

**ALAT PEMANDU JALAN UNTUK PENYANDANG
TUNANETRA MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY* BERBASIS
MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

SITI SARAH HARAHAP

71154050



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

**ALAT PEMANDU JALAN UNTUK PENYANDANG
TUNANETRA MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY* BERBASIS
MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Komputer

SITI SARAH HARAHAP

71154050



**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 mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Siti Sarah Harahap
Nomor Induk Mahasiswa	: 71154050
Program Studi	: Ilmu Komputer
Judul	: Alat Pemandu Jalan Untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan Logiga Fuzzy Berdasarkan Mikrokontroller

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

Medan, 11 November 2019 M
14 Rabiul Awal 1441 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,

Pembimbing Skripsi II,

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

Rakhmat Kurniawan R, S.T., M.Kom.
NIP. 198503162015031003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	: Siti Sarah Harahap
Nomor Induk Mahasiswa	: 71154050
Program Studi	: Ilmu Komputer
Judul	: Alat Pemandu Jalan Untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan Fuzzy Berbasis Mikrokontroller

menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian 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, 11 November 2019

Siti Sarah Harahap
NIM. 71154050



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235

Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683

Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor : 013/ST.V/PP.01.1/01/2020

Judul : Alat Pemandu Jalan Untuk Penyandang
Tunanetra Menggunakan Fuzzy Berbasis
Mikrokontroller
Nama : Siti Sarah Harahap
Nomor Induk Mahasiswa : 71154050
Program Studi : Ilmu Komputer
Fakultas : Sains dan Teknologi

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

Pada hari/tanggal : Senin, 11 November 2019
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan
Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah
Ketua,

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

Dewan Penguji,

Penguji I,

Penguji II,

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

Rakhmat Kurniawan R, S.T, M.Kom.
NIP. 198503162015031003

Penguji III,

Penguji IV,

Sriani, M.Kom.
NIB. 1100000108

Heri Santoso, M.Kom.
NIB. 1100000114

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan

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

ABSTRAK

Kebutaan merupakan salah satu bentuk keterbatasan fisik yang dialami oleh manusia. Sehingga di perlukan alat yang dapat membantu mereka untuk melakukan aktivitas sehari-hari terutama pada saat berjalan. Alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra berbasis mikrokontroller adalah salah satu solusi untuk membantu penyandang tunanetra dalam melakukan aktivitas berjalan. Mikrokontroller digunakan untuk mengontrol sensor ultrasonik HCSR05 dengan output berupa bunyi *buzzer* dan getar motor dc. Alat ini di buat menggunakan metode logika *fuzzy*. Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam ruang output. Sistem fuzzy merupakan penduga numerik yang terstruktur dan dinamis. Sistem ini mempunyai kemampuan untuk mengembangkan sistem intelijen dalam lingkungan yang tak pasti. Sistem ini menduga suatu fungsi dengan logika fuzzy. Logika *fuzzy* digunakan sebagai sistem kontrol, karena proses kendali ini relatif mudah dan fleksibel di rancang dengan tidak melibatkan model matematis yang rumit dari sistem yang akan di kendalikan. Berdasarkan hasil penelitian alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra dengan logika *fuzzy* berbasis mikrokontroller memiliki nilai presisi (*repeatability*) sensor 1 secara keseluruhan sebesar 99.02%, sedangkan pada sensor 2 presisi (*repeatability*) sebesar 97.97%. Untuk tingkat keberhasilan dalam mendeteksi adanya objek pada sensor 1 sebesar 96.82% sedangkan tingkat keberhasilan sensor 2 sebesar 97.97%.

Kata Kunci : Alat Bantu Tunanetra, Mikrokontroller, Logika Fuzzy.

ABSTRACT

Blindness is a form of physical limitation experienced by humans. So it needs a tool that can help them to do their daily activities, especially when walking. A road guide tool for the visually impaired based on a microcontroller is one solution to help the blind in carrying out walking activities. Microcontroller is used to control the HCSR05 ultrasonic sensor with output in the form of buzzer sound and vibration of a dc motor. This tool is using the fuzzy logic method. Fuzzy logic is an appropriate way to map an input space into an output space. Fuzzy system is a structured and dynamic numerical estimator. This system has the ability to develop intelligence systems in an uncertain environment. This system suspects a function with fuzzy logic. Fuzzy logic is used as a control system, because this control process is relatively easy and flexible to be designed without involving complex mathematical models of the system to be controlled. Based on the result of research on road guidance tools for the visually impaired fuzzy logic microcontroller- based sensor has a value of precision (repeatability) sensor overall as much as 99.02%, while sensor 2 is precision (repeatability) of 97.97%. The success rate in detecting the presence of objects on sensor 1 of 96.82% while the success rate of sensor 2 of 97.97%.

Keywords : visual aids, microcontroller, fuzzy logic.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Alat Pemandu jalan untuk penyandang Tunanetra Menggunakan Logika *Fuzzy* 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. Bapak Prof. Dr. Saidurrahman, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Bapak H.M Jamil, M.A, selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negari 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, serta dosen-dosen dan staff administrasi yang telah membantu selama proses perkuliahan.
4. Dr. Mhd. Furqan, S.Si, M.Comp.Sc dan Rakhmat Kurniawan R, S.T, M.Kom selaku Pembimbing Skripsi yang telah memberikan motivasi dan bimbingan selama proses penyelesaian skripsi.
5. Bapak Abdul Halim Hasugian, M.Kom selaku dosen Penasehat Akademik yang membimbing penulis sejak sah statusnya sebagai mahasiswa ilmu komputer. Semoga senantiasa dimudahkan segala urusannya.
6. Rakhmat Kurniawan R, S.T, M.Kom selaku Kepala Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan yang telah memfasilitasi penelitian dalam rangka penyelesaian skripsi.

7. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Jangga Harahap dan Ibunda Rosmala Dewi Hasibuan tercinta yang tiada hentinya mendoakan di setiap sujud sholatnya, mengingatkan di sepanjang waktunya dan memberi motivasi bagi penulis.
8. Adik-adik penulis Asbullah Harahap, Muhammad Irwandi Harahap dan Rizki Salsabilah Harahap yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
9. Seluruh dosen dan pegawai Program Studi Ilmu Komputer maupun diluar ilmu komputer yang telah memberikan ilmunya kepada penulis, menyediakan banyak waktu dan mencurahkan pemikiran akademik yang sangat berharga bagi penulis.
10. Bapak Heri Santoso., M.Kom dan Ibu Sriani, M.Kom selaku dosen penguji saya yang memberikan masukan dan arahan sampai dengan selesai, semoga mendapat balasan kebaikan dari Allah SWT.
11. Kepada teman seperjuangan Maya, Juraidah, Salmah, Fitratul, Ridzki, Toni, Tio, Sobri, lili, Darsih, Fauzi, Indri, yang memberikan motivasi, ide dan saran dalam penyelesaian skripsi ini. Sukses untuk kita semua.
12. Teman-teman seperjuangan angkatan 2015 yang sama-sama sedang berjuang untuk menyelesaikan tugas akhir. Semoga kita selalu di rakhmati Allah SWT.
13. Kakak dan adik-adikku di Ilmu komputer semua angkatan sebagai tempat berbagi ilmu pengetahuan. Semoga kita semua diberikan kemudahan dalam mengerjakan segala sesuatu dan diberkahi Allah.
14. Serta semua pihak memberikan bantuan tulus dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak disebutkan 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, 11 November 2019

Penulis,

Siti Sarah Harahap

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tunanetra	4
2.1.1 Pengertian Tunanetra	4
2.2 Logika Fuzzy.....	5
2.2.1 Himpunan Fuzzy.....	7
2.2.2 Fungsi Keanggotaan.....	8
2.2.3 Fuzzifikasi	13
2.2.4 <i>Rule Evaluation</i>	13
2.3 Mikrokontroler	14
2.4.1 Mikrokontroler ATmega328	14
2.4 Sensor Ultrasonik	15
2.5.1 Sensor Ultrasonik HC-SRF05	16
2.5 Buzzer	17
2.6 Batrai.....	18

2.7 Motor DC Getar.....	19
2.8 Sensor Air (<i>Sensor Water</i>)	20
2.9 Arduino IDE.....	21
2.10 Karakteristik Alat Ukur.....	22
2.11 Tolong Menolong Dalam Perspektif Islam	23
2.12 Penelitian Terdahulu	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.1.1 Tempat Penelitian	25
3.1.2 Waktu dan Jadwal pelaksanaan Penelitian	25
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	25
3.2.1 Perangkat Keras	25
3.2.2 Perangkat Lunak	26
3.3 Cara Kerja	26
3.3.1 Perencanaan.....	26
3.3.2. Teknik Pengumpulan Data	27
3.3.3. Analisa Kebutuhan.....	28
3.3.4. Perancangan.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Pembahasan.....	32
4.1.1 Analisis Data	32
4.1.2 Representasi Data	33
4.1.3 Hasil Analisis Data	45
4.2 Hasil.....	51
4.2.1 Pengujian	51
4.2.2 Penerapan	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54

DAFTAR PUSTAKA..... 55

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
Gambar 2.1	Representasi Linier Naik.....	8
Gambar 2.2	Representasi Linear Turun	9
Gambar 2.3	Representasi Kurva Segitiga	10
Gambar 2.4	Representasi Kurva Trapesium.....	11
Gambar 2.5	Representasi Kurva Bentuk Bahu	12
Gambar 2.6	Mikrokontroler Atmega328.....	14
Gambar 2.7	Konfigurasi Pin Atmega328.....	14
Gambar 2.8	Sensor Ultrasonic HC-SR05.....	16
Gambar 2.9	Buzzer	17
Gambar 2.10	Baterai	17
Gambar 2.11	Motor DC Getar.....	18
Gambar 2.12	Sensor Air.....	19
Gambar 2.13	Tampilan Arduino IDE	20
Gambar 3.1	Blok Diagram Pembuatan Perangkat Keras	28
Gambar 3.2	<i>Sketch</i> Rangkaian Deteksi Jarak	29
Gambar 3.3	Rangkaian Alat	30
Gambar 3.4	Penggabungan Alat	30
Gambar 4.1	Fungsi Ke Anggotaan Alat Pemandu Jalan Untuk Tunanetra.....	33
Gambar 4.2	Himpunan Deteksi Air	35
Gambar 4.3	Contoh Himpunan Deteksi Air	36
Gambar 4.4	Himpunan Buzzer dan Motor Dc.....	37
Gambar 4.5	Contoh Fungsi Ke Anggotaan Alat Pemandu Jalan Untuk Tunanetra.....	38
Gambar 4.6	Rangkaian Alat	45
Gambar 4.7	<i>Flowchart</i> Rangkaian Kerja Perangkat Keras	47
Gambar 4.8	<i>Flowchart</i> Sistem Kerja Fuzzy Secara Keseluruhan	48
Gambar 4.9	<i>Flowchart</i> Sistem Secara Keseluruhan	48

Gambar 4.10 Pengujian Alat Pertama.....	51
Gambar 4.11 Pengujian Alat Kedua	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
Table 3.1	Perangkat Keras.....	24
Tabel 3.2	Perencanaan	26
Tabel 3.3	Data Pengujian Alat.....	27
Tabel 4.1	Himpunan Fuzzy	33
Tabel 4.2	Fuzzifikasi.....	35
Tabel 4.3	Rule Evaluation.....	39
Tabel 4.4	Keterangan Rule.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1.	Persiapan Alat dan Bahan
2.	Program Alat Pemandu Jalan
3.	Perhitungan Sensor 1
4.	Perhitungan Sensor 2
5.	Pengambilan Data Pengujian Keberhasilan
6.	Pengambilan Data Pengujian Keberhasilan
7.	Curriculum Vitae

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah SWT memerintahkan manusia untuk saling tolong menolong dalam kebaikan. Salah satu perintah tersebut terdapat pada Al-Qur'an (Al-Ma'idah : 2)

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ

Artinya : Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran. Dan bertakwalah kamu kepada Allah, sesungguhnya Allah amat berat siksa-Nya – (Q.S Al-Maidah: 2)

Mengutip pendapat Ibnu Katsir dalam tafsirnya menyebutkan bahwa Allah Ta'ala menyuruh hamba-hamba-Nya yang beriman supaya tolong-menolong dalam mengerjakan berbagai kebaikan, yaitu kebaikan dalam meninggalkan aneka kemungkaran, yaitu ketakwaan, serta melarang mereka tolong-menolong dalam melakukan kebatilan dan bekerjasama dalam berbuat dosa dan keharaman. Salah satu bentuk tolong-menolong dalam berbuat kebaikan ialah membantu sesama manusia yang mengalami keterbatasan fisik. Kebutaan merupakan salah satu bentuk keterbatasan fisik yang dialami oleh manusia.

Dewasa ini tunanetra menjadi perhatian khusus bagi kita manusia. Karena tidak mamapu melihat penyandang tunanetra sering kali memerlukan bantuan orang lain dalam melakukan aktivitasnya sehari-hari, terutama saat berjalan. Bagi seorang tunanetra, tentu akan kesulitan untuk berjalan jika dia tidak mengetahui arah mana saja yang harus di tempuh. Perlu satu alat bantu yang dapat membantu mereka untuk melakukan aktivitas sehari-hari terutama pada saat berjalan. Saat ini alat bantu yang sering di gunakan para penyandang tunanetra untuk berjalan

berupa tongkat sebagai penuntun mereka. Namun hanya dengan tongkat saja tidak cukup mampu membantu tunanetra untuk mendeteksi objek di sekitarnya. Diperlukan adanya sebuah alat yang mampu menjadi sebuah sensor untuk mempermudah memandu dan mendeteksi objek di sekitarnya.

Sistem fuzzy merupakan penduga numerik yang terstruktur dan dinamis. Sistem ini mempunyai kemampuan untuk mengembangkan sistem intelijen dalam lingkungan yang tak pasti. Teori himpunan fuzzy merupakan kerangka matematis yang digunakan untuk mempresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kekurangan informasi dan kebenaran parsial. Dengan menerapkan metode *fuzzy logic* kedalam alat bantu tunanetra untuk dapat dapat memberikan output *logic* terhadap objek-objek yang dideteksinya pada rentang jarak yang telah ditentukan. (Informatika & Komputer, n.d.)

