa Kurniawati, M. Wildan A., Muh. Ricky M., Alif Rahmawan Putra, Faisal R., M.Wildan, Devo Harwan, Andrika Wahyu, R. Eko Prasetyo, Ekky D., Elis M., Windatun Ni'mah, Melly C., Shanti Shiburian, Ririn Nurmaicha, Wisnu F. D., dan seluruh teman-teman dari Filkom yang tidak dapat disebutkan namanya yang telah memberikan dukungan dan doanya.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna dan masih memiliki banyak kekurangan. Semoga isi Laporan Skripsi ini dapat memberi manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Malang, 9 Agustus 2016

Penulis

Gana Pradipa Bawana

## ABSTRAK

Benda bergerak tidak dapat dipisahkan dengan kecepatan. Kecepatan adalah keutamaan dalam mobil sebagai benda yang bergerak. Keseimbangan kecepatan dalam medan jalan tertentu adalah hal yang sangat penting. Pada medan jalan yang menanjak, mobil membutuhkan dorongan mesin yang lebih besar agar mencapai kecepatan yang tepat untuk menanjak. Sebaliknya pada medan jalan menurun, mobil membutuhkan dorongan mesin yang lebih rendah karena daya tarik gravitasi bumi yang menyebabkan mobil lebih cepat berjalan. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan sistem untuk mengontrol kecepatan mobil yang sesuai pada medan jalan tertentu. Dalam hal ini peneliti menggunakan metode *fuzzy logic control* untuk mengontrol PWM pada mobil dengan parameter dari kemiringan, jarak benda didepan mobil, dan pengukuran RPM mobil. Sebagai aplikasi pemrograman menggunakan NI LabVIEW yang berbasis pada *graphical programming* dengan tampilan untuk memonitor data sensor. Dari hasil pengujian menggunakan metode *fuzzy logic control* dengan tujuh *membership function* untuk memberikan output berupa PWM terhadap motor DC menggunakan mode simulasi pada Fuzzy Designer menghitung kemiringan sebesar 0.257812, jarak 80cm, menghasilkan output fuzzy sebesar 0,927082. Sehingga menghasilkan PWM sebesar 0,927082 dengan hasil kecepatan 1,10214 kmph dan rotasi putaran roda 90rpm. Hasil tersebut sudah berhasil dalam mengendalikan kecepatan mobil.

**Kata kunci:** labview, *graphical programming*, *fuzzy logic control*, rpm, jarak, kemiringan, kecepatan

## DAFTAR ISI

PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan masalah .....	2
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
1.7 Rencana Kegiatan .....	4
<b>BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Sistem Kendali.....	6
2.3 Mobil Elektrik.....	6
2.3.1 Torsi Motor dan Karakteristik Tenaga.....	6
2.4 Sensor .....	7
2.4.1 Sensor on board 3-axis accelerometer myrio.....	7
2.4.2 Sensor IR Range Finder GP2Y0A21YK0F.....	9
2.4.3 Sensor Optocoupler B83609 .....	9
2.5 National Instruments MyRIO .....	10
2.6 Aktuator .....	11
2.6.1 Motor DC.....	11
2.7 Driver Motor L298N.....	12
2.8 Logika Fuzzy .....	12
2.8.1 Alasan digunakannya Logika Fuzzy .....	12
2.8.2 Cara Kerja Kontrol Logika Fuzzy .....	13

2.8.3 Model <i>Center of Area</i> (CoA) .....	13
2.9 NI LabVIEW .....	14
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....	<b>16</b>
3.1 Metode Penelitian .....	16
3.1.1 Studi Literatur .....	16
3.1.2 Analisis Kebutuhan .....	17
3.1.3 Pengambilan Data .....	18
3.1.4 Desain Sistem .....	19
3.1.5 Desain Fuzzy .....	23
3.1.6 Implementasi .....	26
3.1.7 Pengujian dan Analisis Hasil .....	27
3.1.8 Penarikan Kesimpulan dan Saran .....	27
<b>BAB 4 PERSYARATAN</b> .....	<b>28</b>
4.1 Analisa Permasalahan .....	28
4.2 Batasan Sistem .....	28
4.3 Persyaratan Perangkat Keras .....	29
4.4 Persyaratan <i>Software</i> .....	29
<b>BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI</b> .....	<b>32</b>
5.1 Perancangan dan Implementasi Perangkat Keras .....	32
5.1.1 Perancangan <i>Prototype</i> Mobil .....	32
5.1.2 Implementasi <i>Prototype</i> Mobil .....	32
5.1.3 Perancangan Rangkaian Elektrik Mobil .....	34
5.1.4 Implementasi Rangkaian Elektrik Mobil .....	35
5.2 Perancangan dan Implementasi <i>Software</i> .....	36
5.2.1 Perancangan Membership Function Fuzzy .....	36
5.2.2 Implementasi Membership Fuzzy .....	40
5.2.3 Perancangan logika Fuzzy dan Output Kontrol .....	41
5.2.4 Implementasi Logika Fuzzy dan Output Kontrol .....	43
5.2.5 Implementasi Program Baca Sensor .....	43
<b>BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISA</b> .....	<b>47</b>
6.1 Pengujian Pembacaan Sensor .....	47
6.1.1 Skenario Pengujian .....	47



6.1.2 Hasil Pengujian .....	49
6.1.3 Analisis Hasil .....	50
6.2 Pengujian Hasil Output Fuzzy dengan <i>Fuzzy System Designer</i> .....	50
6.2.1 Skenario Pengujian .....	50
6.2.2 Hasil Pengujian .....	51
6.2.3 Analisis Hasil .....	52
6.3 Pengujian Output Kontrol Fuzzy Terhadap Kecepatan .....	53
6.3.1 Skenario Pengujian .....	53
6.3.2 Hasil Pengujian .....	53
6.3.3 Analisis Hasil .....	60
<b>BAB 7 PENUTUP</b> .....	<b>62</b>
7.1 Kesimpulan .....	62
7.2 Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>63</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rencana Kegiatan Skripsi.....	4
Tabel 3.1 Keanggotaan <i>variable input</i> kemiringan .....	24
Tabel 3.2 Keanggotaan <i>variable input</i> jarak.....	24
Tabel 3.3 Keanggotaan <i>variable output fuzzy pwm</i> .....	25
Tabel 3.4 <i>Rules fuzzy</i> .....	26
Tabel 5.1 <i>Membership function</i> .....	37
Tabel 6.1 Hasil Pengujian Sensor Kemiringan .....	49
Tabel 6.2 Hasil Pengujian Sensor Jarak .....	49
Tabel 6.3 Hasil Pengujian Sensor Kecepatan .....	50
Tabel 6.4 Selisih Nilai Error Pada Sistem dengan <i>Fuzzy System Designer</i> .....	53
Tabel 6.5 Hasil Uji Kontrol Kecepatan pada Media Uji .....	54
Tabel 6.6 Hasil Uji Perbandingan Fuzzy Sistem Kontrol dengan Fuzzy Designer..	55



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Torsi Motor dan Karakteristik Tenaga.....	7
Gambar 2.2 Sensor on board accelerometer myrio .....	8
Gambar 2.3 3-axis aaccelerometer myrio.....	8
Gambar 2.4 Sensor IR Range Finder GP2Y0A21YK0F.....	9
Gambar 2.5 Sensor Optocoupler B83609 .....	10
Gambar 2.6 NI MyRIO .....	11
Gambar 2.7 Motor DC.....	11
Gambar 2.8 Driver motor L298N dual H-Bride .....	12
Gambar 2.9 Diagram blok sistem berbasis aturan Fuzzy .....	13
Gambar 2.10 Center of Area Fuzzy Logic Control .....	14
Gambar 2.11 Block diagram pemrograman dengan NI LabVIEW .....	15
Gambar 2.12 Front panel NI LabVIEW .....	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Analisis kebutuhan .....	17
Gambar 3.3 Analisis Kebutuhan User .....	17
Gambar 3.4 Diagram Blok Rancangan Sistem.....	19
Gambar 3.5 Desain Sistem .....	19
Gambar 3.6 Skematik Sistem .....	20
Gambar 3.7 Desain Prototype Mobil .....	21
Gambar 3.8 Diagram Blok <i>Software</i> Desain Berhubungan dengan <i>Hardware</i> .....	22
Gambar 3.9 Diagram Blok Desain Sistem Kontrol Fuzzy.....	22
Gambar 3.10 Squence Diagram Baca Sensor dan Kontrol PWM.....	23
Gambar 4.1 Kebutuhan Instalasi <i>Software</i> .....	29
Gambar 4.2 National Instruments LabVIEW 2015 .....	30
Gambar 4.3 Fuzzy System Designer pada NI LabVIEW 2015 .....	30
Gambar 5.1 Perancangan <i>Prototype</i> Mobil .....	32
Gambar 5.2 Implementasi <i>Prototype</i> Mobil Tampak Depan .....	33
Gambar 5.3 Ukuran diameter roda.....	33
Gambar 5.4 Perancangan Rangkaian Elektrik Mobil.....	34
Gambar 5.5 Implementasi Rangkaian Elektrik pada Mobil.....	35
Gambar 5.6 Port myRIO .....	36

Gambar 5.7 Derajat Keanggotaan Membership Function.....	38
Gambar 5.8 Rule fuzzy .....	39
Gambar 5.9 Fuzzy Output PWM Membership Function.....	39
Gambar 5.10 Hasil Tes <i>Fuzzy System Designer</i> .....	40
Gambar 5.11 Implementasi <i>Membership function</i> .....	41
Gambar 5.12 <i>Flowchart</i> Perancangan Logika Fuzzy dan Output Kontrol .....	42
Gambar 5.13 Potongan Program Kontrol Fuzzy.....	43
Gambar 5.14 Potongan Program Baca Sensor Kemiringan .....	43
Gambar 5.15 Waveform Chart Sensor Kemiringan.....	44
Gambar 5.16 Potongan Program Baca Sensor Jarak.....	44
Gambar 5.17 Grafik Meter Sensor Jarak.....	45
Gambar 5.18 Potongan Program Baca Sensor Kecepatan .....	46
Gambar 5.19 Grafik Meter RPM .....	46
Gambar 6.1 Pengujian Kemiringan .....	47
Gambar 6.2 Pengujian Sensor Jarak.....	48
Gambar 6.3 Pengujian Sensor Kecepatan.....	48
Gambar 6.4 Output Fuzzy Kontrol Mobil .....	51
Gambar 6.5 Output Fuzzy Kontrol Mobil <i>Fuzzy System Designer</i> .....	52
Gambar 6.6 Tampilan <i>Front Panel</i> Kondisi Media Jalan Datar Ada Halangan .....	56
Gambar 6.7 Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Menanjak 15 Derajat ....	56
Gambar 6.8 Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Menurun 15 Derajat .....	57
Gambar 6.9 Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Menanjak 20 Derajat .....	58
Gambar 6.10 Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Menurun 20 Derajat ....	58
Gambar 6.11 Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Menanjak 30 Derajat ..	59
Gambar 6.12 Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Menurun 30 Derajat ...	60



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Mobil otomatis atau mobil yang memiliki sistem yang terkendali dengan sendirinya menjadi topik penelitian yang sangat menarik, dan banyak peneliti melakukan berbagai riset dalam mengembangkan sistem otomatis tersebut (Dwarkesh Iyengar, 2015). Banyak perusahaan terkenal mengembangkan kecanggihan produk roda empat agar lebih canggih dan sesuai dengan standar keselamatan berkendara. Sistem canggih yang telah diciptakan dan hadir dipasaran antara lain sistem indikator parkir, otomatis rem jika terjadi keadaan darurat.

Kesulitan dalam suatu kendali mobil dalam keadaan menanjak membuat penulis tertarik dalam melakukan penelitian yang menyangkut pada sistem kendali kecepatan pada mobil berdasarkan kemiringan media jalan dan halangan.

*Graphical programming* adalah salah satu cara mengkodekan sebuah program dengan menggunakan rangkaian diagram gambar. Salah satu software yang menyediakan fitur *graphical programming* adalah NI LabVIEW (National Instruments, 2013). *Graphical programming* sangat memudahkan user dalam implementasi mengkodekan program dengan algoritma yang rumit, sebab tidak menggunakan *textbase* dalam menulis program sehingga lebih menghemat waktu dalam mengkodekan program daripada menggunakan Bahasa pemrograman lain.

Pada penelitian yang dilakukan penulis menggunakan sebuah perangkat mikrokontroler yaitu National Instruments myRIO. Penggunaan perangkat myRIO karena telah terintegrasi pada pemrograman LabVIEW serta memiliki lisensi standar industri (National Instruments, 2013).

Pada penelitian yang dilakukan dapat menggunakan metode penelitian dengan menggunakan metode logika *fuzzy* yang diterapkan kedalam sebuah sistem *prototype* mobil. Peneliti memilih logika *fuzzy* karena metode tersebut memiliki kemampuan dalam memberikan keputusan layaknya pemikiran manusia. Pada sistem mobil yang dirancang, terdapat satu buah sensor *accelerometer* yang berfungsi sebagai pengukur kemiringan pada mobil yang diteliti karena untuk melihat kondisi jalan menanjak dan menurun diketahui dari suatu kemiringan media jalan. Kemudian sensor *ir range finder* pada simulasi mobil berfungsi untuk mengukur jarak mobil dengan benda didepan mobil agar menjaga jarak aman pada mobil. Peneliti menggunakan dua acuan yaitu kemiringan dan jarak karena dalam melinggetahui menanjak serta menurunnya media jalan melalui kemiringan, sedangkan hanya dengan sensor jarak dapat mengendalikan jarak aman benda yang berada di depan mobil.

## 1.2 Rumusan masalah

Dengan permasalahan yang dihadapi, penulis melakukan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara kendali kecepatan pada mobil berdasarkan kemiringan media jalan dan halangan menggunakan logika *fuzzy*?
2. Bagaimana cara mengolah data sensor menjadi parameter kendali kecepatan pada mobil?
3. Bagaimana menampilkan data sensor kedalam *user interface*?
4. Bagaimana mengetahui cara kerja sensor terkait dengan myrio dalam mengontrol gerak mobil pada suatu kemiringan dan halangan menggunakan logika *fuzzy*?
5. Berapa besar tingkat error pada sistem dan respon sistem?

## 1.3 Tujuan

Dengan dirumuskannya masalah, didapatkan tujuan yang terkait pada rumusan masalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui cara kendali kecepatan pada mobil berdasarkan kemiringan media jalan dan halangan menggunakan logika *fuzzy*.
2. Dapat mengolah data sensor menjadi parameter kendali kecepatan pada mobil.
3. Dapat menampilkan data dari sensor kedalam *user interface*.
4. Untuk mengetahui cara kerja sensor terkait dengan myrio dalam mengontrol gerak mobil pada suatu kemiringan dan halangan menggunakan logika *fuzzy*.
5. Dapat mengetahui tingkat error pada sistem dan respon sistem.

## 1.4 Manfaat

Dilihat dari fungsi sistem yang akan diteliti penulis, didapatkan manfaat sebagai berikut:

1. Keuntungan serta kebanggaan bagi diri sendiri ketika menciptakan sistem yang dapat membantu banyak orang.
2. Dapat mengenalkan kepada orang lain tentang sistem dari masing-masing sensor melalui tampilan program.
3. Keuntungan bagi *developer hardware* yang ingin bekerjasama mengembangkan sistem ini, terutama National Instruments.

## 1.5 Batasan masalah

Adapun agar pembahasan menjadi lebih terarah dan tidak menyimpang serta sesuai dengan latar belakang yang telah diuraikan. Oleh karena itu penulis melakukan pembatasan penelitian yang dapat dicantumkan sebagai berikut :

1. Perancangan sistem kendali pada mobil menggunakan sebuah *prototype* mobil elektrik.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor *on board accelerometer myrio*, *IR Range Finder GP2Y0A21YK0F*, dan sensor *optocople*.

3. Mikroprosesor yang digunakan adalah *Hardware* dari National Instruments tipe National Instruments myRIO-1900
4. Monitoring berupa tampilan *software graphic* yang terhubung antara PC dengan perangkat *prototype* mobil.
5. Halangan dengan tingkat kemiringan diatas 20° dianggap sebagai halangan.

## 1.6 Sistematika pembahasan

Guna memahami lebih jelas pembahasan proposal skripsi ini, dilakukan dengan cara mengelompokkan materi menjadi beberapa sub bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

### BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang informasi umum yaitu latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penelitian.

### BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan teori yang diambil dari beberapa kutipan buku, jurnal maupun web yang dibuat oleh lembaga resmi yang bisa dipertanggung jawabkan yang berupa pengertian dan definisi. Bab ini juga menjelaskan alasan penulis menggunakan perangkat National Instruments myRIO, dan model pemrograman dengan *Graphical Programming*, *sensor on board accelerometer*, *sensor IR range finder*, *sensor optocoupler* serta logika *Fuzzy* sebagai metode penelitian, dan informasi lain yang berkaitan dengan batasan masalah yang kita berikan.

### BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah-langkah yang harus dilakukan pada penelitian yaitu:

1. Studi Literatur
2. Analisis Kebutuhan
3. Teknik Survey
4. Teknik Pengumpulan Data
5. Teknik Pengolahan Data
6. Desain Sistem

### BAB IV : PERSYARATAN

Bab ini membahas mengenai persyaratan yang dibutuhkan dalam membangun *prototype* sistem kendali pada mobil berdasarkan kemiringan media jalan dan halangan menggunakan logika fuzzy, kebutuhan sistem, kebutuhan *software* dan *hardware*.

### BAB V : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini membahas mengenai perancangan *prototype* sistem kendali pada mobil, perancangan sistem, implementasi sistem kendali kecepatan pada mobil menggunakan logika *fuzzy*, tampilan aplikasi pembacaan sata pada sensor.

### BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini membahas mengenai pengujian dan analisa terhadap *prototype* sistem kendali kecepatan pada mobil berdasarkan kemiringan media jalan dan halangan menggunakan logika fuzzy

**BAB VII : PENUTUP**

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian perangkat keras dan lunak yang dikembangkan dalam skripsi ini serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

**1.7 Rencana Kegiatan**

**Tabel 1.1** Rencana Kegiatan Skripsi

Nama Tahapan	Maret				April				Mei				Juni			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Perancangan Sistem																
Pembuatan <i>Prototype</i>																
Pembuatan Fuzzy Desain																
Pembuatan Program Sistem																
Implementasi Sistem																
Pengujian <i>Prototype</i>																
Laporan Skripsi																



## BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Berikut beberapa penelitian yang terkait Sistem otomatis dengan simulasi mobil. Beberapa penelitian hanya pada penggunaan sensor terkait penelitian dikarenakan sedikitnya penelitian terhadap objek penelitian yang terkait.

Dwarkesh Iyengar (2015) telah membuat sebuah rancang bangun alat transportasi otomatis dengan menggunakan simulasi dari mobil radio kontrol berukuran 1:18. Dalam penelitiannya menggunakan beberapa sensor yaitu *gyroscope*, *accelerometer*, *rotary encoder*, dan *range finder* kemudian perangkat xbee untuk sistem penghubung antara miniatur mobil dengan perangkat myRIO. Miniatur mobil tersebut bergerak sesuai dengan fungsi masing-masing sensor yang dipasangkan. Sensor *gyroscope* dan *accelerometer* digunakan sebagai sensor posisi pada miniatur mobil tersebut. Kemudian sensor *rotary encoder* sebagai pengukur putaran roda pada miniatur mobil. Pada sensor *range finder* berfungsi sebagai penjaga jarak mobil pada benda didepannya agar tidak terjadi tabrakan.

He, Wen, Guisheng Chen, Shuming Tang, Deyi Li, Mu Guo, Tianlei Zhang, Peng Jia, dan Feng Jin (2012) membuat rancang bangun sistem otomatis pada lalu lintas menggunakan miniatur mobil dengan skala 1:10 dengan melibatkan lebih dari 50 miniatur mobil. Penelitian tersebut bertujuan membuat sistem otomatis pada mobil saat sedang di jalan raya dengan menggunakan *traffic control* sehingga setiap mobil dapat menjaga jarak aman saat sedang berjalan. Kelebihan pada penelitian tersebut adalah setiap sistem dapat saling bekerja sama dengan melibatkan lebih dari satu simulasi mobil.

Ruslan Gani (2012) membuat sebuah perancangan sensor *gyroscope* dan *accelerometer* untuk menentukan sudut dan jarak. Dalam penelitian yang dilakukan bertujuan mengetahui sudut dan perpindahan objek untuk sistem navigasi. Rotasi pada sensor *gyroscope* sebagai penentu sudut perpindahan objek yang diteliti. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diatas, dapat menjadi acuan referensi yang akan dibangun oleh peneliti yaitu memiliki persamaan menggunakan sensor *accelerometer*.

