

**SISTEM PERINGATAN JARAK AMAN SEPEDA MOTOR
MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DENGAN
METODE *FUZZY LOGIC* BERBASIS
MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

**MAYA JULIANA RITONGA
71153013**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

**SISTEM PERINGATAN JARAK AMAN SEPEDA MOTOR
MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DENGAN
METODE *FUZZY LOGIC* BERBASIS
MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Komputer

**MAYA JULIANA RITONGA
71153013**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr, Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengatakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Maya Juliana Ritonga

Nomor Induk Mahasiswa : 71153013

Program Studi : Ilmu Komputer

Judul : Sistem Peringatan Jarak Aman Sepeda Motor
Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan
Metode Fuzzy Logic Berbasis
Mikrokontroler

dapat disetujui untuk segera *dimunaqosyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 12 November 2019 M
15 Rabiul Akhir 1441 H

Komisi Pembimbing,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Samsudin,.ST.,M.Kom
NIP. 197612272011011002

Muhammad Ikhsan,.S.T.,M.Kom
NIP. 198304152011011008

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maya Juliana Ritonga
Nomor Induk Mahasiswa : 71153013
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul : Sistem Peringatan Jarak Aman Sepeda Motor
Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan
Metode Fuzzy Logic Berbasis
Mikrokontroler

menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 12 November 2019

Maya Juliana Ritonga
NIM. 71153013



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. IAIN No. 1 Medan Kode Pos 20335
Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683
Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor. 010/ST/ST.V/PP.01.1/01/2020

Judul : Sistem Peringatan Jarak Aman Sepeda Motor
Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan
Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler

Nama : Maya Juliana Ritonga

Nomor Induk Mahasiswa : 71153013

Program Studi : Ilmu Komputer

Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Ilmu
Komputer Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan
dinyatakan **LULUS**.

Pada hari /tanggal : 12 November 2019

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah
Ketua,

Dr. Mhd Furqan, S.Si., M.Comp.Sc
NIP. 198008062006041003

Penguji I Dewan Penguji, Penguji II

Dr. Mhd. Furqan, S.Si., M.Comp.Sc.
NIP. 198008062006041003

Penguji III

Sriani, S.Kom., M.Kom.
NIB. 1100000108

Penguji IV

Samsudin, S.T., M.Kom.
NIP. 197612272011011002

Muhammad Ikhsan, S.T., M.Kom.
NIP. 198304152011011008

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan

Dr. H. M. Jamil, M.A.
NIP. 196609101999031002

ABSTRAK

Tingginya angka kecelakaan menjadi salah alasan penulis untuk membuat alat yang menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler ATMEGA328 yang diharapkan menjadi sebuah sistem yang dapat membantu mengurangi angka kecelakaan khususnya pada sepeda motor yang berfungsi untuk memberikan peringatan bagi pengendara sepeda motor agar dapat mengontrol tingkat kecepatan sepeda motor dengan adanya sebuah peringatan suatu sistem keamanan berupa *alarm* yang dapat menimbulkan bunyi sebagai sebuah peringatan dengan bunyi yang berbeda, pada jarak dekat *buzzer* akan berbunyi panjang sedangkan pada jarak sedang *buzzer* akan berbunyi pendek dan pada jarak aman *buzzer* akan mati, sistem juga memberikan peringatan berupa LED sebagai fitur notifikasi visual dengan beberapa warna yang berbeda sesuai dengan fungsi tertentu yaitu LED berwarna merah untuk jarak dekat, berwarna kuning untuk jarak hati-hati dan berwarna hijau untuk jarak aman dan menampilkan ukuran jarak dengan menggunakan LCD sehingga dapat memberikan informasi untuk kepada pengendara untuk memperlambat kecepatan sepeda motor yang dikendarainya dengan menampilkan beberapa kondisi seperti bahaya, hati-hati dan aman. Pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy logic* karena metode ini cocok digunakan pada sebagian besar permasalahan yang bersifat realtime seperti dalam mengambil keputusan untuk mencari jarak yang berubah-ubah dan kurang pasti. Pada penelitian ini, rata-rata presentase selisih sensor ultrasonik tersebut sebesar 5.633%. Dengan metode *fuzzy logic* ini didapatkan kerangka matematis yang digunakan untuk mempresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kekurangan informasi dan kebenaran parsial.

Kata Kunci : Jarak Aman, Fuzzy Logic, Mikrokontroler

ABSTRACT

The high accident rate is one of the reasons for the author to make the tools that use ultrasonic sensors based on the ATMEGA328 microcontroller, which is expected to be a system that can help reduce accident rates, especially on motorbikes that serve to provide warnings for motorcyclists to control the level of motorcycle speed. With a warning a security system in the form of an alarm that can sound as a warning with a different sound. At close range, the buzzer will sound long while at a moderate distance the buzzer will sound shorter and at a safe distance the buzzer will die, the system also provides a warning in the form of LEDs as a feature visual notifications with several different colors according to specific functions, those are red LEDs for short distances, yellow for cautious distances and green for safe distances and display distance measurements using the LCD so that they can provide information to the rider to slow down the speed of the motorcycle that he drives by displaying several conditions such as danger, caution, and safety. This research uses the fuzzy logic method because this method is suitable for use in most real-time problems such as in making decisions to find a changeable and uncertain distance. In this study, the average percentage difference between the ultrasonic sensor was 5.633%. With this fuzzy logic method, a mathematical framework is used to present uncertainty, obscurity, inaccuracy, lack of information and partial truth.

Keyword : Safe Distance, Fuzzy Logic, Mikrokontroller

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Peringatan Jarak Aman Sepeda Motor Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler”.

Penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan bantuan baik moril maupun materil serta dorongan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Saidurrahman, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
2. Dr. H. M. Jamil, MA, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
3. Dr. Mhd Furqan, S,Si., M.Comp.Sc selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan selaku dosen penguji, serta dosen-dosen dan staff administrasi yang membantu selama proses perkuliahan.
4. Samsudin, S.T., M.Kom dan Muhammad Ikhsan, S.T., M.Kom selaku Pembimbing Skripsi yang telah berkontribusi membantu penulis dalam memberikan ide, saran, kritik, dan bimbingannya selama proses penyelesaian skripsi.
5. Muhammad Ikhsan, S.T., M.Kom selaku dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan selama menempuh pendidikan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
6. Rakhmat Kurniawan R, S.T., M.Kom selaku Kepala Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan yang telah memfalsifikasi penelitian dalam rangka penyelesaian skripsi.
7. Sriani, M.Kom selaku Dosen Penguji yang memberikan ide, saran, kritik, dan masukannya selama proses penyelesaian skripsi.

8. Teristimewa untuk kedua orang tua penulis, Ayak kami H. Maimun Ritonga dan mamak kami Hj. Enni Milawati Dalimunthe tercinta yang tiada hentinya mendoakan penulis disetiap waktu dalam hidupnya dan yang selalu memberi dorongan moril maupun materil kepada penulis sehingga dapat mengerjakan skripsi ini.
9. Kepada kakak penulis Khoirunnisa Ritonga dan adik-adik penulis Dandi Fhadillah Ritonga, dan Mhd. Danil Ansori Ritonga atas doa yang tidak pernah padam untuk penulis di dalam menjalani kegiatan perkuliahan hingga selesai.
10. Kepada teman seperjuangan Juraidah, Sarah, Salmah, Lili, Darsih, dan Ridzki yang memberikan motivasi, ide dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Rekan-rekan Angkatan I Ilmu Komputer 2015 terkhusus kelas Ilkomp-1 yang sama-sama sedang berjuang untuk menyelesaikan skripsi ini. Semoga kita semua diberikan kemudahan dalam mengerjakan segala sesuatu dan diberkahi Allah.
12. Kakak dan adik-adikku di Ilmu komputer semua angkatan sebagai tempat berbagi ilmu pengetahuan.
13. Serta semua pihak memberikan bantuan tulus dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini yang tidak tersebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan. Kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

Medan, 12 November 2019

Penulis,

Maya Juliana Ritonga

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jarak Aman Kendaraan.....	5
2.2 Hadits Yang Berkaitan.....	5
2.3 Mikrokontroler	6
2.4 Arduino Uno	7
2.5 Arduino IDE.....	9
2.6 Sensor Ultrasonic SRF05.....	10
2.7 Buzzer	12
2.8 Resistor	12
2.9 LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	13

2.10 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) 16x2.....	14
2.11 Driver LCD 16x2 I ² C	14
2.12 Swicth	15
2.13 Battery.....	15
2.14 Fuzzy Logic.....	16
2.14.1 Himpunan <i>Fuzzy</i>	17
2.14.2 Fungsi Keanggotaan	18
2.14.3 <i>Fuzzification</i>	22
2.14.4 <i>Rule Evaluation</i>	23
2.14.5 <i>Defuzzification</i>	23
2.15 Flowchart	24
2.16 Fritzing.....	25
2.17 Penelitian Terdahulu.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	28
3.1.1 Tempat Penelitian.....	28
3.1.2 Waktu dan Jadwal Pelaksanaan Penelitian	28
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	29
3.2.1 Alat Penelitian	29
3.2.2 Bahan Penelitian.....	30
3.3 Cara Kerja.....	30
3.3.1 Perencanaan.....	30
3.3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	32
3.3.3 Analisis Kebutuhan.....	33
3.3.4 Perancangan	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Pembahasan.....	37
4.1.1 Analisis Data	37

4.1.2 Representasi Data	38
4.1.3 Hasil Analisis Data	44
4.1.4 Perancangan	45
4.2 Hasil.....	47
4.2.1 Pengujian Alat	47
4.2.2 Penerapan	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	IC MIKROKONTROLER.....	6
2.2	Papan Arduino	8
2.3	Tampilan Arduino IDE.....	9
2.4	Sensor SRF-05	11
2.5	Buzzer.....	12
2.6	Resistor.....	13
2.7	Light Emitting Diode (LED).....	13
2.8	Liquid Crystal Display (LCD)	14
2.9	Driver LCD 16X2 I ² C	14
2.10	Switch/Saklar	15
2.11	Battery	16
2.12	Representasi Kurva Linier Naik.....	18
2.13	Representasi Kurva Linier Turun.....	19
2.14	Representasi Kurva Segitiga.....	20
2.15	Representasi Kurva Trapesium	20
2.16	Representasi Kurva Bentuk Bahu	21
2.17	Skema Fuzzification.....	22
2.18	Bentuk Fungsi Keanggotaan.....	23
3.1	Blok Diagram Perencanaan Kerja.....	31
3.2	Blok Diagram Perangkat Keras	31
3.3	Blok Diagram Sistem Fuzzy Secara Keseluruhan	32
3.4	Desain Rangkaian Arduino.....	34
3.5	Diagram Alir Perancangan Software.....	36
4.1	Fungsi Keanggotaan Masukan dari Sensor Ultrasonik	40
4.2	Fungsi Keanggotaan Masukan Contoh Kasus	41
4.3	Fungsi Keanggotaan Keluaran Buzzer dan LED	44
4.4	Diagram Alir Cara Kerja Alat.....	45
4.5	Bentuk Fisik Rangkaian Perangkat Keras	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Spesifikasi Arduino Uno	8
2.2	Spesifikasi Sensor Ultrasonik SRF-05	11
2.3	Penelitian Terdahulu	26
3.1	Waktu dan Jadwal Penelitian	28
3.2	Perangkat Keras	29
3.3	Perangkat Lunak	30
3.4	Bahan Penelitian	30
4.1	Himpunan Fuzzy	39
4.2	Aturan Fuzzy (Rule Evaluation)	42
4.3	Hasil perbandingan alat dengan sensor dan secara manual	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1.	Listing Program
2.	Dokumentasi Bentuk Fisik
3.	Daftar Riwayat Hidup

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, semakin luas kebutuhan akan kemampuan seperti yang dimiliki oleh komputer, sehingga menyebabkan munculnya terobosan-terobosan baru salah satunya adalah dibuatnya *chip* mikrokontroler. Mikrokontroler adalah *single chip* komputer yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kontrol. Penggunaan mikrokontroler sebagai otak dari proses sistem kendali sehingga dapat digunakan untuk membangun sistem elektronika.