Berdasarkan latar belakang yang telah penulis uraikan, maka dilakukan penelitian dengan judul "Alat Pemandu Jalan Untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan *Fuzzy* Berbasis Mikrokontroler". Pengujian kinerja dilakukan untuk mengetahui apakah alat ini berfungsi dengan baik. Apabila hasil pengujian menunjukkan nilai yang positif maka alat ini diharapkan mampu memberikan manfaat bagi penyandang tunanetra.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan penelitian dalam pembuatan alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan *fuzzy* berbasis mikrokontroler sebagai berikut :

1. Bagaimana rancang bangun alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan *fuzzy* berbasis mikrokontroler?
2. Bagaimana kinerja rancang bangun alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra berbasis mikrokontroler yang telah dibuat?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pembuatan alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan *fuzzy* berbasis mikrokontroler sebagai berikut:

1. Alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra digunakan hanya untuk membantu pada aktifitas berjalan, mendeteksi objek dan genangan air.
2. Pengujian alat pemandu jalan meliputi pengujian data presisi (*Repeatability*) dan persentase keberhasilan.
3. Output alat berupa bunyi *buzzer* dan getar.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan penelitian tersebut, maka tujuan penelitian yang sesuai adalah sebagai berikut:

1. Membuat alat bantu yang dapat di gunakan untuk mendeteksi halangan dan genangan air bagi penyandang tunanetra.
2. Menguji alat bantu yang dapat di gunakan untuk mendeteksi halangan dan genangan air bagi penyandang tunanetra berbasis Mikrokontroler.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan *fuzzy* berbasis mikrokontroler sebagai berikut:

1. Bagi akademisi dan peneliti, penelitian ini di jadikan sebagai tambahan informasi dan referensi, yang di harapkan mampu digunakan dengan sebaiknya untuk penelitian selanjutnya.
2. Bagi masyarakat umum, penelitian ini mampu memberikan informasi mengenai alat bantu mobilitas tunanetra yang lebih inovatif sehingga dapat menjadi alternatif pilihan alat bantu jalan bagi tunanetra.
3. Bagi pemerintah, penelitian ini dapat di jadikan rujukan informasi dan pertimbangan dalam merumuskan kebutuhan difabel di indonesia khususnya bagi penyandang tunanetra.
4. Bagi penyandang tunanetra khususnya, penelitian ini dijadikan sebagai suatu alat yang bisa berkontribusi dalam keseharian mereka.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tunanetra

2.1.1 Pengertian Tunanetra

1. Pengertian Tunanetra

Kata “tunanetra” dalam kamus besar Bahasa Indonesia berasal dari kata “*tuna*” yang artinya rusak atau cacat dan kata “*netra*” yang artinya adalah mata atau alat penglihatan. Kata tunanetra berarti rusak penglihatan (kebutaan). Terdapat 2 (dua) penyebab terjadinya kebutaan, kebutaan sejak lahir dan kebutaan karena kecelakaan atau peristiwa tertentu.

Secara umum para medis mendefinisikan tunanetra sebagai orang yang memiliki ketajaman sentral 20/200 feet atau ketajaman penglihatannya hanya pada jarak 6 meter atau kurang, walau sudah dibantu dengan kacamata, atau daerah penglihatannya sempit sehingga jarak sudutnya tidak lebih dari 20 derajat. Orang yang memiliki penglihatan normal dapat melihat secara jelas sampai dengan jarak 60 meter atau 200 kaki. Keterbatasan atau bahkan ketidakmampuan yang mereka miliki pada indera penglihatannya mengakibatkan penerimaan stimulus/informasi hanya dapat dilakukan melalui indera yang lain (selain mata). (Muthmainnah et al., 2015)

2. Klasifikasi Ketunanetraan

Pradopo (1977) mengklasifikasi ketunanetraan menjadi 2 yaitu:

- a. Terjadinya kecacatan, yakni sejak seseorang menderita tunanetra yang dapat digolongkan sebagai berikut :
 1. Penderita tunanetra setelah lahir atau pada usia kecil, yaitu mereka yang sudah memiliki kesan serta penglihatan visual, tetapi belum kuat dan mudah terlupakan
 2. Penderita tunanetra pada usia sekolah atau usia remaja, kesan-kesan pengalaman visual meninggalkan pengaruh yang mendalam terhadap proses perkembangan pribadi.

3. Penderita tunanetra pada usia dewasa, merupakan mereka yang dengan segala kesadaran masih mampu melakukan penyesuaianpenyesuaian diri
 4. Penderita tunanetra pada usia lanjut, yaitu mereka yang sebagian besar sudah sulit mengalami latihan-latihan diri.
- b. Berdasarkan kemampuan daya lihat
1. Penderita tunanetra ringan, yaitu mereka yang mempunyai kelainan atau kekurangan daya penglihatan.
 2. Penderita tunanetra setengah berat, yaitu mereka yang mengalami sebagian daya penglihatan.
 3. Penderita tunanetra berat, yaitu mereka yang sama sekali tidak dapat melihat atau yang sering disebut buta.

2.2 Logika Fuzzy

Logika Fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam ruang output. Untuk sistem yang sangat rumit, penggunaan logika fuzzy (*fuzzy logic*) adalah salah satu pemecahannya. Sistem tradisional dirancang untuk mengontrol keluaran tunggal yang berasal dari beberapa masukan yang tidak saling berhubungan. Karena ketidaktergantungan ini, penambahan masukan yang baru akan memperumit proses kontrol dan membutuhkan proses perhitungan kembali dari semua fungsi . Kebalikannya, penambahan masukan baru pada sistem fuzzy, yaitu sistem yang bekerja berdasarkan prinsip-prinsip logika fuzzy, hanya membutuhkan penambahan fungsi keanggotaan yang baru dan aturan-aturan yang berhubungandengannya.(Infotama et al., 2013)

Secara umum, sistem fuzzy sangat cocok untuk penalaran pendekatan terutama untuk sistem yang menangani masalah-masalah yang sulit didefinisikan dengan menggunakan model matematis Misalkan, nilai masukan dan parameter sebuah sistem bersifat kurang akurat atau kurang jelas,sehingga sulit mendefinisikan model matematikanya. Sistem fuzzy mempunyai beberapa keuntungan bila dibandingkan dengan sistem

tradisional, misalkan pada jumlah aturan yang dipergunakan. Pemrosesan awal sejumlah besar nilai menjadi sebuah nilai derajat keanggotaan pada sistem fuzzy mengurangi jumlah nilai menjadi sebuah nilai derajat keanggotaan pada sistem fuzzy mengurangi jumlah nilai yang harus dipergunakan pengontrol untuk membuat suatu keputusan. Keuntungan lainnya adalah sistem fuzzy mempunyai kemampuan penalaran yang mirip dengan kemampuan penalaran manusia. Hal ini disebabkan karena sistem fuzzy mempunyai kemampuan untuk memberikan respon berdasarkan informasi yang bersifat kualitatif, tidak akurat, dan ambigu. (Informatika & Komputer, n.d.)

Ada beberapa alasan penggunaan Logika Fuzzy :

1. Logika Fuzzy sangat fleksibel.
2. Logika Fuzzy memiliki toleransi.
3. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
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. (Sri Kusumadwi, 2002:3)

Sistem fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. L. A. Zadeh dari Berkeley pada tahun 1965. Sistem fuzzy merupakan penduga numerik yang terstruktur dan dinamis. Sistem ini mempunyai kemampuan untuk mengembangkan sistem intelligen dalam lingkungan yang tak pasti. Sistem

ini menduga suatu fungsi dengan logika fuzzy. (Informatika & Komputer, n.d.)

2.2.1 Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* adalah suatu himpunan yang sifatnya samar. Himpunan ini mengembangkan logika banyak nilai (many-valued logic) yang titik utamanya bukan hanya nilai benar atau salah, tetapi masih memiliki nilai ketiga yang bersifat netral. Di pihak lain, ada yang diekspresikan seperti pada nilai probabilitas yang memiliki nilai antara 0 dan 1.

Di dalam teori himpunan fuzzy, keanggotaan suatu elemen di dalam himpunan dinyatakan dengan derajat keanggotaan (membership values) yang nilainya terletak di dalam selang $[0,1]$. (Rachman et al., 2012)

Derajat keanggotaan ditentukan dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu_A: X \rightarrow [0,1] \quad (2.1)$$

- a. Jika $\mu_A(x) = 1$, maka x adalah anggota penuh dari himpunan A
- b. Jika $\mu_A(x) = 0$, maka x bukan anggota himpunan A
- c. Jika $\mu_A(x) = \mu$, dengan $0 < \mu < 1$, maka x adalah anggota himpunan A dengan derajat keanggotaan sebesar μ

Berikut istilah pada himpunan fuzzy:

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu kelompok (grup) yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: MUDA, PAROBAYA, TUA.
- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran suatu variabel seperti: 40, 25, 50, dan sebagainya.
- c. Variabel (keanggotaan) fuzzy, yaitu variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy.
- d. Semesta pembicaraan, yakni keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan.

- e. Domain, yakni keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan.

2.2.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing-masing variabel input yang berada dalam interval antara 0 dan 1. Derajat keanggotaan sebuah variabel x dilambangkan dengan simbol $\mu(x)$. Aturan-aturan (Rules) menggunakan nilai keanggotaan sebagai faktor bobot untuk menentukan pengaruhnya pada saat melakukan inferensi dalam menarik kesimpulan. (Rahakbauw, 2015)

1. Representasi linear

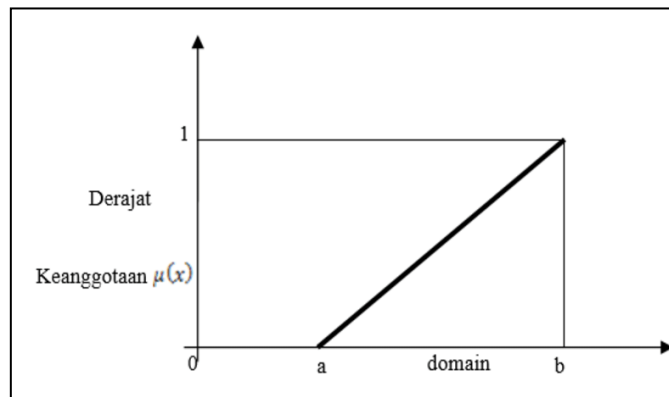
Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya di gambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini adalah yang paling sederhana dan yang paling baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

Ada dua keadaan himpunan fuzzy linear, yaitu linear naik dan linear turun.

a. Linear Naik

Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi yang disebut dengan representasi fungsi linear naik.

Representasi fungsi keanggotaan untuk linear naik adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Representasi Linier Naik

(Andri Sepriyawan, 2018)

Rumus Linier Naik

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

Keterangan:

a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

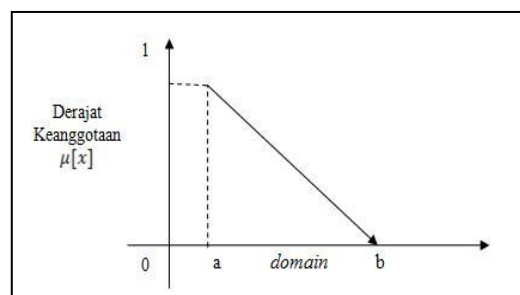
b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

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

b. Linear Turun

Fungsi Linear turun merupakan kebalikan dari fungsi linear naik. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.

Representasi fungsi keanggotaan untuk linear turun adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 Representasi Linear Turun

(Andri Sepriyawan, 2018)

Rumus Representasi Linear Turun

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} (b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.3)$$

Keterangan:

a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

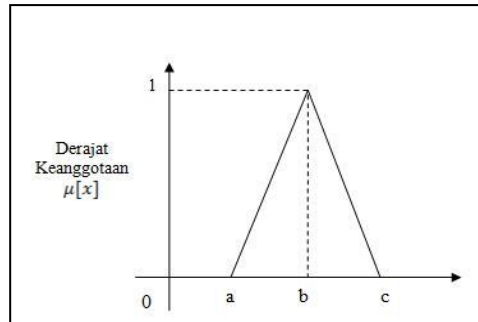
b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

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

b.Representasi Kurva Segitiga

Representasi Kurva Segitiga, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan dengan bentuk segitiga dimana pada dasarnya bentuk segitiga tersebut gabungan antara 2 garis (linear). Nilai-nilai di sekitar b memiliki derajat keanggotaan turun yang cukup tajam (menjauhi 1).

Representasi fungsi keanggotaan untuk kurva segitiga adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Representasi Kurva Segitiga

(Andri Sepriyawan, 2018)

Rumus Representasi Kurva Segitiga :

$$\mu[x.a.b.c] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.4)$$

Keterangan

a = nilai dominan terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

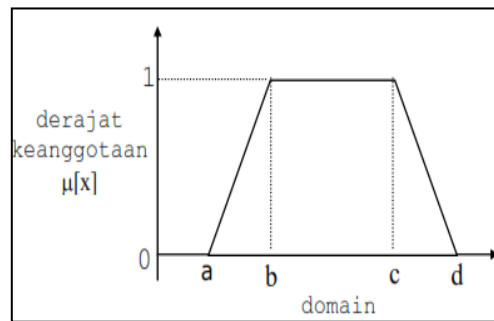
b = nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

c = nilai dominan terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

c. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya menyerupai bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.

Representasi fungsi keanggotaan untuk kurva trapesium adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 Representasi Kurva Trapesium
(Andri Sepriyawan, 2018)

Rumus Reprntasi Kurva Trapesium :

$$\mu[x, a, b, c, d] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c); & x \geq d \end{cases} \quad (2.5)$$

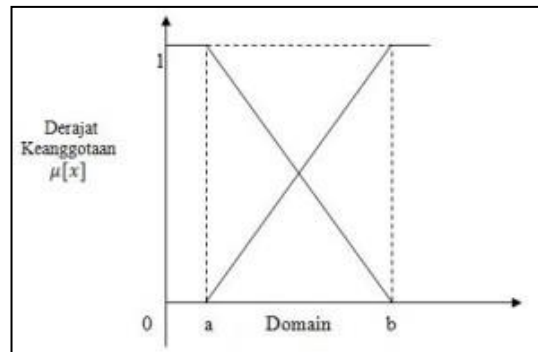
Keterangan :

- 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-

d. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik turun. Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. 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.

Representasi fungsi keanggotaan untuk kurva bahu adalah sebagai berikut :



Gambar 2.5 Representasi Kurva Bentuk Bahu

(Andri Sepriyawan, 2018)

Rumus Kurva Bentuk Bahu :

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq b \\ (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq a \\ 0; & x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1 & x \geq b \end{cases} \quad (2.6)$$

2.2.3 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi yaitu suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi fuzzy (variabel linguistik) yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan fuzzy dengan suatu fungsi keanggotaannya masing-masing. Setelah menentukan jumlah input dan output yang akan digunakan, langkah selanjutnya adalah dengan mengatur membership function atau fungsi keanggotaan. Terdapat 4 fungsi yang sering digunakan, yakni fungsi sigmoid, Fungsi phi, fungsi trapesium dan fungsi segitiga.

2.2.4 Rule Evaluation

Langkah berikutnya setelah fuzzifikasi 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*.