Shanty Puspitasari (2015) membuat penelitian tentang implementasi logika *fuzzy* pada sistem keseimbangan robot beroda dua. Pada penelitian yang dilakukan, menggunakan sebuah sensor *gyroscope* dan sebuah mikrokontroler Arduino Mega 2560. Pada sistem gerak robot menggunakan dua buah motor DC. Penelitian tersebut menggunakan metode logika *fuzzy* untuk dapat melakukan pembacaan alat pada 4 kondisi sebagai acuan keberhasilan sistem dalam melakukan penyeimbangan posisi pada robot beroda dua.

Berdasarkan pada empat referensi penelitian yang telah dilakukan dilakukan diatas, terdapat kemiripan pada objek penelitian yaitu berupa jenis sensor hingga software yang digunakan. Sehingga peneliti memilih empat referensi

tersebut sebagai referensi penelitian. Penelitian yang dilakukan memiliki objek penelitian berupa menggunakan perancangan sistem kendali pada mobil terhadap suatu kemiringan media jalan dan adanya halangan. Sensor yang digunakan pada penelitian penulis menggunakan *accelerometer*, *ir range finder*, dan sensor *optocoupler*.

## 2.2 Sistem Kendali

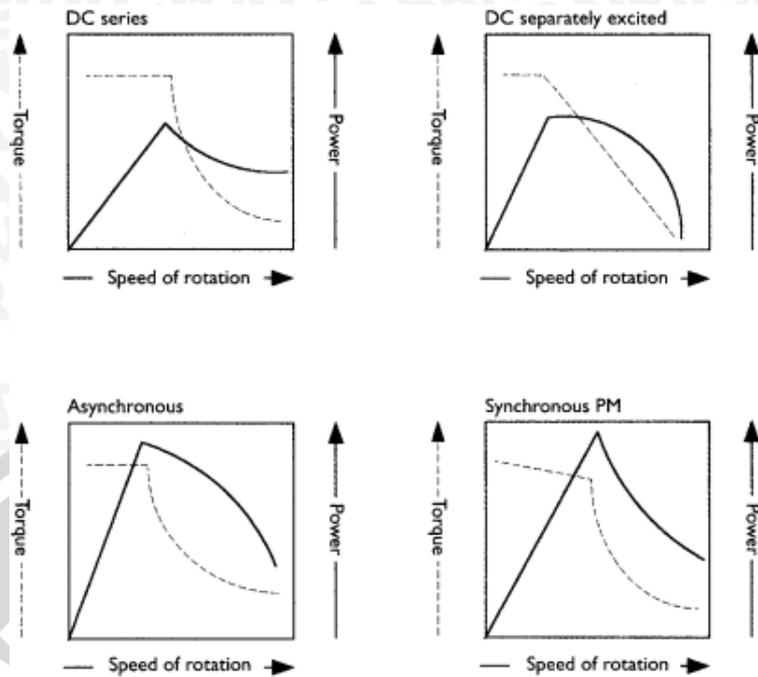
Sistem kendali atau kontrol adalah proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkuman harga (*range*) tertentu. Sistem kontrol memiliki dua definisi bagian yaitu sistem kontrol *open loop* atau *close loop*. Sistem kontrol *open loop* adalah suatu sistem kontrol yang keluarannya tidak berpengaruh terhadap aksi pengontrolan. Sedangkan sistem kontrol *close loop* suatu sistem kontrol yang sinyal keluarannya memiliki pengaruh langsung terhadap aksi pengendalian yang dilakukan. Sinyal *error* yang merupakan selisih dari sinyal masukan dan sinyal umpan balik (*feedback*), lalu diumpankan pada komponen pengendalian (*controller*) untuk memperkecil kesalahan sehingga nilai keluaran sistem semakin mendekati harga yang diinginkan.

## 2.3 Mobil Elektrik

*Electric vehicles are by many seen as the cars of the future as they are high efficient, produces no local pollution, are silent, and can be used for power regulation by the grid operator. However, electric vehicles still have critical issues which need to be solved*(Erik Schaltz, 2011). Dalam buku *Electrical Vehicle Design and Modeling* menjelaskan bahwa mobil elektrik telah banyak dikembangkan sebagai kendaraan dimasa depan karena memiliki kelebihan yaitu dari segi efisiensi, tidak menghasilkan polusi, tidak berisik seperti yang dikatakan Erik Schaltz.

### 2.3.1 Torsi Motor dan Karakteristik Tenaga

Torsi dan karakteristik tenaga terbagi menjadi empat tipe yaitu :



**Gambar 2.1** Torsi Motor dan Karakteristik Tenaga

Pada gambar 2.1 menunjukkan grafik hubungan torsi dan tenaga sebagai fungsi untuk memperoleh kecepatan rotasi. Semakin besar torsi yang dimiliki suatu motor DC maka berbanding lurus tenaga yang dihasilkan sehingga kecepatan rotasinya berbanding lurus.

## 2.4 Sensor

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya (maulana.lecture, 2014).

### 2.4.1 Sensor on board 3-axis accelerometer myrio

Pada perangkat myrio telah terpasang sensor accelerometer pada board. Sehingga tidak dibutuhkan pemasangan eksternal sensor accelerometer.

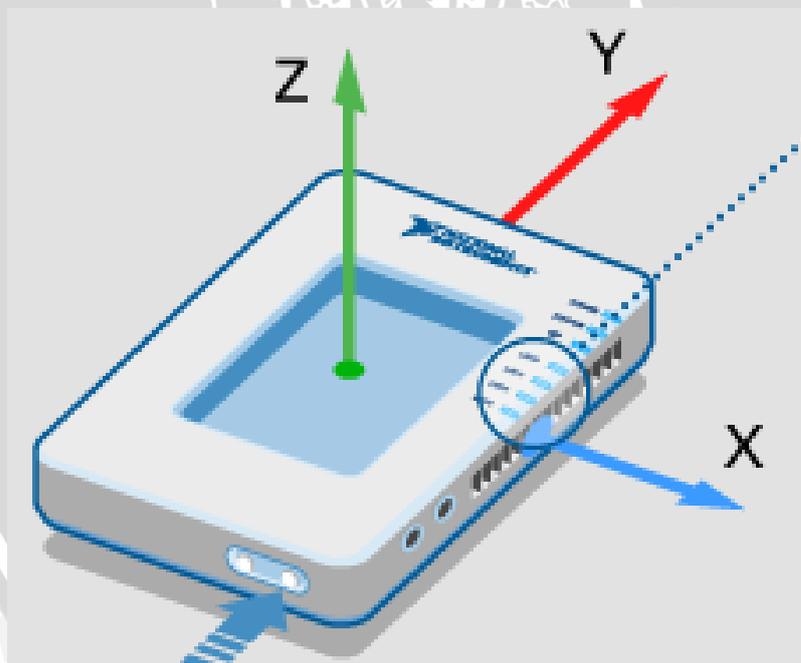
on board 3-axis accelerometer



**Gambar 2.2** Sensor on board accelerometer myrio

Sumber: ni.com (2013)

Pada sensor accelerometer yang telah terpasang pada perangkat myrio, memiliki spesifikasi pembacaan 3-axis yaitu X-axis, Y-axis, dan Z-axis yang mana arah masing-masing dapat dilihat seperti pada Gambar 2.3

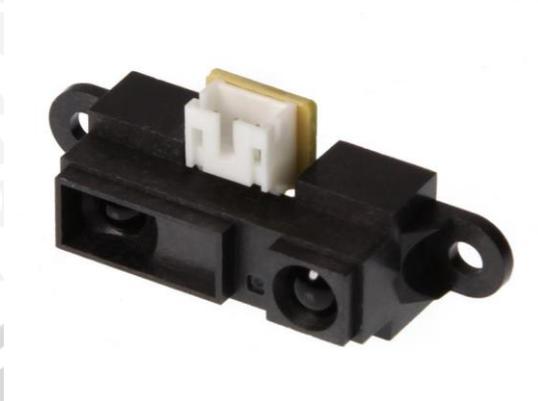


**Gambar 2.3** 3-axis accelerometer myrio

Sumber: ni.com (2013)

Sensor accelerometer ini dapat langsung digunakan sebagai pengukur percepatan posisi suatu benda. Sensor ini dapat dijadikan sebagai penghitung kemiringan suatu benda dengan menggunakan rumus khusus untuk mengubah percepatan dalam bentuk *voltage* menjadi sudut kemiringan.

#### 2.4.2 Sensor IR Range Finder GP2Y0A21YK0F



**Gambar 2.4** Sensor IR Range Finder GP2Y0A21YK0F

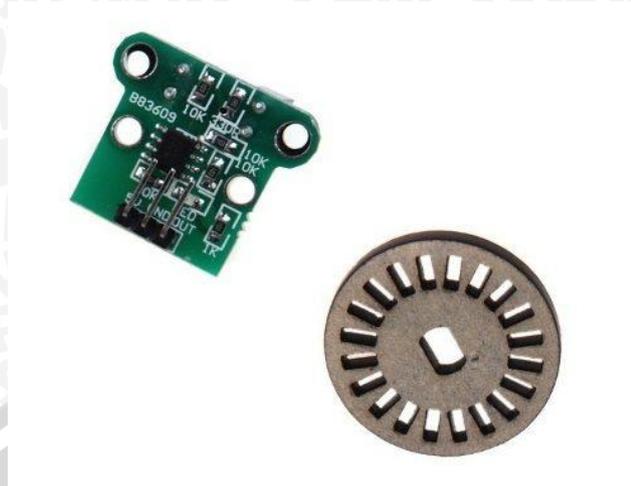
Sumber: sharpsma.com (2006)

Sensor ini dapat dihubungkan dengan mikrokontroler sebagai pengukur jarak suatu benda. Sensor ini dapat digunakan sebagai pengukur kendali jarak pada kendaraan dengan menggunakan gelombang infra merah yang dipantulkan dari *transmitter* ke *receiver* (diakses dalam : Sharpsma, 2015). Spesifikasi sensor ini adalah:

Merk	: Sharp
Tipe	: GP2Y0A21YK0F
Tegangan	: 4.5 V – 5.5 V
Konsumsi daya	: 30 mA
Output	: Analog
Jarak ukur	: 10 – 80 cm
Dimensi	: 29.5 x 13 x 13.5 mm.

#### 2.4.3 Sensor Optocoupler B83609

Optocoupler atau juga disebut opto-isolator, photocoupler atau optical Isolator. Optocoupler adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai penghubung berdasarkan cahaya optic. Pada dasarnya optocoupler terdiri dari 2 bagian utama yaitu Transmitter yang berfungsi sebagai pengirim cahaya optic dan Receiver yang berfungsi sebagai pendeteksi sumber cahaya(Sumber: teknikelektronika.com).



**Gambar 2.5** Sensor *Optocoupler* B83609

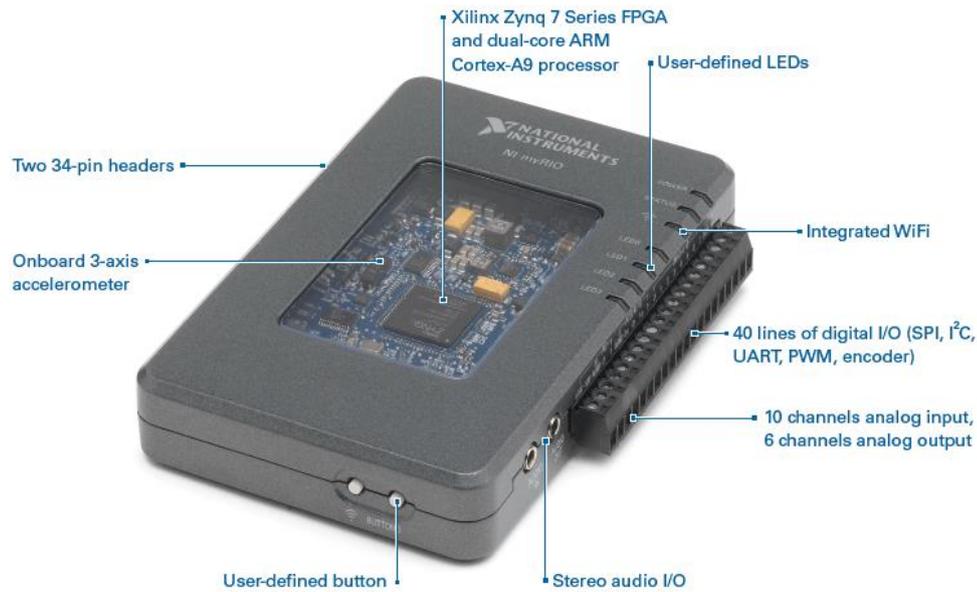
Sumber: mercadolivre.com.br

## 2.5 National Instruments MyRIO

National Instruments myRIO adalah sebuah mikroprosesor yang memiliki chipset Xilinx Z-7010 Cortex-A9. Merupakan sebuah perangkat yang telah masuk standar industri pabrik. Pemrograman perangkat National Instruments myRIO mudah karena perusahaan National Instruments memiliki *software* pemrograman yang berbasis *graphical programming*.

Spesifikasi NI MyRIO sebagai berikut:

1. Processor type : dual-core Xilinx Z-7010 Cortex-A9
2. Processor speed : 667 MHz
3. Memory : 512 MB DDR3
4. FPGA type : Xilinx Z-7010
5. Radio mode : IEEE 802.11 b,g,n
6. Frequency band : ISM 2.4 GHz
7. Channel width : 20 MHz
8. USB host port : USB 2.0 Hi-Speed
9. USB device port : USB 2.0 Hi-Speed
10. MXP digital I/O : 2 ports of 16 DIO lines
11. MSO digital I/O : 1 port of 8 DIO lines
12. Sensor : Accelerometer
13. Power Supply : 6-16 VDC
14. Output Voltage : 3.0 V to 3.6 V 150 mA
15. Weight : 193 g(6.8 oz)



**Gambar 2.6** NI MyRIO

Sumber: ni.com (2013)

## 2.6 Aktuator

Aktuator adalah pemacu gerak yang dihubungkan ke sendi(joint) dari lengan robot, gerak *end effector*, dll(simponi.mpd.ac.id,2011). Aktuator terbagi menjadi beberapa jenis menurut sumber tenaga yang digunakan yaitu aktuator tenaga listrik, aktuator tenaga hidrolik, aktuator tenaga pneumatik, aktuator *piezoelectric*, aktuator tenaga magnetik, aktuator ultra sound, dll.

### 2.6.1 Motor DC

Motor dc merupakan salah satu jenis aktuator yang menggunakan tenaga listrik. Seperti jenisnya motor dc yaitu menggunakan sumber tegangan listrik DC.



**Gambar 2.7** Motor DC dengan gearbox

Sumber: mind.ilstu.edu

## 2.7 Driver Motor L298N

Driver motor berfungsi sebagai kendali arah putaran dan kecepatan putar pada motor dc yang telah dikontrol menggunakan mikrokontroler yang terprogram.



**Gambar 2.8** Driver motor L298N dual H-Bridge  
Sumber: robopark.com

Spesifikasi driver motor L298N sebagai berikut :

Tipe : L298N  
Tegangan : 5V-12V  
Arus : max 2A

## 2.8 Logika Fuzzy

Logika Fuzzy adalah peningkatan dari logika Boolean yang mengenalkan konsep kebenaran sebagian. Di mana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika Fuzzy menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran.

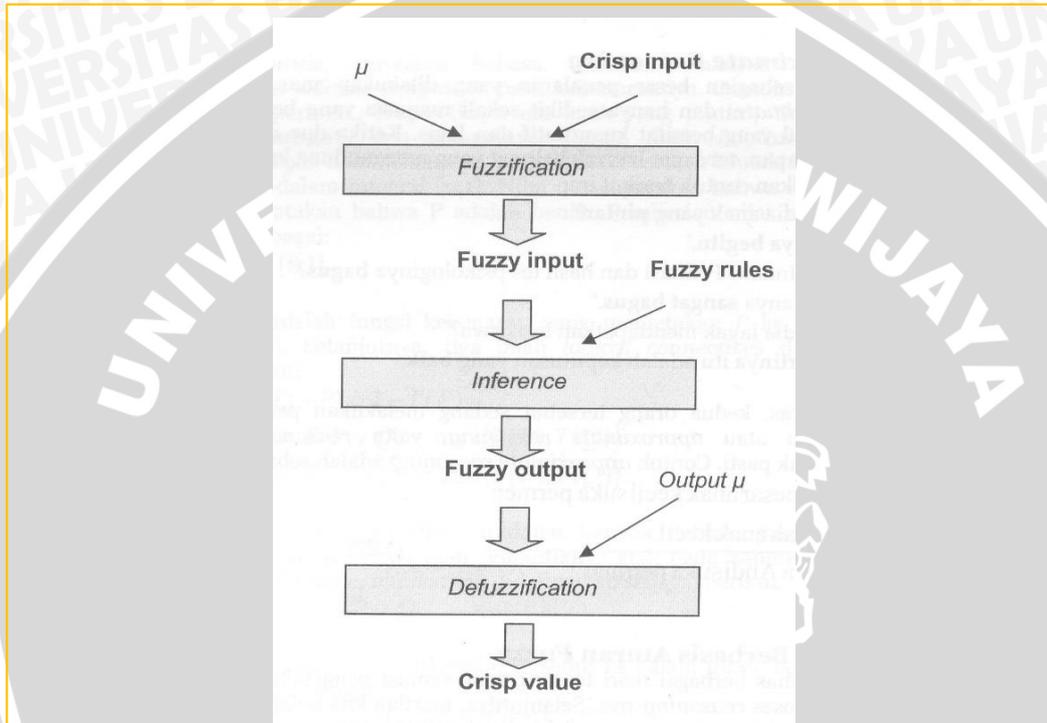
Logika Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan", dan "sangat". Dia berhubungan dengan set Fuzzy dan teori kemungkinan. Fuzzy diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965. (Sumber:gembong.lecture.ub.ac.id)

### 2.8.1 Alasan digunakannya Logika Fuzzy

1. Konsep logika Fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran Fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti
2. Logika Fuzzy sangat fleksibel
3. Logika Fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat

4. Logika Fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks
5. Logika Fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan
6. Logika Fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional
7. Logika Fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

### 2.8.2 Cara Kerja Kontrol Logika Fuzzy



**Gambar 2.9** Diagram blok sistem berbasis aturan Fuzzy  
 Sumber: gembong.lecture.ub.ac.id

1. Fuzzification: mengubah masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti (crisp input) ke dalam bentuk Fuzzy input.
2. Inference: melakukan penalaran menggunakan Fuzzy input dan Fuzzy rules yang telah ditentukan sehingga menghasilkan Fuzzy output. Terdapat dua buah model pada Inference yaitu Mamdani dan Sugeno
3. Defuzzification: mengubah Fuzzy output menjadi crisp value berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.

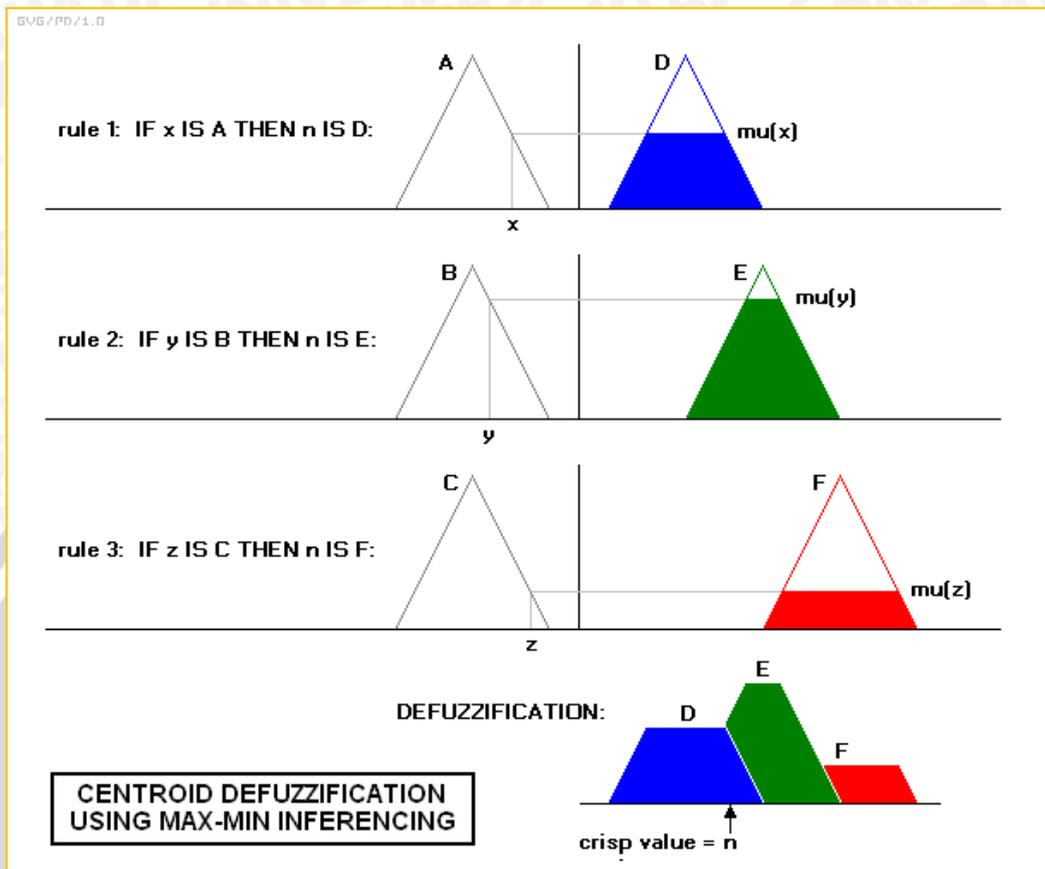
### 2.8.3 Model *Center of Area* (CoA)

Pada model ini, aturan fuzzy didefinisikan sebagai:

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_1 \text{ AND } \dots \text{AND } x_n \text{ is } A_n \text{ THEN } y \text{ is } B \quad \dots(2.1)$$



Di mana  $A_1, \dots, A_n$ , dan  $B$  adalah nilai-nilai linguistik (atau fuzzy set) dan " $x_1$  is  $A_1$ " menyatakan bahwa nilai  $x_1$  adalah anggota fuzzy set  $A_1$ .