Hal ini yang mendasari penulis untuk membuat suatu penelitian berupa “sistem peringatan jarak aman sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler” yang diharapkan nantinya dapat memudahkan pengendara dalam memonitor jarak kendaraan miliknya dan dapat mengontrol tingkat kecepatan ataupun perubahan laju saat berkendara untuk menghindari terjadinya kecelakaan dan mengurangi angka kecelakaan di jalan raya. Pada penelitian ini, sensor yang digunakan berada pada posisi depan dan belakang kendaraan dan pada umumnya pengendara dapat melihat dengan jelas kondisi yang berada didepan, tetapi tidak semua dapat mengontrol konsentrasi dalam berkendara di jalan raya dikarenakan beberapa kondisi seperti kelelahan, mengantuk, penggunaan GPS yang dapat mengganggu konsentrasi pandangan pengendara ataupun kelalaian pengendara yang terjadi lainnya yang menyebabkan terjadinya kecelakaan lalu lintas.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) jumlah produksi kendaraan di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2010 jumlah kendaraan di Indonesia sebesar 76.907.127 kemudian meningkat drastis pada

tahun 2017 yaitu sebesar 138.556.669 dan jumlah kendaraan yang diproduksi akan bertambah terus seiring waktu. Peningkatan jumlah kendaraan menyebabkan jalan raya menjadi semakin padat dan menimbulkan tingginya resiko kecelakaan lalulintas, ini merujuk pada data statistik dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2017 banyaknya kecelakaan yang terjadi di Sumatera Utara mencapai 5.308 menurut POLDA Sumatera Utara Direktorat Lalu Lintas. Peningkatan angka kecelakaan yang cukup tinggi ini disebabkan oleh faktor-faktor kesalahan atau kelalaian pengemudi (*human error*), sistem pada kendaraan dan faktor jalan. Untuk itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat membantu mengurangi angka kecelakaan pada pengguna kendaraan khususnya kendaraan roda dua.

Pada penelitian terdahulu, Menurut (Mulyani, 2018) dalam jurnal algoritma yang berjudul “Perancangan Sensor Jarak Aman Kendaraan Bermotor Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3” penelitian ini menggunakan metode *R&D (Research and Development)*. *R&D* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Sedangkan pada penelitian kali ini menerapkan metode *fuzzy logic* kedalam sensor ultrasonik yang berguna untuk dapat mendeteksi objek yang dihadapan pengguna dengan mengkategorikan jarak kendaraan yang termasuk aman, hati-hati, dan bahaya serta menambahkan suatu sistem keamanan berupa *alarm* yang dapat menimbulkan bunyi sebagai sebuah peringatan dan menggunakan LED sebagai fitur notifikasi visual dengan beberapa warna yang berbeda sesuai dengan fungsi tertentu dan menampilkan ukuran jarak dengan menggunakan LCD sehingga dapat memberikan informasi untuk berhati-hati kepada pengendara untuk memperlambat kecepatan sepeda motor yang dikendarainya. Sri kusuma dewi (2006) menambahkan bahwa *fuzzy logic* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Teori himpunan fuzzy merupakan kerangka matematis yang digunakan untuk mempresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kekurangan informasi dan kebenaran parsial. Pada hakekatnya kegiatan pembuatan keputusan dilatar belakangi oleh adanya masalah atau problem dalam usaha mencapai suatu tujuan tertentu. Hal ini bertujuan untuk mengatasi atau

memecahkan masalah yang bersangkutan sehingga tujuan yang dimaksud dapat dilaksanakan secara baik dan efektif. (Siswanto, 2013)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses perancangan sistem peringatan jarak aman sepeda motor dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler?
2. Bagaimana mengaplikasikan sistem peringatan jarak aman pada sepeda motor dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler?
3. Bagaimana cara kerja dari sistem peringatan jarak aman pada sepeda motor dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler?

1.3 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini terdapat beberapa batasan masalah yang digunakan yaitu :

1. Alat peringatan jarak aman kendaraan akan membunyikan *alarm*, memberikan peringatan berupa LED sesuai dengan ketentuan warna dan menampilkan ukuran jarak menggunakan LCD apabila mendeteksi jarak yang telah ditentukan.
2. Alat peringatan jarak aman kendaraan hanya dapat mendeteksi objek yang berada didepan dan dibelakang.
3. Alat peringatan jarak aman ini menggunakan sensor ultrasonik sebagai alat pengukur jarak.
4. Pada pengujian alat peringatan jarak aman ini digunakan untuk kendaraan sepeda motor.
5. Alat dapat bekerja secara optimal ketika kendaraan sepeda motor berjalan pada laju kecepatan maksimum 50 km/jam.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan perancangan sistem peringatan jarak aman sepeda motor dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler
2. Untuk mengaplikasikan sistem peringatan jarak aman pada sepeda motor dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler
3. Mengetahui cara kerja dari sistem peringatan jarak aman pada sepeda motor dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai sarana yang dapat membantu pihak pengendara kendaraan untuk memonitor jarak kendaraan miliknya dengan kendaraan yang lain yang berada didepan dan belakang
2. Dapat membantu meminimalisir terjadinya kecelakaan lalu lintas dengan adanya *alarm* peringatan bagi pengendara jika jarak minimal terlewati.
3. Mengetahui jarak aman kendaraan sehingga dapat mengontrol tingkat kecepatan dalam berkendara dijalan raya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jarak Aman Kendaraan

Jarak aman kendaraan yaitu ruang yang tersedia antara kendaraan satu dengan kendaraan yang lain. Pengemudi harus memperhatikan/menjaga jarak antara kendaraannya dengan kendaraan yang berada di depan dan belakangnya agar tidak terjadi benturan jika kendaraan yang berada di depan berhenti mendadak serta jika kendaraan dibelakang maju mendekati agar dapat dengan mudah melakukan gerakan melewati atau merubah haluan ataupun pada waktu dilewati oleh kendaraan lain.

Berdasarkan UU RI No 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan angkutan jalan, penyebab kecelakaan lalu lintas salah satunya disebabkan oleh sepeda motor dapat diklasifikasi menjadi empat faktor yaitu, kelalaian dari pengguna jalan, ketidaklayakan kendaraan, ketidaklayakan jalan dan lingkungan. Sepeda motor merupakan kendaraan yang paling banyak digunakan masyarakat karena beberapa alasan seperti harga yang relatif lebih murah dari mobil dan bahan bakar yang lebih hemat sehingga dapat terjangkau oleh semua kalangan masyarakat.

2.2 Hadits Yang Berkaitan

: عن أبي سعيد سعد بن مالك بن سنان الخدري رضي الله عنه, أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ ﷺ قَالَ

« لا ضرر ولا ضِرار »

(حديث حسن، رواه ابن ماجه)

Dari Abu Sa'id Sa'ad bin Malik bin Sinan al-Khudri *radhiyallahu 'anhu* , bahwasannya Rasulullah ﷺ bersabda : “Tidak boleh ada *dharar* (tidak boleh.

mencelakakan orang lain dengan kesengajaan, dalam rangka kemaslahatan dia) dan tidak boleh ada *dhirār* (mencelakakan orang lain dengan tanpa sengaja, dan bukan untuk kemaslahatan dia)”. (Hadits hasan, diriwayatkan Ibnu Majah)

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah dalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah *chip*. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Sekedar contoh, bayangkan diri Anda saat mulai belajar membaca dan menulis, ketika Anda sudah bisa melakukan hal itu Anda bisa membaca tulisan apapun baik buku, cerpen, artikel dan sebagainya, dan Anda pun bisa pula menulis hal-hal sebaliknya. Begitu pula jika Anda sudah mahir membaca dan menulis data maka Anda dapat membuat program untuk membuat suatu sistem pengaturan otomatis menggunakan mikrokontroler sesuai keinginan anda. (Sriani & Purwaningtyas, 2018)



Gambar 2.1 IC mikrokontroler (Firdaus, 2019)

2.4 Arduino Uno

Menurut Firmansyah (2015), menjelaskan bahwa Arduino adalah papan rangkaian elektronik (*electronic board*) *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu, sebuah *chip* mikrokontroler.

Menurut Muhammad Syahwil (2013), menjelaskan bahwa Arduino adalah kit elektronika atau papan rangkaian elektronika *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.

Menurut Abdul Kadir (2017), menjelaskan bahwa Arduino Uno adalah sebuah board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 *pin digital* (6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input analog*, sebuah 16 MHz osilato kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah *header* ICSP, dan sebuah tombol *reset*. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuanya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai USB to *serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui *port* USB.

Arduino menyatakan perangkat lunak dan perangkat keras yang ditunjukkan untuk memudahkan siapa saja agar dapat membuat proyek-proyek elektronika dengan mudah dan cepat. Dalam hal ini, papan Arduino menyatakan perangkat keras dan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) menyatakan perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram perangkat keras. Arduino pertama kali diperkenalkan pada tahun 2005. Tim awal yang memprakarsai Arduino adalah Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, and David Mellis. Nama Arduino berasal dari nama kedai minum di Ivrea, Italia, yang menjadi tempat mereka berkumpul dalam membahas proyek Arduino.



Gambar 2.2 Papan Arduino

Papan Arduino sendiri bermacam-macam. Salah satu yang populer adalah Arduino Uno seperti yang ditunjukkan di Gambar 2.1 papan ini mengandung sebuah mikrokontroler buatan Atmel yang menjadi pusat pengendali perangkat keras dan sejumlah pin untuk kepentingan operasi masukan (*input*) dan keluaran (*output*). Catu daya dapat diperoleh dari PC melalui kabel USB. Kabel ini jugak sekaligus menjadi media untuk berkomunikasi antara Arduino dan PC.

Dengan menggunakan Arduino Uno, pengendalian terhadap berbagai sensor (seperti sensor gas dan sensor cahaya), komponen seperti LED ataupun motor DC, dan berbagai peranti lain dapat dilakukan melalui perintah-perintah yang ditulis dengan bahasa yang sangat mirip dengan C dan C++. (Kadir,2017)

Spesifikasi dari Arduino Uno dijelaskan pada tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

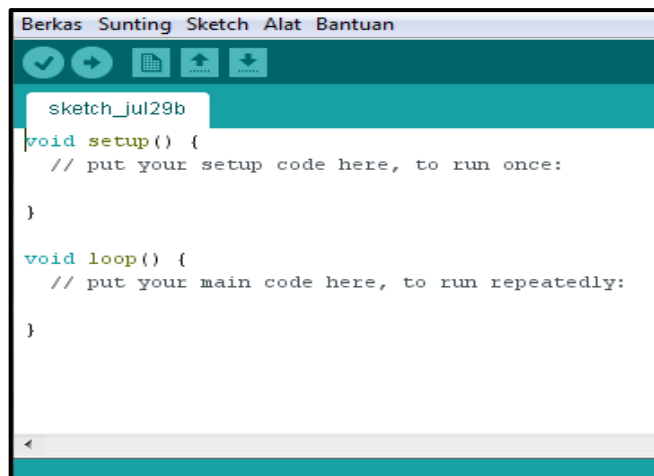
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Operasi	5 V
Tegangan Input (recommended)	7 – 12 V
Tegangan Input (limit)	6 – 20 V
Pin digital I/O	14 (6 diantaranya pin PWM)
Pin Analog input	6– Arus DC per pin I/O : 40 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	150 mA

Flash Memory	32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
EEPROM	1 KB
Kecepatan Pewaktuan	16 Hz

2.5 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah software yang di gunakan untuk memprogram di arduino, dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk memprogram *board* Arduino. Arduino IDE ini berguna sebagai text editor untuk membuat, mengedit, dan juga mevalidasi kode program, bisa juga digunakan untuk meng-*upload* ke *board* Arduino.

Program yang merupakan kumpulan instruksi yang ditunjukkan untuk komputer/perangkat keras agar melaksanakan suatu tugas tertentu di Arduino dinamakan sketsa. Sketsa dapat ditulis dengan menggunakan *editor* yang tersedia di Arduino IDE. Arduino IDE adalah program yang bersifat “*Open Source*” dan dapat diunduh secara gratis di www.arduino.cc. Dalam hal ini, tersedia versi untuk *Windows*, *Max OS X*, dan *Linux*. Berikut bentuk tampilan dari Arduino IDE sebagai berikut.



```

Berkas Sunting Sketch Alat Bantuan
sketch_jul29b
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

```

Gambar 2.3 Tampilan Arduino IDE

Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *wiring* yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan *software processing* yang diubah menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino. (Kadir, 2017)

2.6 Sensor Ultrasonic SRF05

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik). Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan persamaan :

$$s = v \times t/2$$

Keterangan : S = jarak antara sensor ultrasonik dengan objek (meter)

V = cepat rambat gelombang ultrasonik di udara (340 m/detik)

tIN = selisih waktu pemancaran dan penerimaan pantulan gelombang

Sensor ultrasonik mentransmisi gelombang ultrasonik dengan kecepatan diatas jangkauan pendengaran manusia dan mengeluarkan pulsa yang sesuai dengan waktu yang dibutuhkan gelombang untuk kembali ke sensor. Sensor ultrasonik GH-311 terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal frekuensi 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz menjadi suara,

sedangkan mikrofon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan gelombang ultrasonik. Sensor ini mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonic selama tburst (200 μ s) dan mendeteksi pantulannya (echo). Sensor GH-311 memancarkan gelombang dikendalikan dari mikrokontroler (pulsa trigger dengan tout min. 2 μ s. GH-311 mempunyai 3 pin utama, pin 1 untuk tegangan catu Vdd (+ 5Vdc), pin 2 adalah SIG Signal merupakan pin keluaran (I/O), dan pin 3 VSS untuk dihubungkan ke tanah (GND). (Wiharto dan Yuliananda, 2016)



Gambar 2.4 Sensor SRF05

Spesifikasi dari sensor ultrasonik SRF05 dijelaskan pada tabel 2.2 sebagai berikut :

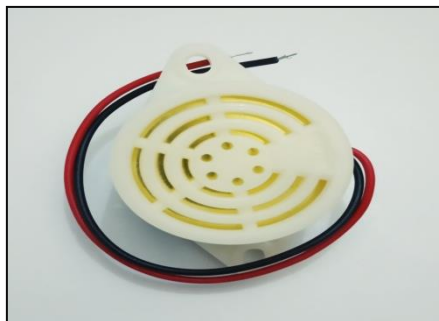
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Ultrasonik SRF05

Dimensi	24mm (P) x 20mm (L) x 17mm (T).
Tegangan	5 VDC
Konsumsi Arus	30 mA (rata-rata), 50 mA (max)
Frekuensi Suara	40 kHz
Jangkauan	3 cm – 3 m
Sensitivitas	Mampu mendeteksi objek dengan diameter 3 cm pada jarak > 2 m
Input Trigger	10 mS min. Pulsa Level TTL
Pulsa Echo	Sinyal level TTL Positif, Lebar berbanding proporsional dengan jarak yang dideteksi.

