

PENGAPLIKASIAN LOGIKA FUZZY PADA ALAT BANTU MOBILITAS TUNANETRA DENGAN MULTISENSOR HC-SR04

Sri Ratna Sulistiyanti¹, Helmy Fitriawan², Muhammad Ifan Saputra^{3*}, Herlinawati⁴, Eduar Dhika⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung; alur dua Univeristas Lampung, Jalan Prof. Dr Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Kota Bandar Lampung, Lampung; (0721) 701609.

Received: 22 September 2024
Accepted: 5 Oktober 2024
Published: 12 Oktober 2024

Keywords:

Tunanetra; Sensor Ultrasonik; Logika Fuzzy.

Correspondent Email:

muhammadifans@eng.unila.ac.id

Abstrak. Penggunaan tongkat pada penderita tunanetra tidak terlalu efektif karena jangkauannya terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat bantu mobilitas tunanetra yang dapat memberikan informasi adanya halangan dari depan, kanan dan kiri pengguna dalam bentuk suara dan getaran dengan intensitas tertentu menggunakan logika fuzzy, alat ini juga mampu mengirimkan pesan darurat berisi koordinat lokasi jika pengguna tersesat. sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan sebagai pendeteksi halangan, informasi suara menggunakan modul mp3 player catalex, Indikator getaran menggunakan mototr getar DC, dan sistem pesan darurat menggunakan modul SIM800L dan modul GPS Ublox NEO 6M. Dari hasil pengujian, sistem dapat menghasilkan getaran yang semakin kuat jika halangan semakin dekat pada bagian depan dari jarak dari 0-140 cm dengan tingkat akurasi 98,03%, pada bagian kanan dari jarak dari 0-60 cm dengan akurasi 98,83% dan pada bagian kiri dari jarak 0-60 cm dengan akurasi 99,50%.

Abstract. The cane that used by blind people is not effective because of range limitation. This research aims to create a mobility aid that can provide information about obstacles from the front, right and left in the form of sound and vibration with a certain intensity using fuzzy logic. This tool is capable of sending emergency messages containing coordinates if the user gets lost. HC-SR04 ultrasonic sensor is used as an obstacle detector, sound information uses Catalex mp3 player, vibration using DC vibration motor, and the emergency message using SIM800L and Ublox NEO 6M. From the test results, system can produce stronger vibrations if the obstacle gets closer at the front from a distance of 0-140 cm with an accuracy of 98.03%, on the right from a distance of 0-60 cm with an accuracy of 98.83% and on the left from a distance of 0-60 cm with an accuracy of 99.50%.

1. PENDAHULUAN

Tunanetra adalah istilah untuk kondisi seseorang yang mengalami gangguan dalam indra penglihatan. Berdasarkan tingkat gangguannya tunanetra dikategorikan menjadi dua yaitu buta total dan *low vision* [1][2]. Ketajaman penglihatan normal manusia adalah 20/20 kaki atau dalam satuan meter adalah 6/6 m. Buta total adalah kondisi ketajaman

penglihatan 20/200 atau kurang dari penglihatan orang yang memakai kacamata dengan jangkauan penglihatan tidak lebih dari 20 derajat. Low vision adalah istilah pada individu dengan kerusakan penglihatan yang tidak tergolong berat. Secara medis, individu dengan low vision memiliki ketajaman penglihatan antara 20/70 dan 20/200 [3][4].

Saat ini penyandang tunanetra umumnya menggunakan alat bantu jalan berupa tongkat. Namun, penggunaan tongkat biasa tidak terlalu efektif karena jangkauan yang dimiliki tongkat sangat terbatas. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan alat yang dapat mendeteksi halangan yang ada di sekitar penyandang tunanetra dengan jangkauan yang lebih luas untuk memberikan informasi lebih bagi pengguna. Beberapa penelitian terkait telah dilakukan yaitu membuat alat bantu penyandang tunanetra dengan sensor ultrasonik yang menghasilkan keluaran suara dari buzzer atau modul MP3 player dan getaran motor DC [5][6][7]. Lalu ada penelitian yang menggunakan logika fuzzy untuk menghasilkan keluaran dalam bentuk getaran dan suara buzzer dengan intensitas tertentu sesuai objek yang terdeteksi [8][9]. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan tongkat tunanetra dengan tiga sensor ultrasonik sebagai pendeteksi halangan di sisi depan, kanan dan kiri pengguna dengan keluaran dari motor DC yang memberikan getaran dengan intensitas tertentu menggunakan logika fuzzy serta tambahan sistem pesan darurat untuk mengirimkan pesan berisi koordinat lokasi yang dikirimkan ke handphone keluarga ketika terjadi keadaan darurat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tunanetra