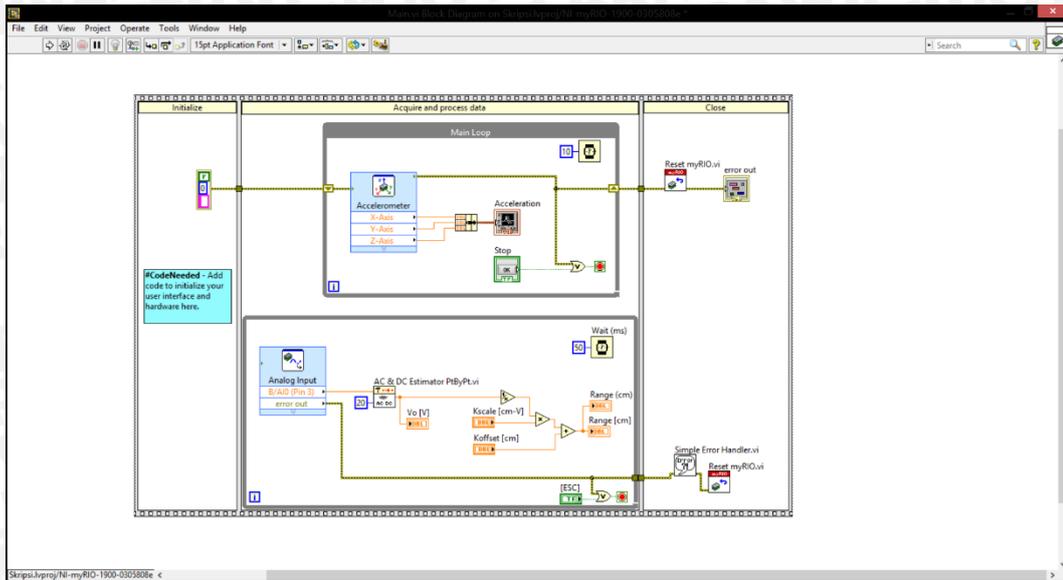
**Gambar 2.10** Center of Area Fuzzy Logic Control

Sumber: gembong.lecture.ub.ac.id

Model *Center of Area* (CoA) disebut juga *centroid method* atau *center of gravity*. Dalam model ini derajat keanggotaan akan dikelompokkan berdasarkan nilai minimum dan maksimum dari daerah perpotongan grafik yang telah dibuat pada proses inferensi.

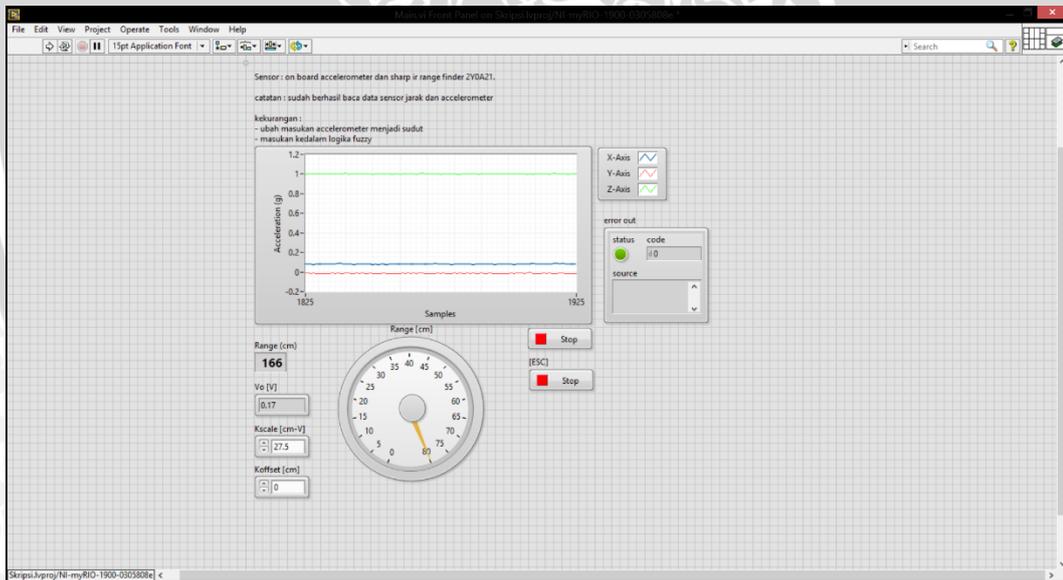
## 2.9 NI LabVIEW

NI LabVIEW merupakan sebuah software yang digunakan untuk membuat program perangkat keras dan industri (NI: 2013). Pemrograman berbasis *graphical programming* ini sangat memudahkan pengguna ketika sedang membuat sebuah program dengan algoritma yang rumit, karena tidak menggunakan pemrograman seperti pada aplikasi pemrograman lain yang menggunakan *textbase* dalam menulis program. Selain daripada itu, perusahaan NI juga mengeluarkan produk *hardware* yang dapat langsung kompatibel dengan NI Labview sehingga sangat memudahkan programmer dalam memprogram perangkat keras tanpa harus memikirkan settingan komunikasi data, sinkronisasi, atau bahkan baris. Berikut contoh pemrograman menggunakan NI LabVIEW.



**Gambar 2.11** Block diagram pemrograman dengan NI LabVIEW

LabVIEW juga menyediakan GUI yang menarik dan responsive untuk user seperti fungsi kontrol dan fungsi indikator. Tools *Controls* pada LabVIEW berfungsi untuk mendesain tampilan pada program terlihat sederhana dan menarik agar lebih mudah dipahami.

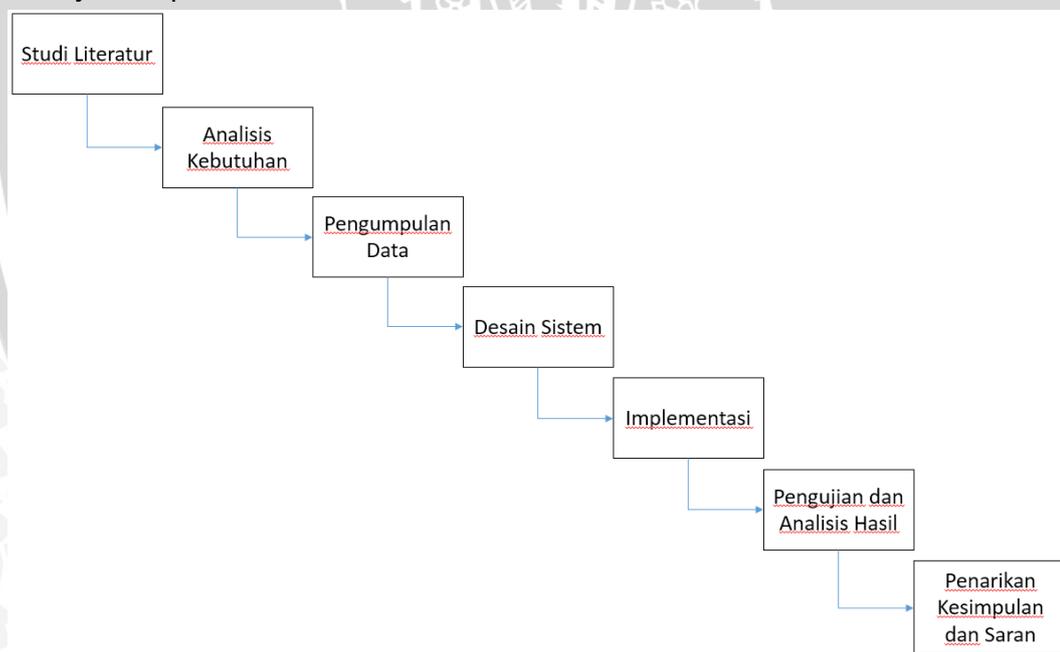


**Gambar 2.12** Front panel NI LabVIEW

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian tentang perancangan sistem kendali kecepatan pada berdasarkan kemiringan media jalan dan halangan menggunakan logika *fuzzy*. Tipe penelitian yang dilakukan adalah implementatif. Implementatif yaitu bersifat observasi dengan menggunakan rancang bangun yang sederhana. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan teori-teori pendukung penelitian dan dikemas dalam studi literatur. Kemudian dilanjutkan dengan proses analisis kebutuhan. Setelah tahap analisis kebutuhan, proses selanjutnya adalah melakukan proses perancangan yang dilanjutkan dengan proses implementasi *hardware* serta implementasi *software* sesuai dengan perancangan. Tahap berikutnya dilakukan pengujian dan analisis pada rancangan yang telah dibangun. Kesimpulan dan saran disertakan sebagai catatan atas rancangan dan kemungkinan arah pengembangan selanjutnya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

#### 3.1.1 Studi Literatur

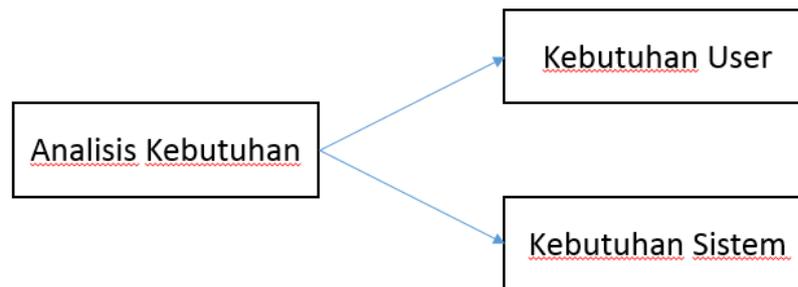
Studi Literatur adalah tahap awal yang digunakan untuk menambah studi pustaka dan pengetahuan yang mendukung untuk mengerjakan penulisan laporan dan penelitian. Studi literatur dilaksanakan dengan cara

mengumpulkan teori dan pustaka yang berkaitan dengan penelitian ini meliputi:

1. Mekanisme hubungan sensor dengan mikroprosesor.
2. Pemrograman NI LabVIEW.
3. Mikroprosesor National Instruments myRIO.

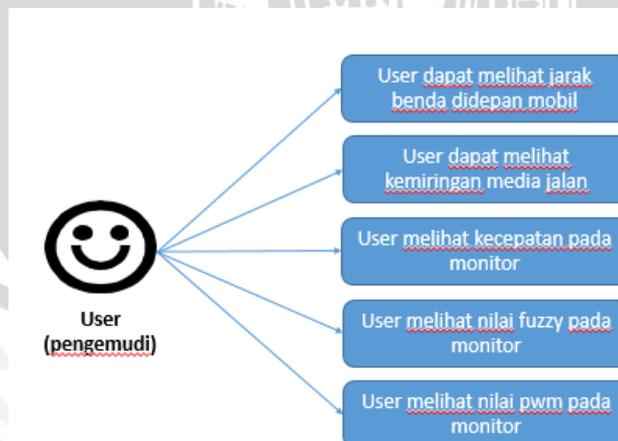
### 3.1.2 Analisis Kebutuhan

Pada tahap analisis kebutuhan dibagi menjadi dua bagian yaitu analisis kebutuhan user dan analisis kebutuhan sistem.



**Gambar 3.2** Analisis kebutuhan

Pada bagian analisis kebutuhan user didalamnya hanya menjelaskan kebutuhan secara fungsional. Terdapat beberapa poin yang menjelaskan hal yang dapat user lakukan pada sistem yang menjadi kebutuhan user terhadap sistem yang dibangun. Hal tersebut berkaitan dengan fitur yang terdapat pada sistem. Kebutuhan user dapat didefinisikan sebagai berikut:



**Gambar 3.3** Analisis Kebutuhan User

Pada tahap analisis kebutuhan sistem, terdapat kebutuhan secara functional dan non functional. Kebutuhan functional pada sistem ini menjelaskan tentang hal yang dibutuhkan pada sistem agar sistem yang dibangun dapat berjalan dengan baik. Sedangkan kebutuhan non functional pada sistem ini menjelaskan tentang hal yang menjadi batasan terhadap kebutuhan perancangan sistem. Adapun kebutuhan sistem dapat didefinisikan sebagai berikut:

#### **Kebutuhan Fungsional:**

Perangkat keras:

1. National Instruments myRIO
2. Sensor jarak (Sharp GP2Y0A21)
3. Sensor kemiringan (on board 3-axis accelerometer)
4. Driver motor L298N full bridge
5. Sensor optocoupler B83609
6. 2 motor dc
7. LED 4 (on board LED)
8. PC atau Laptop (untuk aplikasi LabVIEW)
9. Power 5V (USB PC atau Laptop)
10. Power 18VDC untuk motor

Perangkat lunak:

1. NI LabVIEW 2015
2. CDSim Toolkit 2015
3. FPGA Toolkit 2015
4. myRIO Toolkit 2015
5. Realtime Toolkit 2015
6. Internet Explorer

#### **Kebutuhan Non Fungsional:**

Umum:

1. Jarak benda terdekat pada bagian depan tidak kurang dari 15 cm
2. Kemiringan media jalan tidak lebih dari 30° secara menanjak maupun menurun
3. RPM Maksimal 900.

Khusus:

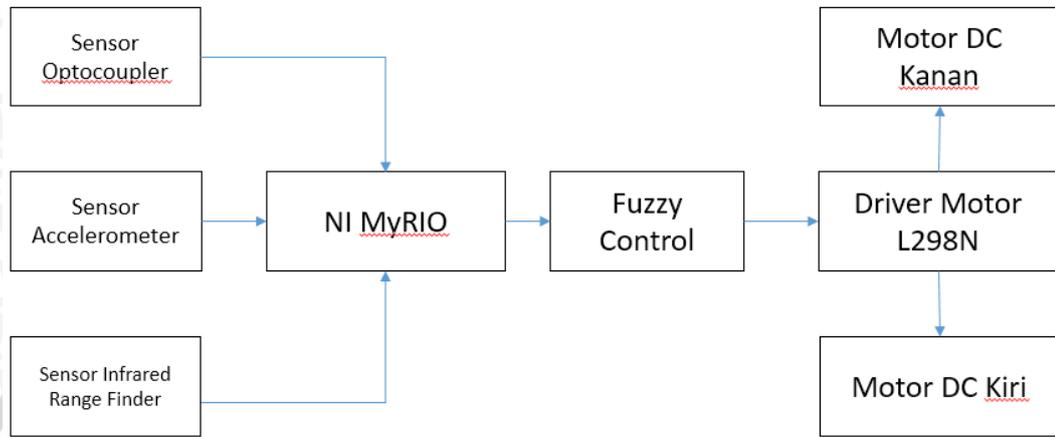
1. Sistem dan seluruh komponen sistem tersedia dan dapat berjalan baik
2. Sensor bekerja dengan baik dan mengeluarkan output yang diinginkan
3. Harus terhubung dengan PC untuk sistem agar berjalan dengan baik

### **3.1.3 Pengambilan Data**

Pengambilan data dengan cara mengambil nilai output dari dua buah sensor yang berbeda yang masing-masing nilainya akan dijadikan acuan pengambilan keputusan pada kontrol logika fuzzy sebagai kendali kecepatan.

### 3.1.4 Desain Sistem

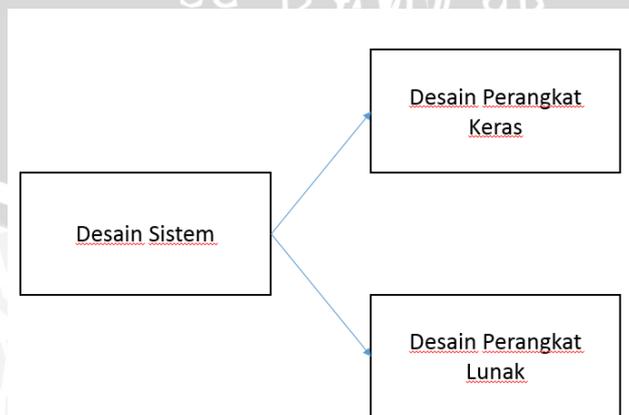
Desain sistem pada penelitian ini mendefinisikan sistem apa yang akan peneliti bangun. Adapun diagram blok sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.4** Diagram Blok Rancangan Sistem

Pada diagram blok rancangan sistem, sistem yang akan dibangun berupa *prototype* mobil yang terhubung dengan sistem perangkat keras. Sistem perangkat keras saling terhubung dengan aplikasi perangkat lunak yaitu sebagai program pada sistem. Pada aplikasi perangkat lunak terdapat program kendali utama yang dapat menjadi pengambilan keputusan pada kontrol kecepatan yang kemudian dapat menggerakkan *prototype* mobil dengan kecepatan yang terkendali.

Pada pembangunan keseluruhan sistem diperlukan desain sistem yang lebih detail. Desain sistem terbagi menjadi dua bagian yaitu sistem desain dan *software* desain.

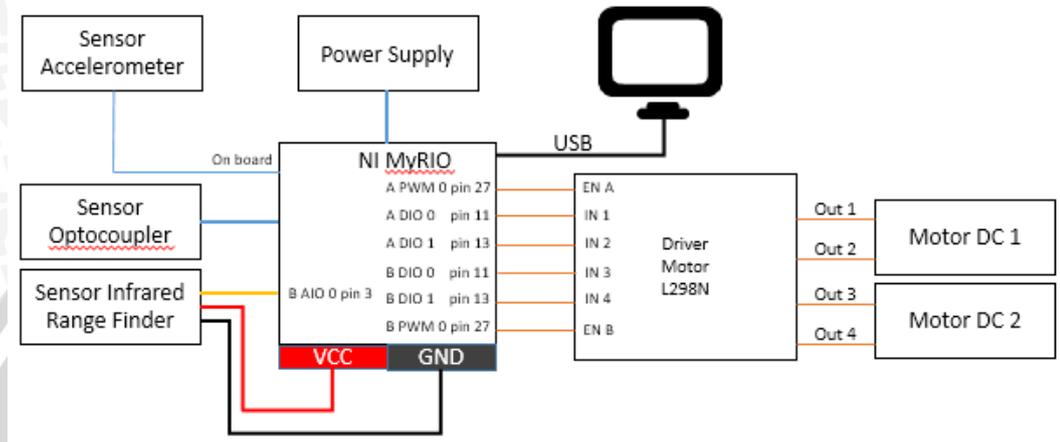


**Gambar 3.5** Desain Sistem

Pada sistem desain akan mendeskripsikan desain sistem secara rancang *hardware*, rancang elektrik, dan *prototype*. Sedangkan pada *software* desain akan menjelaskan desain program dan sistem kontrol fuzzy.