2.7 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen yang memiliki fungsi mengubah arus listrik menjadi suara. Dan pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan speaker. (Efrianto et al., 2016)

Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loudspeaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*). (Mardiati et al., 2016)



Gambar 2.5 *Buzzer*

2.8 Resistor

Resistor merupakan salah satu komponen pasif yang memiliki fungsi untuk mengatur arus listrik. Resistor diberi lambang huruf R dengan satuannya yaitu Ohm (Ω). Resistor digunakan sebagai bagian dari jejaring elektronik dan sirkuit elektronik, dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan. Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan. Karakteristik lain termasuk koefisien suhu, desah listrik, dan induktansi. Resistor dapat diintegrasikan ke dalam sirkuit hibrida dan papan

sirkuit cetak, bahkan sirkuit terpadu. Ukuran dan letak kaki bergantung pada desain sirkuit, kebutuhan daya resistor harus cukup dan disesuaikan dengan kebutuhan arus rangkaian agar tidak terbakar. (Joko, 2019)



Gambar 2.6 Resistor

2.9 LED (*Light Emitting Diode*)

LED adalah komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED memiliki struktur yang sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P – N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. Doping yang digunakan pada LED adalah galium, arsenik, dan fosfor. Jenis doping yang berbeda akan menghasilkan warna cahaya yang berbeda. Cara kerja LED sama dengan dioda yang memiliki dua kutub, yaitu kutub positif (P) dan kutub negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias *forward*) dari anoda menuju ke katoda. (Anastasia et al., 2017)



Gambar 2.7 *Light Emitting Diode* (LED)

2.10 LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2

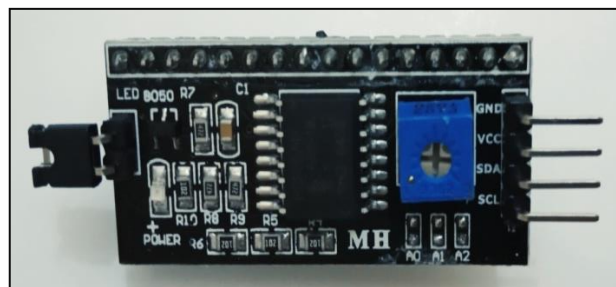
LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. (Dr.Wahidmurni, 2017)



Gambar 2.8 LCD (*Liquid Crystal Display*)

2.11 Driver LCD 16x2 I²C

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I²C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan saluran yang di desain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I²C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I²C dengan pengontrol nya. (Firdaus, 2019)



Gambar 2.9 *Driver* LCD 16X2 I²C

2.12 Swieth

Switch/saklar adalah komponen elektikal yang berfungsi untuk memberikan sinyal atau untuk memutuskan atau menyambungkan sustu sistem kontrol. Switch berupa komponen kontaktor mekanik yang digerakan karena suatu kondisi tertentu. Switch merupakan komponen yang mendasar dalam sebuah rangkaian listrik mauapun rangkaian kontrol sistem. Komponen ini sederhana namun memiliki fungsi yang paling vital di antara komponen listrik yang lain. Jadi switch/saklar pada dasarnya adalah suatu alat yang dapat atau berfungsi menghubungkan atau memutuskan aliran listrik (arus listrik) baik itu pada jaringan arus listrik kuat maupun pada jaringan arus listrik lemah. (Bela Persada et al., 2019)



Gambar 2.10 *Switch/Saklar*

2.13 Battery

Baterai adalah perangkat yang dapat mengonversi energi kimia yang terkandung pada bahan aktif komponen penyusun baterai menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia reduksi dan oksidasi. Reaksi reduksi adalah reaksi penambahan elektron dan penurunan bilangan oksidasi, sedangkan reaksi oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron dan penambahan bilangan oksidasi. (Satriady et al., 2016)



Gambar 2.11 Battery

2.14 Fuzzy Logic

Logika *fuzzy* merupakan salah satu cabang dari bidang *soft computing*. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Lotfi A. Zadeh, seseorang profesor ilmu komputer di *University of California* di *Barkley*. Logika *fuzzy* merupakan suatu teori himpunan logika yang dikembangkan untuk mengatasi konsep nilai yang terdapat diantara kebenaran (*true*) dan kesalahan (*false*). (Irwansyah dan Faisal, 2016).

Zadeh menyatakan bahwa setiap persoalan dapat diselesaikan tanpa menggunakan logika *fuzzy*, tetapi dengan demikian menggunakan logika *fuzzy* akan mempercepat dan mempermudah penyelesaian suatu persoalan. Logika *fuzzy* berbeda dengan sama dengan logika digital biasa atau *Boolean*. Logika digital biasa hanya mengenal dua keadaan yang tegas (*crisp*), yaitu: ya atau tidak, 0 atau 1 dan *ON* atau *OFF*. Berbeda dengan logika digital biasa, logika *fuzzy* meniru cara berpikir manusia dengan menggunakan konsep sifat kesamaan suatu nilai. Dengan menggunakan logika *fuzzy*, nilai yang tidak lagi hanya 0 atau 1, tetapi seluruh kemudian diantara 0 dan 1. Contoh penerapan *fuzzy* pada aplikasi yaitu pengontrol suhu ruangan, prediksi cuaca, pengelolaan keuangan, dan masih banyak lainnya.

Prof. Zadeh menjelaskan *fuzzy* membedakan hal-hal seperti :

1. Nilai kebenaran *fuzzy* yang dinyatakan dalam istilah bahasa, misalnya, benar, atau kurang benar, salah, atau sangat tidak benar, dan sangat tidak salah.
2. Table kebenaran.
3. Aturan inferensi yang berlaku yang relatif kontek yang tepat.

Konsep logika *fuzzy* mudah dipahami karena kesederhanaannya. *Fuzzy* tidak terpeka pada satu keputusan (*fleksibel*) sehingga dapat memberi toleransi pada ketidakpastian dan *fuzzy* disusun berdasarkan bahasa manusia sehingga tidak sulit dalam memahaminya. Ada beberapa alasan mengapa memilih menggunakan logika *fuzzy*, yaitu:

1. Konsep logika *fuzzy* mudah untuk dimengerti. Konsep matematis dari logika *fuzzy* yang sangat sederhana.
2. Sifat logika *fuzzy* yang sangat fleksibel.
3. Logika *fuzzy* mampu menggambarkan fungsi-fungsi linear yang bersifat kompleks.

2.14.1 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* adalah suatu kelas objek dengan kontinum nilai keanggotaan. Pada himpunan tegas, nilai keanggotaan pada suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 kemungkinan, yaitu:

1. Satu (1), suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
2. Nol (0), suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

1. *Linguistic* yaitu penggunaan bahasa alami untuk penamaan suatu *group* yang memiliki suatu kondisi tertentu, misalnya tua dan muda.
2. *Numeris* merupakan suatu nilai menunjukkan ukuran dari suatu variabel, misalnya 10, 25, 50.

Ada beberapa yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu:

1. Variabel *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang dibahas dalam sistem *fuzzy*. Contoh: umur, *temperature*.

2. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi tertentu pada suatu variabel *fuzzy*.

3. Semesta Pembicaraan

Merupakan keseluruhan nilai yang boleh digunakan pada operasi variabel *fuzzy*.

4. Domain

Domain merupakan keseluruhan nilai yang diperolehan pada semesta pembicaraan dan yang diperbolehkan untuk dioperasikan.

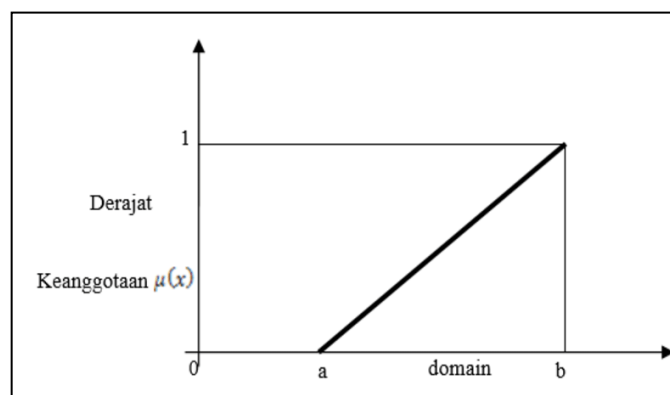
2.14.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan merupakan kurva yang memetakan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya. Kurva tersebut memiliki interval antara 0-1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan memulai pendekatan fungsi. Beberapa fungsi yang dapat digunakan, diantaranya:

1. Representasi Linier

Representasi linear merupakan bentuk representasi yang paling sederhana. Pemetaan input kederajat keanggotaan pada representasi linear digambarkan dengan suatu garis lurus. Pada representasi linear terdapat 2 keadaan himpunan *fuzzy*, yaitu:

- a. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

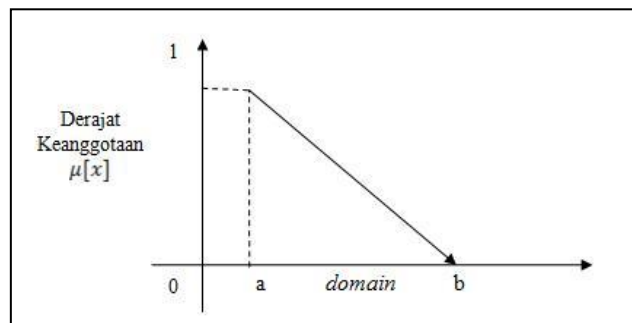


Gambar 2.12 Representasi Linear Naik (Irwansyah dan Faisal, 2016)

Fungsi keanggotaan :

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

- b. Kedua, kebalikan yang pertama, yaitu garis lurus ditarik dari nilai dominan dengan derajat keanggotaan tertinggi yang terletak pada sisi kiri, lalu bergerak kebawah ke nilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



Gambar 2.13 Representasi Linear Turun (Irwansyah dan Faisal, 2016)

Fungsi keanggotaan :

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

Dimana

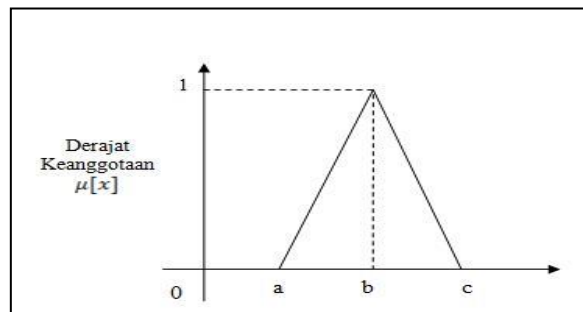
a = nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

b = nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*.