Tunanetra adalah istilah yang digunakan untuk menyebutkan seseorang yang mengalami kerusakan dalam indra penglihatan. Penyandang tunanetra sendiri diklasifikasikan dalam dua kelompok, yaitu buta sebagian (*low vision*) dan buta sepenuhnya atau total (*totally blind*) [10].

2.2 Logika fuzzy

Fuzzy adalah cabang dari logika yang menerapkan derajat keanggotaan dalam suatu himpunan sehingga keanggotaan tidak hanya bersifat true/false. Fuzzy secara bahasa artinya kabur, tidak jelas, tidak pasti. Secara istilah, merupakan bentuk representasi pengetahuan yang cocok untuk kondisi yang bersifat humanis yang tidak dapat diselesaikan secara eksak, akan tetapi disesuaikan dengan konteksnya. Logika fuzzy umumnya diterapkan

pada masalah masalah yang mengandung unsur ketidakpastian (*uncertainty*), ketidaktepatan (*imprecise*), noisy, dan sebagainya. Logika fuzzy menjembatani bahasa mesin yang presisi dengan bahasa manusia yang menekankan pada makna atau arti (*significance*). Logika fuzzy dikembangkan berdasarkan bahasa manusia (bahasa alami) [11].

Fuzzifikasi, Pada proses fuzzifikasi langkah yang pertama adalah menentukan variabel fuzzy dan himpunan fuzzy. Kemudian menentukan derajat kesepadanan (*degree of match*) antara data masukan fuzzy dengan himpunan fuzzy yang telah didefinisikan untuk setiap variabel dalam sebuah fungsi keanggotaan berupa kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai [12].

Aturan fuzzy, Aturan yang digunakan pada himpunan fuzzy adalah aturan IF-THEN. Proposisi fuzzy dibedakan menjadi dua, proposisi fuzzy atomic dan proposisi fuzzy compound. Proposisi fuzzy atomic adalah pernyataan single dimana sebagai variabel linguistik dan adalah himpunan fuzzy dari Proposisi fuzzy compound adalah gabungan dari proposisi fuzzy atomic yang dihubungkan dengan operator “or”, “and”, dan “not” [13].

Defuzzifikasi, merupakan proses yang berkebalikan dengan proses pada fuzzifikasi. mendefinisikan defuzzifikasi sebagai pemetaan dari himpunan fuzzy ke himpunan tegas. Himpunan fuzzy yang dimaksud adalah hasil output yang diperoleh dari hasil inferensi [14]. Berikut metode yang digunakan untuk defuzzifikasi.

Untuk Domain Kontinyu

$$x^* = \frac{\int_x x \mu_B(x) dx}{\int_x \mu_B(x) dx} \quad (1)$$

Untuk Domain Diskrit

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu_B(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_B(x_i)} \quad (2)$$

2.3 Arduino

Arduino adalah sebuah microcontroller single board yang sifatnya open source yang mempunyai fleksibilitas tinggi baik dari segi perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Arduino menggunakan IC

ATMega sebagai IC program dan bahasa pemrograman yang digunakan pada arduino adalah JAVA dilengkapi dengan library C/C++ yang penulisan bahasanya hampir mirip dengan penulisan bahasa manusia [15].

2.4 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor Ultrasonik berfungsi untuk mengukur serta mengetahui jarak objek di depannya. Gelombang ultrasonik yang dipancarkan atau dikeluarkan oleh transmitter atau pemancar gelombang ultrasonik. Ketika pancaran gelombang ultrasonik tersebut menabrak sebuah objek yang bersifat padat, maka pancaran gelombang ultrasonik akan terhenti kemudian berbalik arah menuju alat penerima sinyal ultrasonic [16].