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah 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. (Purwaningtyas, 2018)

Mikrokontroler dapat dianalogikan dengan sebuah sistem komputer yang dikemas dalam satu chip. Artinya bahwa di dalam sebuah IC mikrokontroler sebetulnya sudah terdapat kebutuhan minimal agar mikroprosesor dapat bekerja, yaitu meliputi mikroprosesor, ROM, RAM, I/O, dan clock seperti halnya yang dimiliki oleh komputer PC. Mengatakan ada beberapa jenis mikrokontroler yang sering digunakan dalam aplikasi robotika. Salah satunya adalah jenis AVR (Alv and Vegard's Risc processor), yang terbagi atas 4 kelas, yaitu ATTiny, AT90Sxx, ATmega, dan AT86RFxx. Perbedaan antartipe AVR terletak pada fitur-fitur yang ditawarkan, sementara dari segi arsitektur dan set instruksi yang digunakan hampir sama. Dalam penelitian ini akan digunakan mikrokontroler jenis ATmega328.

2.4.1 Mikrokontroler ATmega328

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil ("special purpose computers") di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan parallel, Port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program (Handritoar, 2011).

ATmega328 adalah micro controller keluaran Atmel yang merupakan anggota dari keluarga AVR 8-bit. Mikro controller ini memiliki

kapasitas flash (program memory) sebesar 32 Kb (32.768 bytes), memori (static RAM) 2 Kb (2.048 bytes), dan EEPROM (non-volatile memory) sebesar 1024 bytes. Kecepatan maksimum yang dapat dicapai adalah 20 MHz.



Gambar 2.6 Mikrokontroler ATmega328

(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar 2.7 Konfigurasi Pin ATMega328

(Sriani, 2015)

Mikrokontroler ini diproduksi oleh atmel dari seri AVR. Untuk seri AVR ini banyak jenisnya, yaitu Atmega 328, Atmega 8535, Mega 8515, Mega 16, dan lain-lain. ATMega328 memiliki 28 Pin, yang masing-masing pinnya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port maupun fungsi yang lainnya.

2.4 Sensor Ultrasonik

Sebagai pengambil data diperlukan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik terdiri dari dua bagian, yaitu rangkaian pemancar gelombang ultrasonik (transmitter) dan rangkaian penerima gelombang ultrasonik (receiver). Gelombang ultrasonik adalah gelombang suara dengan frekuensi di atas 20kHz . Sensor ini menghasilkan gelombang suara yang kemudian menerima kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraannya. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang

dipancarkan dengan gelombang suara ditangkap kembali tersebut adalah berbanding lurus dengan jarak objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindera diantaranya adalah objek yang berbentuk padat. Gelombang ultrasonik dapat merambat pada medium gas, cairan, dan padatan. Pada temperatur udara 20°C kelajuan gelombang ultrasonik adalah 343m/s.(Tabung et al., 2016)

Ultrasonic adalah suara atau getaran yang memiliki frekuensi tinggi, lumba-lumba menggunakannya gelombang ini untuk komunikasi, kelelawar menggunakan gelombang ultrasonik untuk navigasi. Dalam hal ini, gelombang ultrasonik merupakan gelombang ultra (di atas) frekuensi gelombang suara (sonik).SRF05 merupakan sensor pengukur jarak yang menggunakan gelombang ultrasonik.Sensor ultrasonik memiliki dua transduser yaitu transmitter sebagai pemancar gelombang ultrasonik dan receiver sebagai penerima gelombang pantulan. Dimana prinsip kerja sensor Ultrasonik ini adalah Pemancar (transmitter) mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40Khz, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari obyek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan obyek, sehingga didapat jarak sensor dengan obyek yang bisa ditentukan dengan persamaan 2.10.

$$\text{Jarak} = \frac{\text{Kecepatan Suara} \times \text{Waktu Pantul}}{2} \quad (2.10)$$

2.5.1 Sensor Ultrasonik HC-SRF05

SRF05 adalah sensor non-kontak pengukur jarak menggunakan ultrasonic. secara sederhana prinsip kerja sensor SRF05 adalah mengubah energi listrik menjadi suara, kemudian setelah menerima gelombang, kemudian mengubah gelombang suara menjadi energi listrik yang dapat diukur dan ditampilkan.Dalam penggunaannya SRF05 ini terdapat 2 mode, yaitu:

a. Mode 1- SRF05 - Trigger dan Echo terpisah

Pada mode ini, untuk mengakses input dan output digunakan pin sensor utrasonik yang berbeda. Artinya satu pin akan berfungsi sebagai

transmitter dan satu pin sisanya berfungsi sebagai receiver. Jadi antara Triger dan Echo di bedakan.

b. Mode 2- SRF05 - Trigger dan echo dalam 1 pin

Pada mode ini menggunakan 1 pin untuk digunakan sebagai trigger dan echo. Untuk menggunakan mode ini, hubungkan pin mode pada 0V / ground. Sinyal echo dan sinyal trigger di dapat dari 1 pin saja dengan delay antara sinyal trigger dan sinyal echo kurang lebih 700 us.

Sensor Ultrasonik SRF05 dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Bekerja pada tegangan DC 5 volt
2. Beban arus sebesar 30 mA – 50 mA
3. Menghasilkan gelombang dengan frekuensi 40 KHz
4. Jangkauan jarak yang dapat dideteksi 3 cm – 400 cm
5. Membutuhkan trigger input minimal sebesar 10 uS
6. Dapat digunakan dalam dua pilihan mode yaitu input trigger dan output echo terpasang pada pin yang berbeda atau input trgger dan output echo terpasang dalam satu pin yang sama.



Gambar 2.8 Sensor Ultrasonic HC-SR05

2.5 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen yang memiliki fungsi mengubah arus listrik menjadi suara. Dan pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan speaker. Pengertian Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Buzzer ini biasa dipakai pada sistem alarm. Juga bisa digunakan sebagai indikasi suara. Buzzer adalah komponen elektronika yang tergolong transduser. Sederhananya buzzer mempunyai 2 buah kaki yaitu positive dan

negative. Untuk menggunakannya secara sederhana kita bisa memberi tegangan positive dan negative.(St & Fahruci, 2016)

Prinsip kerja buzzer sama seperti loud speaker. Buzzer dibangun dari kumparan yang dipasang pada diafragma, sehingga ketika dialiri arus listrik kumparan tersebut akan bersifat elektromagnet. Hal tersebut menyebabkan kumparan dan diafragma yang menjadi satu tersebut bergerak keluar atau ke dalam bergantung dari arah arus dan polaritas magnet. Gerakan tersebut menyebabkan udara bergetar, sehingga akan menghasilkan suara.



Gambar 2.9 Buzzer

2.6 Baterai



Gambar 2.10 Baterai

Baterai sebagai sumber arus listrik searah (DC) dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu baterai elemen kering dan elemen basah. Baterai dapat disebut juga dengan istilah accu atau accumulator yang berarti menghimpun. Baterai adalah suatu peralatan yang dapat menghasilkan energy listrik dengan melalui proses kimia. Baterai mempunyai 2 elektroda yaitu elektroda positif dan elektroda negatif. Suatu beban apabila terhubung dengan elektroda-elektroda baterai, maka akan

timbul reaksi elektro kimia dan terjadilah aliran arus listrik dari kutub positif menuju negatif.

Fungsi baterai adalah untuk memberikan sumber tenaga listrik yang cukup pada sebuah peralatan misalnya untuk menghidupkan mobil/motor (starter) serta melayani proses pada sistem pengapian hingga melayani penerangan lampu dan kebutuhan lainnya pada mobil atau motor. Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang. Semakin tinggi nilai arus discharge akan mengakibatkan kapasitas baterai semakin berkurang. Pengaruh arus discharge terhadap kapasitas baterai dapat ditentukan dengan kurva kapasitas. Kurva kapasitas baterai dibuat dengan cara mengukur kapasitas baterai dengan menerapkan arus discharge konstan tertentu. (Khwee & Hiendro, 2018)

2.7 Motor DC Getar

Motor arus searah (DC) adalah motor yang menggunakan sumber tegangan DC dan pada umumnya digunakan pada torsi yang relative kecil dan menggunakan magnet permanen. Motor DC adalah perangkat mesin pertama yang mengkonversi besaran listrik menjadi besaran mekanik. Pada dasarnya pada motor DC ini prinsip kerja yang digunakan adalah mengacu pada hukum kekekalan energi, yaitu: $\text{Proses energy listrik} = \text{Energi mekanik} + \text{Energi panas} + \text{Energi di dalam medan magnet.}$ (Selam & I, 2011)

Motor DC sering digunakan dalam rangkaian elektronika untuk menggerakkan roda. Motor DC aktif jika pin-pinnya dihubungkan ke kabel positif dan kabel negatif tegangan DC. Jika pin-pin motor DC dihubungkan ke baterai, motor DC akan berputar searah.



Gambar 2.11 Motor DC

2.8 Sensor Air (*Sensor Water*)

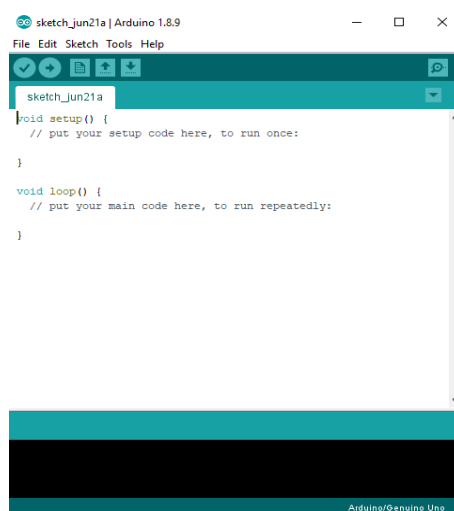
Water Level Control adalah satu dari sekian banyak sistem yang ada dalam dunia industri. Water Level sendiri adalah seperangkat alat yang digunakan untuk mengukur ketinggian air di tempat yang tidak sama agar meraih knowledge perbandingan. Water level yang paling sederhana adalah sepasang pipa yang saling terhubung di bagian bawah. Water level sederhana akan mengukur ketinggian air melalui tinggi air di kedua pipa apakah sama atau tidak. Hasil pengukuran dari water level lebih rendah dari menggunakan laser tetapi water level mempunyai akurasi yang tinggi dalam pengukuran jarak jauh. Untuk menghindari kesalahan pengukuran dalam penggunaan water level, suhu pada air haruslah sama. (Wardayanti et al., 2016)



Gambar 2.12 Sensor Air

2.9 Arduino IDE

Program yang digunakan untuk membuat program arduino dinamakan Arduino Integrated Development Environment (Arduino IDE). Program tersebut dapat diunduh secara gratis di situs www.arduino.cc. Arduino menggunakan Software Processing yang digunakan untuk menulis program kedalam Arduino. Processing sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan Java. (Zulita, 2016)



Gambar 2.13 Tampilan Arduino IDE

Bagian-bagian pada perangkat lunak Arduino IDE pada gambar 3.7 sebagai berikut (Santoso, 2015):

- a. Menu bar, terdiri dari menu *File*, *Edit*, *Sketch*, *Tools*, dan *Help*.
- b. Toolbar, terdiri dari beberapa komponen yang diurutkan dari kiri ke kanan sebagai berikut:
 - *Verify*, berfungsi untuk melakukan verifikasi kode yang telah dibuat, sehingga sesuai dengan kaidah pemrograman.
 - *Upload*, berfungsi untuk melakukan kompilasi program pada Arduino.
 - *New Sketch*, berfungsi untuk membuat sketch baru.
 - *Open Sketch*, berfungsi untuk membuka sketch yang pernah disimpan.
 - *Save Sketch*, berfungsi untuk menyimpan sketch yang telah dibuat.
 - *Serial Monitor*, berfungsi untuk membuka interface komunikasi serial.

c. Tempat *sketch*, berfungsi untuk menulis program Arduino.

Program Arduino yang sederhana terdiri dari dua fungsi, yakni:

- *setup()*

Fungsi ini akan bekerja satu kali saat program dijalankan setelah powerup atau reset. Fungsi ini digunakan untuk menginisialisasi variabel, mode pin input atau output, dan library lain yang diperlukan.

- *loop()*

Fungsi ini akan bekerja berulang-ulang setelah fungsi *setup()*. Fungsi ini mengendalikan Arduino sampai perangkat dimatikan atau di-reset.

d. Keterangan aplikasi, berfungsi untuk memunculkan pesan pemberitahuan saat proses pemrograman seperti “Done Uploading” atau “Compiling”.

e. Konsol, berfungsi untuk memunculkan pesan informasi saat proses pemrograman, seperti bila terjadi error saat compiling maka akan terdapat pesan bagian-bagian yang menyebabkan terjadinya error.

f. Baris *sketch*, berfungsi untuk menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada *sketch*.

g. Informasi *port*, berfungsi untuk menunjukkan *port* yang aktif dipakai oleh *board* Arduino.

2.10 Karakteristik Alat Ukur

Karakteristik alat ukur adalah sifat yang dimiliki alat ukur yang berhubungan dengan unjuk kerja, batasan kerja serta kualitas alat ukur untuk menghasilkan output yang diharapkan (Herdiana, 2016). Setiap alat ukur memiliki kemampuan masing-masing, oleh karena itu dibutuhkan kriteriakriteria agar alat ukur tersebut layak untuk digunakan antara lain:

1. Presisi (*Repeatability*)

Presisi menunjukkan seberapa dekat perbedaan nilai pada saat dilakukan pengukuran berulang. *Repeatability* merupakan salah satu jenis presisi. *Repeatability* menunjukkan seberapa dekat keluaran yang terbaca ketika menggunakan masukan yang sama, waktu yang tidak terpaut jauh,

kondisi pengukuran yang sama, alat ukur yang sama, pengamat yang sama dan lokasi yang sama.

$$Repeatability = 100\% - \delta \quad (2.12)$$

$$\delta = \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \quad (2.13)$$

Keterangan: δ = error repeatability

Δ = selisih nilai terkecil dan terbesar disetiap pengulangan

FS= full scale atau skala tertinggi input

Alat ukur yang bagus adalah alat ukur yang memiliki *repeatability* tinggi. Apabila nilai persentase *repeatability* $\geq 95\%$ maka alat ukur sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan jika nilai persentase *repeatability* $\leq 97\%$ maka alat ukur sudah memenuhi Standar Internasional (SI) (Suryono, 2012).

2.11 Tolong Menolong Dalam Perspektif Islam

Mengutip pendapat Ibnu Katsir dalam tafsirnya menyebutkan bahwa Allah Ta'ala menyuruh hamba-hamba-Nya yang beriman supaya tolong-menolong dalam mengerjakan berbagai kebaikan, yaitu kebaikan dalam meninggalkan aneka kemungkarannya, yaitu ketakwaan, serta melarang mereka tolong-menolong dalam melakukan kebatilan dan bekerjasama dalam berbuat dosa dan keharaman.

Manusia sejatinya tidak dapat berdiri dengan kaki mereka sendiri. Maksudnya adalah tidak ada manusia yang tidak membutuhkan orang lain. Sesama manusia harus saling tolong menolong dalam kebaikan dan saling mengingatkan tentang keburukan. Karenanya Allah memerintahkan sesama manusia untuk tolong menolong.