2. Representasi Kurva segitiga

Kurva segitiga adalah kombinasi dari dua garis (*linear*) seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.14 Representasi Kurva Segitiga (Irwansyah dan Faisal, 2016)

Fungsi keanggotaan :

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

Dimana

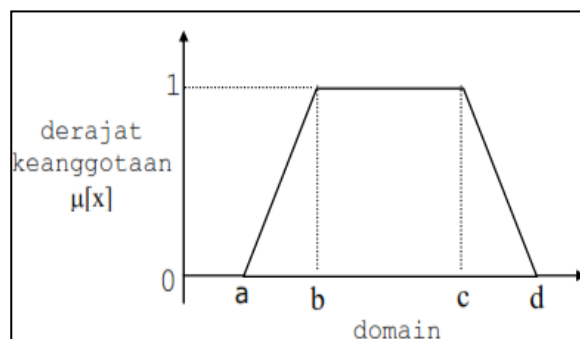
a = nilai dominan terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

b = nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

c = nilai dominan terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

3. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium memiliki bentuk segitiga, dimana terdapat titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 2.15 Representasi Kurva Trapesium (Irwansyah dan Faisal, 2016)

Fungsi keanggotaan :

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

Dimana

a = nilai dominan terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

b = nilai dominan terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

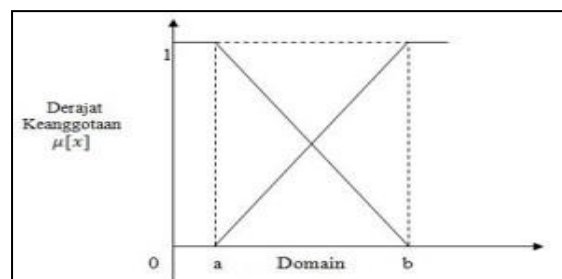
c = nilai dominan terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

d = nilai dominan terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

e = nilai input yang akan diubah ke-

4. Refresentasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga. Pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun (misalkan, DINGIN bergerak ke SEJUK bergerak ke HANGAT dan bergerak ke PANAS). Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Sebagai contoh, apabila telah mencapai kondisi PANAS, kenaikan temperature akan tetap berada pada kondisi PANAS. Himpunan *fuzzy* 'bahu' bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar. Gambar berikut menunjukkan variabel TEMPERATUR dengan daerah bahunya.



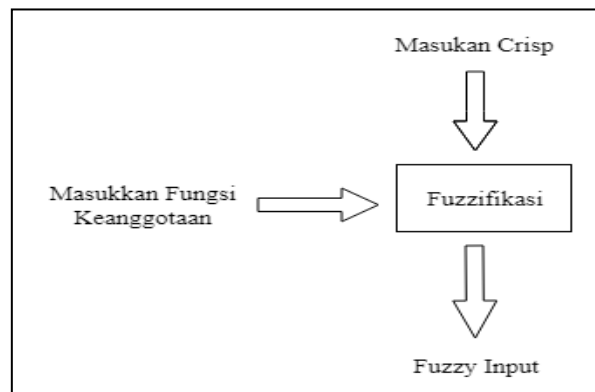
Gambar 2.16 Refresentasi Kurva Bentuk Bahu (Irwansyah dan Faisal, 2016)

Fungsi keanggotaan :

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

2.14.3 Fuzzification

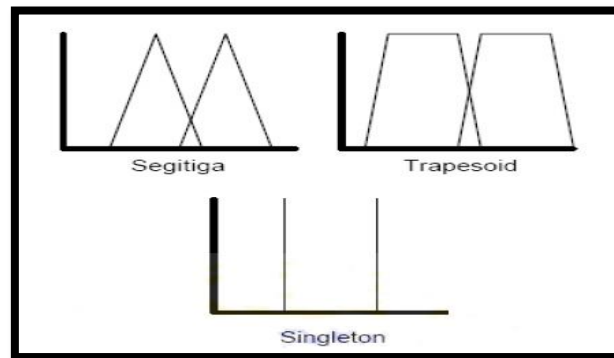
Pada proses *fuzzy logic* proses yang pertama kali dilakukan adalah proses *fuzzification*. Dimana proses fuzzifikasi dapat dijelaskan melalui skema di bawah ini.



Gambar 2.17 Skema Fuzzifikasi (Irwansyah dan Faisal, 2016)

Langkah pertama dalam memproses *fuzzy logic* mengandung transformasi domain yang dinamakan *fuzzification*. Masukan *crisp* ditransformasikan kedalam masukan *fuzzy*. Untuk mengubah bentuk masukan *crisp* kedalam masukan *fuzzy*. (Achmad Z Fauzi, 2010) Keanggotaan pertamakali harus ditentukan untuk tiap masukan. Sekali fungsi keanggotaan ditentukan, *fuzzification* mengambil nilai masukan secara *realtime*, dan membandingkannya dengan informasi fungsi keanggotaan yang tersimpan untuk menghasilkan nilai masukan *fuzzy*.

Pada proses *fuzzification* ada beberapa bentuk fungsi keanggotaan *fuzzy* yang ditunjukkan pada gambar 2.16.



Gambar 2.18 Bentuk Fungsi Keanggotaan (Achmad Z Fauzi, 2010)

Fungsi keanggotaan dinyatakan untuk memberi arti numerik pada tiap label. Setiap fungsi keanggotaan mengidentifikasi daerah nilai masukan yang berkorespondensi dengan label.

2.14.4 Rule Evaluation

Langkah berikutnya setelah *fuzzification* yaitu *rule evaluation*, kita akan mengetahui bagaimana aturan-aturan menggunakan masukan *fuzzy* untuk menentukan aksi sistem. Tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy* : metode *max*, metode *additive*, metode *probabilistic or*.

2.14.5 Defuzzification

Input dari *defuzzification* adalah suatu himpunan yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. *Defuzzification* merupakan lanjutan dari proses *rule base*. Beberapa metode dalam *defuzzification* adalah:

1. Metode *center of Gravity / centroid*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan pada persamaan 2.1 untuk variabel kontinyu dan persamaan 2.2 untuk variabel diskrit.

$$z = \frac{\int_a^b z\mu(z)dz}{\int_a^b \mu(z)dz} \quad (2.1)$$

$$z = \frac{\sum_{j=1}^n z\mu(z_f)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_f)} \quad (2.2)$$

2. Metode *bisektor*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan pada persamaan 2.3

$$\int_{\alpha}^{z^{BOA}} \mu(z) dz = \int_{z^{BOA}}^{\beta} \mu(z) dz \quad (2.3)$$

Dimana:

$$\alpha = \min \{z \mid z \in Z\} \quad \beta = \max \{z \mid z \in Z\}$$

3. Metode *mean of maximum*

Pada solusi ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang dimiliki nilai keanggotaan maksimum.

4. Metode *largest of maximum*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

5. Metode *smallest of maximum*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

Teknik *fuzzy logic* menggunakan suatu bentuk teori matematika, yang disebut himpunan *fuzzy*, untuk mensimulasikan proses pertimbangan normal manusia dengan memungkinkan komputer untuk berperilaku sedikit lebih seksama dan logis daripada yang dibutuhkan sedikit lebih seksama dan logis daripada yang dibutuhkan metode komputer konvensional. Jadi, tujuan utama *fuzzy logic* adalah bagaimana membuat komputer bisa beroperasi seperti layaknya logika manusia dan menghilangkan batas antara manusia dan kemampuan komputer. (Ririen Kusumawati, 2007)

2.15 Flowchart

Diagram alur merupakan salah satu cara penyajian suatu Algoritma. Sebelum sebuah program dibuat, alangkah baiknya kalau dibuat logika/urutan-urutan instruksi program tersebut dalam suatu diagram yang disebut diagram alur

(*flowchart*). Diagram alur dapat menunjukkan secara jelas arus pengendalian algoritma, yakni bagaimana rangkaian pelaksanaan kegiatan. Suatu diagram alur memberi gambaran dua dimensi berupa simbol-simbol grafis. (Ahmad et al., 2015)

2.16 Fritzing

Fritzing adalah suatu *software* atau perangkat lunak gratis yang digunakan oleh desainer, seniman, dan para penghobi elektronika untuk perancangan berbagai peralatan elektronika. Antarmuka *fritzing* dibuat seinteraktif dan semudah mungkin agar bisa digunakan oleh orang yang minim pengetahuannya tentang simbol dari perangkat elektronika. Di dalam *fritzing* sudah terdapat skema siap pakai dari berbagai mikrokontroler Arduino serta *shield* nya. *Software* ini memang khusus dirancang untuk perancangan dan pendokumentasian tentang produk kreatif yang menggunakan mikrokontroler Arduino. (Ahmad et al., 2015)

2.17 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan sistem peringatan jarak aman sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler, pada setiap penelitian mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy logic* yang menghasilkan perumusan matematika dalam pengukuran jarak dengan melalui proses yaitu *fuzzification*, *rule evaluation* dan *defuzzification*.

Berikut beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan sistem peringatan jarak aman sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler sebagai berikut.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Thn	Judul	Perincian
1.	Asri Mulyani	2018	Perancangan Sensor Jarak Aman Kendaraan Bermotor Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3	<i>R&D</i> adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Produk tersebut tidak selalu berbentuk benda atau perangkat keras (<i>hardware</i>), seperti buku, alat tulis, dan alat pembelajaran lainnya. Akan tetapi, dapat pula dalam bentuk perangkat lunak (<i>software</i>)”. Hasil dari penelitian ini adalah analisis dan produk berupa hardware prototipe sensor jarak aman kendaraan bermotor menggunakan Arduino Uno yang diharapkan dapat dijadikan tolak ukur guna pengembangan teknologi yang lebih mutakhir khususnya untuk kenyamanan berlalulintas. (Mulyani, 2018)
2.	Heru Rianto	2010	Pengaman Parkir Mobil Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler	Penelitian ini menggunakan metode observasi, metode interview, metode dokumentasi, dan metode studi pustaka. Kesimpulan perencanaan dan pembuatan pesawat simulasi ini adalah bahwa mikrokontroler atmega8535 bisa digunakan sebagai pengaman jarak parkir dengan menggunakan dt-sense sebagai sensor

				<p>jarak sehingga dapat mengetahui jarak aman untuk melakukan parkir dengan menggunakan <i>buzzer</i> sebagai tanda peringatan. Keuntungan dari penggunaan mikrokontroler sebagai pengendalinya adalah mudah dalam pemrograman, mengubah dan koreksi salah programnya, dan mudah dalam pemeliharaan dan perbaikan. (Rianto, 2010)</p>
3.	Rina Mardiaty, Ferlin Ashadi, dan Geusan Farid Sugihara	2016	Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32	<p>Pada penelitian ini digunakan metode <i>Action Research</i> yaitu dengan melalui beberapa tahapan seperti data dan pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian alat. Sistem ini memiliki cara kerja dengan memberikan suatu peringatan berupa bunyi dan tampilan ukuran jarak yang ditujukan untuk pengemudi kendaraan roda empat. Keluaran sistem dibuat melalui program yang disesuaikan dengan kebutuhan jarak aman seperti pada LCD mulai dari jarak 300 cm hingga 200 cm menampilkan “HATI-HATI”, dan 200 cm hingga 0 cm menampilkan “BERBAHAYA”. (Mardiaty et al., 2016)</p>

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan ini dilaksanakan di Laboratorium Robotik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara yang berlokasi di Jl. IAIN No.1, Gaharu, Kec. Medan Timur.

3.1.2 Waktu dan Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Waktu dan jadwal yang digunakan untuk penelitian sistem peringatan jarak aman sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler ini ditunjukkan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Waktu dan Jadwal Penelitian

No.	Waktu	Jadwal Penelitian					
		April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
1.	Perencanaan						
2.	Pengumpulan Data						
3.	Analisis Data dan Perancangan Sistem						
4.	Implementasi Sistem						
5.	Pengujian						

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam pembuatan sistem peringatan jarak aman ini, dibutuhkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini.

3.2.1 Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat berupa perangkat keras dan perangkat lunak, yaitu :

1. *Hardware* (Perangkat Keras)

Hardware (Perangkat Keras) yang digunakan untuk membuat sistem peringatan jarak aman adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Perangkat Keras

No.	Nama Perangkat Keras	Jumlah
1.	Arduino Uno R3	1 Unit
2.	Sensor Ultrasonic SRF05	2 Unit
3.	<i>Buzzer</i>	1 Unit
4.	Resistor	3 Unit
5.	LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	3 Unit
6.	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	1 Unit
7.	<i>Swicth/Saklar</i>	1 Unit

2. *Software* (Perangkat Lunak)

Software (Perangkat Lunak) yang digunakan untuk membuat sistem peringatan jarak aman ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3.3 Perangkat Lunak

No.	Nama Perangkat Lunak
1.	Arduino IDE
2.	<i>Fritzing</i>
3.	<i>Windows 7 Ultimate 32-bit (6.1, Build 7600)</i>

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk membuat sistem peringatan jarak aman ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3.4 Bahan Penelitian

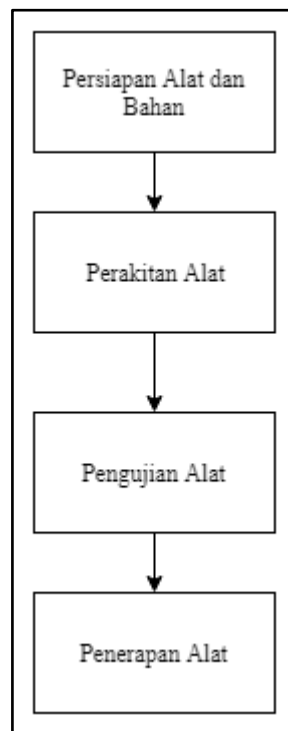
No.	Bahan
1.	Kabel <i>jumper</i> 0.5 mm
2.	<i>Adhesive tape</i>

3.3 Cara Kerja

Adapun cara kerja dalam pembuatan alat sistem peringatan jarak aman sepeda motor ini sebagai berikut.