2.5 Serial MP3 Player Catalex YX5300

Merupakan modul Micro SD MP3 player yang sangat simple dalam penggunaannya, cukup dengan komunikasi via serial TTL (Transistor-transistor Logic) ke Arduino atau minsys sejenis, dapat mengontrol playback file musik (MP3 & WAV) dalam Micro SD Card. VCC 5 Volt [17].

2.6 Modul Ublox NEO-6M

Merupakan jenis dari stand-alone GPS receiver yang menawarkan fleksibilitas banyaknya pilihan konektivitas hanya dengan miniature berukuran 16x12.2x2.4mm. memiliki arsitektur, power dan memory options yang padat, membuat modul NEO-6M lebih ideal untuk operasi perangkat mobile yang menggunakan baterai dengan biaya murah.

2.7 Modul SIM800L

Modul ini berfungsi untuk komunikasi dari pemantau utama antara handphone. Perintah yang diberikan oleh AT Command dari modem CDMA/GSM untuk mengirim dan menerima data-data berbasis GSM/GPRS, dikendalikan melalui perintah AT dapat mengirim dan menerima SMS SIM 800L GSM/GPRS.

2.8 Driver motor L298N

Driver motor L298N digunakan untuk mengontrol kecepatan dan arah perputaran motor DC. IC L298N merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban induktif pada kumparan seperti solenoid, relay,

motor DC dan motor stepper. Pada IC L298N terdapat transistor transistor logic (TTL) dengan gerbang NAND yang berfungsi untuk mengubah arah putaran motor suatu motor dc maupun motor stepper.

2.9 Motor Getar DC

Motor getar DC merupakan motor yang dirancang sedemikian rupa dari dengan kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Motor getar pada alat ini merupakan komponen elektronika yang berfungsi memberikan getaran sebagai output. Pada penelitian ini motor DC digunakan sebagai keluaran saat sensor ultrasonik aktif.

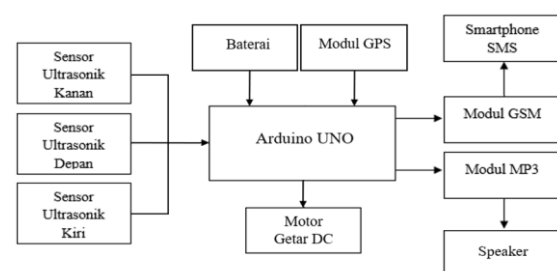
2.10 Baterai

Baterai berfungsi mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai mengalirkan arus listrik secara langsung. Arus listrik bermuatan positif dialirkan melalui ujung knob bagian atas baterai (kutub positif baterai). Adapun arus listrik bermuatan negatif dialirkan melalui pelapis bagian bawah baterai (kutub negatif baterai). Selanjutnya, arus listrik bermuatan positif dan negatif mengalir secara terpisah melalui kabel (kawat tembaga) menuju ke alat.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram blok sistem

Adapun diagram blok sistem pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



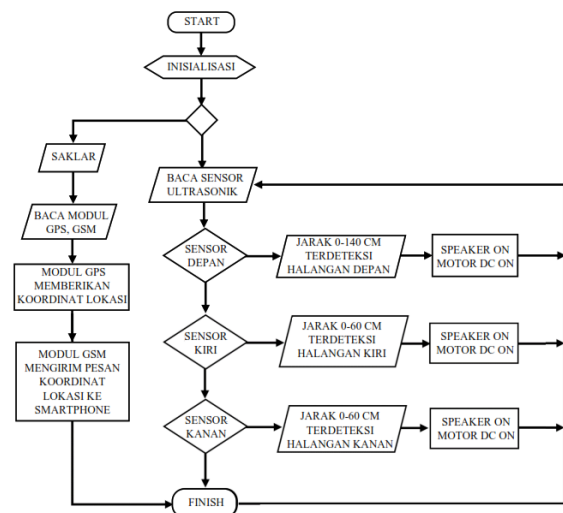
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 1 menjelaskan tentang diagram blok sistem pada penelitian ini, dimana blok diagram tersebut terdiri dari dua subsistem utama yaitu subsistem sensor dan subsistem pengirim. Pada subsistem sensor terdapat tiga sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan untuk mendeteksi adanya objek di sekitar, dan modul GPS untuk mengetahui koordinat lokasi