2.12 Penelitian Terdahulu

Penelitian Setyo dkk pada tahun 2016 dengan judul *Handsight: Hand-Mounted Device* untuk Membantu Tunanetra Berbasis Ultrasonic dan Arduino. Pada penelitian ini digunakan sebuah mikrokontroler arduino pro mini, dua buah sensor HC-SR04 sebagai sensor pendeteksi

jarak di sisi kanan depan dan kiri depan, dua buah motor servo sebagai indikator adanya halangan di sebelah kanan dan kiri serta sebuah *buzzer* sebagai indikator bunyi. Alat ini berbentuk sarung tangan yang dipakai tunanetra. Kelebihan penelitian ini ialah ukuran alat yang lebih kecil dan ringkas.

Penelitian Nurhamidah dkk pada tahun 2016 dengan judul Alat Bantu Navigasi Tunanetra Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno. Pada penelitian ini digunakan sebuah mikrokontroler arduino uno, tiga buah sensor HC-SR04 sebagai pendeteksi jarak di depan, di sebelah kanan, serta sebelah kiri, sebuah buzzer sebagai indikator bunyi serta sebuah motor servo sebagai indikator adanya objek di sisi kanan maupun kiri dengan memberikan sinyal berupa sentuhan. Alat ini berupa tongkat yang dipakai oleh tunanetra.

Relevansi penelitian ini dengan penelitian Nurhamidah dkk (2016) adalah menggunakan indikator bunyi menggunakan buzzer. Kelebihan dari penelitian ini dari penelitian sebelumnya adalah penggunaan komponen yang lebih sedikit. Hal itu mempengaruhi kehematan dalam produksi alat serta ukuran alat yang lebih ringkas sehingga lebih fleksibel untuk digunakan. Penelitian ini menggunakan sebuah motor servo yang dapat menggerakkan sebuah sensor HC-SR04 sehingga hanya membutuhkan sebuah sensor yang dapat mendeteksi rintangan dari berbagai sudut.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun tempat dan waktu penelitian alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan *fuzzy* berbasis Mikrokontroler sebagai berikut

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan *fuzzy* berbasis mikrokontroler adalah di “Laboratorium Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara”.

3.1.2 Waktu dan Jadwal pelaksanaan Penelitian

Waktu dan Jadwal pelaksanaan Penelitian alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan *fuzzy* berbasis Mikrokontroler yaitu pada bulan Juni sampai dengan bulan Oktober 2019.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Adapun bahan dan alat penelitian pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler sebagai berikut :

3.2.1 Perangkat Keras

Adapun perangkat keras pembuatan alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler sebagai berikut :

Table 3.1 Perangkat Keras

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Buzzer	1 Buah
2	Steker Listrik	1 Buah
3	Alumunium 1.2 mm	1 batang

No	Nama Bahan	Jumlah
4	Kabel	3 meter
5	Arduino promini ATmega328	1 Buah
6	Baterai Lithium 2s 1500 MaH	1 Buah
7	Motor DC Getar	1 Buah
8	Steker Listrik	1 Buah
9	Saklar	1 Buah
10	Project Box	1 Buah
11	Laptop	1 Buah
12	sensor ultrasonic HC-SRF05	2 Buah

3.2.2 Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak dalam pembuatan alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan *fuzzy* berbasis Mikrokontroler yaitu menggunakan bahasa pemrograman C dengan software Arduino IDE.

3.3 Cara Kerja

Adapun cara kerja dalam pembuatan alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan *fuzzy* berbasis mikrokontroler sebagai berikut :

3.3.1 Perencanaan

Dalam tahap perencanaan ini akan di sajikan langkah-langkah yang akan di laksanakan dalam penyelesaian penelitian ini, di antaranya :

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu:

- a. Studi Observasi
- b. Studi Literatur

2. Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan meliputi kebutuhan user dan kebutuhan sistem

3. Perancangan

Perancangan yang di lakukan meliputi perancangan schematic alat, layout diagram alat, proses *fuzzy* pada alat, dan *flowchart* cara kerja alat.

4. Pengujian

Pengujian di lakukan dengan mencatat eror yang terjadi pada alat di setiap kondisi yang telah di lakukan.

5. Penerapan

Memberikan kepada penyandang tunanetra untuk dapat mencoba alat yang telah di gunakan.

Tabel 3.2 Perencanaan

No	Keterangan	Juni		Juli				September					Oktober			
		III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
1	Pengumpulan Data															
2	- Studi Observasi															
3	- Studi Literatur															
4	Analisa Kebutuhan															
5	Perancangan															
6	Pengujian															
7	Penerapan															

3.3.2. Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data pengujian di lakukan dengan tujuan mengetahui akurasi dan persisi alat, pada variasi jarak 0-60 cm, 61-80 cm, 81-100 cm, >100 cm. Pengujian ini merupakan pengujian kuantitatif alat. Pengambilan data pengujian ditunjukkan oleh table sebagai berikut :

Tabel 3.3 Data Pengujian Alat

No	Jarak (cm)	Pengulangan ke-(cm)										Jarak terbesar (cm)	Jarak terkecil (cm)	Rata- rata jarak (cm)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	0-60													
2	61-80													
3	81-100													
4	>100													

3.3.3. Analisa Kebutuhan

Pada tahap ini akan di lakukan analisis terhadap kebutuhan-kebutuhan sistem dan perangkat keras dalam pembuatan alat bantu tunanetra. Sistem yang di analisis adalah sistem yang berisi informasi tentang segala sesuatu yang berkaitan dengan tongkat. Tahap analisis ini merupakan tahapan yang sangat penting dalam pembuatan alat bantu k berupa tongkat.

a. Analisis Kebutuhan *Input*

Masukan dari tongkat untuk mendeteksi objek dan air adalah sebagai berikut :

1. Data-data informasi mengenai ketentuan jarak.
2. Data-data informasi mengenai ketentuan getar (motor DC).
3. Data-data informasi mengenai ketentuan latar suara/bunyi (*Buzzer*).

b. Analisa Kebutuhan *Output*

Keluaran dari alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra (tongkat) adalah berupa getaran yang di keluarkan oleh motor DC dan suara yang berasal dari *buzzer*. Dengan adanya getaran dan suara sebagai keluaran alat (tongkat) di harapkan pengguna dapat memahami dalam penggunaan tongkat tersebut.

3.3.4. Perancangan

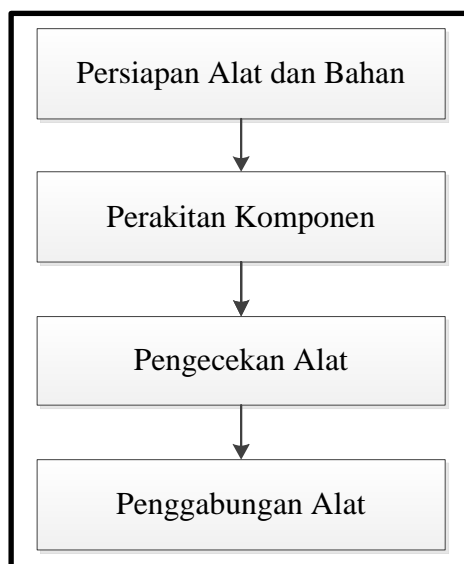
Tahapan perancangan bertujuan untuk menyiapkan seluruh alat dan bahan yang digunakan untuk membuat alat pemandu jalan. Alat dan bahan dipersiapkan sesuai dengan daftar yang dibutuhkan. Daftar alat yang dibutuhkan terdapat pada tabel 3.1

a. Perancangan Komponen

Tahapan perancangan komponen bertujuan untuk merakit atau menggabungkan komponen utama pada alat. Komponen utama yang dirakit adalah arduino promini ATmega328, sensor HC-SRF05, motor Dc getar, steker listrik dan buzzer.

1. Pembuatan Perangkat Keras

Pembuatan perangkat keras bertujuan untuk membuat alat dalam bentuk fisik. Pembuatan perangkat keras meliputi persiapan alat dan bahan, perakitan komponen, pengecekan alat, dan penggabungan alat. Blok diagram pada tahapan ini ditampilkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Pembuatan Perangkat Keras

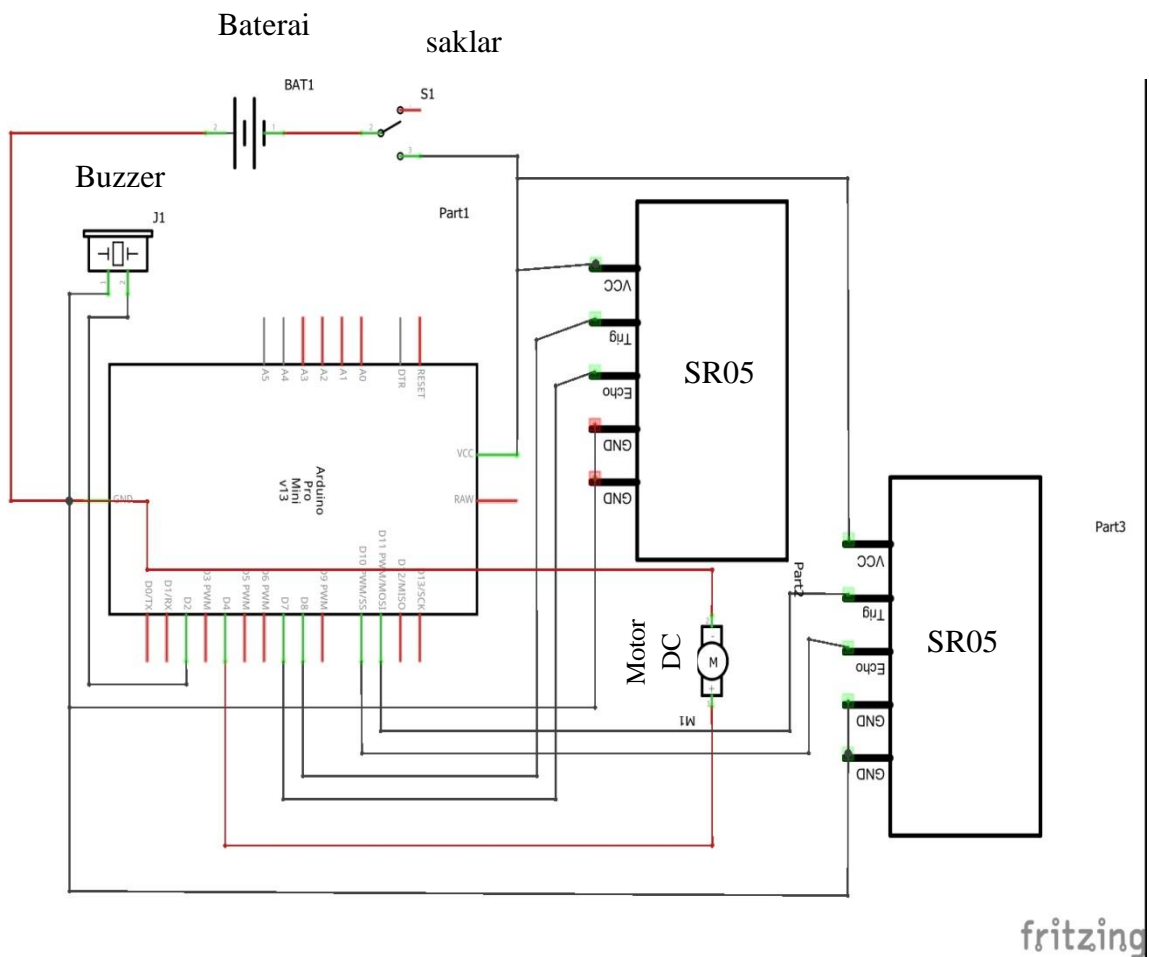
a. Persiapan Alat dan Bahan

Tahapan persiapan alat dan bahan bertujuan untuk menyiapkan seluruh alat dan bahan yang digunakan untuk membuat alat bantu jalan. Alat

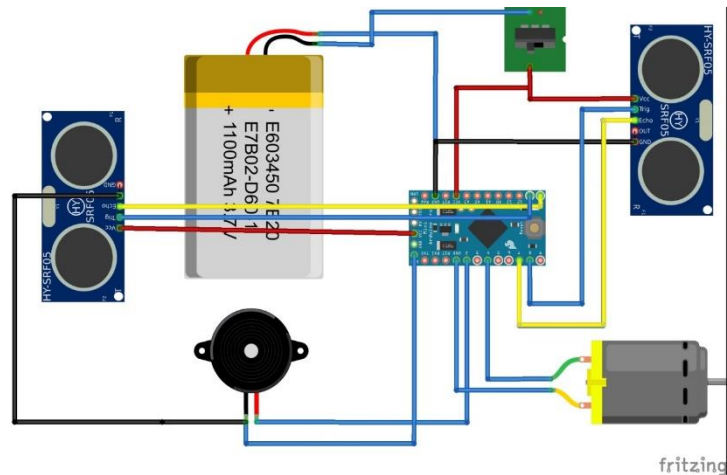
dan bahan dipersiapkan sesuai dengan daftar yang dibutuhkan. Daftar alat yang dibutuhkan terdapat pada tabel 3.1, sedangkan daftar bahan yang dibutuhkan terdapat pada tabel 3.2.

b. Perakitan Komponen

Tahapan perakitan komponen bertujuan untuk merakit atau menggabungkan komponen utama pada alat. Komponen utama yang dirakit adalah arduino promini, sensor HC-SR05, motor DC Getar, dan buzzer.



Gambar 3.2 *Sketch* Rangkaian Deteksi Jarak



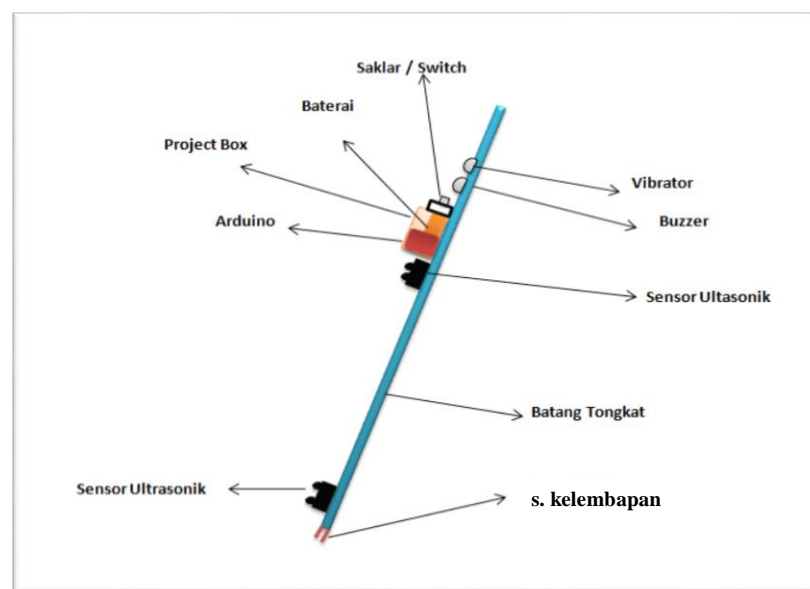
Gambar 3.3 Rangkaian Alat

c. Pengecekan Alat

Tahapan pengecekan alat bertujuan untuk memastikan antar komponen sudah terhubung dengan benar oleh kabel penghubung. Pengecekan alat menggunakan ohm meter. Ujung kabel dan pangkal kabel dihubungkan dengan probe ohm meter. Kabel dipastikan terhubung dengan baik dan tidak ada yang terputus.

d. Penggabungan Alat

Tahapan penggabungan alat bertujuan untuk menggabungkan seluruh rangkaian alat menjadi satu kesatuan alat. Seluruh rangkaian digabungkan dan diposisikan seperti pada gambar 3.5.