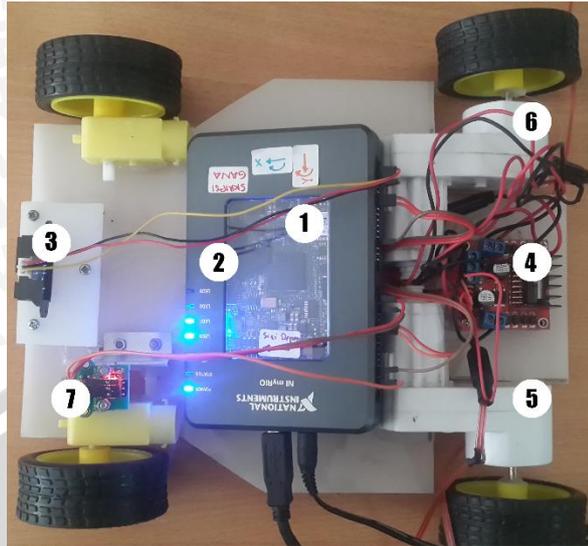
### 3.1.4.1 Sistem Desain

Tahap sistem desain berkaitan dengan desain perangkat keras atau *prototype* dari sistem yang akan dibangun. Berikut adalah skematik dan *prototype* dari sistem yang akan dibangun:



Gambar 3.6 Skematik Sistem

Pada Gambar 3.6 adalah skematik sistem, sensor accelerometer sudah terpasang secara internal di perangkat myRIO, pada sensor *infrared range finder* dihubungkan dengan pin analog pada myRIO, PWM driver motor dihubungkan dengan pin PWM pada myRIO sedangkan untuk *direction* motor dihubungkan dengan pin digital myRIO. Motor DC dihubungkan oleh driver motor sebagai perantara ke myRIO. Sensor Optocoupler terhubung dengan pin digital pada port A myRIO. Perangkat myRIO dihubungkan dengan kabel USB ke PC yang telah terinstal NI LabVIEW. Berikut adalah desain *prototype* dari sistem yang akan dibangun:



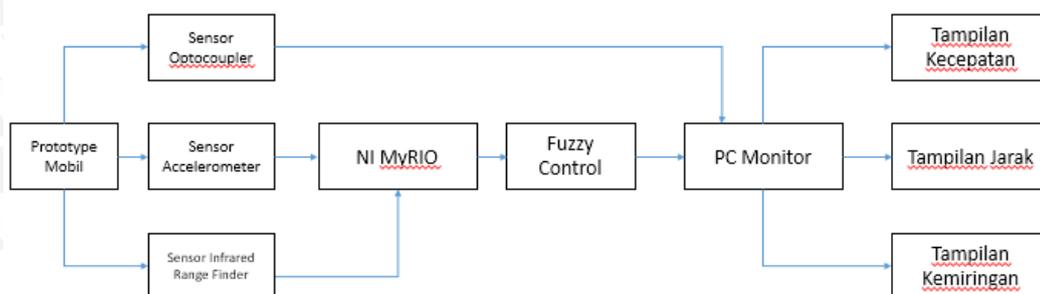
**Gambar 3.7** Desain Prototype Mobil

Keterangan:

1. NI myRIO
2. Sensor Kemiringan (Accelerometer)
3. Sensor Jarak (IR Rangefinder)
4. Driver Motor L298N
5. Motor DC Kiri
6. Motor DC Kanan
7. Sensor Kecepatan (Optocoupler)

#### 3.1.4.2 Software Desain

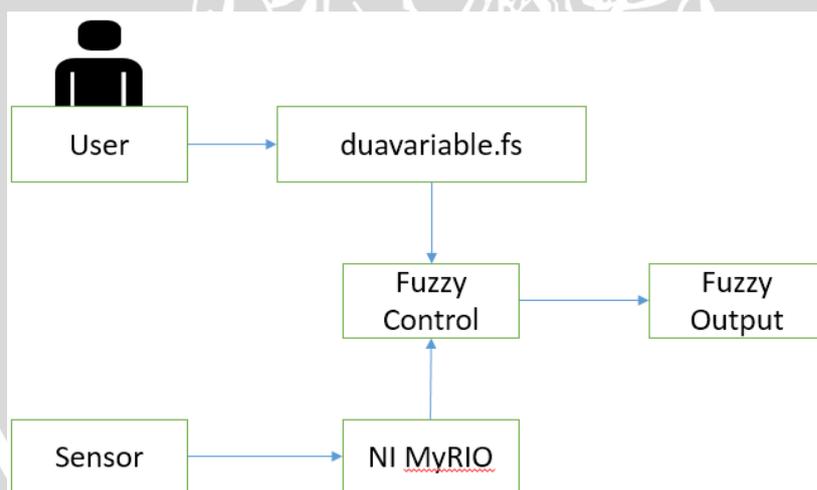
*Software* desain berkaitan dengan algoritma sistem yang akan dibuat serta cara kerjanya. *Software* desain berhubungan dengan proses yang dikerjakan oleh *hardware*. Berikut adalah diagram blok *software* desain yang berkaitan dengan sistem *hardware*:



**Gambar 3.8** Diagram Blok *Software* Desain Berhubungan dengan *Hardware*

Pada gambar 3.8, sensor accelerometer akan membaca kemiringan mobil pada media jalan tertentu, sensor *infrared range finder* akan membaca jarak benda yang berada didepan mobil, dan sensor optocoupler membaca RPM atau kecepatan mobil melalui mikroprosesor NI myRIO kemudian data sensor diolah oleh program dari PC yang dijalankan oleh mikroprosesor yang kemudian akan memproses data kedalam kontrol fuzzy dan dapat ditampilkan untuk diketahui oleh pengguna.

Kontrol fuzzy pada program memiliki acuan berdasarkan *membership function* yang telah didesain sebelumnya, didalam *membership function* terdapat *rules* sebagai penentu keputusan kontrol fuzzy. Kontrol fuzzy dapat didesain menggunakan fitur dari NI LabVIEW yaitu *system fuzzy designer*. Berikut adalah diagram blok desain sistem pembacaan data sensor pada kontrol fuzzy:

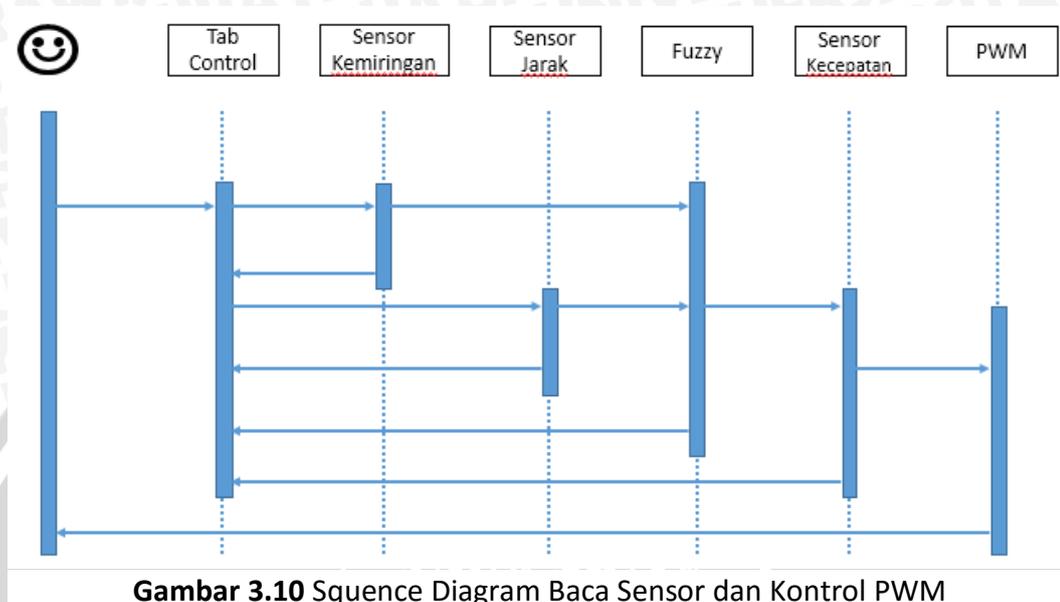


**Gambar 3.9** Diagram Blok Desain Sistem Kontrol Fuzzy

Pada Gambar 3.9, User membuat desain *membership* dan *rules* menggunakan *fuzzy system design* NI LabVIEW yang menghasilkan file \*.fs. Pada penelitian penulis memberikan nama file *membership* dengan menggunakan nama “sevenmembership.fs” file ini akan menjadi acuan kontrol fuzzy ketika NI myRIO mengirimkan data dari sensor ke program kontrol fuzzy. Kemudian program akan mengolah data sensor sesuai dengan desain Fuzzy.fs sehingga menghasilkan nilai *fuzzy output*.

### 3.1.4.3 Sequence Diagram

Dalam *sequence diagram* akan di desain lebih detil dari setiap use case yang telah dirancang. *Sequence diagram* dari sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut:



Gambar 3.10 Sequence Diagram Baca Sensor dan Kontrol PWM

Pada Gambar 3.10 merupakan *sequence diagram* untuk membaca sensor, menampilkan output sensor dan kontrol PWM pada motor.

### 3.1.5 Desain Fuzzy

Pada tahap desain fuzzy adalah dimulai dari membuat *variable input fuzzy*, kemudian menentukan jumlah *membership function* hingga membuat *rule fuzzy*. Pada masing-masing *variable input* dan *variable output* memiliki tujuh *membership function* agar pergerakan mobil lebih halus saat fuzzy memberikan keputusan nilai *output*.

#### 3.1.5.1 Penentuan *Variable Input* Kemiringan

Pada tahap penentuan *variable input* kemiringan, data didapat dari sensor accelerometer yang difungsikan sebagai pembacaan kemiringan suatu posisi benda. Pembacaan sensor tersebut berbentuk nilai sinus yang memiliki nilai (-1) hingga 1. *Variable input* kemiringan akan dibagi menjadi tujuh *membership function* dengan pembagian nilai sebagai berikut:

**Tabel 3.1** Keanggotaan *variable input* kemiringan

Membership Function	Point			
	MENURUN LV3	-1	-1	-0.9
MENURUN LV2	-0.9	-0.866	-0.707	-0.5
MENURUN LV1	-0.6	-0.5	-0.34	-0.25
MENDATAR	-0.258	0	0	0.258
MENANJAK LV1	0.25	0.34	0.5	0.6
MENANJAK LV2	0.6	0.707	0.866	0.9
MENANJAK LV3	0.866	0.9	1	1

Pada table 3.1 adalah pembagian keanggotaan *variable input* kemiringan menjadi tujuh *membership function* dengan berdasarkan beratnya suatu medan kemiringan.

### 3.1.5.2 Penentuan *Variable Input* Jarak

Pada tahap penentuan *variable input* jarak, data didapat dari sensor *infrared range finder* yang difungsikan sebagai pembacaan jarak suatu benda didepannya. Pembacaan sensor tersebut berbentuk nilai analog yang diproses melalui ADC (*Analog to Digital Converter*) menjadi besaran centimeter. Pada *variable* jarak diberikan batasan nilai 0 hingga 80 sesuai dari spesifikasi batas pembacaan sensor jarak. *Variable input* jarak akan dibagi menjadi tujuh *membership function* dengan pembagian nilai sebagai berikut:

**Tabel 3.2** Keanggotaan *variable input* jarak

Membership Function	Point			
	SANGAT DEKAT	0	0	10
DEKAT	10	15	20	25
SEDANG	22.5	25	30	35
JAUH	30	35	40	45
LUMAYAN JAUH	40	45	55	60
SANGAT JAUH	55	60	65	70
TERLALU JAUH	65	70	80	80

Pada tabel 3.2 adalah pembagian keanggotaan *variable input* jarak menjadi tujuh *membership function* yang didasari pada pembagian jarak yang telah diukur pada tingkat kedekatannya pada mobil.

### 3.1.5.3 Penentuan *Variable Output Fuzzy PWM*

Pada tahap penentuan *variable output fuzzy pwm*, data *output* langsung berbentuk nilai PWM (*Pulse Width Modulation*). Nilai PWM pada pemrograman LabVIEW memiliki rentang nilai 0 hingga 1. *Variable output fuzzy* akan dibagi menjadi tujuh *membership function* dengan pembagian nilai sebagai berikut:

**Tabel 3.3** Keanggotaan *variable output fuzzy pwm*

Membership Function Output Fuzzy	Point			
PWM LV1	0	0	0.1	0.2
PWM LV2	0.15	0.2	0.3	0.4
PWM LV3	0.25	0.35	0.45	0.5
PWM LV4	0.45	0.5	0.6	0.65
PWM LV5	0.6	0.65	0.75	0.8
PWM LV6	0.75	0.8	0.85	0.9
PWM LV7	0.85	0.9	1	1

Pada tabel 3.3 adalah pembagian keanggotaan *variable output fuzzy* menjadi tujuh *membership function* yang didasari pada pembagian PWM yang telah diukur pada tingkat hasil kecepatan mobil pada masing-masing nilai PWM.

### 3.1.5.4 Penentuan *Rules Fuzzy(Inference)*

Pada tahap *inference fuzzy* penulis melakukan penentuan *rules fuzzy* sebagai acuan kontrol pada fuzzy dalam melakukan pengambilan keputusan dari *output fuzzy*.

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_1 \text{ AND } \dots \text{AND } x_n \text{ is } A_n \text{ THEN } y \text{ is } B \quad \dots(3.1)$$

**Tabel 3.4 Rules fuzzy**

Membership	SANGAT DEKAT	DEKAT	SEDANG	JAUH	LUMAYAN JAUH	SANGAT JAUH	TERLALU JAUH
MENURUN LV3	PWM LV1	PWM LV1	PWM LV1	PWM LV1	PWM LV1	PWM LV1	PWM LV1
MENURUN LV2	PWM LV1	PWM LV2	PWM LV2	PWM LV3	PWM LV3	PWM LV4	PWM LV4
MENURUN LV1	PWM LV1	PWM LV3	PWM LV3	PWM LV4	PWM LV4	PWM LV5	PWM LV5
MENDATAR	PWM LV1	PWM LV3	PWM LV4	PWM LV5	PWM LV6	PWM LV6	PWM LV7
MENANJAK LV1	PWM LV2	PWM LV4	PWM LV4	PWM LV5	PWM LV6	PWM LV7	PWM LV7
MENANJAK LV2	PWM LV3	PWM LV4	PWM LV5	PWM LV6	PWM LV7	PWM LV7	PWM LV7
MENANJAK LV3	PWM LV4	PWM LV6	PWM LV7	PWM LV7	PWM LV7	PWM LV7	PWM LV7

Pada Tabel 3.4 adalah *rules fuzzy* yang telah ditentukan sebagai acuan dari pengambilan keputusan *fuzzy control*.

**3.1.5.5 Penentuan Metode Defuzzification**

Pada tahap penentuan metode defuzzifikasi penulis memilih metode *center of area* karena dalam model ini derajat keanggotaan akan dikelompokkan berdasarkan nilai minimum dan maksimum dari daerah perpotongan grafik yang telah dibuat pada proses inferensi.

**3.1.6 Implementasi**

Tahap implementasi sistem akan dilakukan berdasarkan perancangan yang telah ditentukan sebelumnya. Pada tahap ini akan diimplementasikan seluruh gagasan serta ide baik desain maupun secara perhitungan sistem yang telah menjadi target tujuan sebelumnya. Terdapat beberapa tahap implementasi yaitu:

1. Implementasi *prototype* mobil

Dalam implementasi ini peneliti akan membuat *prototype* mobil menggunakan bahan dasar papan akrilik dengan ukuran yang akan dipotong sesuai kebutuhan.

2. Implementasi Skematik Sistem *Hardware*



Dalam tahap implementasi ini peneliti akan merancang sistem dari segi rangkaian *hardware* hingga rangkaian elektrik serta penempatan perangkat *hardware* pada *prototype* mobil.

### 3. Implementasi metode logika *fuzzy*

Pada tahap ini peneliti membuat program yang dapat mengolah data sensor sebagai parameter kecepatan pada kontrol *fuzzy*. Output *Fuzzy* berupa PWM.

#### 3.1.7 Pengujian dan Analisis Hasil

Pada tahap pengujian dan analisis sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja keseluruhan sistem yang dirancang. Pengujian dilakukan dengan beberapa skenario percobaan:

1. Mobil terlebih dahulu diuji pada media yang datar
2. Mobil kemudian diuji pada media menurun yaitu kondisi media menurun 15°, 20°, dan 30°
3. Mobil kemudian diuji pada media menanjak yaitu kondisi media menurun 15°, 20°, dan 30°
4. Mobil diletakan pada media datar dan diberikan gangguan berupa halangan didepannya
5. Mobil kemudian diuji pada media menurun yaitu kondisi media menurun 15°, 20°, dan 30° namun diberikan gangguan berupa halangan didepannya
6. Mobil kemudian diuji pada media menurun yaitu kondisi media menanjak 15°, 20°, dan 30° namun diberikan gangguan berupa halangan didepannya

Sedangkan untuk parameter yang dianalisis adalah sebagai berikut:

1. PWM yang dihasilkan untuk menjaga mobil tetap pada keadaan yang stabil
2. Kesesuaian antara PWM dengan kecepatan yang dihasilkan

#### 3.1.8 Penarikan Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan didapatkan setelah melakukan tahap perancangan, implementasi, pengujian dan analisis terhadap sistem yang dibuat. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil dari tahap pengujian dan analisis yang dilakukan pada sistem yang dibuat. Isi pada kesimpulan diharapkan dapat menjadi acuan dasar pada penelitian selanjutnya untuk mengembangkan sistem otomatisasi pada simulasi mobil. Pada akhir penulisan terdapat saran yang bertujuan untuk memberikan kemudahan penelitian selanjutnya, apabila akan meneruskan dan mengembangkan penelitian ini.

## BAB 4 PERSYARATAN

Bab ini menjelaskan persyaratan minimal yang harus terpenuhi agar tahap perancangan dan implementasi dapat berjalan dengan baik.

### 4.1 Analisa Permasalahan

Pada tahap analisa permasalahan menjelaskan tentang analisis kebutuhan fungsional secara *hardware* dan *software*. Seperti yang telah dijelaskan pada sub-bab tiga pada tahap Analisis Kebutuhan, kebutuhan fungsional secara *hardware* meliputi sensor kemiringan dan sensor jarak telah dijelaskan pada sub-bab dua.

Kebutuhan secara *software* yang merupakan tahap awal bagi peneliti untuk dapat memulai pemrograman terhadap *hardware*. Peneliti menggunakan perangkat NI myRIO sehingga pemrograman berbasis pada *graphical programming*. Terdapat beberapa poin kebutuhan *software* yang harus terpenuhi secara lengkap dan urut agar peneliti dapat memulai pemrograman pada NI myRIO menggunakan NI LabVIEW.

### 4.2 Batasan Sistem

Pada tahap ini adalah sebagai memberikan batasan sistem dalam penelitian agar penelitian menjadi lebih terarah dan berjalan sesuai harapan. Adapun batasan sistem adalah sebagai berikut:

Khusus:

1. Sistem kontrol berupa output pembacaan sensor yang menampilkan jarak benda dan kemiringan mobil terhadap media jalan.
2. Sistem kontrol output fuzzy berupa kecepatan.
3. Sistem menampilkan kecepatan yang diubah menjadi PWM.

Kondisi Kecepatan dan PWM:

1. Nilai PWM minimal = 0 dan nilai PWM maksimal = 1
2. RPM stabil dengan kondisi medan yang dilalui.

Sensor Jarak:

1. Jarak minimal pembacaan sensor jarak infrared tipe GP2Y0A21YK adalah 10 cm dan jarak pembacaan maksimal adalah 80 cm.
2. Range output tegangan sensor adalah 1,65V – 2,15V untuk skala ukur 80 cm – 10 cm.

Sensor Kemiringan:

1. Sensor yang digunakan adalah sensor accelerometer yang telah terbasang didalam sistem perangkat National Instruments myRIO.
2. Nilai output dari sensor accelerometer berupa nilai sinyal sinus.
3. Nilai sinus terendah = -1 dan nilai sinus tertinggi = 1

Output:

Sekala output fuzzy adalah berupa simulasi kecepatan berupa angka 0 hingga 100 yang akan dikonversi menjadi nilai PWM 0-1.