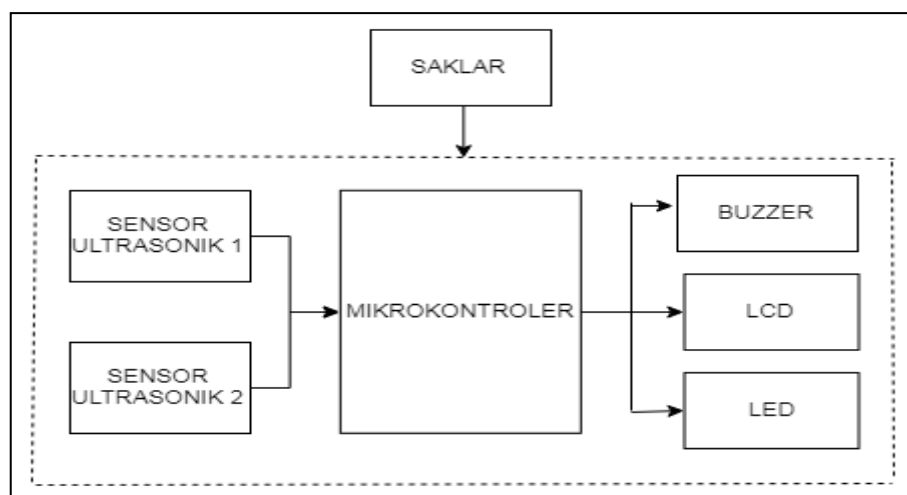
3.3.1 Perencanaan

Pada tahap ini, proses perencanaan kerja pada penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu persiapan alat dan bahan, perakitan alat, pengujian alat, dan penerapan alat. Adapun perencanaan kerja pada penelitian ini digambarkan dalam blok diagram sebagai berikut.



Gambar 3.1 Blok Diagram Perencanaan Kerja

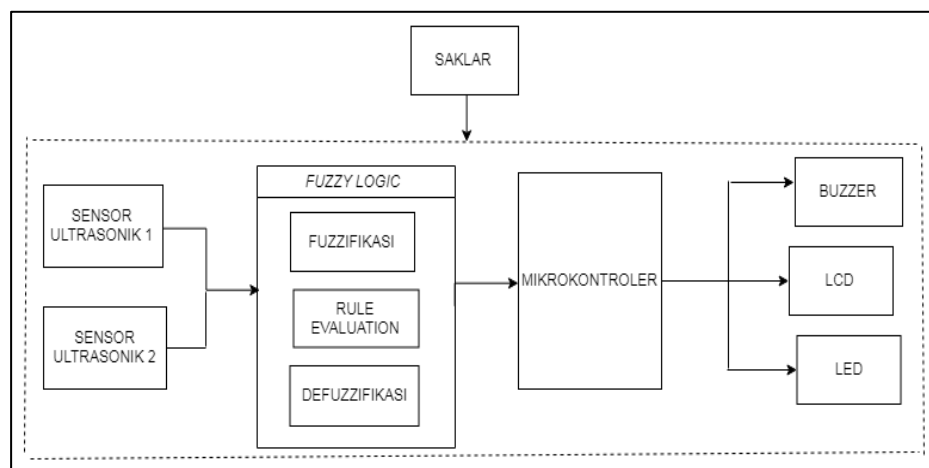
Pada tahap ini semua rangkaian (*layout*) yang akan dirancang terlebih dahulu dibuat blok diagram sistem yang menggambarkan penggabungan komponen dengan rangkaian arduino yang ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Blok Diagram Perangkat Keras

Secara umum cara kerja sistem peringatan jarak aman sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler ini dengan mendeteksi jarak dari objek ke penghalang yang berada didepan dan belakang. Proses deteksi ini menggunakan sensor ultrasonik dan memiliki tiga kategori jarak yaitu aman, hati-hati dan berbahaya, jika sensor ultrasonik mendeteksi salah satu kategori jarak tersebut maka akan terdapat peringatan berupa *buzzer*, LCD, dan LED. Proses tersebut akan berjalan apabila tombol saklar dihidupkan.

Pada tahap selanjutnya akan dirancang blok diagram sistem *fuzzy* secara keseluruhan yang terdiri dari tiga tahapan dalam proses *fuzzy logic*, yaitu *fuzzification*, *rule evaluation*, dan *defuzzification* yang dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem *Fuzzy* Secara Keseluruhan

3.3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Pada penelitian ini salah satu teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Pencarian informasi dengan studi pustaka pada beberapa jurnal ilmiah

dan tugas akhir yang berhubungan dengan sistem peringatan jarak aman sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler dapat memperkuat permasalahan serta sebagai dasar teori dalam melakukan penelitian.

2. Observasi

Pada penelitian ini penulis melakukan observasi lapangan langsung dengan melakukan pengujian alat pada sepeda motor milik sendiri untuk memperoleh hasil yang nyata. Observasi hakikatnya merupakan kegiatan dengan menggunakan pancaindera, bisa penglihatan, penciuman, pendengaran, untuk memperoleh informasi yang diperlukan untuk menjawab masalah penelitian. Hasil observasi berupa aktivitas, kejadian, peristiwa, objek, kondisi atau suasana tertentu, dan perasaan emosi seseorang.

3.3.3 Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini akan dilakukan analisis kebutuhan yang diperlukan dalam pembuatan alat yang akan dirangkai, berupa kebutuhan perangkat keras, kebutuhan perangkat lunak, dan kebutuhan pengguna (*user*).

1. Analisis Kebutuhan *Input*

Pada tahap analisis kebutuhan masukan ini dilakukan kegiatan penguraian suatu informasi berupa komponen-komponen yang digunakan penulis untuk merancang sistem yang akan dibangun. Kebutuhan input yang dimasukkan adalah informasi data jarak yang dihasilkan dari sensor ultrasonik.

2. Analisis Kebutuhan *Output*

Pada tahap analisis kebutuhan keluaran yang dilakukan berupa peringatan apabila ukuran jarak melewati batas sesuai ketentuan maka akan membunyikan *buzzer* dengan *delay* yang berbeda berdasarkan kondisi jarak, memberikan warna LED yang berbeda sesuai dengan jarak yang ditentukan, dan menampilkan ukuran jarak pada LCD.

3. Analisis Kebutuhan Pengguna (*User*)

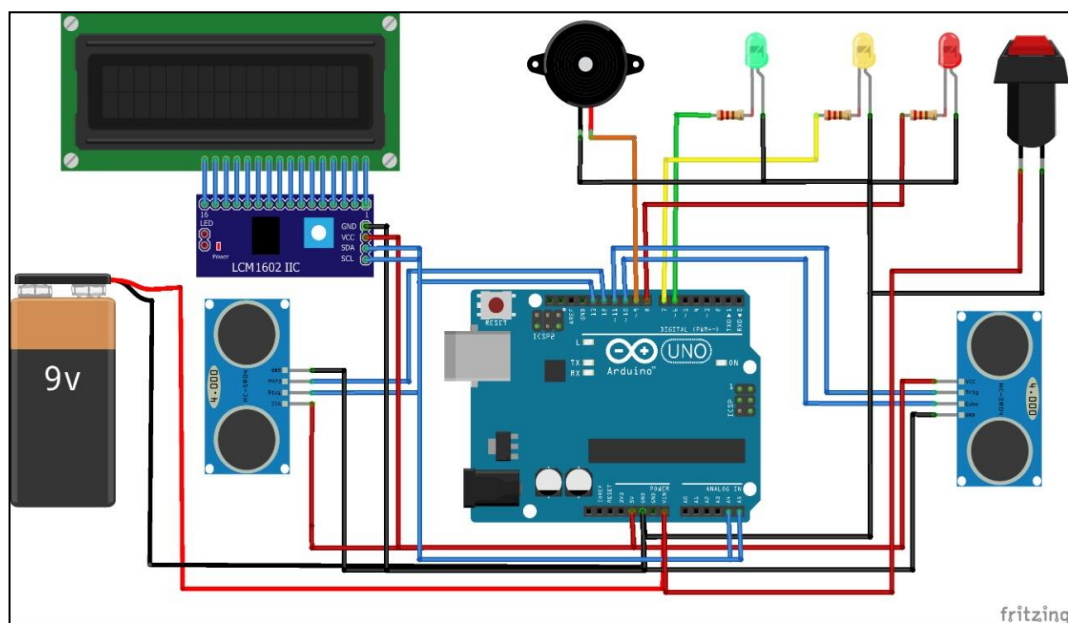
Pada tahap analisis kebutuhan pengguna (*user*) ini sistem yang telah diterapkan pada sepeda motor dapat digunakan secara langsung yang bertujuan untuk mengurangi terjadinya kecelakaan dengan adanya peringatan dari keluaran sistem tersebut.

3.3.4 Perancangan

Tahap perancangan ini bertujuan membuat rancangan perangkat keras yaitu mendesain rangkaian arduino uno yang menjelaskan tentang tata letak komponen yang dipasang teratur dengan menggunakan *fritzing* dan membuat rancangan perangkat lunak yaitu menjelaskan diagram alir yang menunjukkan aliran proses dalam pembuatan sistem.

1. Perancangan Perangkat Keras

Adapun desain rangkaian arduino uno dengan menggunakan *software fritzing* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini.



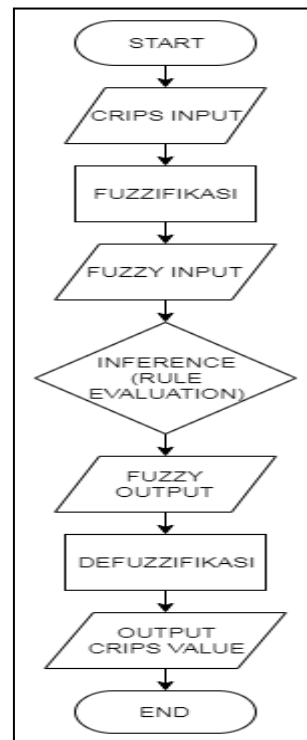
Gambar 3.4 Desain Rangkaian Arduino Uno

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat keras hingga pemrograman pada alat seperti yang dijabarkan sebagai berikut.

- a. Menghubungkan *switch*/saklar pada rangkaian arduino yang berfungsi untuk memutuskan atau menyambungkan suatu sistem kontrol.
- b. Menghubungkan sensor ultrasonik pada rangkaian arduino yang berfungsi untuk mengukur jarak suatu objek.
- c. Memasangkan *buzzer* pada rangkaian arduino yang berfungsi untuk memberikan peringatan berupa *alarm*.
- d. Memasangkan LCD pada rangkaian arduino yang berfungsi untuk menampilkan ukuran jarak suatu objek.
- e. Memasangkan LED dengan driver LCD I²C pada rangkaian arduino yang berfungsi untuk memberikan notifikasi visual dengan beberapa warna.

2. Perancangan Perangkat Lunak

Setelah perancangan perangkat keras dan perancangan alur program kerja sistem maka selanjutnya dilakukan perancangan perangkat lunak yang ditunjukkan pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Diagram Alir Perancangan *Software*

Pada proses yang dilakukan diatas dapat dijelaskan secara ringkas mengenai perancangan perangkat lunak ini sebagai berikut.

1. *Fuzzification* : mengubah nilai *crisp input* tersebut menjadi *fuzzy input* menggunakan fungsi-fungsi keanggotaan
2. *Rule evaluation* : melakukan *reasoning* menggunakan nilai-nilai *fuzzy input* tersebut dan *fuzzy rule* sehingga menghasilkan *fuzzy output*
3. *Defuzzification* : mengubah *fuzzy output* menjadi nilai *crisp* berdasarkan fungsi keanggotaan untuk *output*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan

Beberapa tahapan yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu analisis data, representasi data, hasil analisis data, dan perancangan sebagai berikut.

4.1.1 Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisis yang diperlukan dalam pembuatan sistem peringatan jarak aman sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler ini berupa analisis sistem *fuzzy*, analisis sensor ultrasonik, analisis perangkat lunak dan analisis perangkat keras.

1. Analisis Sistem *Fuzzy*

Sistem *fuzzy* pada penelitian ini yaitu jarak. Sistem pengendali berfungsi mendeteksi jarak dengan objek yang berada didepan dan belakang sesuai dengan ketentuan jarak yang dibuat.

2. Analisis Perangkat Lunak

Sebelum program *fuzzy* ditanamkan dalam mikrokontroler, pemilihan komponen *hardware* sangat mempengaruhi keluaran data jarak yang diperoleh. Hal ini dilakukan untuk mengurangi *error* yang besar. Selain itu, untuk mencapai keakuratan dan ketepatan data, proses pemrograman pada *compiler* Arduino IDE disertai dengan perhitungan secara manual.