Gambar 3.4 Penggabungan Alat

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

Analisis data yang diperlukan dalam pembuatan alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan *logika fuzzy* 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 sesuai dengan ketentuan jarak yang ditentukan.

2. Analisis Sensor Ultrasonik

Dalam perancangan dan implementasi *fuzzy logic* alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra ini, hal pertama yang harus dilakukan yaitu menentukan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda. Jarak yang didapat pada sensor akan diukur kembali secara manual menggunakan alat pengukur panjang (meteran), sehingga hasilnya dapat langsung dibandingkan dengan hasil pengukuran sensor. Sensor yang digunakan sebanyak dua buah untuk pengukuran objek pada jarak tidak lebih dari 150 cm. Sensor akan diletakkan pada bagian atas dan bawah tongkat sehingga dapat menjangkau jarak yang lebih luas. Untuk mengetahui jarak minimal dan maksimum terhadap objek, buzzer akan berbunyi, motor dc akan bergetar.

3. Analisis Perangkat Lunak

Sebelum program *fuzzy* ditanamkan dalam mikrokontroler, pemilihan komponen hardware sangat mempengaruhi keluaran data jarak yang diperoleh. Perangkat lunak yang di gunakan yaitu Arduino IDE.

4. Analisis Perangkat Keras

Komponen perangkat keras terdiri dari dua buah sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi jarak, satu buah arduino promini yang digunakan untuk memprogram sistem, satu buah buzzer yang digunakan sebagai alarm peringatan, motor dc sebagai pemberi getar, sensor Air yang di gunakan untuk mendeteksi ada atau tidak ada air dan switch/saklar yang digunakan untuk menghidupkan atau mematikan alat.

Dalam mengolah data di butuhkan sebuah *variabel* yang digunakan sebagai *input*. Variabel yang di gunakan adalah, dekat, agak dekat, agak jauh dan jauh. Pada penelitian ini parameter jarak yang di hasilkan berbentuk tegas/nyata (*crisp*). Fuzzifikasi di perlukan untuk mengubah masukan tegas/nyata (*crisp input*) yang bersifat bukan fuzzy ke dalam himpunan fuzzy menjadi nilai fuzzy dalam interval antara 0 dan 1 (sutejo, 2011).

4.1.2 Representasi Data

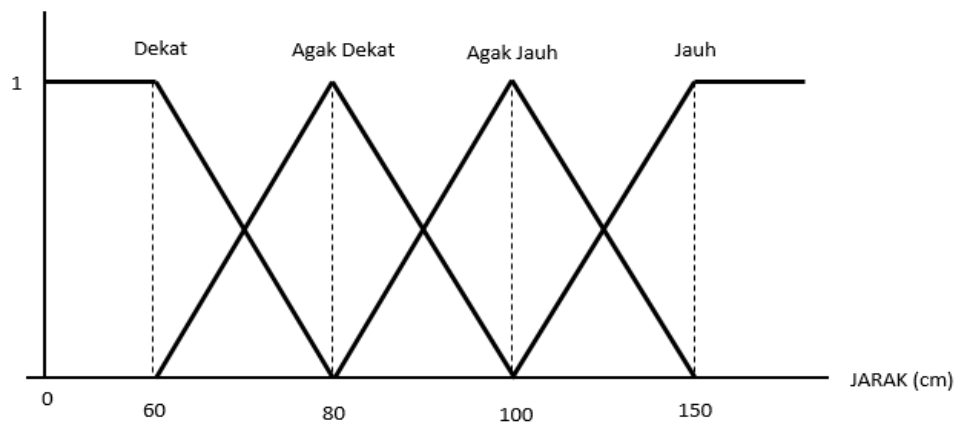
1. Fuzzifikasi

Adapun fuzzifikasi pada pembuatan alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menguunakan parameter jarak (cm) sebagai input sedangkan output berupa bunyi (*buzzer*) dan Motor DC (*vibrator*), Terdapat dua variabel masukan *input* yang dibuat fungsi keanggotaannya, yaitu jarak antara sensor dengan benda variable linguistik dekat, agak dekat, agak jauh dan jauh, deteksi air variable linguistik ada dan tidak ada air, sedangkan untuk variabel dari buzzer dan motor DC (*vibrator*) yaitu sangat cepat, cepat, agak cepat, lambat.

Tabel 4.1 Himpunan *Fuzzy*

NO	Fungsi	Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain
1	Input	Jarak Antara Sensor Dengan Benda	Dekat (D)	[0,0,60,80]
			Agak Dekat (AD)	[60,80,100]
			Agak Jauh (AJ)	[80,100,150]
			Jauh (J)	[100,150,150,150]
		Deteksi Air	Ada Air (AA)	[11, 20, 40]
			Tidak Ada Air (TA)	[0, 0, 10]
2	Output	Buzzer & Motor DC	Sangat Cepat (SC)	[0,0,60,80]
			Cepat (C)	[60,80,100]
			Agak Cepat (AC)	[80,100,150]
			Lambat (L)	[100,150,150,150]

a. Himpunan jarak antara sensor dengan benda



Gambar 4.1 Fungsi Ke Anggotaan Alat Pemandu Jalan Untuk Tunanetra

Dalam grafik fungsi ke anggotaan terdapat 4 bagian yaitu, dekat, agak dekat, agak jauh dan jauh. Untuk bagian dekat berada di rentang 0 sampai 80 cm dan menggunakan grafik trapezoid, bagian agak dekat berada di rentang antara 60 sampai 100 cm dan berbentuk segitiga, bagian agak jauh berada di rentang antara 80 dan 150 cm dan berbentuk segitiga, dan bagian jauh berada di rentang lebih dari 100 cm dan berbentuk trapezoid terbuka di mana tidak ada batasan untuk jaunya.

Dari grafik ke anggotaan dapat di buat formula derajat ke anggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{Dekat} = \begin{cases} 1 & ; \quad x \geq 60 \\ \frac{80-x}{80-60} & ; x > 60 \text{ and } x < 80 \\ 0 & ; \quad x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Agak Dekat} = \begin{cases} 1 & ; \quad x = 80 \\ \frac{x-60}{80-60} & ; x < 80 \text{ and } x > 60 \\ \frac{100-x}{100-80} & ; x > 80 \text{ and } x < 100 \\ 0 & ; x \geq 100 \text{ and } \leq 80 \end{cases}$$

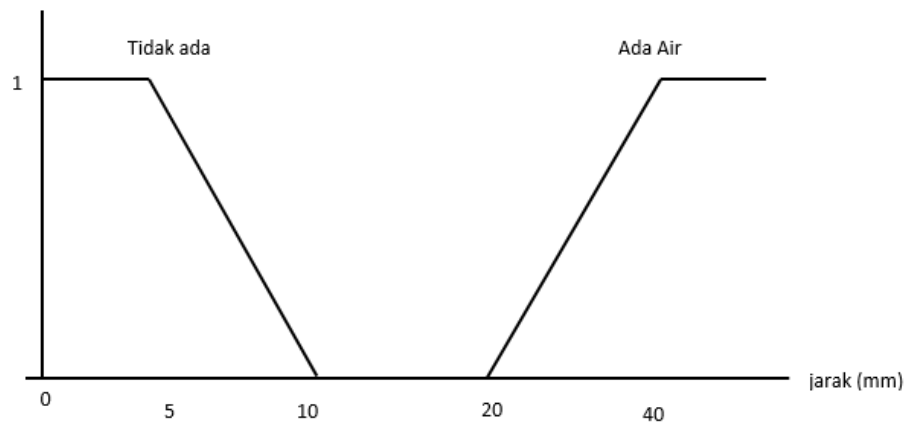
$$\mu_{Agak Jauh} = \begin{cases} 1 & ; \quad x = 100 \\ \frac{x-80}{100-80} & ; x < 100 \text{ and } x > 80 \\ \frac{150-x}{150-100} & ; x > 100 \text{ and } x < 150 \\ 0 & ; x \geq 150 \text{ and } \leq 100 \end{cases}$$

$$\mu_{Jauh} = \begin{cases} 1 & ; \quad x \geq 150 \\ \frac{x-100}{150-100} & ; x > 100 \text{ and } x < 150 \\ 0 & ; \quad x \leq 100 \end{cases}$$

Tabel 4.2 Fuzzifikasi

No	Sensor	Jarak (cm)	Keterangan (jarak)	Keterangan (bunyi)
1	S1A : S2A	0-60 cm	Dekat (D)	Sangat Cepat (SC) : BEEP1
2	S1B : S2B	61-80 cm	Agak Dekat (AD)	Cepat (C): BEEP2
3	S1C : S2C	81-100 cm	Agak Jauh (AJ)	Agak Cepat (AC) : BEEP3
4	S1D : S2D	>100 cm	Jauh (J)	Lambat (L): BEEP4

b. Himpunan Deteksi Air

**Gambar 4.2** Himpunan Deteksi Air

Dalam grafik fungsi ke anggotaan himpunan deteksi alat terdapat 2 bagian yaitu deteksi air dan tidak mendeteksi air. Untuk bagian deteksi air berada di rentang 0 sampai 10 cm dan menggunakan grafik berbentuk trapezoid. Sedangkan bagian diam berada di rentang 20 sampai 40 dan berbentuk trapezoid terbuka.

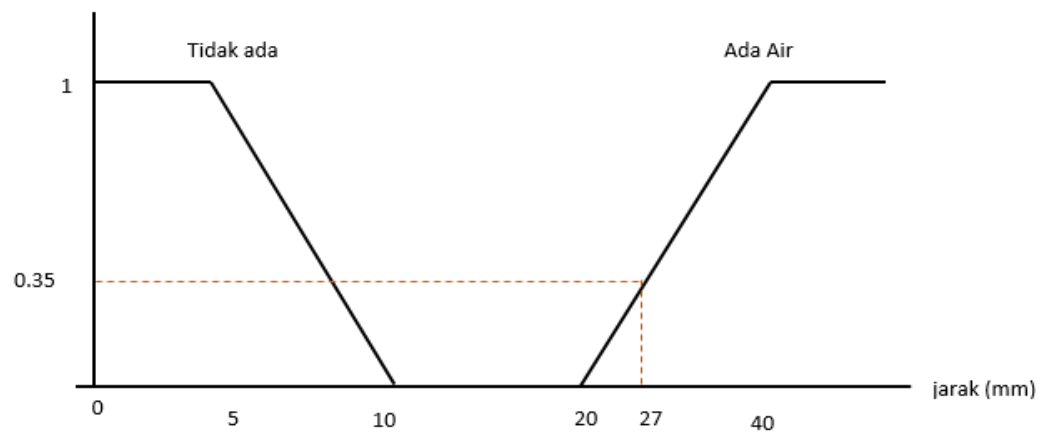
Dari grafik ke anggotaan dapat di buat kan fomula derajat ke anggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Bunyi}} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 5 \\ \frac{x-5}{10-5} & ; 5 \leq x \leq 10 \\ 0 & ; x \geq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Diam}} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 20 \\ \frac{x-20}{40-20} & ; 20 \leq x \leq 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

Contoh kasus perhitungan *input fuzzy*

Untuk deteksi air menggunakan fungsi ke anggotan trapezium dengan dua buah variabel linguistik Bunyi (B) dan Diam (D). Dengan fungsi ini, maka *Crips* input jarak antara alat dengan benda penghalang 80 cm di konversi ke nilai *fuzzy* dengan cara :



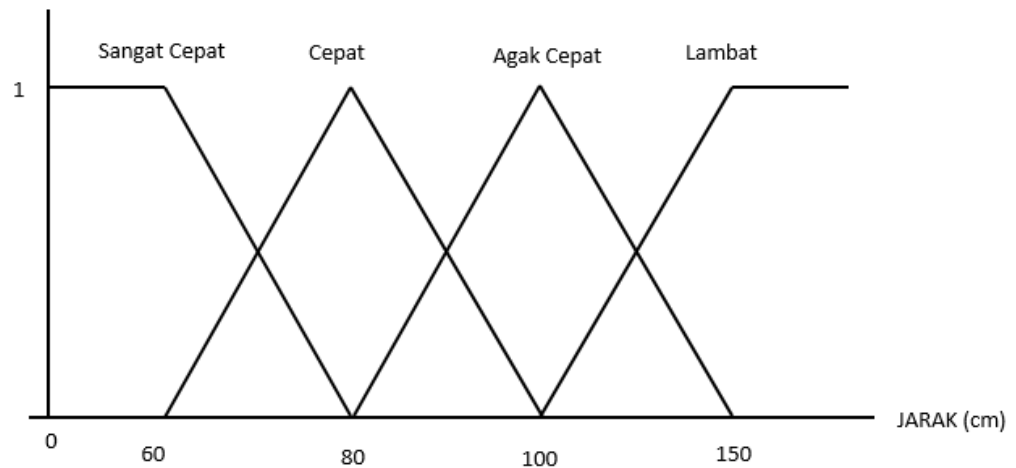
Gambar 4.3 Contoh Himpunan Deteksi Air

$$\mu_{\text{Ada}} = \frac{x-a}{b-a} = \frac{27-20}{40-20} = \frac{7}{20} = 0.35$$

Himpunan *Fuzzy input* ada orang yang membuang sampah :

- *Fuzzy* Ada Air = $\mu_{\text{DA}} [27] = 0.35$
- *Fuzzy* Tidak Ada Air = $\mu_{\text{TA}} [27] = 0$

c. Himpunan Buzzer Dan Motor Dc



Gambar 4.4 Himpunan Buzzer Dan Motor Dc

Dalam grafik fungsi ke anggotaan terdapat 4 bagian yaitu, sangat cepat, cepat, agak cepat, lambat. Untuk bagian sangat cepat berada di rentang 0 sampai 80 cm dan menggunakan grafik trapezoid, bagian cepat berada di rentang antara 60 sampai 100 cm dan berbentuk segitiga, bagian agak cepat berada di rentang antara 80 dan 150 cm dan berbentuk segitiga, dan bagian lambat berada di rentang lebih dari 100 cm dan berbentuk trapezoid terbuka di mana tidak ada batasan untuk jaunya.