### 4.3 Persyaratan Perangkat Keras

Pada analisa permasalahan terdapat permasalahan *hardware* yang meliputi poin kebutuhan sistem pada *hardware*. Berikut adalah persyaratan kebutuhan *hardware* yang harus terpenuhi:

1. NI MyRIO harus menggunakan tegangan dari adaptor original yang tersedia dari perangkat.
2. Driver motor menggunakan tegangan tersendiri sebesar 18VDC 1A

### 4.4 Persyaratan Software

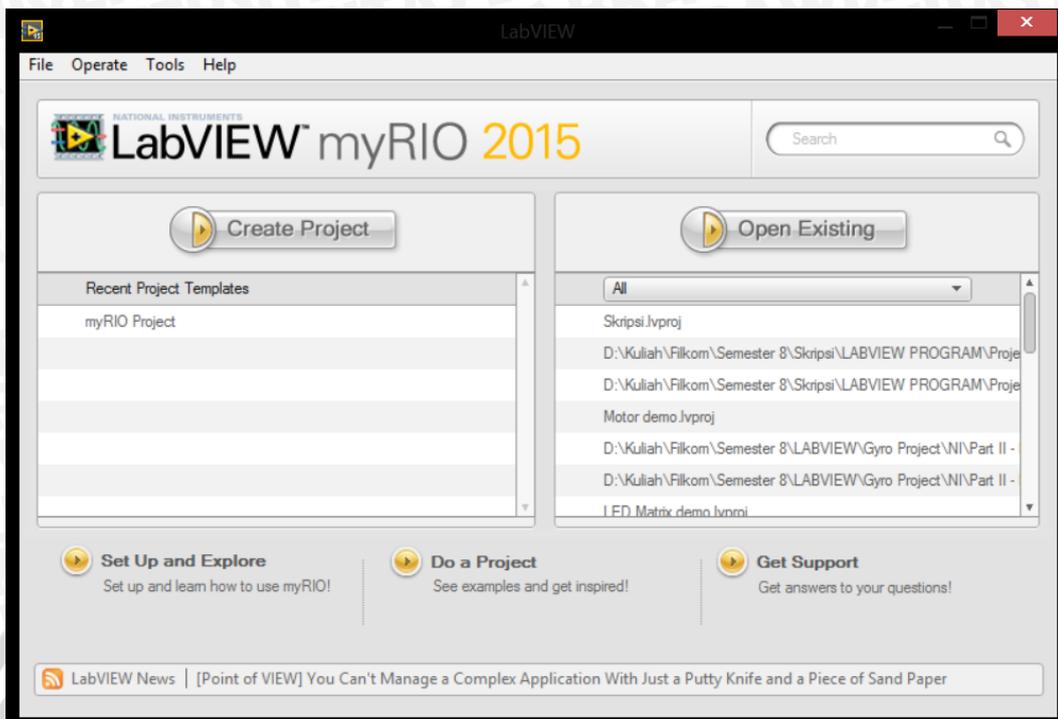
Pada analisa permasalahan terdapat permasalahan *software* yang meliputi poin kebutuhan sistem pada *software*. Berikut adalah persyaratan kebutuhan *software* yang harus terpenuhi:

1. NI LabVIEW 2015
2. CDSim Toolkit 2015
3. FPGA Toolkit 2015
4. myRIO Toolkit 2015
5. Realtime Toolkit 2015
6. Sistem kontrol logika fuzzy

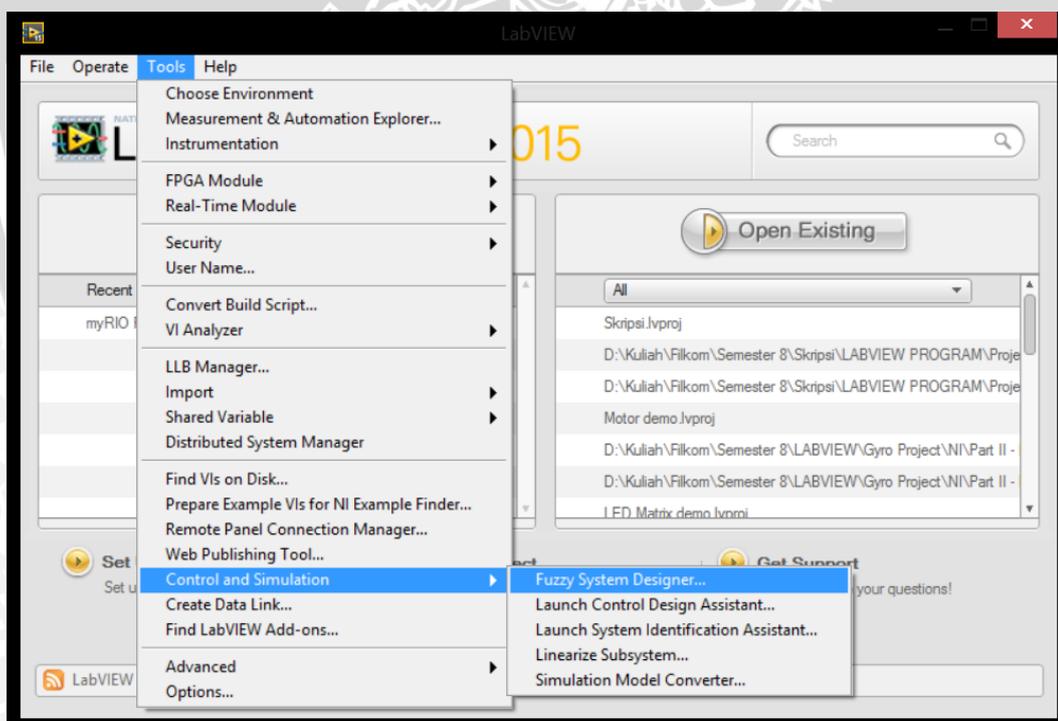


**Gambar 4.1** Kebutuhan Instalasi Software

Tahap pertama yang harus dilakukan dalam instalasi kebutuhan perangkat lunak adalah instalasi perangkat lunak National Instruments LabVIEW 2015. Tujuan dari instalasi National Instruments Labview adalah sebagai aplikasi utama dalam memprogram perangkat myRIO berbasis *graphical programming*.



Gambar 4.2 National Instruments LabVIEW 2015



Gambar 4.3 Fuzzy System Designer pada NI LabVIEW 2015

Pada National Instruments LabVIEW 2015 telah terdapat fitur *fuzzy system designer* yang berfungsi sebagai pembuatan *membership* dan *rules* dari *fuzzy system designer* yang dapat digunakan sebagai acuan kontrol fuzzy.

Tahap berikutnya adalah menginstal seluruh paket Toolkit yang dibutuhkan yaitu CDSim Toolkit 2015, FPGA Toolkit 2015, Realtime Toolkit 2015, dan Myrio Toolkit 2015.

Setelah seluruh persyaratan terpenuhi, maka sistem siap dirancang dan siap memasuki tahap implementasi.



## BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

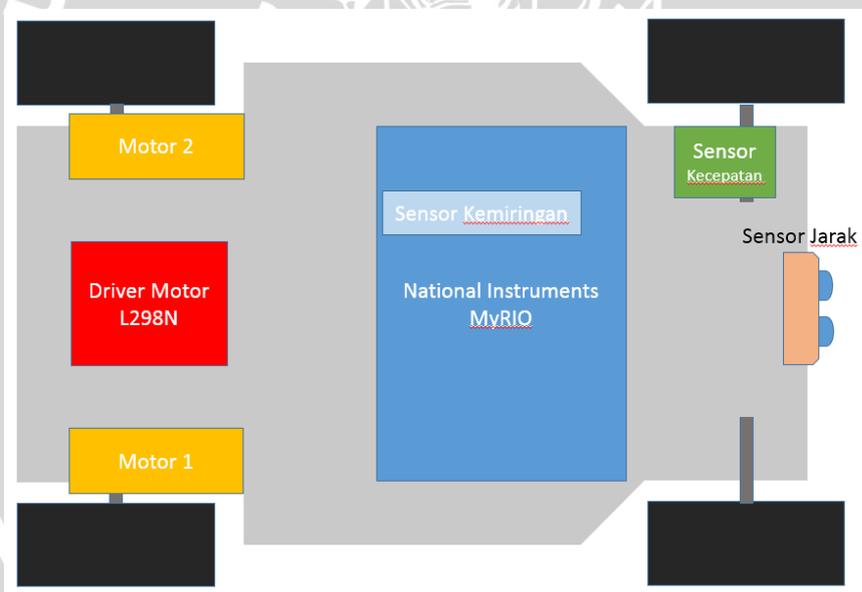
Pada bab ini akan dijelaskan metode pada perancangan yang berdasarkan perangkat keras dan perangkat lunak. Kemudian menjelaskan proses implementasi perancangan yang telah dibuat.

### 5.1 Perancangan dan Implementasi Perangkat Keras

Dalam tahap perancangan perangkat keras akan dijelaskan proses perancangan yang terkait dengan sistem perangkat keras, yaitu perancangan pada sistem penempatan sensor, rangkaian elektrik, serta pembangunan *prototype* sistem agar dalam tahap implementasi dapat berjalan sesuai dengan harapan.

#### 5.1.1 Perancangan *Prototype* Mobil

Dalam perancangan *prototype* mobil menggunakan dua buah motor dc, satu driver motor L298N, perangkat myRIO, dan satu sensor jarak yang diletakan disebuah alas berbahan akrilik.



Gambar 5.1 Perancangan *Prototype* Mobil

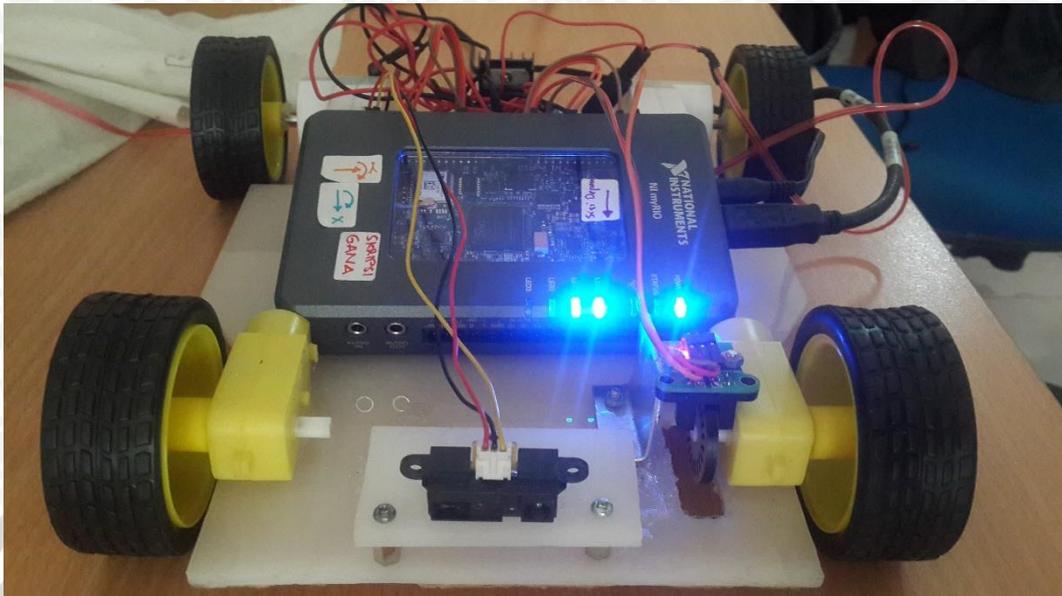
Pada Gambar 5.1, bagian depan terdapat sebuah sensor jarak, roda depan digabungkan oleh satu as, ditengah terdapat perangkat myrio sebagai kendali utama, bagian belakang terdapat satu driver motor dan dua buah motor dc pada sisi kanan dan kiri sebagai sumber gerak pada *prototype* mobil.

#### 5.1.2 Implementasi *Prototype* Mobil

Pada tahap Implementasi *prototype* mobil, telah disebutkan sebelumnya pada tahap perancangan bahwa peneliti menggunakan bahan dasar papan

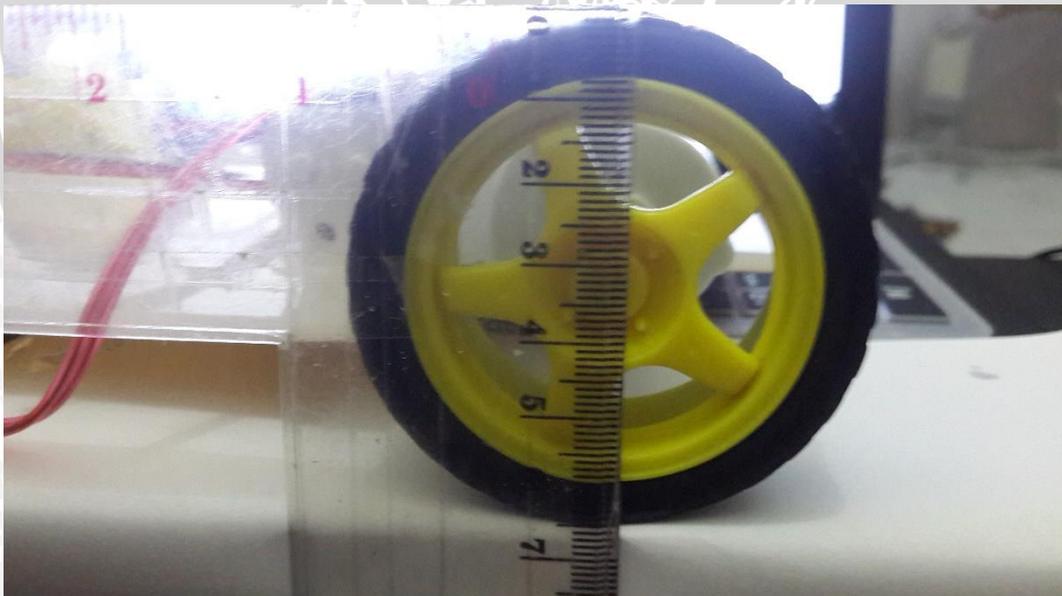
repository.ub.ac.id

plastik akrilik yang telah dipotong sesuai dengan kebutuhan seperti pada perancangan prototype.



**Gambar 5.2** Implementasi *Prototype* Mobil Tampak Depan

Pada tahap implementasi, peneliti menggunakan plastik akrilik sebagai badan kerangka mobil agar mudah di desain. Seperti yang telah dijelaskan pada perancangan *prototype* mobil. Ukuran roda yang digunakan adalah berdiameter 6,5cm.



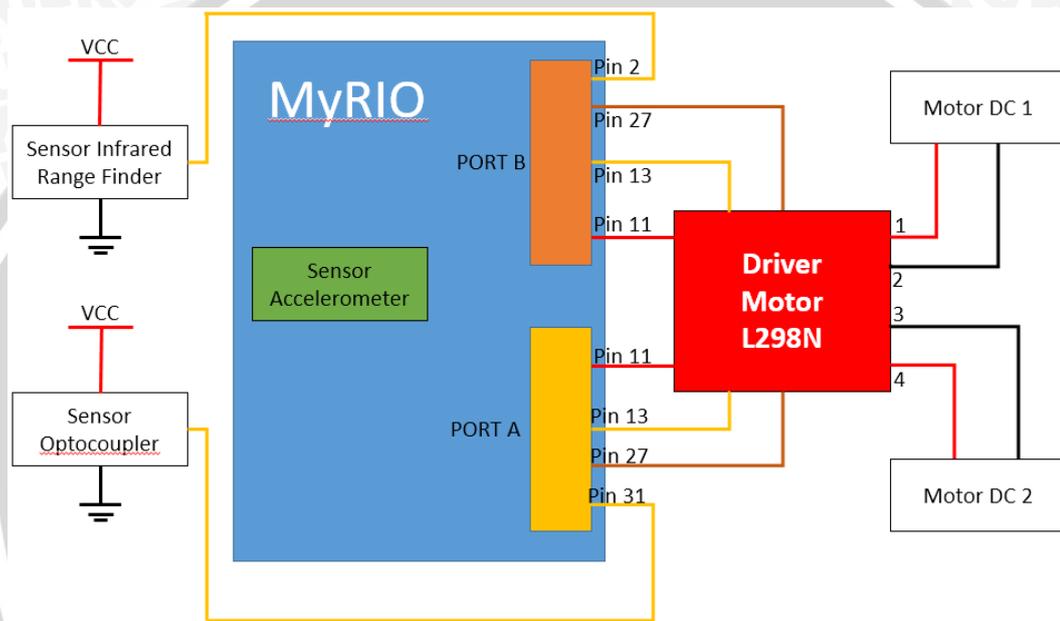
**Gambar 5.3** Ukuran diameter roda

Pada Gambar 5.3, ukuran roda dengan diameter 6,5cm. ukuran roda sangat mempengaruhi pada kecepatan yang dihasilkan dengan putaran tertentu dari roda

### 5.1.3 Perancangan Rangkaian Elektrik Mobil

Pada tahap perancangan rangkaian elektrik mobil terdapat komponen utama dari sistem adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian elektrik sensor accelerometer dan sensor infrared range finder
2. Satu buah motor driver L298N
3. dua buah motor DC
4. satu buah sensor Optocoupler
5. Perangkat NI myRIO



**Gambar 5.4** Perancangan Rangkaian Elektrik Mobil

Pada Gambar 5.4, rangkaian elektrik utama berupa dua buah sensor, satu buah driver motor dan dua buah motor DC sebagai aktuator. Sensor Accelerometer berfungsi untuk membaca kondisi kemiringan pada mobil. Sensor accelerometer telah terpasang on-board pada perangkat NI myRIO. Sensor *Infrared Range Finder* berfungsi untuk mendeteksi benda didepan mobil agar mencegah terjadi tabrakan pada mobil. Output pada sensor *Infrared Range Finder* dihubungkan dengan pin 3 (AIO 0) pada port B NI myRIO. Sensor Optocoupler terhubung langsung dengan pin digital myRIO yaitu Port A pin 31 Digital I/O 10.

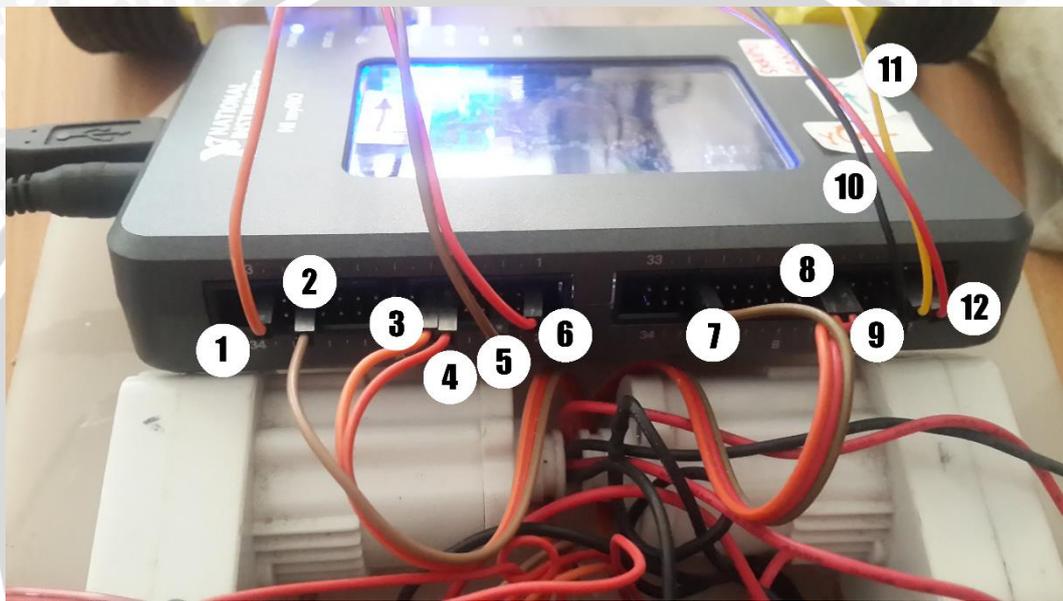
Pin PWM pada NI myRIO yang digunakan adalah pin 27(PWM 0) pada Port A dan pin 27(PWM 0) pada Port B. Pin 27 Port A dihubungkan dengan pin EN A Driver Motor, sedangkan pin 27 pada Port B dihubungkan dengan EN B Driver Motor. Untuk kendali direction motor DC menggunakan pin digital dari NI myRIO yaitu pin 11(DIO 0) dan pin 13(DIO 1) pada Port A serta pin 11(DIO 0) dan pin 13 (DIO 1) pada Port B. pin 11 dan pin 13 Port A masing-masing dihubungkan dengan pin IN1 dan IN2 pada driver motor, pin 11 dan 13 Port B dihubungkan dengan pin IN3 dan IN4 pada driver motor. Pin output driver motor 1 dan 2

dihubungkan dengan Motor DC 1, sedangkan pin Out 3 dan 4 dihubungkan dengan Motor DC 2.

Pada driver motor, pin IN1 terhubung dengan pin Out 1, kemudian pada IN2 terhubung dengan pin Out 2, pin IN3 terhubung dengan Out 3, dan pin IN4 terhubung dengan pin Out 4.

#### 5.1.4 Implementasi Rangkaian Elektrik Mobil

Pengimplementasian rangkaian elektrik pada mobil, desain penempatan perangkat berada diatas badan mobil.



**Gambar 5.5** Implementasi Rangkaian elektrik pada mobil

Pada Gambar 5.5, implementasi rangkaian elektrik yang dihubungkan terhadap pin NI myRIO menggunakan kabel.

Keterangan :

1. Port A DIO 10 pin 31 ke Sensor Optocoupler
2. Port A PWM0 pin 27 ke PWM Motor Kiri
3. Port A DIO 1 pin 13 ke Direction 4 Motor Kiri
4. Port A DIO 0 pin 11 ke Direction 3 Motor Kiri
5. Port A Ground pin 6 Sensor Optocoupler
6. Port A VCC pin 1 Sensor Optocoupler
7. Port B PWM0 pin 27 ke PWM Motor Kanan
8. Port B DIO 1 pin 13 ke Direction 2 Motor Kanan
9. Port B DIO 0 pin 11 ke Direction 1 Motor Kanan
10. Port B Ground pin 6 Sensor IR Rangefinder

11. Port B AIO pin 3 ke Sensor IR Rangefinder
12. Port B VCC pin 1 Sensor IR Rangefinder

Terdapat 3 buah port pada NI myRIO yaitu PORT A, PORT B, dan PORT C.