3. Analisis Perangkat Keras

Komponen perangkat keras terdiri dari dua buah sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi jarak, satu buah arduino uno yang digunakan untuk memprogram sistem, satu buah *buzzer* yang digunakan sebagai *alarm* peringatan, tiga buah LED yang digunakan sebagai fitur notifikasi visual dengan warna yang berbeda sesuai dengan ketentuan, satu buah LCD disambungkan dengan satu buah I²C yang digunakan untuk menampilkan jarak yang diperoleh, dan *switch*/saklar yang digunakan untuk memutuskan atau menyambungkan suatu sistem kontrol.

Dalam perancangan dan implementasi *fuzzy logic* untuk sistem peringatan jarak aman ini, hal pertama yang harus dilakukan yaitu menentukan jarak aman objek terhadap sensor. Jarak yang didapat pada sensor akan diukur kembali secara manual menggunakan alat pengukur panjang (meteran), sehingga hasilnya dapat langsung dibandingkan dengan hasil pengukuran sensor.

Untuk memperoleh hasil pengukuran pada jarak minimal sampai dengan jarak maksimal maka menggunakan objek sebagai penghalang sensor sehingga sensor dapat mendeteksi jarak, objek yang digunakan adalah kendaraan lain yang berada didepan dan belakang. Jika data hasil pengukuran, terdapat adanya ketidaksamaan nilai jarak sensor terhadap objek dengan jarak pada alat pengukur panjang (meteran) dikarenakan modul dari sensor sensitif terhadap suhu disekitarnya, sehingga nilai cepat rambat suara berubah dan memengaruhi hasil pembacaan sensor.

Jangkauan objek terhadap sensor disebut sudut elevasi sensor, besarnya 45° . Sensor yang digunakan sebanyak dua buah untuk pengukuran objek pada jarak tidak lebih dari 300 cm. Sensor akan diletakkan pada sayap bagian depan dan belakang sepeda motor sehingga dapat menjangkau jarak yang lebih luas. Untuk mengetahui jarak minimal dan maksimum terhadap objek, *buzzer* akan menyala, LED akan memberikan notifikasi visual, dan LCD akan menampilkan kondisi jika objek masih terdeteksi.

4.1.2 Representasi Data

1. Masukan *Crisp*

Masukan yang berupa jarak dari sensor ultrasonik meliputi jarak dekat (*Near*), jarak sedang (*Medium*) dan jarak jauh (*Far*) sebagai berikut.

Dekat (*Near*) : $0 \text{ cm} < \text{jarak objek} \leq 100 \text{ cm}$

Sedang (*Medium*) : $100 \text{ cm} < \text{jarak objek} \leq 200 \text{ cm}$

Jauh (*Far*) : $200 \text{ cm} < \text{jarak objek} \leq 300 \text{ cm}$

2. *Fuzzification*

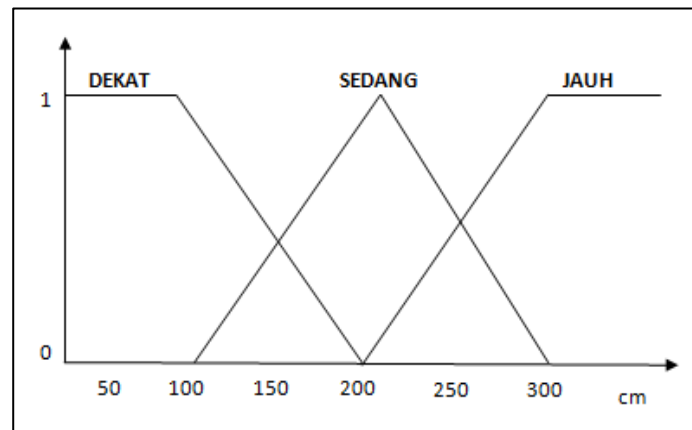
Setelah mendapatkan nilai masukan dari sensor, kemudian dilakukan proses *fuzzification* untuk mendapatkan nilai derajat keanggotaan. Untuk itu,

diperlukan fungsi keanggotaan masukan. Pada penelitian ini, memiliki dua fungsi keanggotaan yaitu fungsi keanggotaan masukan sensor, dan fungsi keanggotaan keluar *buzzer*. Fungsi keanggotaan masukan sensor depan dan belakang memiliki masukan yang sama yaitu jarak objek pada sensor, dan memiliki tiga himpunan *fuzzy* yaitu dekat, sedang, dan jauh. Fungsi keanggotaan keluaran *buzzer* memiliki dua himpunan *fuzzy* yaitu mati, pendek dan panjang. Himpunan *fuzzy* masing-masing variabel dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1 Himpunan fuzzy

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
Input	Jarak antara sensor depan dan belakang dengan objek	Dekat (D)	[0 0 100 200]
		Sedang (S)	[100 200 300]
		Jauh (J)	[200 250 300 300]
Output	<i>Buzzer & LED</i>	Panjang & Merah (PM)	[0 0 100 200]
		Pendek & Kuning (PK)	[100 200 300]
		Mati & Hijau (MH)	[200 250 300 300]

Pada fungsi keanggotaan masukan sensor ini menggunakan yaitu bentuk kurva segitiga dan trapesium karena perumusan matematika yang sederhana. Fungsi keanggotaan masukan sensor ini dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Fungsi Keanggotaan Masukan dari Sensor Ultrasonik

Untuk fungsi keanggotaan masukan dari sensor ultrasonik diatas menggunakan dua fungsi keanggotaan yaitu representasi kurva segitiga dan representasi kurva trapesium sebagai berikut.

$$\mu_{\text{Dekat}} = \begin{cases} 1 & ; & x \leq 100 \\ \frac{200-x}{200-100} & ; & 100 \leq x \leq 200 \\ 0 & ; & x \geq 200 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 100 \\ \frac{x-100}{200-100} & ; & 100 \leq x \leq 200 \\ \frac{300-x}{300-200} & ; & 200 \leq x \leq 300 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Jauh}} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 200 \\ \frac{x-200}{200-100} & ; & 200 \leq x \leq 300 \\ 1 & ; & 200 \leq x \leq 300 \end{cases}$$

Berikut diberikan contoh kasus 1 yang menggunakan nilai jarak antara 0 cm-300 cm sesuai dengan kemampuan sensor dalam mendeteksi objek. Misal nilai jarak terhadap objek yang dihasilkan oleh sensor kanan sebesar 290 cm. Dengan fungsi ini maka *crisp input* 290 cm dikonversi ke nilai *fuzzy* dengan cara

dimana : a = 200 cm, b = 300 cm dan c = 200 cm, d = 300 cm.

Nilai tersebut dimasukkan ke dalam fungsi keanggotaan *fuzzy* pada tiap tiap himpunan antara lain :

- Himpunan *fuzzy* dekat, $\mu_{\text{Dekat}}[290]=0$
- Himpunan *fuzzy* sedang, $\mu_{\text{Sedang}}[290] = \frac{d-x}{d-c} = \frac{300-290}{300-200} = \frac{10}{100} = 0.1$
- Himpunan *fuzzy* jauh, $\mu_{\text{Jauh}}[290] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{290-200}{300-200} = \frac{90}{100} = 0.9$

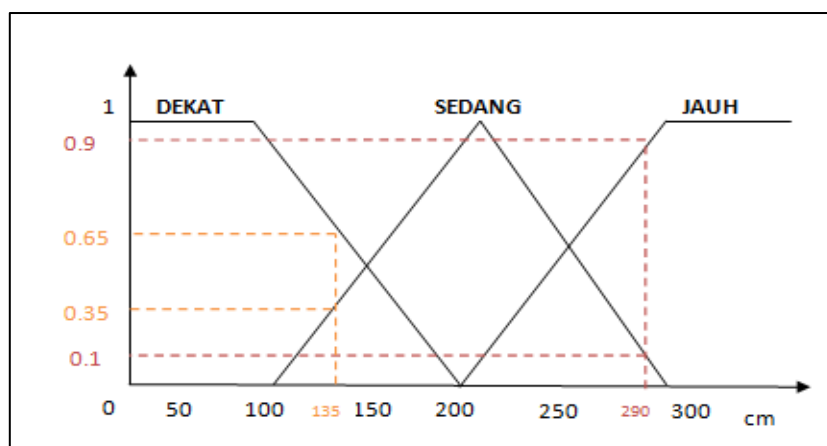
Maka selanjutnya diberikan contoh kasus 2. Misal nilai jarak terhadap objek yang dihasilkan oleh sensor kiri sebesar 135 cm. Dengan fungsi ini maka *crisp input* 135 cm dikonversi ke nilai *fuzzy* dengan cara :

dimana : $a = 100$ cm, $b = 200$ cm dan $c = 100$ cm, $d = 200$ cm

Nilai tersebut dimasukkan ke dalam fungsi keanggotaan *fuzzy* pada tiap-tiap himpunan antara lain :

- Himpunan *fuzzy* dekat, $\mu_{\text{Dekat}}[135] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{135-100}{200-100} = \frac{35}{100} = 0.35$
- Himpunan *fuzzy* sedang, $\mu_{\text{Sedang}}[135] = \frac{d-x}{d-c} = \frac{200-135}{200-100} = \frac{65}{100} = 0.65$
- Himpunan *fuzzy* jauh, $\mu_{\text{Jauh}}[135] = 0$

Dengan didapatkannya nilai derajat keanggotaan setiap himpunan maka dapat grafik fungsi keanggotaan masukan pada contoh kasus diatas pada gambar 4.2 dibawah ini



Gambar 4.2 Fungsi Keanggotaan Masukan Contoh Kasus

3. Evaluasi Aturan (*Rule Evaluation*)

Aturan *fuzzy* pada sistem peringatan jarak aman sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Aturan *Fuzzy (Rule Evaluation)*

No.	Sensor Depan	Sensor Belakang	Output Buzzer & LED
1.	Dekat (D)	Dekat (D)	Panjang & Merah (PM)
2.	Dekat (D)	Sedang (S)	Panjang & Merah (PM)
3.	Dekat (D)	Jauh (J)	Panjang & Merah (PM)
4.	Sedang (S)	Dekat (D)	Panjang & Merah (PM)
5.	Sedang (S)	Sedang (S)	Pendek & Kuning (PK)
6.	Sedang (S)	Jauh (J)	Pendek & Kuning (PK)
7.	Jauh (J)	Dekat (D)	Panjang & Merah (PM)
8.	Jauh (J)	Sedang (S)	Pendek & Kuning (PK)
9.	Jauh (J)	Jauh (J)	Mati & Hijau (MH)

Maka aturan *fuzzy (Rule Evaluation)* yang didapat pada tabel 4.1 diatas sebanyak 9 aturan *fuzzy* yaitu:

[Aturan ke-1] *If (Sensor Depan is Dekat) and (Sensor Belakang is Dekat) then (keluaran buzzer panjang) and (LED merah)*

[Aturan ke-2] *If (Sensor Depan is Dekat) and (Sensor Belakang is Sedang) then (keluaran buzzer panjang) and (LED merah)*

[Aturan ke-3] *If (Sensor Depan is Dekat) and (Sensor Belakang is Jauh) then (keluaran buzzer panjang) and (LED merah)*

[Aturan ke-4] *If (Sensor Depan is Sedang) and (Sensor Belakang is Dekat) then (keluaran buzzer panjang) and (LED merah)*

[Aturan ke-5] *If (Sensor Depan is Sedang) and (Sensor Belakang is Sedang) then (keluaran buzzer pendek) and (LED kuning)*

[Aturan ke-6] *If (Sensor Depan is Sedang) and (Sensor Belakang is Jauh) then (keluaran buzzer pendek) and (LED kuning)*

[Aturan ke-7] *If* (Sensor Depan *is* Jauh) *and* (Sensor Belakang *is* Dekat) *then* (keluaran *buzzer* panjang) *and* (LED merah)

[Aturan ke-8] *If* (Sensor Depan *is* Jauh) *and* (Sensor Belakang *is* Sedang) *then* (keluaran *buzzer* panjang) *and* (LED merah)

[Aturan ke-9] *If* (Sensor Depan *is* Jauh) *and* (Sensor Belakang *is* Jauh) *then* (keluaran *buzzer* mati) *and* (LED hijau)

Keterangan :

MH : *Buzzer* (Mati), LED (Hijau), LCD (Aman)

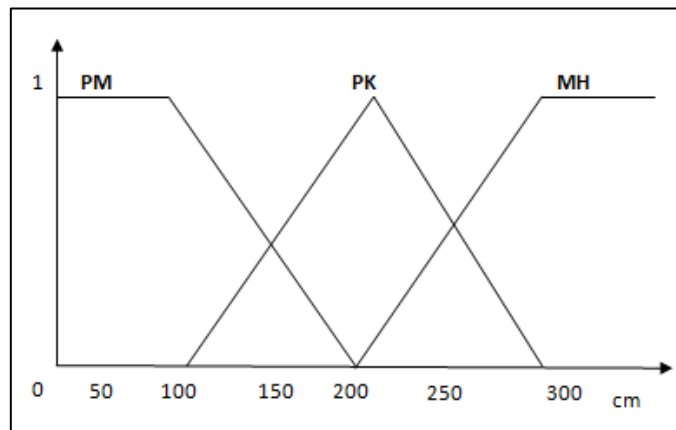
PK : *Buzzer* (Pendek), LED (Kuning), LCD (Hati-hati)