Dari grafik ke anggotaan dapat di buat formula derajat ke anggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Sangat Cepat}} = \begin{cases} 1 & ; x \geq 60 \\ \frac{80-x}{80-60} & ; x > 60 \text{ and } x < 80 \\ 0 & ; x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Cepat}} = \begin{cases} 1 & ; x = 80 \\ \frac{x-60}{80-60} & ; x < 80 \text{ and } x > 60 \\ \frac{100-x}{100-80} & ; x > 80 \text{ and } x < 100 \\ 0 & ; x \geq 100 \text{ and } \leq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Agak Cepat}} = \begin{cases} 1 & ; x = 100 \\ \frac{x-80}{100-80} & ; x < 100 \text{ and } x > 80 \\ \frac{150-x}{150-100} & ; x > 100 \text{ and } x < 150 \\ 0 & ; x \geq 150 \text{ and } \leq 100 \end{cases}$$

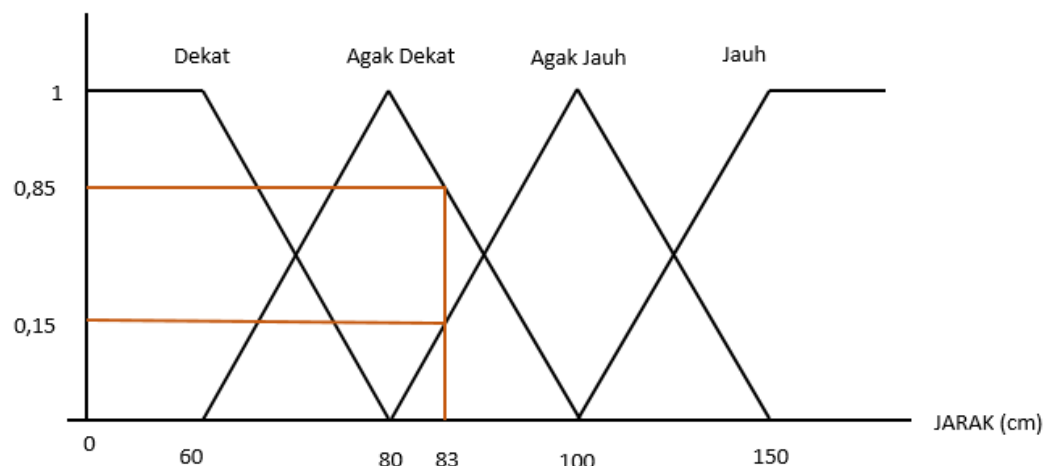
$$\mu_{\text{Lambat}} = \begin{cases} 1 & ; x \geq 150 \\ \frac{x-100}{0-100} & ; x > 100 \text{ and } x < 150 \\ 0 & ; x \leq 100 \end{cases}$$

Contoh kasus perhitungan *input fuzzy*

Dalam penyelesaian jarak antara sensor dengan benda menggunakan fungsi keanggotaan segitiga dengan empat variabel linguistik : Dekat (D), Agak Dekat (AD), Agak Jauh (AJ), Jauh (J). Dengan fungsi ini maka *crisp input* 80 cm dikonversi ke nilai *fuzzy* dengan cara :

Dimana

a = 80 cm, b = 100 cm dan c = 80 cm, d = 100 cm.



Gambar 4.5 Contoh Fungsi Ke Anggotaan Alat Pemandu Jalan Untuk Tunanetra

$$\mu_{\text{Agak Dekat}} = \frac{x-a}{b-a} = \frac{83-80}{100-80} = \frac{3}{20} = 0.15$$

$$\mu_{\text{Agak Jauh}} = \frac{d-x}{d-c} = \frac{100-83}{100-80} = \frac{17}{20} = 0.85$$

Himpunan *Fuzzy input* jarak antara sensor dengan benda :

- *Fuzzy Jauh* $= \mu_J [80] = 0$
- *Fuzzy Agak Jauh* $= \mu_{AJ} [80] = 0.15$
- *Fuzzy Agak Dekat* $= \mu_{AD} [80] = 0.85$
- *Fuzzy Dekat* $= \mu_D [80] = 0$

Kesimpulan semua input jarak antara sensor dengan benda dan deteksi alat adalah :

- *Fuzzy Ada Air* $= \mu_{DA} [27] = 0.35$
- *Fuzzy Tidak Ada Air* $= \mu_{TA} [27] = 0$
- *Fuzzy Jauh* $= \mu_J [80] = 0$
- *Fuzzy Agak Jauh* $= \mu_{AJ} [80] = 0.15$
- *Fuzzy Agak Dekat* $= \mu_{AD} [80] = 0.85$
- *Fuzzy Dekat* $= \mu_D [80] = 0$

2. Rule Evaluation

Berikut aturan metode fuzzy dalam pembuatan alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra :

Tabel 4.3 Rule Evaluation

No.	Sensor Atas	Sensor Bawah	SENSOR AIR	Output buzzer Dan Motor DC
1	Dekat (D)	Dekat (D)	Ada Air	BEEP AIR
2	Dekat (D)	Dekat (D)	Tidak Ada Air	BEEP 1
3	Dekat (D)	Agak Dekat (AD)	Ada Air	BEEP AIR
4	Dekat (D)	Agak Dekat (AD)	Tidak Ada Air	BEEP 1
5	Dekat (D)	Agak Jauh (AJ)	Ada Air	BEEP AIR
6	Dekat (D)	Agak Jauh (AJ)	Tidak Ada Air	BEEP 1
7	Dekat (D)	Jauh (J)	Ada Air	BEEP AIR
8	Dekat (D)	Jauh (J)	Tidak Ada Air	BEEP 1

No.	Sensor Atas	Sensor Bawah	SENSOR AIR	Output buzzer Dan Motor DC
9	Agak Dekat (AD)	Dekat (D)	Ada Air	BEEP AIR
10	Agak Dekat (AD)	Dekat (D)	Tidak Ada Air	BEEP 1
11	Agak Dekat (AD)	Agak Dekat (AD)	Ada Air	BEEP AIR
12	Agak Dekat (AD)	Agak Dekat (AD)	Tidak Ada Air	BEEP 2
13	Agak Dekat (AD)	Agak Jauh (AJ)	Ada Air	BEEP AIR
14	Agak Dekat (AD)	Agak Jauh (AJ)	Tidak Ada Air	BEEP 2
15	Agak Dekat (AD)	Jauh (J)	Ada Air	BEEP AIR
16	Agak Dekat (AD)	Jauh (J)	Tidak Ada Air	BEEP 2
17	Agak Jauh (AJ)	Dekat (D)	Ada Air	BEEP AIR
18	Agak Jauh (AJ)	Dekat (D)	Tidak Ada Air	BEEP 1
19	Agak Jauh (AJ)	Agak Dekat (AD)	Ada Air	BEEP AIR
20	Agak Jauh (AJ)	Agak Dekat (AD)	Tidak Ada Air	BEEP 2
21	Agak Jauh (AJ)	Agak Jauh (AJ)	Ada Air	BEEP AIR
22	Agak Jauh (AJ)	Agak Jauh (AJ)	Tidak Ada Air	BEEP 3
23	Agak Jauh (AJ)	Jauh (J)	Ada Air	BEEP AIR
24	Agak Jauh (AJ)	Jauh (J)	Tidak Ada Air	BEEP 3
25	Jauh (J)	Dekat (D)	Ada Air	BEEP AIR
26	Jauh (J)	Dekat (D)	Tidak Ada Air	BEEP 1
27	Jauh (J)	Agak Dekat (AD)	Ada Air	BEEP AIR
28	Jauh (J)	Agak Dekat (AD)	Tidak Ada Air	BEEP 2
29	Jauh (J)	Agak Jauh (AJ)	Ada Air	BEEP AIR
30	Jauh (J)	Agak Jauh (AJ)	Tidak Ada Air	BEEP 3
31	Jauh (J)	Jauh (J)	Ada Air	BEEP AIR
32	Jauh (J)	Jauh (J)	Tidak Ada Air	BEEP 4

a. Infetrensi berdasarkan aturan (*Rule*)

Tahap ini adalah pembuatan aturan dari nilai input yang telah di hitung akan menempati derajat ke anggotaan masing-masing. Nilai yang telah di dapati dari tahap fuzzifikasi akan di terapkan dalam perhitungan aturan.

Penjelasan :

1. *If* Sensor Atas Dekat *And* Sensor Bawah Dekat *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
2. *If* Sensor Atas Dekat *And* Sensor Bawah Dekat *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP I)
3. *If* Sensor Atas Dekat *And* Sensor Bawah Agak Dekat *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
4. *If* Sensor Atas Dekat *And* Sensor Bawah Agak Dekat *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP I)
5. *If* Sensor Atas Dekat *And* Sensor Bawah Agak Jauh *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
6. *If* Sensor Atas Dekat *And* Sensor Bawah Agak Jauh *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 1)
7. *If* Sensor Atas Dekat *And* Sensor Bawah Jauh *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
8. *If* Sensor Atas Dekat *And* Sensor Bawah Jauh *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 1)
9. *If* Sensor Atas Agak Dekat *And* Sensor Bawah Dekat *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
10. *If* Sensor Atas Agak Dekat *And* Sensor Bawah Dekat *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 1)

11. *If* Sensor Atas Agak Dekat *And* Sensor Bawah Agak Dekat *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
12. *If* Sensor Atas Agak Dekat *And* Sensor Bawah Agak Dekat *Or* sensor air tidak mendeteksi *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 2)
13. *If* Sensor Atas Agak Dekat *And* Sensor Bawah Agak Jauh *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
14. *If* Sensor Atas Agak Dekat *And* Sensor Bawah Agak Jauh *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 2)
15. *If* Sensor Atas Agak Dekat *And* Sensor Bawah Jauh *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
16. *If* Sensor Atas Agak Dekat *And* Sensor Bawah Jauh *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 2)
17. *If* Sensor Atas Agak Jauh *And* Sensor Bawah Dekat *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
18. *If* Sensor Atas Agak Jauh *And* Sensor Bawah Dekat *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 1)
19. *If* Sensor Atas Agak Jauh *And* Sensor Bawah Agak Dekat *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
20. *If* Sensor Atas Agak Jauh *And* Sensor Bawah Agak Dekat *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 2)
21. *If* Sensor Atas Agak Jauh *And* Sensor Bawah Agak Jauh *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)

22. *If* Sensor Atas Agak Jauh *And* Sensor Bawah Agak Jauh *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 3)
23. *If* Sensor Atas Agak Jauh *And* Sensor Bawah Jauh *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
24. *If* Sensor Atas Agak Jauh *And* Sensor Bawah Jauh *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 3)
25. *If* Sensor Atas Jauh *And* Sensor Bawah Dekat *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
26. *If* Sensor Atas Jauh *And* Sensor Bawah Dekat *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 1)
27. *If* Sensor Atas Jauh *And* Sensor Bawah Agak Dekat *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
28. *If* Sensor Atas Jauh *And* Sensor Bawah Agak Dekat *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 2)
29. *If* Sensor Atas Jauh *And* Sensor Bawah Agak Jauh *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
30. *If* Sensor Atas Jauh *And* Sensor Bawah Agak Jauh *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 3)
31. *If* Sensor Atas Jauh *And* Sensor Bawah Jauh *Or* sensor air mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP AIR)
32. *If* Sensor Atas Jauh *And* Sensor Bawah Jauh *Or* sensor air tidak mendeteksi *Then* Buzzer Berbunyi *And* Motor Dc Bergetar. (BEEP 4)

Aturan :

Tabel 4.4 Keterangan Rule

NO	Keterangan	Buzzer (Delay)	Motor DC (Delay)	Jarak
1	BEEP 1	ON (700)	ON (700)	Jarak >0 AND Jarak <60
2	BEEP 2	ON (500)	ON (500)	Jarak >61 AND Jarak <80
3	BEEP 3	ON (300)	ON (300)	Jarak >81 AND Jarak <100
4	BEEP 4	ON (100)	ON (100)	Jarak >=100
5	BEEP AIR	ON (2000)	ON (700)	Jarak 20-40 mm

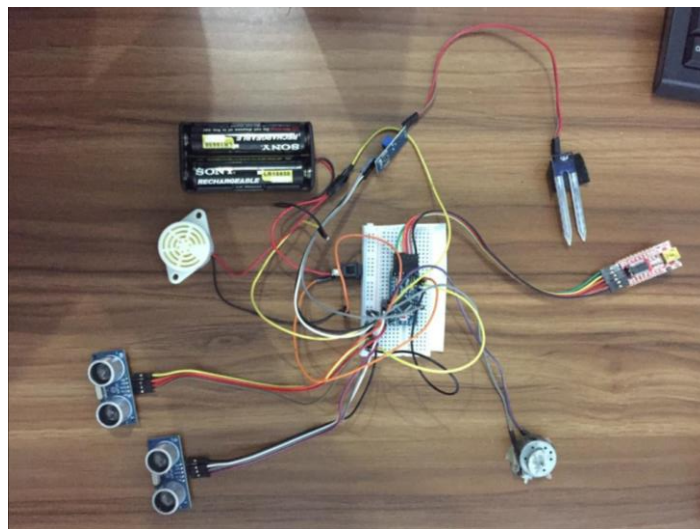
4.1.3 Hasil Analisis Data

Setelah menganalisis data diatas, maka didapatkan hasil analisis data yang meliputi baik tidaknya sensor sebagai masukan, serta faktor-faktor apa saja yang dapat memengaruhinya.

4.1.4 Perancangan

1. Pembuatan Alat

Pembuatan alat pemandu jalan bagi penyandang tunetra menggunakan pipa alumenium, sensor ultrasonik HC-SRF05, Buzzer, Steker, Saklar dan kotak hitam. Pada bagian kotak hitam terdapat motor DC Gatar dan Baterai. Antar komponen di hubungkan dengan kabel.



Gambar 4.6 Rangkaian Alat

Prinsip kerja alat diawali dengan memberikan catu daya ke Arduino Pro Mini. Catu daya berasal dari baterai 9 volt. Pemilihan tegangan tersebut sesuai dengan spesifikasi yang terdapat pada tabel 3.1. Kabel positif baterai terhubung dengan pin Vin Arduino. Masing-masing pin tegangan input komponen terhubung dengan pin power Arduino Pro Mini.

Arduino Pro Mini memerintahkan sensor ultrasonik HC-SRF05 untuk memancarkan gelombang ultrasonik. Perintah tersebut ialah dengan memberikan sinyal *high* pada perintah *trig*. Saat perintah tersebut dijalankan maka secara otomatis pin *echo* bernilai *high* dan menjalankan pewaktu.

Gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh *transmitter* akan dipantulkan oleh objek. Selanjutnya gelombang ultrasonik akan diterima oleh *receiver* yang terhubung oleh pin *echo*. Informasi lama waktu digunakan untuk menghitung jarak objek dengan sensor berdasarkan lama waktu tempuh

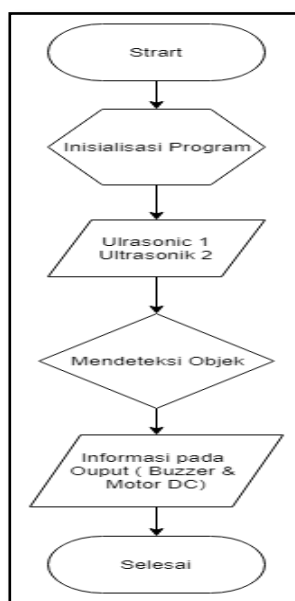
gelombang ultrasonik. Waktu yang dihasilkan oleh sensor masih dalam skala mikrosekon. Lama waktu tempuh dikali dengan kelajuan gelombang ultrasonik dibagi dua. Pembagian dua dilakukan karena lama waktu tempuh yang dihasilkan merupakan perjalanan gelombang ultrasonik mulai dari *transmitter* menuju objek kemudian dipantulkan oleh objek hingga diterima oleh *receiver*.

Informasi jarak yang dihasilkan dari perhitungan digunakan sebagai parameter alat dalam menentukan output alat. Output alat berupa bunyi *buzzer* dan getar motor dc. *Buzzer* dibangun dari kumparan yang bersifat elektromagnet. *Buzzer* akan berbunyi ketika dialiri arus listrik dari arduino promini. Hal tersebut menyebabkan kumparan dan diafragma yang menjadi satu tersebut bergerak keluar atau ke dalam bergantung dari arah arus dan polaritas magnet. Gerakan tersebut menyebabkan udara bergetar, sehingga akan menghasilkan bunyi (Dwiatmaja, 2013).

Dalam pendeteksiannya, sensor HC-SR05 akan terus melakukan pembacaan jarak. Arduino promini akan mengeluarkan output berupa bunyi *buzzer* dan getar jika pada sudut tertentu jarak yang terbaca kurang dari sama dengan 150 cm. Namun apabila jarak yang terbaca lebih dari 150 maka *buzzer* tidak akan berbunyi dan motor dc tidak akan bergetar.

2. Flowchart

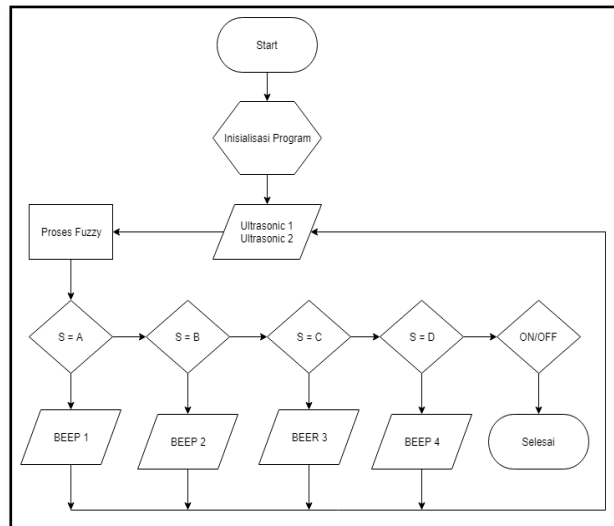
Flowchart adalah bagan atau gambar yang menunjukkan aliran proses dan hubungan dari suatu program. *Flowchart* dibutuhkan untuk menjelaskan alur program yang dibuat dalam bentuk grafis agar orang lain dapat memahami alur yang telah dibuat. Berikut adalah *flowchart* perancangan alat bantu jalan untuk penyandang tunanetra :



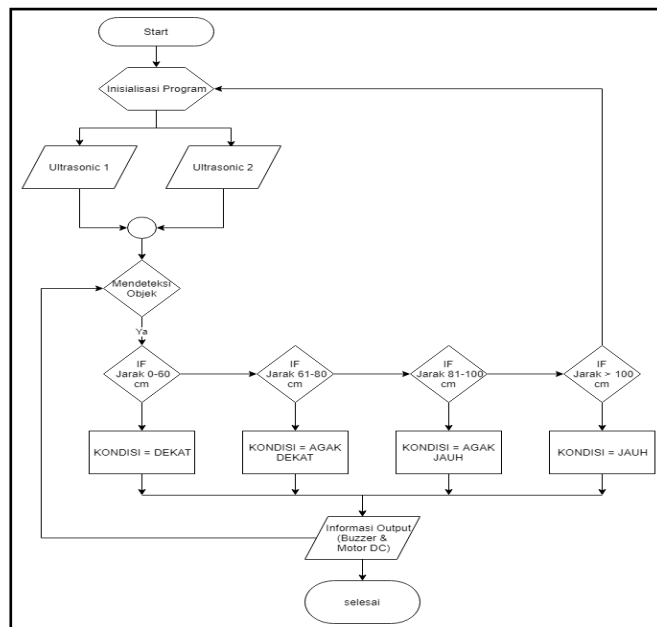
Gambar 4.7 *Flowchart* Rangkaian Kerja Perangkat Keras

Adapun berdasarkan *flowchart* di atas cara kerja alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra mulai tahap awal sistem bekerja terjadi proses inisialisasi program dari sistem akan terhubung ke ultrasonik 1 dan 2 melalui kabel jumper jika terhubung maka secara otomatis akan mendeteksi objek atau tidak dan memberikan informasi kepada buzzer dan motor dc sebagai output.

Berikut flowchart sistem kerja fuzzy secara keseluruhan



Gambar 4.8 Flowchart Sistem Kerja Fuzzy Secara Keseluruhan



Gambar 4.9 Flowchat Sistem Secara Keseluruhan

Dalam hal ini maka metode fuzzy akan mengkondisikan proses pada tingkat dimana jika sensor ultrasonik mendeteksi atau tidak, membaca jarak antara tingkat dengan benda yang memiliki kondisi dekat, agak dekat, jauh, agak jauh maka buzzer akan mengeluarkan bunyi dan motor dc akan bergetar dimana pada setiap kondisi memiliki BEEP yang telah di tentukan.

3. Perancangan Program Logika *Fuzzy*

Pada pembuatan alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan aplikasi Arduino IDE. Program ditulis menggunakan bahasa pemrograman C pada *sketch* aplikasi arduino. Proses dalam algoritma Fuzzy disini terdiri dari tahap *Fuzzifikasi dan Rule Evaluation*. Berikut pseudocode pembuatan alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra :

```
if(distance_atas <= 60 && distance_bawah <= 60 ){
  Serial.println(" Dekat ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(700);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas <= 60 && distance_bawah <= 80 ){
  Serial.println(" Dekat ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(700);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
}
```

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

Pengujian alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra berbasis mikrokontroler untuk sensor 1 pada jarak 0-60 cm memiliki persentase presisi (*Repeatability*) sebesar 99,34%, jarak 61-80 cm memiliki persentase presisi (*Repeatability*) sebesar 99,34%, jarak 81-100 cm memiliki persentase presisi (*Repeatability*) sebesar 98,7%. Jarak 101-150 cm memiliki persentase presisi (*Repeatability*) sebesar 98,7%. Dan persentase presisi (*Repeatability*) secara keseluruhan sebesar 99.02 %. Sedangkan sensor 2 pada jarak 0-60 cm memiliki persentase presisi (*Repeatability*) sebesar 98,7%, jarak 61-80 cm memiliki persentase presisi (*Repeatability*) sebesar 99,34%, jarak 81-100 cm memiliki persentase presisi (*Repeatability*) sebesar 98,7%. Jarak 101-150 cm memiliki persentase presisi (*Repeatability*) sebesar 98,7%. Sedangkan persentase presisi (*Repeatability*) secara keseluruhan sebesar 98.86 % (perhitungan selengkapnya di lampiran 3 dan lampiran 4). Presisi (*Repeatability*) menunjukkan seberapa dekat perbedaan nilai pada saat dilakukan pengukuran berulang (Morris dan Langari, 2012). Berdasarkan persentase nilai presisi maka dapat dikatakan alat tersebut memiliki nilai presisi yang tinggi. Artinya alat tersebut memiliki nilai yang stabil saat digunakan.



Gambar 4. 10 Pengujian Alat Pertama



Gambar 4.11 Pengujian Alat Kedua

Alat bantu jalan bagi penyandang tunanetra juga diuji tingkat keberhasilannya. Untuk tingkat keberhasilan sensor 1 alat pada jarak 0-60 cm ialah sebesar 94,5%, jarak 61-80 cm sebesar 97,0%, jarak 81-100 cm sebesar 98,0% dan jarak 101-150 cm sebesar 97,8%. Dan persentase tingkat keberhasilan secara keseluruhan pada sensor 1 adalah 97,97%. Sedangkan tingkat keberhasilan sensor 2 alat pada jarak 0-60 cm ialah sebesar 98,0%, jarak 61-80 cm sebesar 98,0%, jarak 81-100 cm sebesar 98,2% dan jarak 101-150 cm sebesar 97,7%. Dan persentase tingkat keberhasilan secara keseluruhan pada sensor 2 adalah 97,97%. Tingkat keberhasilan menunjukkan bahwa alat yang dibuat dapat berfungsi dengan baik. Semakin tinggi tingkat keberhasilan maka alat tersebut mampu mendeteksi adanya objek rintangan dengan baik.

4.2.2 Penerapan

Penerapan alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan logika *fuzzy* berbasis mikrokontroler akan di terapkan pada masyarakat. Penerapan alat pemandu jalan ini juga bisa di terapkan di salah satu sekolah luar biasa (SLB) .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dari hasil pengujian maka dapat diambil kesimpulan pembuatan alat pemandu jalan untuk penyandang tunanetra menggunakan logika *fuzzy* berbasis mikrokontroler berhasil di rancang dan di implementasikan. Terbukti dengan mampu membaca jarak dan memberikan output berupa *buzzer* dan motor dc dengan logika *fuzzy*.

Alat bantu jalan bagi penyandang tunanetra ini dapat mendeteksi adanya objek dengan masing-masing jarak yang telah di tentukan, sejauh kurang dari sama dengan 150 cm dengan tingkat presisi (*repeatability*) pada sensor 1 secara keseluruhan sebesar 99.02%, sedangkan pada sensor 2 presisi (*repeatability*) sebesar 97.97%. Untuk tingkat keberhasilan dalam mendeteksi adanya objek pada sensor 1 sebesar 96.82% sedangkan tingkat keberhasilan sensor 2 sebesar 97.97%.

5.2 Saran

Saran yang dapat dilakukan untuk mengembangkan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Alat bantu jalan bagi penyandang tunanetra yang telah dibuat belum memiliki pelindung apabila terjadi hujan. Karenanya disarankan ditambahkan pelindung agar dapat digunakan pada saat hujan.
2. Kabel yang di gunakan untuk penghubung sensor dengan arduino promini masih kurang elastis sehingga berpotensi putus jika digunakan dalam jangka waktu yang lama. Disarankan menggunakan kabel yang lebih elastis untuk mengurangi resiko kabel putus.

DAFTAR PUSTAKA

- Andri Sepriyawan. (2018). PERANCANGAN DAN ANALISIS PENGARUH SISTEM KENDALI FUZZY LOGIC TERHADAP PENGGUNAAN DAYA PADA SISTEM ROBOT MOBIL LINE FOLLOWER. *Skripsi*.
- Arindya, Radita. 2012. *Penggunaan dan Pengaturan Motor Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Agung, Nugroho Adi. 2010. *Mekatronika*. Yogyakarta: Graha Ilmu Septiawan, Faris. 2010. Pengertian Sensor, (online).
- Arduino, D. A. N. (2015). *Handsight : hand-mounted device*. 3(1), 51–57.
- Herdiana, B. 2016. *Karakteristik Alat Ukur*. Diakses Pada 14 Juni 2019 dari https://academia.edu/11229211/Materi_1_Karakteristik_alat_ukur
- Hidayat dan Suwandi. 2013. *Pendidikan Anak Berkebutuhan Khusus Tunanetra*. Jakarta Timur: PT. Luxima Metro Indah
- Handritoar. 2011. *Berkenalan Dengan Arduino*. Gramedia, Jakarta.
- Informatika, J. T., & Komputer, F. I. (n.d.). *PEMODELAN SISTEM FUZZY DENGAN MENGGUNAKAN MATLAB*. 1(9), 276–288.
- Infotama, J. M., Tetap, D., Ilmu, F., Universitas, K., & Bengkulu, D. (2013). *METODE LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO DALAM SISTEM PENGAMBILAN*. 9(1).
- Khwee, K. H., & Hiendro, A. (2018). *Migrasi Baterai Lithium dari Mode Otomotif ke Mode Penyimpan Energi untuk Migrasi Baterai Lithium dari Mode Otomotif ke Mode Penyimpan Energi untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. December 2016. <https://doi.org/10.26418/elkha.v8i2.19073>
- Muthmainnah, R. N., Matematika, P., & Jakarta, U. M. (2015). *Volume 1 No.1 JULI 2015*. 1(1), 15–27.
- Nurhamidah, Jabbar dan Taufik. 2016. *Alat Bantu Navigasi Tunanetra Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno*. Program Studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknik Harapan Medan.

- Purwaningtyas, F. (2018). *Sistem Water Level Control Untuk Budidaya Ikan Gurame Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler Abstrak Teknologi otomatisasi sistem kendali dan mikrokontroler merupakan salah satu cara yang digunakan otomatis . Adapun proses otomatisasi dalam pengatur ketinggian air ini sangat penting agar dapat menghemat kebutuhan air pada kolam ikan . Dalam penelitian ini dibuatlah teknologi otomatisasi air serta sistem untuk mengendalikan pompa air , yang dapat diatur secara otomatis sesuai batas atas (maximal) dan batas bawah (minimal) serta dapat melakukan penggantian air kolam secara otomatis Kata Kunci : Air , Logika Fuzzy , Mikrokontroler. 6341(November), 48–57.*
- Rachman, F. N., Supadi, & Prijo, T. A. (2012). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pengendalian Suhu Pada Inkubator Bayi Berbasis Fuzzy Logic. <http://repository.unair.ac.id/25701/>*
- Rahakbauw, D. L. (2015). *PENERAPAN LOGIKA FUZZY METODE SUGENO BERDASARKAN DATA PERSEDIAAN DAN JUMLAH PERMINTAAN (STUDI KASUS : PABRIK ROTI SARINDA AMBON) APPLICATION OF FUZZY LOGIC METHOD SUGENO TO DETERMINE THE TOTAL PRODUCTION OF BREAD ,. 9, 121–134.*
- Suyanto.2014. *Artificial Intelligence*, edisi kedua. Penerbit Informatika, Bandung.
- Sri Kusumadewi, 2002. *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy menggunakan Tool q Box Matlab*, edisi pertama. Penerbit Graha Ilmu, Jakarta.
- Selam, P. K., & I, H. M. (2011). *CARA KERJA DAN PENGGUNAAN MOTOR DIRECT CURRENT (DC). 23(Dc), 509–523.*
- Setyo, Fatchur dan Didik. 2016. *Handsight : Hand-Mounted Device untuk Membantu Tunanetra Berbasis Ultrasonik dan Arduino*. Program Studi Sistem Komputer Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- St, S., & Fahrudi, I. (2016). *Sistem Pengaman Motor Menggunakan Smartcard Politeknik Negeri Batam Electrical Engineering study Program. 8(1), 1–5.*
- Tabung, D., Berbasis, S., & Atmega, M. (2016). *PENERAPAN SENSOR ULTRASONIK PADA SISTEM PENGISIAN ZAT CAIR DALAM TABUNG SILINDER BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega 16. 01(02), 159–168.*

- Wardayanti, A., Maret, U. S., Budiningsih, E., Maret, U. S., Suhardi, B., & Maret, U. S. (2016). *Water Level Control Sistem Otomatis Sederhana pada Tandon Air di Kawasan Water Level Control Sistem Otomatis Sederhana pada Tandon Air di Kawasan Perumahan. September 2018.*
<https://doi.org/10.20961/performa.15.2.9864>
- Zulita, L. N. (2016). *PERANCANGAN MUROTTAL OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560.* 12(1), 89–98.