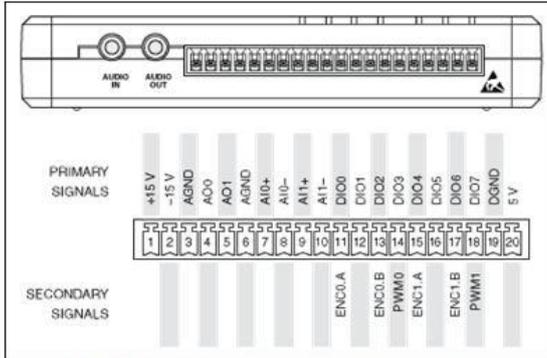


Figure 1 – minisystem port (MSP) connector

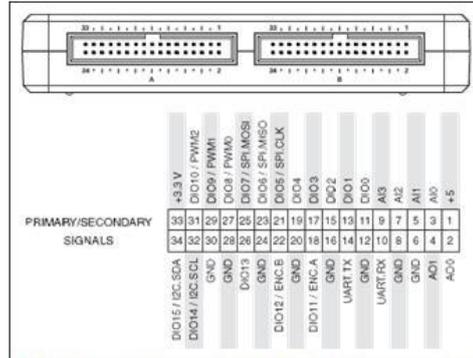


Figure 2 - myRIO Expansion Port (MXP) connector

Gambar 5.6 Port myRIO

Sumber: ni.com (2013)

## 5.2 Perancangan dan Implementasi Software

Pada tahap perancangan dan Implementasi *software* akan menjelaskan beberapa perancangan serta Implementasinya tentang cara kerja sistem yang akan dibangun berupa algoritma program hingga tahap akhir program dibangun.

### 5.2.1 Perancangan Membership Function Fuzzy

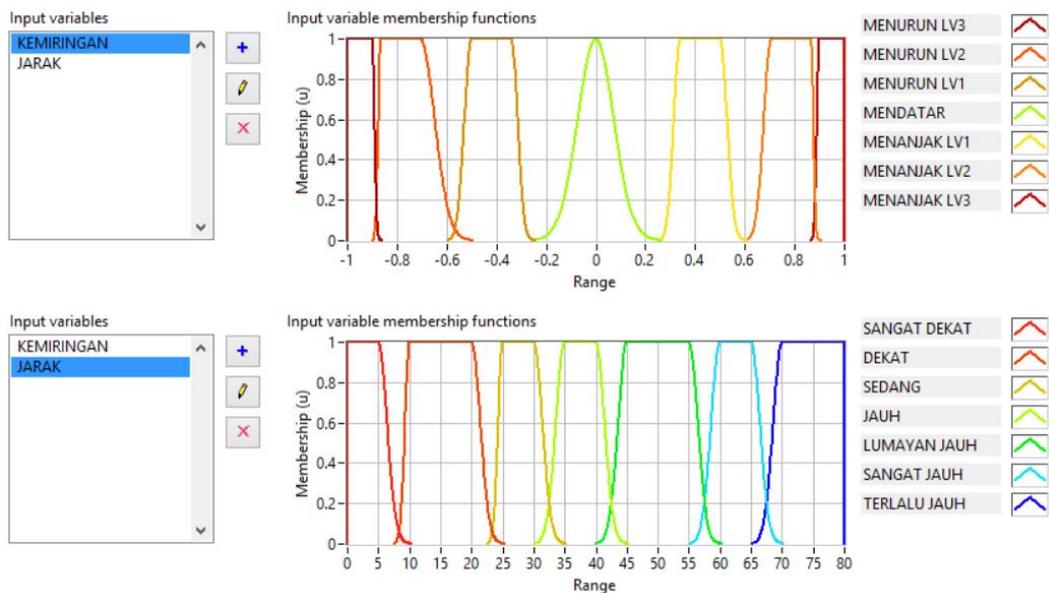
Pada tahap ini, peneliti memasuki tahap pembuatan *membership function* dan model fuzzy. Pada perancangan desain fuzzy peneliti menggunakan tiga variable input dan satu variable output. Variable input yang digunakan adalah KEMIRINGAN dan JARAK sedangkan untuk variable outputnya berupa FUZZY OUT PWM. Derajat keanggotaan *membership function* pada table 5.1 adalah sebagai berikut:

**Tabel 5.1** Membership function

Membership	SANGAT DEKAT	DEKAT	SEDANG	JAUH	LUMAYAN JAUH	SANGAT JAUH	TERLALU JAUH
MENURUN LV3	PWM LV1	PWM LV1	PWM LV1	PWM LV1	PWM LV1	PWM LV1	PWM LV1
MENURUN LV2	PWM LV1	PWM LV2	PWM LV2	PWM LV3	PWM LV3	PWM LV4	PWM LV4
MENURUN LV1	PWM LV1	PWM LV3	PWM LV3	PWM LV4	PWM LV4	PWM LV5	PWM LV5
MENDATAR	PWM LV1	PWM LV3	PWM LV4	PWM LV5	PWM LV6	PWM LV6	PWM LV7
MENANJAK LV1	PWM LV2	PWM LV4	PWM LV4	PWM LV5	PWM LV6	PWM LV7	PWM LV7
MENANJAK LV2	PWM LV3	PWM LV4	PWM LV5	PWM LV6	PWM LV7	PWM LV7	PWM LV7
MENANJAK LV3	PWM LV4	PWM LV6	PWM LV7	PWM LV7	PWM LV7	PWM LV7	PWM LV7

Dari tabel 5.1, untuk tujuh membership function akan dirancang metode perhitungan secara matematis untuk menghasilkan *fuzzy output*. Pemilihan menggunakan tujuh membership function karena memberikan gerakan kendali kecepatan mobil yang lebih halus dibandingkan tiga membership function yang memiliki rentang pilihan yang sedikit.

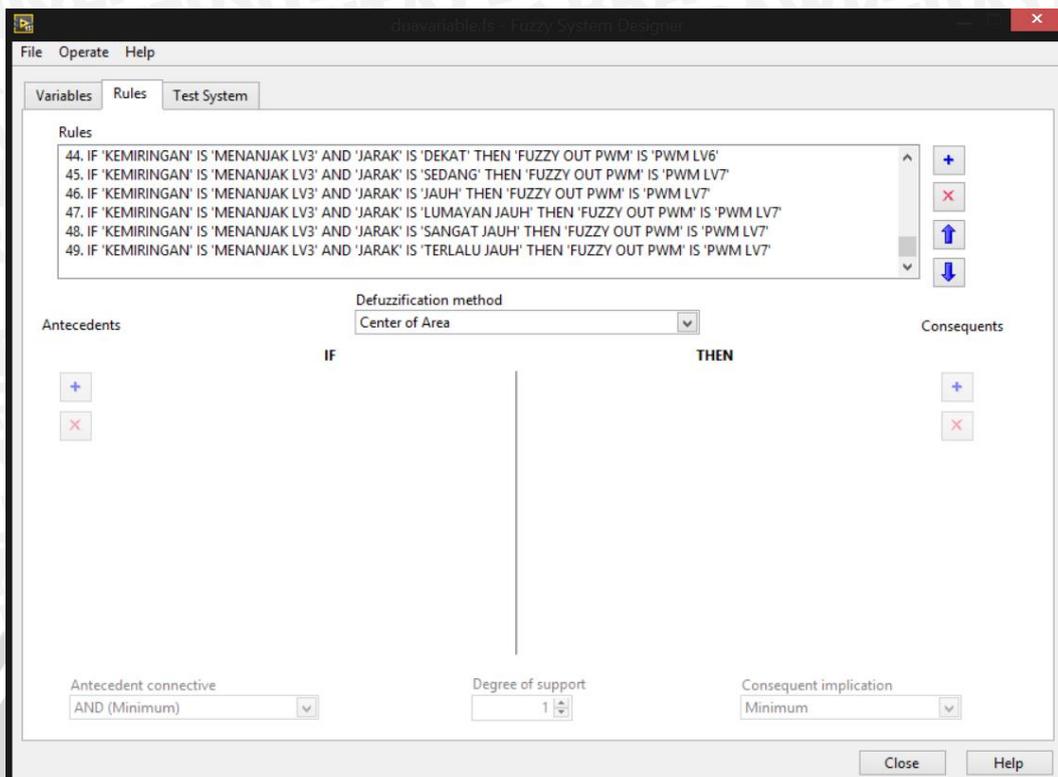




**Gambar 5.7** Derajat Keanggotaan Membership Function

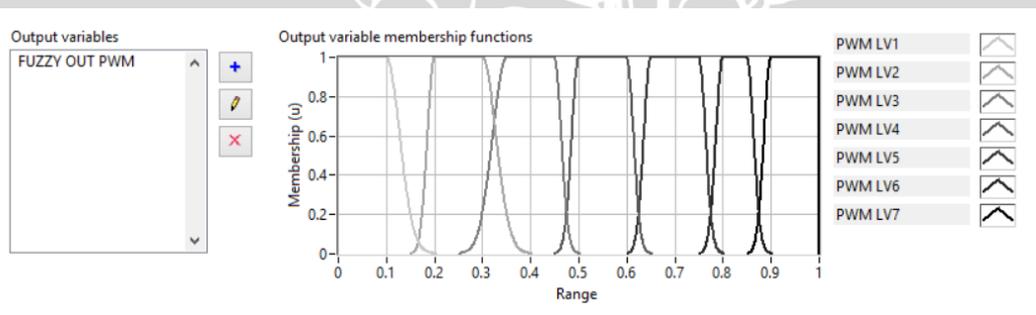
Pada Gambar 5.7 dapat diketahui derajat keanggotaan *membership function*. Pada sensor accelerometer memiliki batasan nilai -1 hingga 1 yang pada nilai tersebut adalah berupa bentuk nilai sinyal Sin. Pada sensor *infrared range finder* yang membaca jarak benda dapat dilihat bahwa batas spesifikasi nilai yang diberikan adalah 0 hingga 80 menunjukkan jarak dalam bentuk centimeter.





**Gambar 5.8** Rule fuzzy

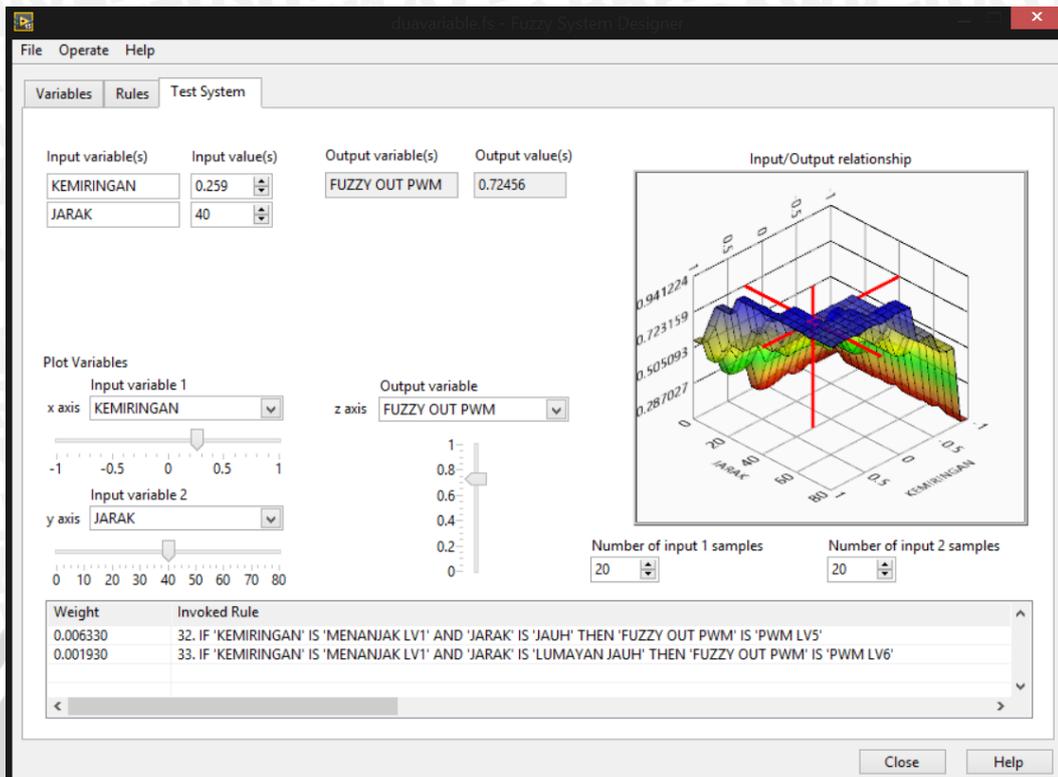
Pada Gambar 5.8 merupakan rule fuzzy yang akan dilakukan tahap inference. Pada proses ini akan menghasilkan nilai fuzzy output yang berdasarkan pada output nilai dari kedua sensor. Derajat nilai fuzzy output adalah sebagai berikut:



**Gambar 5.9** Fuzzy Output PWM Membership Function

Pada Gambar 5.9, level PWM LV1 berada pada skala 0 – 0.2, level PWM LV2 pada skala 0.15-0.4, level PWM LV3 pada skala 0.25-0.5, level PWM LV4 pada skala 0.45-0.65, level PWM LV5 pada skala 0.6-0.8, level PWM LV6 pada skala 0.75-0.9, dan pada level PWM LV7 dengan skala 0.85-1. Skala tersebut dipecah berdasarkan pembagian agar saat diambilnya keputusan dari logika Fuzzy dapat lebih akurat.

Output jika menggunakan tes sistem pada *fuzzy system designer* adalah sebagai berikut:

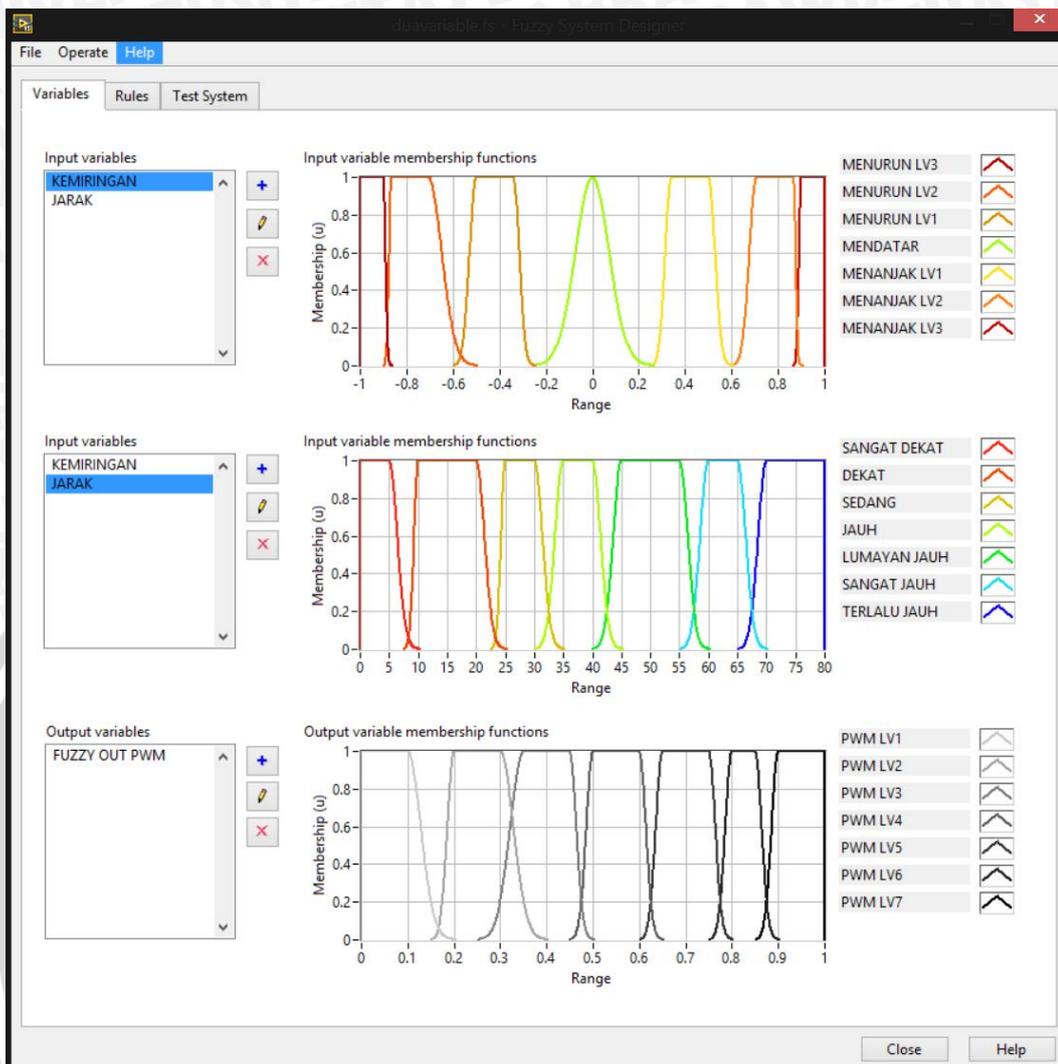


**Gambar 5.10** Hasil Tes *Fuzzy System Designer*

Pada Gambar 5.10 output fuzzy dari nilai KEMIRINGAN 0,259 dan JARAK benda didepan 40cm maka nilai FUZZY OUT PWM adalah sebesar 0.72456 yang berarti PWM yang akan diberikan kepada Motor adalah 0.72456.

### 5.2.2 Implementasi Membership Fuzzy

Pada tahap perancangan, telah ditetapkan variable fuzzy dan rules fuzzy. Fuzzy menggunakan type Gaussian.

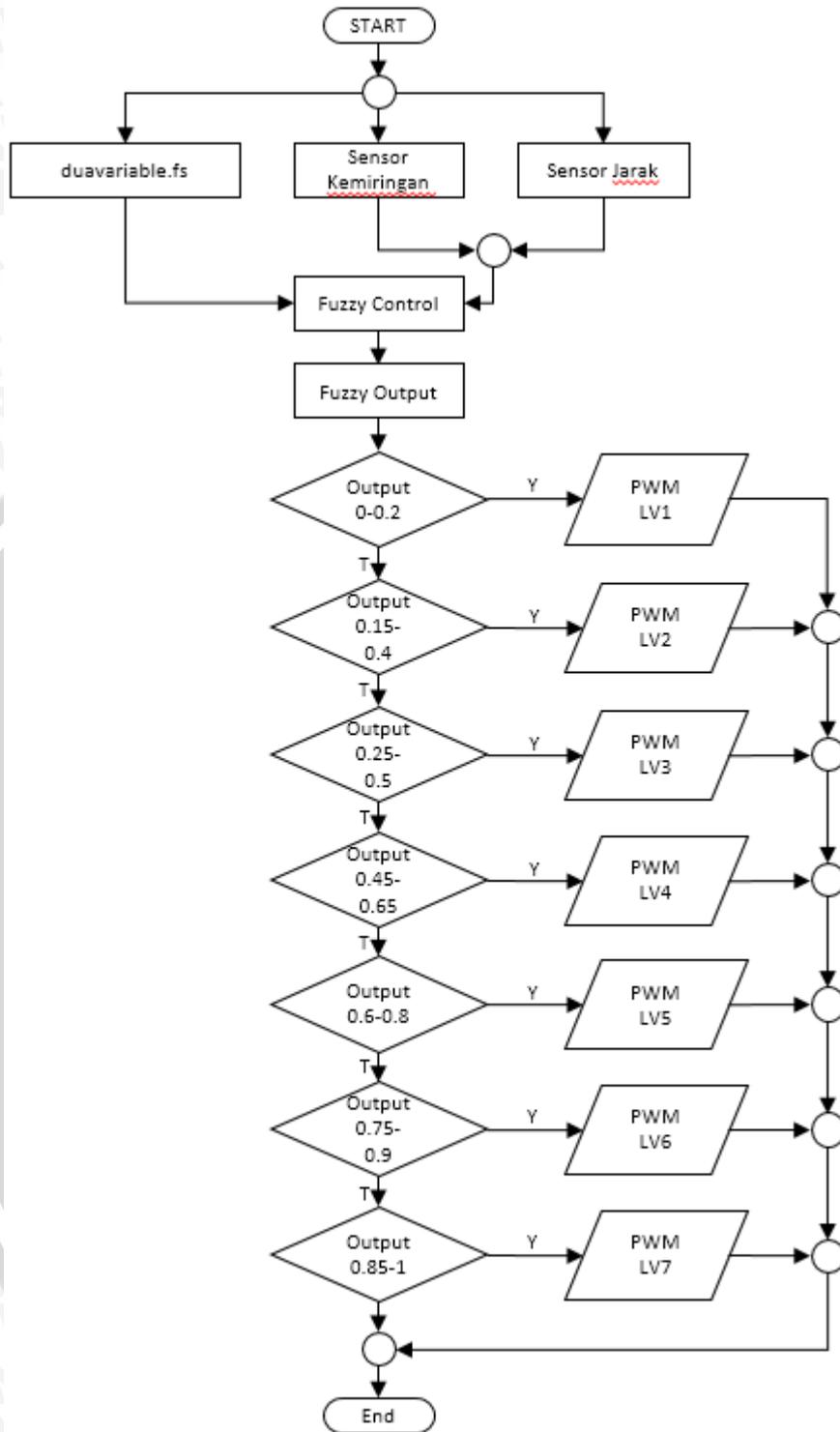


**Gambar 5.11** Implementasi *Membership function*

Pada Gambar 5.11 pada input KEMIRINGAN memiliki tiga buah *membership function*, pada input JARAK memiliki tiga buah *membership function*, dan pada FUZZY OUT memiliki tiga buah *membership function*. Skala pada KEMIRINGAN adalah -1 hingga 1 sesuai dari nilai sinus. Pada skala JARAK adalah 0 – 80 menunjukkan jarak benda dengan nilai centimeter. Pada FUZZY OUT PWM memiliki nilai skala 0-1 menunjukkan PWM yang diberikan langsung pada motor DC.