PM : *Buzzer* (Panjang), LED (Merah), LCD (Bahaya)

Kembali pada contoh kasus yang diberikan, operator yang digunakan adalah AND berdasarkan nilai masukan (*antecedent*) terdapat satu aturan yang berkaitan dengan nilai masukan yaitu aturan ke-8. Berikut contoh perhitungan pada aturan ke-8 :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Predikat}} &= \min \mu_{\text{Jauh}}[290], \mu_{\text{Sedang}}[135] \\ &= \min (0.9, 0.65) \\ &= 0.65\end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai derajat keanggotaan dari nilai masukan (*antecedent*), kemudian dilakukan implikasi untuk mendapatkan nilai keluaran (*consequent*). Untuk mendapatkan nilai keluaran, terlebih dahulu ditentukan fungsi himpunan keanggotaan dari setiap fungsi keanggotaan keluaran. Fungsi keanggotaan untuk keluaran *buzzer* dan LED terdiri dari tiga fungsi, yaitu panjang & merah (PM), pendek & kuning (PK), mati & hijau (MH). Fungsi keanggotaan keluaran *buzzer* dan LED dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini



Gambar 4.3 Fungsi Keanggotaan Keluaran *Buzzer* dan LED

Untuk fungsi keanggotaan masukan dari sensor ultrasonik diatas menggunakan dua fungsi keanggotaan yaitu representasi kurva segitiga dan representasi kurva trapesium sebagai berikut.

$$\mu_{PM} = \begin{cases} 1 & ; & x \leq 100 \\ \frac{200-x}{200-100} & ; & 100 \leq x \leq 200 \\ 0 & ; & x \geq 200 \end{cases}$$

$$\mu_{PK} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 100 \\ \frac{x-100}{200-100} & ; & 100 \leq x \leq 200 \\ \frac{300-x}{300-200} & ; & 200 \leq x \leq 300 \end{cases}$$

$$\mu_{MK} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 200 \\ \frac{x-200}{200-100} & ; & 200 \leq x \leq 300 \\ 1 & ; & 200 \leq x \leq 300 \end{cases}$$

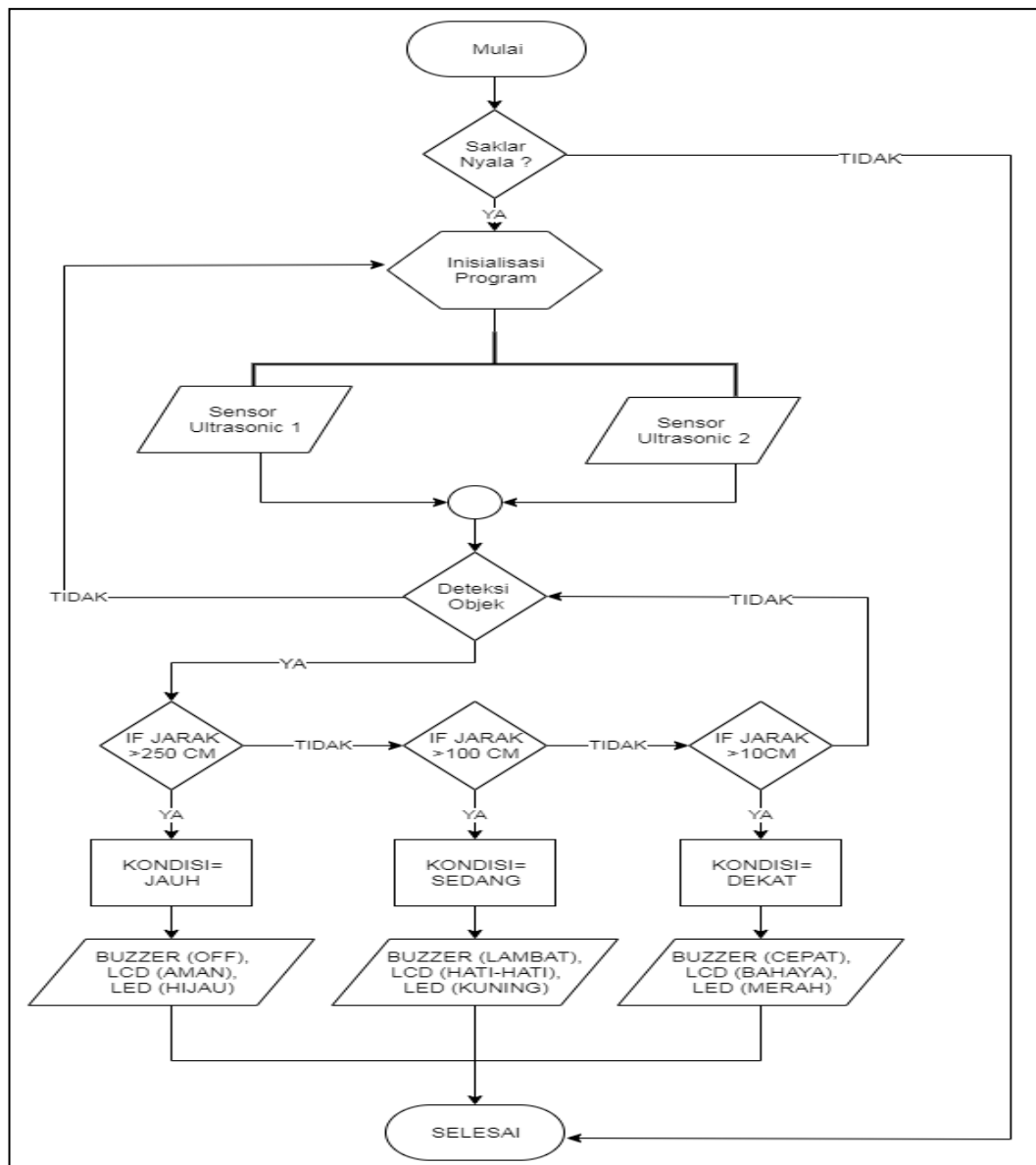
4.1.3 Hasil Analisis Data

Setelah menganalisis data diatas, maka didapatkan hasil analisis data yang meliputi baik tidaknya sensor sebagai masukan, serta faktor-faktor apa saja yang dapat memengaruhinya. Selain itu, analisis dari rangkaian *hardware* pada setiap komponen yang rentan terhadap air yang menyebabkan dapat mengurangi kinerja dari rangkaian komponen pengendali sistem.

4.1.4 Perancangan

1. Flowchart

Pada tahapan ini, maka dilakukan penjelasan alur program kerja sistem yang dibuat dalam bentuk *flowchart* (diagram alir) yang bertujuan untuk menggambarkan urutan dan hubungan proses dalam suatu program. Berikut *flowchart* program yang dibuat untuk sistem peringatan jarak aman yang ditunjukkan pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Diagram Alir Cara Kerja Alat

2. Perancangan Alat

Pada perancangan alat sistem peringatan jarak aman sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler ini, menggunakan komponen-komponen *hardware* yang terdiri dari arduino uno, sensor ultrasonik, *buzzer*, LCD, I²C, LED, kabel *jumper*, dan *switch*.

Perancangan *hardware* pada sistem *fuzzy* dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu Bagian A sebagai rangkaian *input*, Bagian B sebagai rangkaian pengendali sistem, dan Bagian C sebagai rangkaian *output*. Bentuk fisik dari rangkaian sistem peringatan jarak aman yang telah selesai dirancang ditunjukkan oleh Gambar 4.5



Gambar 4.5 Bentuk Fisik Rangkaian Perangkat Keras

Bagian A terdiri atas dua buah sensor ultrasonik, yang digunakan untuk mendeteksi objek pada jarak 0 cm sampai dengan 300 cm. Bagian B terdapat komponen Mikrokontroler ATmega328 yang berfungsi sebagai pengolah keseluruhan data *input* analog pada sensor ultrasonik untuk mendapatkan nilai jarak objek terhadap sensor. Data yang diperoleh sebagai masukan *fuzzy* kemudian diolah oleh mikrokontroler, sehingga dihasilkan keluran *fuzzy*. Bagian C adalah rangkaian LCD, LED dan *Buzzer*, yang berfungsi untuk peringatan berupa menampilkan jarak, memberikan peringatan visual berupa tampilan warna

lampu, dan menimbulkan sumber suara sesuai dengan ketentuan jarak yang telah ditetapkan.

3. Perancangan Sistem

Sistem *fuzzy* ke dalam mikrokontroler ATmega328 dengan kompilator Arduino IDE dalam bahasa pemrograman C. Alur pemrograman ini terdiri atas desain program C, proses *compile*, *upload* program, dan tes. Pada kompilator Arduino IDE perlu dilakukan konfigurasi awal pemrograman seperti penentuan *chip* sesuai kebutuhan sistem dan *port-port* berdasarkan fungsinya, sebagai *input* atau *output*. Setelah dilakukan konfigurasi, kemudian program ditulis menggunakan bahasa C, setelah itu di-*upload* pada mikrokontroler setelah dilakukan proses *compile* untuk mengetahui apakah ada *error* atau tidak. Jika tidak ada *error* maka program siap ditanamkan pada mikrokontroler.

4.2 Hasil

Beberapa tahapan yang akan dibahas mengenai hasil yang didapat pada penelitian ini yaitu pengujian alat dan penerapan sebagai berikut.

4.2.1 Pengujian Alat

Pada tahap pengujian ini dilakukan dengan memasukkan data jarak pada sensor dan pengukuran data secara manual sehingga didapatkan nya hasil perbandingan. Pengambilan data pada alat pengukur jarak aman pada sepeda motor ini menggunakan sensor ultrasonik srf-05 berbasis mikrokontroler. Kemudian dilakukan perulangan dengan kombinasi data yang berbeda dan dilakukan pengujian sebanyak 10 kali. Pemilihan data dilihat pada jarak dekat, sedang, dan jauh terhadap objek yang berada didepan dan belakang. Hasil perbandingan dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini

Tabel 4.3 Hasil perbandingan alat dengan sensor dan secara manual

No.	Sensor	Manual	Selisih	Kesalahan (%)
1.	10	13	3	30
2.	28	30	2	7.14
3.	50	54	4	7.40
4.	104	107	3	2.88
5.	112	115	3	2.67
6.	115	118	3	2.60
7.	150	153	2	1.33
8.	205	206	1	0.48
9.	240	242	2	0.83
10.	300	303	3	1
Rata-rata				5.633

Rumus yang digunakan :

$$\text{Presentase kesalahan} = \frac{\text{jarak manual} - \text{jarak sensor}}{\text{jarak sensor}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase rata-rata} = \frac{\text{jumlah kesalahan}}{\text{banyak pengujian}} \times 100\%$$

Tabel 4.3 adalah hasil perbandingan antara sensor ultrasonik dengan alat pengukur meteran untuk mendapatkan nilai kesalahan dari sensor yang telah dibuat. Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata presentase selisih sensor ultrasonik tersebut sebesar 5.633% dan tingkah ketepatan (akurasi) pada rangkaian sensor ultrasonik dihitung melalui persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Ketepatan (akurasi)} &= 100\% - \text{presentase rata-rata} \\ &= 100\% - 5.633\% \\ &= 94.367\% \end{aligned}$$

4.2.2 Penerapan

Penerapan sistem peringatan jarak aman sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler ini akan dibuat dengan sebuah *prototype*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penelitian berhasil mengimplementasikan logika *fuzzy* dalam sistem peringatan jarak aman sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler. Beberapa hal yang dapat disimpulkan antara lain:

1. Pada pengukuran sensor ultrasonik sasaran terbaik untuk digunakan adalah permukaan material yang besar dan penempatan harus selalu tegak lurus terhadap sensor.
2. Penggunaan metode *fuzzy logic* didapatkannya angka jarak yang lebih sesuai dengan keputusan-keputusan yang ditentukan.
3. Hasil pengukuran sering kurang presisi disebabkan adanya tunda waktu pada sensor ultrasonik, sehingga hasil kurang akurat.
4. Nilai rata-rata presentase selisih sensor ultrasonik tersebut sebesar 5.633% dan tingkah ketepatan (akurasi) pada rangkaian sensor ultrasonik 94.367 % dengan menggunakan kertas sebagai penghalang.