LAMPIRAN

Pembuatan Perangkat Keras

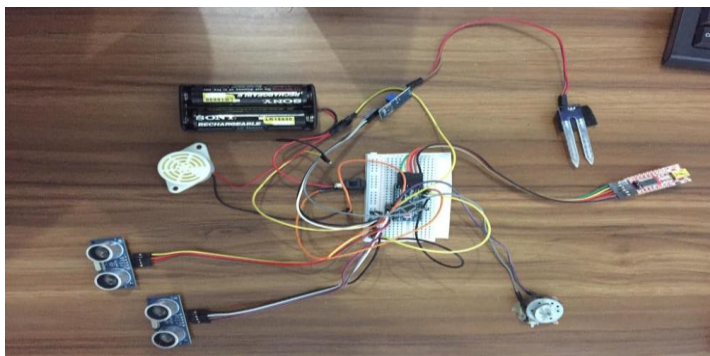
1. Persiapan alat dan bahan



2. Perakitan Komponen



3. Pengecekan Alat



4. Penggabungan alat



5. Penerapan Alat Pemandu jalan



Lampiran 2

Program Alat Pemandu Jalan Untuk Penyandang Tunanetra

```
#define echo_atas 6
#define trig_atas 7
#define echo_bawah 8
#define trig_bawah 9

long duration_atas, distance_atas,duration_bawah, distance_bawah;

void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(5,OUTPUT); // buzzer
  pinMode(4,OUTPUT);// motor dc
  pinMode(trig_atas, OUTPUT);
  pinMode(echo_atas, INPUT);
  pinMode(trig_bawah, OUTPUT);
  pinMode(echo_bawah, INPUT);
}

void loop() {
  Nilai_air();
  ultrasonic();
  fuzzy();
}

void Nilai_air(){
  int sensor_air = analogRead (A1); // sensor air
  Serial.print("Sensor Air = ");
  Serial.println(sensor_air);
  if ( sensor_air >=500){
    digitalWrite(5, HIGH);
    delay(2000);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(4, HIGH);
    delay(700);
  }
}

void ultrasonic(){
  digitalWrite(trig_atas, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trig_atas, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trig_atas, LOW);
  duration_atas = pulseIn(echo_atas, HIGH);
```

```

distance_atas = duration_atas/58;
Serial.print("Sensor Atas : ");
Serial.println(distance_atas);

        digitalWrite(trig_bawah, LOW);
        delayMicroseconds(2);
        digitalWrite(trig_bawah, HIGH);
        delayMicroseconds(10);
        digitalWrite(trig_bawah, LOW);
        duration_bawah = pulseIn(echo_bawah, HIGH);
        distance_bawah = duration_bawah/58.2; // kalibrasi sensor
membaca menjadi cm
        Serial.print("Sensor Bawah : ");
        Serial.println(distance_bawah);
        // delay(1000);
}

void fuzzy(){
  if(distance_atas <= 60 && distance_bawah <= 60 ){
    Serial.println(" Dekat ");
    digitalWrite(5, HIGH);
    delay(700);
    digitalWrite(5, LOW);
    delay(10);
    digitalWrite(4, HIGH);
  }
  else if (distance_atas <= 60 && distance_bawah <= 80 ){
    Serial.println(" Dekat ");
    digitalWrite(5, HIGH);
    delay(700);
    digitalWrite(5, LOW);
    delay(10);
    digitalWrite(4, HIGH);
  }
  else if(distance_atas <= 60 && distance_bawah <= 100 ){
    Serial.println(" Dekat ");
    digitalWrite(5, HIGH);
    delay(700);
    digitalWrite(5, LOW);
    delay(10);
    digitalWrite(4, HIGH);
  }
  else if (distance_atas <= 60 && distance_bawah >= 150 ){
    Serial.println(" Dekat ");
    digitalWrite(5, HIGH);
    delay(700);
    digitalWrite(5, LOW);
    delay(10);
    digitalWrite(4, HIGH);
  }
}

```

```
}
else if(distance_atas <= 80 && distance_bawah <= 60 ){
  Serial.println(" Dekat ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(700);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas <= 80 && distance_bawah <= 80 ){
  Serial.println(" Agak Dekat ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas <= 80 && distance_bawah <= 100 ){
  Serial.println(" Agak Dekat ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas <= 80 && distance_bawah >= 150 ){
  Serial.println(" Agak Dekat ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas <= 100 && distance_bawah <= 60 ){
  Serial.println(" Dekat ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(700);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas <= 100 && distance_bawah <= 80 ){
  Serial.println(" Agak Dekat ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
}
```

```
else if (distance_atas <= 100 && distance_bawah <= 100 ){
  Serial.println(" Agak Jauh ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(300);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas <= 100 && distance_bawah >= 150 ){
  Serial.println(" Agak Jauh ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(300);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas >= 101 && distance_bawah <= 60 ){
  Serial.println(" Dekat ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(700);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas >= 101 && distance_bawah <= 80 ){
  Serial.println(" Agak Dekat ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas >= 101 && distance_bawah <= 60 ){
  Serial.println(" Dekat ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(700);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas >= 101 && distance_bawah <= 80 ){
  Serial.println(" Agak Dekat ");
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(10);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas >= 101 && distance_bawah <= 100 ){
```



```
    Serial.println(" Agak Jauh ");
    digitalWrite(5, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(5, LOW);
    delay(10);
    digitalWrite(4, HIGH);
}
else if (distance_atas >= 101 && distance_bawah >= 101 ){
    Serial.println(" Jauh ");
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(4, LOW);
}
delay (1000);
}
```

Lampiran 3
Perhitungan Sensor 1

NO	JARAK	Penrulangan Jarak ke-(cm)										Jarak terbesar (cm)	jarak terkecil (cm)	Rata-rata jarak (cm)	Jarak terbesar-jarak terkecil (cm)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	0- 60 cm	57.0	58.0	57.0	58.0	57.0	58.0	57.0	58.0	57.0	58.0	58.0	57.0	56.7	1.0
2	61-80 cm	77.0	78.0	77.0	78.0	78.0	77.0	78.0	77.0	78.0	78.0	78.0	77.0	77.6	1.0
3	81-100 cm	99.0	97.0	98.0	99.0	97.0	97.0	98.0	98.0	98.0	99.0	99.0	97.0	98.0	2.0
4	101-150	147.0	146.0	146.0	146.0	147.0	147.0	146.0	147.0	148.0	148.0	148.0	146.0	146.8	2.0

1. Presisi

$$\begin{aligned} \text{Jarak 0-60 cm } \delta &= \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \\ &= \frac{1.0}{150} \times 100\% \\ &= 0.66\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Repeatability} &= 100\% - \delta \\ &= 100\% - 0.66\% \\ &= 99,34\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak 61-80 cm } \delta &= \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \\ &= \frac{1.0}{150} \times 100\% \\ &= 0.66\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Repeatability} &= 100\% - \delta \\ &= 100\% - 0.66\% \\ &= 99,34\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak 81-100 cm } \delta &= \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \\ &= \frac{2.0}{150} \times 100\% \\ &= 1.3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Repeatability} &= 100\% - \delta \\ &= 100\% - 1.3\% \\ &= 98,7\% \end{aligned}$$

$$\text{Jarak 61-80 cm } \delta = \frac{\Delta}{FS} \times 100\%$$

$$= \frac{2.0}{150} \times 100 \% \\ = 1.3 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Repeatability} &= 100\% - \delta \\ &= 100\% - 1.3\% \\ &= 98,7\% \end{aligned}$$

Menghitung Rata-rata Presisi (*Repeatability*)

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata repeatability} &= \frac{\Sigma \text{repeatability}}{n} \\ &= \frac{99,34\% + 99,34\% + 98,7\% + 98,7\%}{4} \\ &= 99.02\% \end{aligned}$$

2. *Tingkat keberhasilan*

Jarak 0-60 cm

$$\begin{aligned} \text{Tingkat keberhasilan} &= \frac{\text{Rata-Rata}}{\text{Jarak Real}} \times 100\% \\ &= \frac{56.7}{60} \times 100\% \\ &= 94.5\% \end{aligned}$$

Jarak 61-80 cm

$$\begin{aligned} \text{Tingkat keberhasilan} &= \frac{\text{Rata-Rata}}{\text{Jarak Real}} \times 100\% \\ &= \frac{77.6}{80} \times 100\% \\ &= 97.0\% \end{aligned}$$

Jarak 81-100 cm

$$\begin{aligned} \text{Tingkat keberhasilan} &= \frac{\text{Rata-Rata}}{\text{Jarak Real}} \times 100\% \\ &= \frac{98.0}{100} \times 100\% \\ &= 98.0\% \end{aligned}$$

Jarak 101-150 cm

$$\begin{aligned} \text{Tingkat keberhasilan} &= \frac{\text{Rata-Rata}}{\text{Jarak Real}} \times 100\% \\ &= \frac{146.6}{150} \times 100\% \\ &= 97.8\% \end{aligned}$$

Menghitung Rata-rata Tingkat Keberhasilan

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata Tingkat Keberhasilan} &= \frac{\Sigma \text{Tingkat Keberhasilan}}{n} \\ &= \frac{94,5\% + 97,0\% + 98,0\% + 97,8\%}{4} \\ &= 96.82\% \end{aligned}$$

Lampiran 4 Perhitungan Sensor 2

NO	JARAK	Penulangan Jarak ke-(cm)										Jarak terbesar (cm)	jarak terkecil (cm)	Rata-rata jarak (cm)	Jarak terbesar-jarak terkecil (cm)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	0- 60 cm	60.0	60.0	58.0	59.0	58.0	58.0	59.0	58.0	59.0	59.0	60.0	58.0	58.8	2.0
2	61-80 cm	79.0	78.0	79.0	79.0	78.0	78.0	78.0	79.0	78.0	78.0	79.0	78.0	78.4	1.0
3	81-100 cm	98.0	97.0	99.0	98.0	98.0	99.0	99.0	99.0	98.0	97.0	99.0	97.0	98.2	2.0
4	101-150	147.0	148.0	147.0	148.0	146.0	146.0	146.0	147.0	148.0	148.0	148.0	146.0	147.1	2.0

1. Presisi

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak 0-60 cm } \delta &= \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \\
 &= \frac{2.0}{150} \times 100\% \\
 &= 1.3\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Repeatability} &= 100\% - \delta \\
 &= 100\% - 1.3\%
 \end{aligned}$$

$$= 98.7\%$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak 61-80 cm } \delta &= \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \\
 &= \frac{1.0}{150} \times 100\% \\
 &= 0.66\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Repeatability} &= 100\% - \delta \\
 &= 100\% - 0.66\%
 \end{aligned}$$

$$= 99.34\%$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak 81-100 cm } \delta &= \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \\
 &= \frac{2.0}{150} \times 100\% \\
 &= 1.3\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Repeatability} &= 100\% - \delta \\ &= 100\% - 1.3\% \end{aligned}$$

$$= 98,7\%$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak 101-150 cm } \delta &= \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \\ &= \frac{2.0}{150} \times 100\% \\ &= 1.3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Repeatability} &= 100\% - \delta \\ &= 100\% - 1.3\% \end{aligned}$$

$$= 98,7\%$$

Menghitung Rata-rata Presisi (*Repeatability*)

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata repeatability} &= \frac{\Sigma \text{repeatability}}{n} \\ &= \frac{98,7\% + 99,34\% + 98,7\% + 98,7\%}{4} \\ &= 98.86\% \end{aligned}$$

2. Tingkat keberhasilan

Jarak 0-60 cm

$$\begin{aligned} \text{Tingkat keberhasilan} &= \frac{\text{Rata-Rata}}{\text{Jarak Real}} \times 100\% \\ &= \frac{58.8}{60} \times 100\% \\ &= 98.0\% \end{aligned}$$

Jarak 61-80 cm

$$\begin{aligned} \text{Tingkat keberhasilan} &= \frac{\text{Rata-Rata}}{\text{Jarak Real}} \times 100\% \\ &= \frac{78.4}{80} \times 100\% \\ &= 98.0\% \end{aligned}$$

Jarak 81-100 cm

$$\begin{aligned} \text{Tingkat keberhasilan} &= \frac{\text{Rata-Rata}}{\text{Jarak Real}} \times 100\% \\ &= \frac{98.2}{100} \times 100\% \\ &= 98.2\% \end{aligned}$$

Jarak 101-150 cm

$$\begin{aligned} \text{Tingkat keberhasilan} &= \frac{\text{Rata-Rata}}{\text{Jarak Real}} \times 100\% \\ &= \frac{146.6}{150} \times 100\% \\ &= 97.7\% \end{aligned}$$

Menghitung Rata-rata Tingkat Keberhasilan

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata Tingkat Keberhasilan} &= \frac{\Sigma \text{Tingkat Keberhasilan}}{n} \\ &= \frac{98,0\% + 98,0\% + 98,2\% + 97,7\%}{4} \\ &= 97.97\% \end{aligned}$$

(CURRICULUME VITAE)



NAMA	: SITI SARAH HARAHAP
NIM	: 71154050
TEMPAT, TANGGAL LAHIR	: SABUNGAN, 04 SEPTEMBER 1996
JENIS KELAMIN	: PEREMPUAN
ALAMAT	: LANGGA PAYUNG
KEL/DESA	: SABUNGAN
KECAMATAN	: SUNGAI KANAN
AGAMA	: ISLAM
NO. HP	: 081375665083
NAMA ORANG TUA	
AYAH	: JANGGA HARAHAP
IBU	: ROSMALA DEWI HASIBUAN
ALAMAT EMAIL	: SITISARAH@UINSU.AC.ID
PENDIDIKAN FORMAL	
-SD/ MI	: SDN 112256 SABUNGAN
-SMP/ MTS	: MTSN SUNGAI KANAN
-SLTA/MA	: MAN 1 PADANGSIDIMPUAN