### 5.2.3 Perancangan logika Fuzzy dan Output Kontrol

Dalam tahap perancangan ini, output pada masing-masing sensor akan diolah menggunakan kontrol fuzzy sesuai dengan membership yang digunakan.

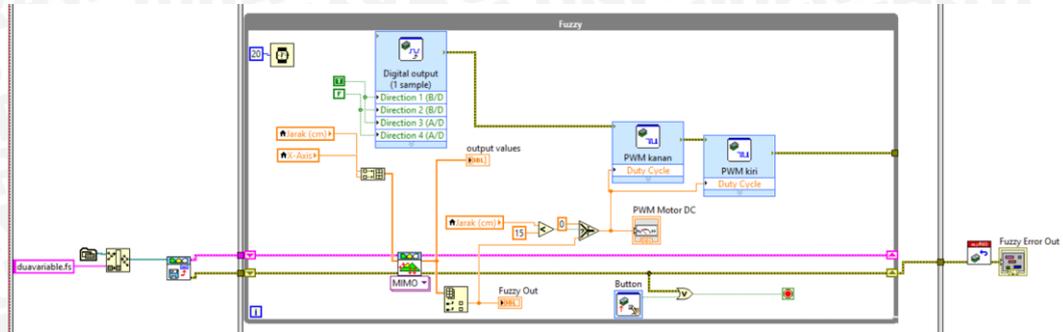


**Gambar 5.12** Flowchart Perancangan Logika Fuzzy dan Output Kontrol

Pada Gambar 5.12, input fuzzy terdiri dari dua parameter yaitu input dari sensor accelerometer, sensor jarak, dan sensor optocoupler. Data input dari sensor akan diolah didalam kontrol fuzzy berdasarkan rule yang telah didesain sebelumnya oleh peneliti. Fuzzy kontrol menghasilkan nilai fuzzy output berupa bentuk dari PWM yaitu 0 hingga 1.

## 5.2.4 Implementasi Logika Fuzzy dan Output Kontrol

Pada tahap implementasi logika fuzzy dan output kontrol akan mengolah data sensor dari dua buah sensor yang digunakan. Data sensor yang diolah akan menghasilkan nilai output fuzzy yang akan ditampilkan dalam bentuk kecepatan mobil.



Gambar 5.13 Potongan Program Kontrol Fuzzy

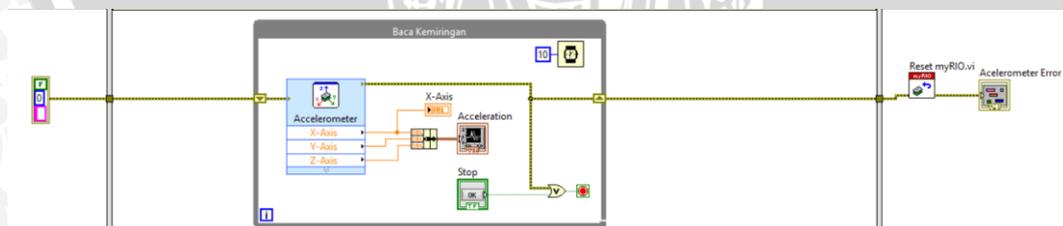
Pada Gambar 5.13 merupakan program untuk menampilkan kontrol fuzzy serta untuk memberikan nilai output dari kontrol fuzzy sekaligus menjadikan output fuzzy tersebut sebagai kendali langsung dari PWM.

## 5.2.5 Implementasi Program Baca Sensor

Pada tahap ini akan menjelaskan program pembacaan sensor secara garis besar memiliki fungsi penunjang program agar dapat berjalan dengan baik.

### 5.2.5.1 Implementasi Baca Sensor Kemiringan

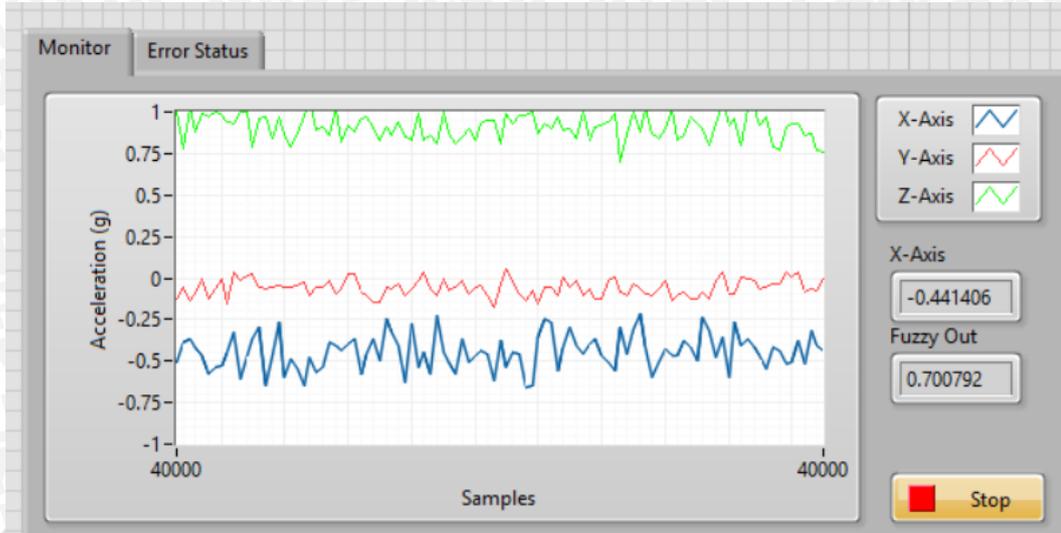
Pada tahap implementasi ini adalah proses program mendapatkan data sensor terhadap kemiringan pada perangkat. Sensor accelerometer akan memberikan nilai output sensor yang berdasarkan program yang dibuat.



Gambar 5.14 Potongan Program Baca Sensor Kemiringan

Pada Gambar 5.14 adalah potongan program yang berfungsi untuk membaca kemiringan perangkat yang dibuat. Pada program tersebut terdapat fungsi yang langsung tersedia oleh myRIO untuk membaca sensor accelerometer yang terdapat pada perangkat myRIO, pada fungsi tersebut dapat langsung menampilkan nilai output dari sensor berupa nilai derajat sin dari 3-axis yaitu X-axis, Y-axis, dan Z-axis. Kemudian nilai dari 3-axis masuk ke fungsi bundle agar

dapat dibaca melalui Waveform Chart. Pada bagian kanan bawah terdapat fungsi stop program jika terjadi error atau tombol pada myRIO ditekan.

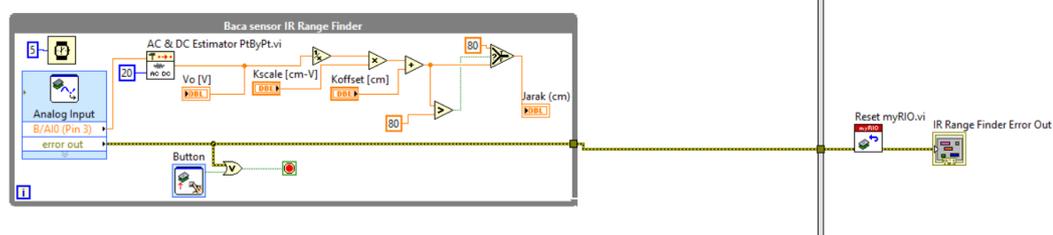


**Gambar 5.15** Waveform Chart Sensor Kemiringan

Pada Gambar 5.15 adalah tampilan Waveform Chart pembacaan sensor kemiringan oleh sensor Accelerometer. Pada grafik X-Axis ditunjukkan pada grafik chart garis berwarna biru, Y-Axis ditunjukkan pada grafik chart garis berwarna jingga, dan pada Z-Axis ditunjukkan dengan garis berwarna hijau.

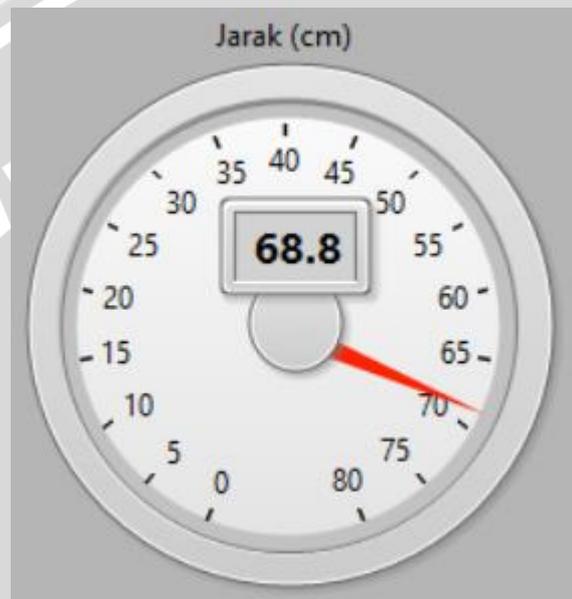
### 5.2.5.2 Implementasi Baca Sensor Jarak

Pada tahap implementasi ini adalah proses program mendapatkan data sensor terhadap jarak pada perangkat. Sensor *infrared range finder* akan memberikan nilai output sensor yang berdasarkan program yang dibuat.



**Gambar 5.16** Potongan Program Baca Sensor Jarak

Pada Gambar 5.16, adalah potongan program yang berfungsi untuk membaca jarak benda dari data sensor yang diinputkan. Pada program tersebut dapat diketahui bahwa sensor menggunakan pin analog yang tunjukan pada fungsi analog input. Pada fungsi analog input, pin yang digunakan adalah pin 3 pada Port B Analog I/O 0. Nilai dari sensor tersebut masih dalam bentuk data analog, kemudian dikirimkan kedalam fungsi AC & DC Estimator PtByPt.vi untuk merubah bentuk data analog menjadi nilai dalam bentuk tegangan agar lebih mudah dikonversikan kedalam bentuk jarak. Nilai dalam bentuk tegangan tersebut dikonversikan kedalam jarak menggunakan perhitungan secara matematis yang kemudian ditampilkan dalam bentuk tampilan meter jarak.

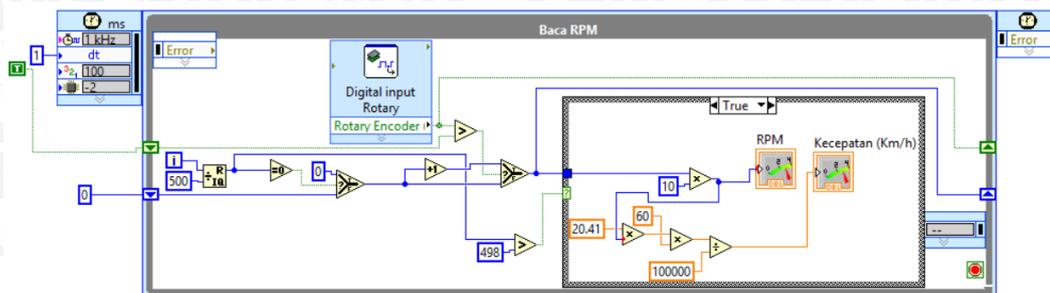


**Gambar 5.17** Grafik Meter Sensor Jarak

Pada Gambar 5.17 menunjukkan jarak dari pembacaan sensor *Infrared Range Finder* dalam skala ukur centimeter. Skala tersebut memiliki nilai jarak terdekat adalah 0cm dan nilai jarak terjauh adalah 80cm. Pembatasan skala tersebut berdasarkan yang telah dijelaskan terhadap spesifikasi pada sensor *Infrared Range Finder* yang memiliki skala jarak baca 10cm-80cm.

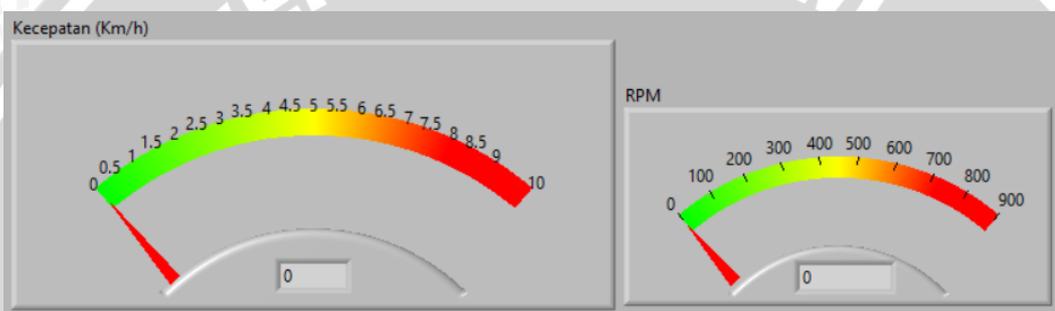
### 5.2.5.3 Implementasi Baca Sensor Kecepatan

Pada tahap implementasi ini adalah proses program mendapatkan data sensor terhadap kecepatan pada perangkat. Sensor *optocoupler* akan memberikan nilai output sensor yang berdasarkan program yang dibuat.



**Gambar 5.18** Potongan Program Baca Sensor Kecepatan

Pada Gambar 5.18, adalah potongan program yang berfungsi untuk membaca kecepatan rotasi roda yang kemudian diberikan tambahan program khusus untuk mengkonversikan kedalam kecepatan. Pada program tersebut dapat diketahui bahwa sensor menggunakan pin digital. Nilai output program dapat langsung dilihat dalam bentuk tampilan RPM.



**Gambar 5.19** Grafik Meter RPM dan Kecepatan

Pada Gambar 5.19 menunjukkan RPM dari pembacaan sensor *Optocoupler*. Skala tersebut memiliki nilai rotasi putaran roda dalam 1 menit, nilai maksimal yang ditentukan adalah 900 RPM. Sedangkan pada tampilan kecepatan nilai maksimal adalah 10 km/h.

## BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini dilakukan proses pengujian dan analisis dari sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem dapat berjalan dengan baik secara fungsional.

### 6.1 Pengujian Pembacaan Sensor

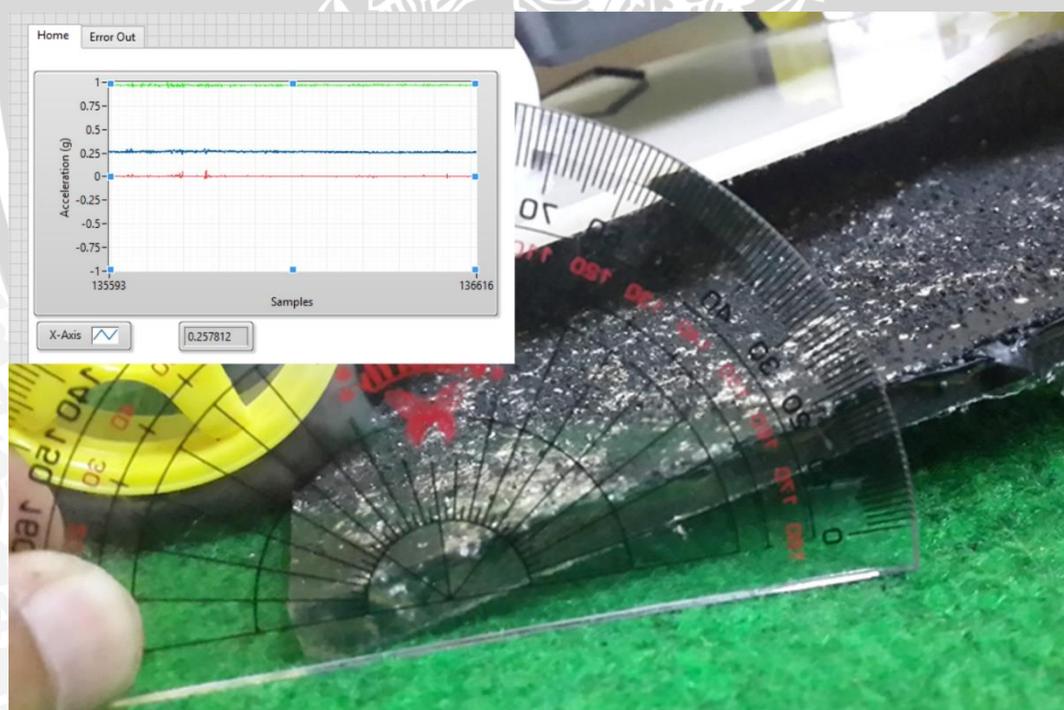
Pengujian terhadap pembacaan sensor digunakan untuk mengetahui apakah sensor kemiringan, sensor jarak, dan sensor kecepatan dapat berfungsi dengan baik dalam membaca kondisi pada masing-masing sensor.

#### 6.1.1 Skenario Pengujian

Karena terdapat tiga buah sensor yang digunakan, sehingga akan dilakukan pengujian yang berbeda pada masing-masing sensor.

##### 6.1.1.1 Skenario Pengujian Sensor Kemiringan

Untuk sensor kemiringan atau accelerometer, mobil akan dikondisikan pada keadaan kemiringan menanjak maupun kemiringan menurun. Skenario pengujian sensor kemiringan dilakukan pada tujuh kondisi yaitu menanjak 30°, menanjak 20°, menanjak 15°, mendatar, menurun 15°, menurun 20°, dan menurun 30°.



**Gambar 6.1** Pengujian Kemiringan

Pada Gambar 6.1 terlihat bahwa sensor telah membaca kondisi kemiringan pada mobil. Pengujian sensor pada gambar 6.1 dilakukan pada media dengan kemiringan 15° dengan nilai sinus 0.259. pada pengujian diatas terlihat grafik menunjukkan nilai 0.257812.

### 6.1.1.2 Skenario Sensor Jarak

Untuk skenario pengujian sensor jarak, pada bagian depan sensor Infrared Range Finder diberikan suatu benda sebagai penghalang untuk dibaca jarak halangan yang berada didepan sensor tersebut.

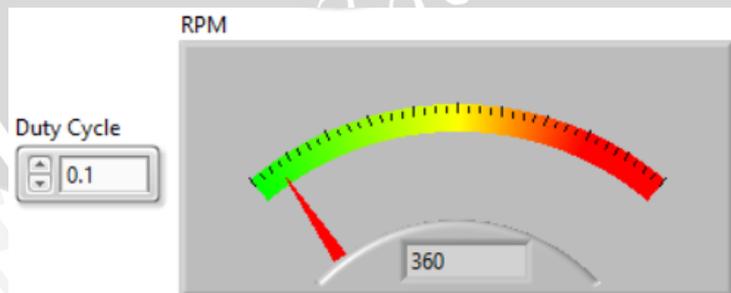


**Gambar 6.2** Pengujian Sensor Jarak

Pada Gambar 6.2 sensor berhasil membaca jarak benda yang berada didepan mobil. Sebuah benda diletakan tepat 10cm dari sensor, pada perhitungan baca sensor menghasilkan nilai baca sensor sebesar 12cm.

### 6.1.1.3 Skenario Sensor Kecepatan

Untuk skenario pengujian sensor kecepatan, mobil akan dijalankan pada sepuluh kondisi PWM motor yaitu pada PWM 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, dan 1. Kemudian sensor Optocoupler akan membaca RPM mobil yang akan di konversikan pada kecepatan.



**Gambar 6.3** Pengujian Sensor Kecepatan

Pada Gambar 6.3 terlihat bahwa kecepatan rotasi putar roda saat diberikan nilai PWM sebesar 0.1 dengan motor diberikan tegangan sebesar 8.97V adalah 360RPM.

### 6.1.2 Hasil Pengujian

Dalam pengujian tiga buah sensor pada skenario pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil pengujian dengan nilai yang berbeda pada setiap perubahan kondisi kemiringan, jarak, dan kecepatan putar roda.