5.2 Saran

Jika pembaca ingin mengembangkan atau lebih menyempurnakan dari hasil penelitian ini, maka penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya maka sebaiknya menggunakan sensor yang jangkauan jaraknya lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F., Nugroho, D. D., & Irawan, A. (2015). Rancang Bangun Alat Pembelajaran Microcontroller Berbasis Atmega 328 Di Universitas Serang Raya. *Jurnal PROSISKO, Vol. 2 No.(1)*, 10–18.
- Anastasia, T. U., Mufti, A., & Rahman, A. (2017). Rancang Bangun Sistem Parkir Otomatis dan Informatif Berbasis Mikrokontroler ATmega2560. *Karya Ilmiah Teknik Elektro, Vol. 2(No 1)*, 29–34.
- Bela Persada, A. A., Ningsih, Y., & Gunawan, H. (2019). Perancangan Sistem Elektrikal Pada Alat Pengisian Minyak Rem Otomatis Mobil. *Elemen : Jurnal Teknik Mesin, Vol. 6(No 1)*, 35.
- Dewi, Sri Kusuma. 2016. Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM). Yogyakarta : Graha Ilmu
- Dr.Wahidmurni. (2017). *PEMBUATAN SISTEM INDIKATOR PARKIR BERBASIS ARDUINO-UNO R3 PADA MOBIL BARANG'13*. 1–14.
- Efrianto, E., Ridwan, R., & Fahruzi, I. (2016). Sistem Pengaman Motor Menggunakan Smartcard Politeknik Negeri Batam Electrical Engineering study Program. *Integrasi, Vol. 8(No 1)*, 1–5.
- Firdaus, N. (2019). *Buku Ajar (MIKROKONTROLER DAN INTERACE)*. 12.
- Irwansyah, Edy dan Muhammad Faisal. 2016. Advanced Clustering Teori dan Aplikasi. Deepublish: Yogyakarta Kadir, Abdul. 2017. Pemrograman Arduino & Processing. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- Joko, M. D. F. (2019). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Penuaan (Aging) Dan Kualitas Minyak Transformator Di Pt. Wismatata Eltra Perkasa. *Jurnal Teknik Elektro, Vol. 08(No.515-522)*.
- Kadir, Abdul. 2017. Pemrograman Arduino & Processing. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- Kusumawati, Ririen. 2007. Artificial Intelligence (Menyamai Kecerdasan Buatan Ilahi?). Malang: UIN-Malang Press
- Mardiati, R., Ashadi, F., & Sugihara, G. F. (2016). Rancang Bangun Prototipe

- Sistem Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32. *TELKA - Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi Dan Kontrol*, Vol. 2(No 1), 53–61.
- Mulyani, A. (2018). Perancangan Sensor Jarak Aman Kendaraan Bermotor Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Algoritma*, Vol. 15(No 1), 22–28.
- Rianto, H. (2010). *Pengaman Parkir Mobil Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler*. No 2.
- Satriady, A., Alamsyah, W., Saad, A. H. I., & Hidayat, S. (2016). Pengaruh Luas Elektroda Terhadap Karakteristik Baterai LiFePO 4. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, Vol. 06(No 02), 43–48.
- Siswanto, M. M. (2013). Metode Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa. *Jurnal Media Infotama*, Vol. 9(No 1), 140–165.
- Sriani, & Purwaningtyas, F. (2018). Sistem Water Level Control Untuk Budidaya Ikan Gurame Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, Vol. 03(No. 1), 48–57.
- Syaftari, Firmansyah. 2015. *Proyek Robotik Keren dengan Arduino*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- Syahwil, Muhammad. 2013. *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: Andi Offset
- Wiharto dan Yuliananda. (2016). Penerapan Sensor Ultrasonik Pada Sistem Pengisian Zat Cair Dalam Tabung Silinder Berbasis Mikrokontroller ATmega 16. *JHP17 Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya*, Vol. 01(No 02), 159–168.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1

Listing Program Menggunakan Arduino Ide

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
#include <Wire.h>

#define echosensor1 12 // SENSOR1
#define trigsensor1 13
#define echosensor2 10 // SENSOR2
#define trigsensor2 11

long durationsensor1, distancesensor1, durationsensor2,
distancesensor2;

void setup() {
    // initialize the LED pin as an output:
    Serial.begin (9600);
    lcd.begin();
    pinMode(6,OUTPUT);//hijau
    pinMode(7,OUTPUT);//kuning
    pinMode(8,OUTPUT);//merah
    pinMode(9,OUTPUT);//buzzer
```

```
pinMode(trigsensor1, OUTPUT);
pinMode(echosensor1, INPUT);
pinMode(trigsensor2, OUTPUT);
pinMode(echosensor2, INPUT);

}

void loop() {

    digitalWrite(trigsensor1, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigsensor1, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigsensor1, LOW);
    durationsensor1 = pulseIn(echosensor1, HIGH);
    distancesensor1 = durationsensor1/58;
    Serial.print("Sensor1 : ");
    Serial.println(distancesensor1);
    digitalWrite(trigsensor2, LOW);
        delayMicroseconds(2);
        digitalWrite(trigsensor2, HIGH);
        delayMicroseconds(10);
        digitalWrite(trigsensor2, LOW);
        durationsensor2 = pulseIn(echosensor2, HIGH);
```

```
    distancesensor2 = durationsensor2/58;

    Serial.print("Sensor2 : ");

    Serial.println(distancesensor2);

    delay(100);

lcd.setCursor(7, 0);
lcd.print("S2:");
lcd.setCursor(10, 0);
lcd.print(distancesensor1);
lcd.print("...");

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("S1:");
lcd.setCursor(3, 0);
lcd.print(distancesensor2);
lcd.print(".");

//DEKAT & DEKAT
if (distancesensor1 <= 100 && distancesensor2 <= 100) {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("BAHAYA          ");
    Serial.println("BAHAYA");
}
```

```
digitalWrite(6, LOW); //hijau
digitalWrite(7, LOW); //kuning
digitalWrite(8, HIGH); //merah
digitalWrite(9, HIGH); //buzzer
}

//DEKAT & SEDANG

else if (distancesensor1 <= 100 && distancesensor2 <= 200){
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("BAHAYA          ");
  Serial.println("BAHAYA");

  digitalWrite(6, LOW); // hijau
  digitalWrite(7, LOW); //kuning
  digitalWrite(8, HIGH); // merah
  digitalWrite(9, HIGH); //buzzer
}

//DEKAT & JAUH

else if (distancesensor1 <= 100 && distancesensor2 >= 201){
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("BAHAYA          ");
  Serial.println("BAHAYA");
```

```
digitalWrite(6, LOW); // hijau
digitalWrite(7, LOW); // kuning
digitalWrite(8, HIGH); // merah
digitalWrite(9, HIGH); // buzzer
}

//SEDANG & DEKAT
else if (distancesensor1 <= 200 && distancesensor2 <= 100){
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("BAHAYA          ");
  Serial.println("BAHAYA");

  digitalWrite(6, LOW); // hijau
  digitalWrite(7, LOW); // kuning
  digitalWrite(8, HIGH); // merah
  digitalWrite(9, HIGH); // buzzer
}

//SEDANG & SEDANG
else if (distancesensor1 <= 200 && distancesensor2 <= 200) {
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("HATI-HATI          ");
  Serial.println("HATI-HATI");
```

```

digitalWrite(6, LOW); //hijau
digitalWrite(7, HIGH); //kuning
digitalWrite(8, LOW); //merah
digitalWrite(9, HIGH); delay(50); digitalWrite(9,
LOW); delay(10); //buzzer
}

//SEDANG & JAUH
else if (distancesensor1 <= 200 && distancesensor2 >= 201) {
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("HATI-HATI          ");
Serial.println("HATI-HATI");

digitalWrite(6, LOW); //hijau
digitalWrite(7, HIGH); //kuning
digitalWrite(8, LOW); //merah
digitalWrite(9, HIGH); delay(50); digitalWrite(9, LOW); delay(10); //b
uzzer
}

//JAUH & DEKAT
else if (distancesensor1 >= 201 && distancesensor2 <= 100) {
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("BAHAYA          ");
Serial.println("BAHAYA");
}

```



```
digitalWrite(6, LOW); // hijau
digitalWrite(7, LOW); // kuning
digitalWrite(8, HIGH); // merah
digitalWrite(9, HIGH); // buzzer
}

// JAUH & SEDANG
else if (distancesensor1 >= 201 && distancesensor2 <= 200) {
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("HATI-HATI      ");
  Serial.println("HATI-HATI");

  digitalWrite(6, LOW);
  digitalWrite(7, HIGH);
  digitalWrite(8, LOW);
  digitalWrite(9, HIGH); delay(50); digitalWrite(9, LOW); delay(10);
}
```

```
//JAUH & JAUH

else if (distancesensor1 >= 201 && distancesensor2 >= 201){

  lcd.setCursor(0, 1);

  lcd.print("AMAN          ");

  Serial.println("AMAN");

  digitalWrite(6, HIGH); //hijau
  digitalWrite(7, LOW); //kuning
  digitalWrite(8, LOW); //merah
  digitalWrite(9, LOW); //buzzer
}
```

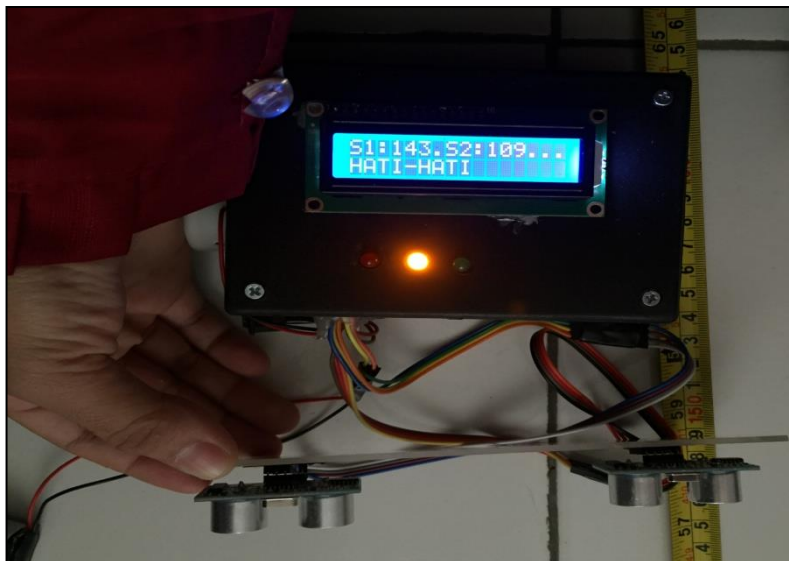
Lampiran 2

Dokumentasi Bentuk Fisik Alat Dalam Beberapa Kondisi Yang Ditentukan

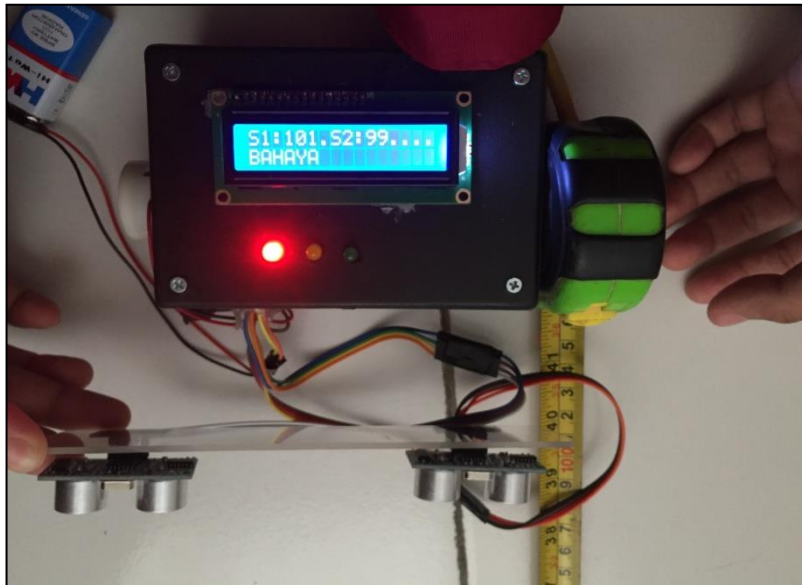
1. Bentuk alat dalam kondisi “AMAN”



2. Bentuk alat dalam kondisi “HATI-HATI”



3. Bentuk alat dalam kondisi “BAHAYA”



Lampiran 3

DAFTAR RIWAYAT HIDUP
(*CURRICULUME VITAE*)



Nama : Maya Juliana Ritonga
Nim : 71153013
Tempat/Tanggal Lahir : Pernantian/05 November 1996
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Pernantian
 Kel/Desa : Binanga Dua
 Kecamatan : Silangkitang
Agama : Islam
Status Nikah : Belum Menikah
No. HP : 0813-6047-8687
Nama Orang Tua
 Ayah : Maimun Ritonga
 Ibu : Enni Milawati Dalimunthe

PENDIDIKAN FORMAL
2003-2009 : MIN PERNANTIAN
2009-2012 : MTSN RANTAU PRAPAT
2012-2015 : SMAN3 RANTAU PRAPAT
2015-2019 : UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA
 UTARA