**Tabel 6.1** Hasil Pengujian Sensor Kemiringan

No	Kondisi Kemiringan	Nilai Sinus	Nilai Sinus Pembacaan Sensor	Selisih
1	Menanjak 30°	0.5	0.507812	0.007812
2	Menanjak 20°	0.342	0.347656	0.005656
3	Menanjak 15°	0.259	0.257812	0.002812
4	Mendatar	0	-0.0195312	0.0195312
5	Menurun 15°	-0.259	-0.257812	0.002812
6	Menurun 20°	-0.342	-0.34375	0.00175
7	Menurun 30°	-0.5	-0.503906	0.003906
Total		0	-0.0117732	

Tabel 6.1 merupakan hasil pengujian dari sensor kemiringan untuk mengetahui selisih perbandingan nilai sinus kemiringan sebenarnya dengan pembacaan sensor pada sistem. Semakin kecil nilai selisihnya maka hasilnya semakin baik atau akurat.

**Tabel 6.2** Hasil Pengujian Sensor Jarak

No	Tegangan Sensor	Jarak Sebenarnya(cm)	Jarak Pembacaan Sensor(cm)	Selisih
1	5V	10	12	2
2	5V	15	16.8	1.8
3	5V	20	20.8	0.8
4	5V	25	25.9	0.9
5	5V	30	31.7	1.7

Tabel 6.2 merupakan hasil pengujian dari sensor jarak yang menghasilkan nilai tegangan yang diubah menjadi data jarak. Pada hasil pembacaan sensor jarak memiliki nilai yang berbeda sesuai dengan kenaikan tegangan dari output sensor sesuai dari jarak benda yang diuji.

**Tabel 6.3** Hasil Pengujian Sensor Kecepatan

No	Tegangan	PWM	RPM	Kecepatan(kmph)
1	8.97	0,1	60	0,73476
2	8.97	0,2	200	2,4492
3	8.97	0,3	220	2,69412
4	8.97	0,4	260	3,18396
5	8.97	0,5	280	3,42888
6	8.97	0,6	300	3,6738
7	8.97	0,7	320	3,91872
8	8.97	0,8	320	3,91872
9	8.97	0,9	320	3,91872
10	8.97	1	320	3,91872

Tabel 6.3 merupakan hasil pengujian dari pembacaan sensor kecepatan. Pengujian tersebut menggunakan tegangan yang sama yaitu 8.97VDC kemudian diberikan perintah PWM yang berbeda pada masing-masing tahap pengujian. Semakin besar nilai PWM maka semakin cepat juga laju mobil.

### 6.1.3 Analisis Hasil

Dari hasil pengujian pada *sub*-bab 6.1.2, pada sensor kemiringan dan sensor jarak memiliki nilai selisih yang kecil dari perhitungan pada kondisi sebenarnya. Dari hasil output sensor, terlihat keakuratan pada masing-masing sensor yang memiliki selisih yang tidak jauh dari perhitungan terhadap kondisi dilapangan.

## 6.2 Pengujian Hasil Output Fuzzy dengan *Fuzzy System Designer*

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan output dari fuzzy kontrol pada sistem yang dibangun sesuai atau memiliki nilai error yang kecil dari *fuzzy system designer*.

### 6.2.1 Skenario Pengujian

Pada tahap skenario pengujian ini, sistem pengujian dilakukan dengan cara membandingkan antara nilai output dari *fuzzy system designer* dengan nilai output pada sistem yang telah dibuat. Membership yang digunakan adalah 7 membership function dan model yang digunakan pada fuzzy adalah grafik gaussian.

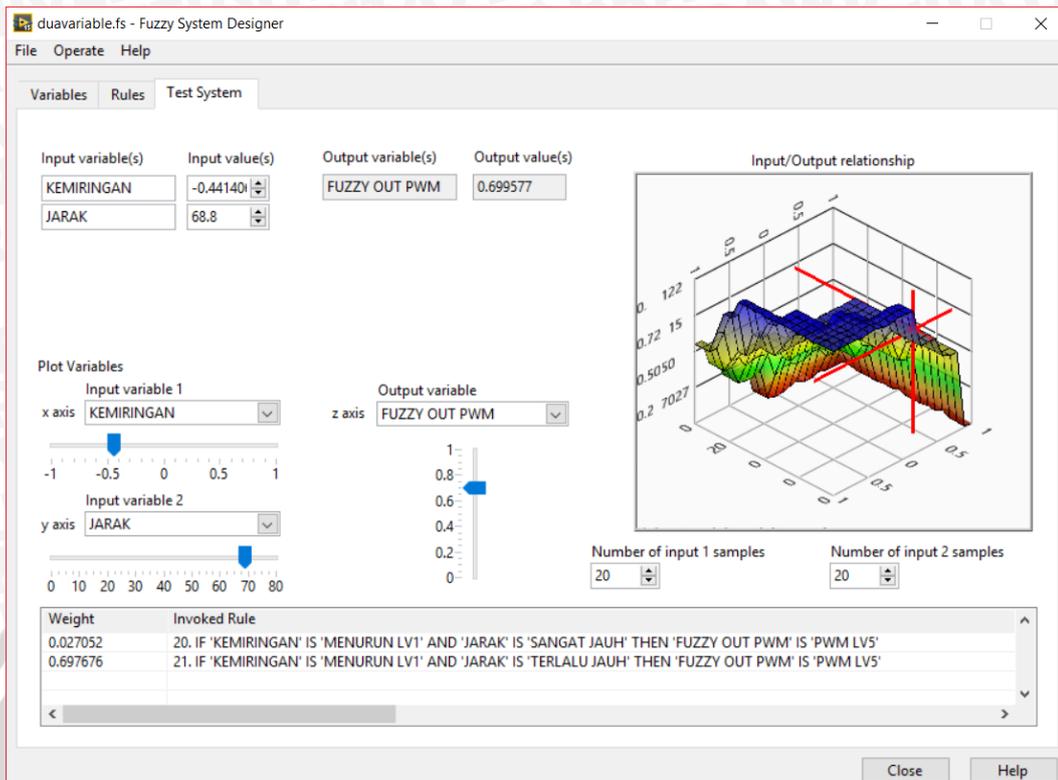
## 6.2.2 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian berdasarkan scenario pada sub-bab 6.2.1, didapat hasil dari pengujian berupa nilai output kontrol fuzzy dari *fuzzy system designer* dengan output kontrol PWM.



**Gambar 6.4** Output Fuzzy Kontrol Mobil

Gambar 6.4 merupakan hasil output fuzzy kontrol dari tujuh *membership function* yang telah dibuat sebelumnya menggunakan model gaussian. Didapatkan dari Kemiringan dengan nilai  $-0,441406$  dan Jarak  $68.8$  dengan hasil nilai Fuzzy Outputnya adalah  $0,700792$ .



**Gambar 6.5** Output Fuzzy Kontrol Mobil *Fuzzy System Designer*

Gambar 6.5 merupakan hasil output fuzzy kontrol dari tujuh *membership function* menggunakan model Gaussian pada tampilan *fuzzy system designer*. Didapatkan dari KEMIRINGAN dengan nilai -0,441406 dan JARAK 68.8 dengan hasil nilai Fuzzy Outputnya adalah 0,699577.

### 6.2.3 Analisis Hasil

Dari hasil yang didapat pada pengujian *sub-bab* 6.2.2, analisis dari selisih hasil nilai error dari beberapa sampel uji sebagai berikut.

$$\text{Error} = \text{Selisih nilai output PWM} \quad \dots(6.1)$$

Nilai rata-rata error dari kedua output pengujian sistem memiliki selisih yang kecil, maka sistem yang telah dibangun telah sesuai dengan hasil uji pada *fuzzy system designer*.

**Tabel 6.4** Selisih Nilai Error Pada Sistem dengan *Fuzzy System Designer*

No	Kemiringan	Jarak	Output Fuzzy Sistem Mobil	Output Fuzzy Sistem Designer	Error
1	0	8.88	0.36485	0.364823	0.000033
2	0.277344	29.8	0.550993	0.55102	0.000033
3	0.25	19.4	0.37415	0.37415	0
4	0.328125	80	0.940681	0.940681	0
5	-0.335937	11.7	0.389856	0.389856	0

Tabel 6.4 menunjukkan nilai error rata-rata sebesar. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibuat telah sesuai dengan sistem dari *fuzzy logic control* yang telah teruji pada NI LabVIEW.

### 6.3 Pengujian Output Kontrol Fuzzy Terhadap Kecepatan

Tahap pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem kontrol fuzzy yang telah buat apakah mampu dalam mengendalikan kecepatan mobil dengan media kemiringan dan halangan.

#### 6.3.1 Skenario Pengujian

Dalam skenario pengujian ini, sistem pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil PWM yang diberikadengan hasil perhitungan kecepatan pada mobil yang dilakukan pada lahan pengujian dari berbagai jenis kondisi kemiringan serta diberikan halangan benda didepan mobil.

Pada pengujian kelayakan sistem akan diawali dengan keadaan mobil pada bidang yang mendatar kemudian dilanjutkan dengan kemiringan jalan menanjak 15°, kemudian pengujian kedua dilakukan dengan kemiringan menanjak 20°, pengujian ketiga pada medan kemiringan menanjak 30°, kemudian akan dilakukan pada keadaan menurun dari kondisi 15°, kemudian kondisi menurun 20°, dan kondisi menurun 30°, pada pengujian terakhir akan dilakukan dengan diberikan halangan didepan mobil dibawah 15 cm.

#### 6.3.2 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian beberapa kondisi kemiringan dan halangan pada mobil, data sensor telah didapatkan kemudian diolah oleh sistem kontrol sehingga menghasilkan nilai pengujian sebagai berikut:

Keterangan:

- K : Kemiringan
- J : Jarak
- P : PWM
- R : RPM
- S : Kecepatan

**Tabel 6.5** Hasil Uji Kontrol Kecepatan pada Media Uji

No	Kondisi	K	J	Fuzzy Output	P	R	S
1	Mendatar	0.046875	18,4	0,389708	0,389708	90	1.10214
2	Menanjak 15°	0.257812	80	0.927082	0.927082	90	1.10214
3	Menanjak 20°	0,339844	33	0,579599	0,579599	60	0,73476
4	Menanjak 30°	0.464844	35,1	0,700605	0,823633	40	0,48984
5	Menurun 15°	-0,285156	20,9	0,388717	0,388717	80	0,97968
6	Menurun 20°	0,300781	18,7	0,389949	0,389949	40	0,48984
7	Menurun 30°	-0.589844	21.9	0,266543	0.366543	50	0,6123
8	Mendatar Halangan <15cm	0.0017187	10,2	0,0690336	0	0	0

Dari hasil Tabel 6.5 diperoleh hasil output dari pengujian mobil pada media uji sesuai pada skenario pengujian yang telah dijelaskan.

**Tabel 6.6** Hasil Uji Perbandingan Fuzzy Sistem Kontrol dengan Fuzzy Designer

No	Kondisi	Kemiringan	Jarak	Output Fuzzy Sistem Mobil	Output Fuzzy Sistem Designer	Selisih (Error)
1	Mendatar	0.046875	18,4	0,389708	0,389084	0.0006240
2	Menanjak 15°	0.257812	80	0.927082	0.925325	0.0017570
3	Menanjak 20°	0,339844	33	0,579599	0,661765	-0.0821660
4	Menanjak 30°	0.464844	35,1	0,700605	0,701021	-0.0004160
5	Menurun 15°	-0,285156	20,9	0,388717	0,382037	0.0066800
6	Menurun 20°	-0,300781	18,7	0,389949	0,385993	0.0039560
7	Menurun 30°	-0.589844	21.9	0,266543	0,271549	-0.0050060
8	Mendatar Halangan <15cm	0.0017187	10,2	0,0690336	0,0708154	-0.0017818

Dari hasil Tabel 6.5 diperoleh hasil nilai error dari perbandingan output fuzzy melalui sistem dengan output fuzzy designer dari pengujian mobil pada media uji sesuai pada skenario pengujian yang telah dijelaskan. Nilai error yang dihasilkan sangat kecil yaitu mendekati nilai 0(nol).

Dari hasil pengujian *sub-bab* 6.2.2, seluruh percobaan menghasilkan kecepatan yang telah sesuai pada media jalan masing-masing pengujian. Telah diketahui hal yang sangat berpengaruh pada kendali kecepatan pada sistem yang dibangun adalah kemiringan dan jarak benda didepan mobil. Berikut adalah bukti gambar dari *interface* pengujian kecepatan pada media uji yang telah di sediakan.



**Gambar 6.6** Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Datar Ada Halangan

Gambar 6.6 merupakan tampilan informasi mobil pada kondisi media jalan yang mendatar dan diberikan gangguan berupa halangan didepan mobil dengan jarak dibawah 15cm. Program memberikan nilai PWM 0 karena jarak benda telah melewati batas minimal yaitu kurang dari 15cm.



**Gambar 6.7** Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Menanjak 15 Derajat

Gambar 6.7 merupakan tampilan informasi mobil pada kondisi media jalan yang menanjak 15 derajat dengan nilai sinus 0,257812 dan pembacaan sensor jarak 80cm maka PWM yang dihasilkan dari kontrol fuzzy adalah sebesar 0,927082. Kecepatan RPM yang dihasilkan adalah 90RPM dengan kecepatan gerak mobil 1,10214 km/h.



**Gambar 6.8** Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Menurun 15 Derajat

Pada Gambar 6.8 adalah tampilan front panel saat melakukan pengujian dalam kondisi media jalan menurun 15 derajat. Pada saat pengujian dilakukan terlihat pada front panel informasi kondisi mobil, pada kemiringan jalan terbaca oleh sensor senilai -285156 dan pada sensor jarak 20,9cm. Fuzzy kontrol memberikan nilai PWM sebesar 0,388717. Sensor kecepatan rotasi roda sebesar 80RPM dengan kecepatan gerak mobil 0,97968 km/h.



**Gambar 6.9** Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Menanjak 20 Derajat

Pada Gambar 6.9 adalah tampilan front panel saat melakukan pengujian dalam kondisi media jalan menanjak 20 derajat. Pada saat pengujian dilakukan terlihat pada front panel informasi kondisi mobil, pada kemiringan jalan terbaca oleh sensor senilai 0,339844 dan pada sensor jarak 33cm. fuzzy kontrol memberikan nilai PWM sebesar 0,579599. Sensor kecepatan rotasi roda sebesar 60RPM dengan kecepatan gerak mobil 0,73476 km/h.



**Gambar 6.10** Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Menurun 20 Derajat

Pada Gambar 6.10 adalah tampilan front panel saat melakukan pengujian dalam kondisi media jalan menurun 20 derajat. Pada saat pengujian dilakukan terlihat pada front panel informasi kondisi mobil, pada kemiringan jalan terbaca oleh sensor senilai -0,300781 dan pada sensor jarak 18,7cm. Fuzzy kontrol memberikan nilai PWM sebesar 0,389949. Sensor kecepatan rotasi roda sebesar 40RPM dengan kecepatan gerak mobil 0,48984km/h.



**Gambar 6.11** Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Menanjak 30 Derajat

Pada Gambar 6.11 adalah tampilan front panel saat melakukan pengujian dalam kondisi media jalan menanjak 30 derajat. Pada saat pengujian dilakukan terlihat pada front panel informasi kondisi mobil, pada kemiringan jalan terbaca oleh sensor senilai 0,464844 dan pada sensor jarak 35,1cm. Fuzzy kontrol memberikan nilai PWM sebesar 0,823633. Sensor kecepatan rotasi roda sebesar 40RPM dengan kecepatan gerak mobil 0,48984km/h



**Gambar 6.12** Tampilan Front Panel Kondisi Media Jalan Menurun 30 Derajat

Pada Gambar 6.11 adalah tampilan front panel saat melakukan pengujian dalam kondisi media jalan menanjak 30 derajat. Pada saat pengujian dilakukan terlihat pada front panel informasi kondisi mobil, pada kemiringan jalan terbaca oleh sensor senilai  $-0,589844$  dan pada sensor jarak  $21,9\text{cm}$ . Fuzzy kontrol memberikan nilai PWM sebesar  $0,366543$ . Sensor kecepatan rotasi roda sebesar  $50\text{RPM}$  dengan kecepatan gerak mobil  $0,6123\text{km/h}$

### 6.3.3 Analisis Hasil

Dari hasil pengujian sub-bab 6.3, diperoleh hasil pengujian dari seluruh kondisi media jalan kemiringan hingga halangan saat mendatar bahwa kecepatan mobil dapat dikendalikan sesuai dengan kontrol fuzzy yang telah didesain sebelumnya. Masing-masing hasil uji pada setiap kondisi telah menghasilkan hasil uji yang memuaskan, walaupun pada pembacaan kondisi kemiringan masih memiliki gangguan getaran pada accelerometer yang diakibatkan getaran dari mesin motor DC. Namun dari semua sistem telah memenuhi output kontrol fuzzy sesuai yang telah didesain pada *fuzzy system designer*.

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pengujian output kontrol fuzzy terhadap sistem kendali kecepatan pada mobil sudah berjalan dengan baik. Adapun kekurangan dari pengujian ini adalah gangguan getaran dari mesin motor DC terhadap sensor accelerometer yang sulit untuk dihindari.

Keterbatasan sumber perangkat untuk meredam getaran mesin menjadi kendala dalam menghilangkan gangguan getaran tersebut.



## BAB 7 PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan yang telah diperoleh dari hasil pengujian dan analisa serta saran yang perlu ditambahkan untuk penelitian selanjutnya.

### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, analisa, dan seluruh proses pengerjaan skripsi yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dapat mengetahui cara kendali kecepatan pada mobil berdasarkan kemiringan media jalan dan halangan menggunakan logika fuzzy.
2. Data sensor telah dapat diolah sebagai parameter kendali kecepatan pada mobil.
3. Telah dapat menampilkan data sensor yang mudah dimengerti manusia kedalam sebuah tampilan *user interface*.
4. Telah diketahui cara kerja sensor yang terhubung pada perangkat myRIO dalam mengendalikan gerak mobil pada suatu kemiringan dan halangan menggunakan logika fuzzy.
5. Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat mengetahui suatu besaran tingkat error pada sistem dan tingkat respon sistem.

### 7.2 Saran

Setelah menganalisa proses pengerjaan penelitian skripsi ini dari tahap awal hingga pada tahap akhir, diharapkan pada penelitian kedepannya dapat dikembangkan dan atau diperbaiki beberapa kekurangan dari sistem yang telah dibangun ini:

1. Memperbaiki pada sistem kestabilan dalam mempertahankan kecepatan pada berbagai media kemiringan
2. Memperbarui sensor jarak dengan kualitas akurasi yang lebih akurat dan cepat dalam pembacaan perubahan jarak ukur
3. Mengembangkan sistem kontrol yang dapat berjalan tanpa adanya kendali dari PC atau Laptop
4. Membuat aplikasi yang dapat diinstal dengan mudah pada sistem
5. Mengembangkan sistem kontrol menggunakan metode yang lain missal dengan metode PID
6. Mengembangkan sistem yang lebih lengkap dalam kendali seluruh kebutuhan dan sistem pada mobil seperti kendali lampu hingga gerakan berbelok mobil pada tikungan, dll.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gani, R., 2012. *Perancangan sensor gyroscope dan accelerometer untuk menentukan sudut dan jarak*. Universitas Diponegoro.
- He, Wen, Chen, G., Tang, S., Li, D., Guo, M., Zhang, T., Jia, P., & Jin, F., 2012. *A Scaledown traffic system based on autonomous vehicles: a new experimental system for its research*. Universitas Tsinghua.
- Logika Fuzzy (Lanjutan), 2014. [ebook] Arsip Materi Kuliah. Tersedia di: < <http://gembong.lecture.ub.ac.id/materi-kuliah-artificial-intelligence/> > [Diakses 15 September 2015]
- National Instruments myRIO, 2013. [ebook] Arsip National Instruments. Tersedia di: <<http://www.ni.com/pdf/manuals/376047a.pdf>> [Diakses 13 Januari 2016]
- National Instruments myRIO Project Essentials Guide, 2013. [ebook] Arsip National Instruments. Tersedia di: < <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide.pdf>> [Diakses 17 Januari 2016]
- NI myRIO Project Essentials Guide, 2013. [ebook] Arsip National Instruments. Tersedia di: < <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide.pdf>> [Diakses 17 Januari 2016]
- Puspitasari, S., 2015. *Implementasi kontrol logika fuzzy pada sistem keseimbangan robot beroda dua*. Universitas Brawijaya.
- Schaltz, E., 2011. *Electrical Vehicle Design and Modeling*. Aalborg University
- Sensor dan Transduser, 2014. [ebook] Arsip Materi Kuliah. Tersedia di: < <http://maulana.lecture.ub.ac.id/files/2014/11/sensor-dan-transduser.pdf>> [Diakses 20 Desember 2015]
- Tom Denton (1995). "Automobile Electrical and Electronic System-Third Edition", Bath press, London