pengguna. Sedangkan pada subsistem pengirim terdapat modul SIM800L yang digunakan untuk mengirimkan pesan ke handphone yang sudah di program. Sensor ultrasonik HC-SR04 akan bekerja bila ada objek yang terdeteksi di depan, kiri, dan kanan pengguna. Selanjutnya data yang dibaca oleh sensor akan diproses oleh Arduino UNO yang kemudian akan menghasilkan keluaran berupa suara dari modul serial MP3 player untuk memberikan informasi dari mana arah objek yang terdeteksi, setelah itu akan ada getaran dari motor getar DC yang mana getaran akan semakin kuat saat objek yang terdeteksi dekat dan getaran akan semakin lemah saat objek yang terdeteksi jauh sesuai dengan logika fuzzy yang sudah dibuat. Modul GSM disini berfungsi sebagai media informasi apabila pengguna ingin mengirimkan pesan darurat kepada keluarga atau kerabat yang nomor selulernya sudah terdaftar dalam program [18].

3.2 Diagram Alir Sistem Kerja Alat

Diagram alir sistem kerja alat menunjukkan bahwa sistem ini diawali dengan pemilihan saklar, saat alat dihubungkan dengan catu daya maka sensor ultrasonik akan aktif. Sensor ultrasonik depan akan mendeteksi objek pada jarak 0-140cm di depan, sensor ultrasonik kiri akan mendeteksi objek pada jarak 0-60cm di sisi kiri, dan sensor ultrasonik kanan akan mendeteksi objek pada jarak 0-60cm di sisi kanan. Ketika terdapat objek yang terdeteksi maka alat akan menghasilkan keluaran berupa suara dari modul serial MP3 player yang dihubungkan oleh headset untuk memberikan informasi dari mana arah objek yang terdeteksi, setelah itu akan ada getaran dari motor getar DC yang mana getaran yang dihasilkan akan semakin kuat saat objek yang terdeteksi dekat dan getaran akan semakin lemah saat objek yang terdeteksi jauh sesuai dengan logika fuzzy yang sudah dibuat. Saklar digunakan untuk mengaktifkan modul GPS dan modul GSM yang mana modul GPS akan memberikan koordinat lokasi dan selanjutnya modul GSM akan mengirimkan pesan darurat berupa koordinat lokasi kepada keluarga atau kerabat yang nomor selulernya sudah terdaftar dalam program [19].



Gambar 2. Diagram Alir Sistem Kerja Alat

Adapun pengaplikasian alat pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



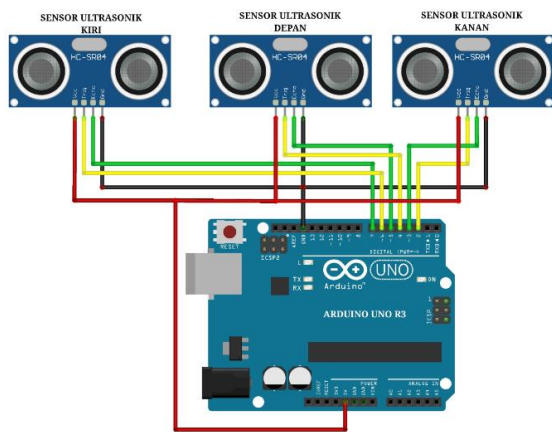
Gambar 3. Ilustrasi Pengaplikasian Alat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

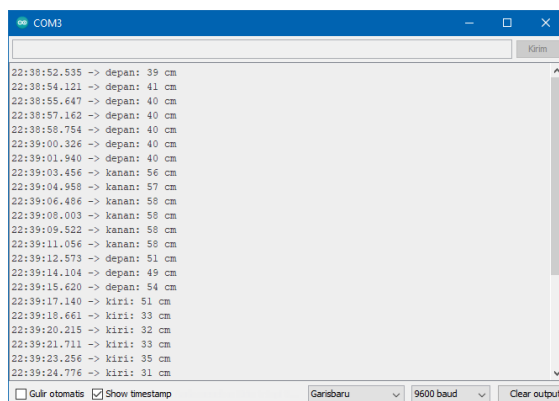
Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 ini bertujuan untuk memastikan apakah sensor dapat bekerja dengan baik atau tidak. Adapun tahapan untuk melakukan pengujian pada sensor optocoupler, yaitu:

- Menghubungkan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan Arduino UNO R3 seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian sensor Ultrasonik

- Mengunggah program yang telah dibuat ke Arduino UNO R3
- Menempatkan halangan di depan sensor ultrasonik HC-SR04
- Melihat hasil pembacaan sensor pada serial monitor



Gambar 5. Tampilan hasil pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04

Pada Gambar 5 menunjukkan sensor ultrasonik HC-SR04 dapat melakukan pengukuran jarak halangan yang ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE, sehingga dapat dipastikan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 dapat bekerja dengan baik.

Setelah memastikan sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja dengan baik, dilakukan pengukuran jarak halangan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan penggaris sebagai pembandingnya. Pengujian pertama dilakukan sebanyak lima kali terhadap sensor depan dengan jarak 20 cm 50 cm 80 cm 110 cm dan 140 cm, pengujian kedua dilakukan terhadap sensor samping kanan sebanyak lima

kali dengan jarak 10 cm 20 cm 30 cm 40 cm dan 50 cm, pengujian ketiga dilakukan terhadap sensor samping kiri sebanyak lima kali dengan jarak 10 cm 20 cm 30 cm 40 cm dan 50. Berikut hasil dari pengujian sensor ultrasonik HC-SR04

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 Bagian Depan Dengan Penggaris Sebagai Pembanding

No.	HC-SR04 depan (cm)	Penggaris (cm)	Error (%)	Akurasi (%)
1	21	20	5	95
2	48	50	4	96
3	77	80	3,75	96,25
4	107	110	2,72	97,28
5	138	140	1,42	98,58
Rata - Rata			3,38	96,62

Tabel 2. Hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 bagian kanan dengan penggaris sebagai pembanding

No.	HC-SR04 kanan (cm)	Penggaris (cm)	Error (%)	Akurasi (%)
1	21	20	5	95,2
2	30	30	0	100
3	41	40	2,5	97,5
4	49	50	2	98
5	58	60	3,33	96,67
Rata - Rata			2,57	97,43

Tabel 3. Hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 bagian kiri dengan penggaris sebagai pembanding

No.	HC-SR04 kiri (cm)	Penggaris (cm)	Error (%)	Akurasi (%)
1	21	20	5	95
2	30	30	0	100
3	40	40	0	100
4	49	50	2	98
5	58	60	3,33	96,67
Rata - Rata			2,07	97,93

Tabel 1-3 merupakan hasil pengujian jarak halangan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan penggaris sebagai pembanding sebanyak 5 kali pada setiap sensor. Dari hasil pengujian, alat penelitian memiliki nilai rata-rata error untuk sensor depan sebesar 3,38% dengan akurasi 96,62%, rata-rata error sisi sensor kanan sebesar 2,57% dengan akurasi 97,43% dan rata-rata error sensor sisi kiri sebesar 2,07% dengan akurasi 97,93%. Hasil pembacaan sensor HC-SR04 bagian depan masih memiliki error yang cukup besar sehingga dibutuhkan kalibrasi untuk mendapatkan data hasil pengukuran jarak halangan dari sensor yang mendekati nilai hasil pengukuran dengan alat referensi (penggaris).

Metode kalibrasi yang digunakan adalah regresi linier. Metode regresi linier adalah metode pengukuran hubungan antara dua variabel atau lebih yang dinyatakan dengan

bentuk hubungan atau fungsi. Dalam menentukan hubungan diperlukan pemisahan antara variabel bebas dengan simbol X dan variabel terikat dengan simbol Y. Persamaan regresi linier dapat dilihat pada Persamaan (3).

$$y = a + b x \quad (3)$$

Keterangan:

y: nilai terukur pada alat ter kalibrasi

x: nilai terukur pada alat penelitian

a: offset (konstanta)

b: koefisien atau gain (slope grafik)

Untuk menentukan nilai offset dan nilai koefisien menggunakan persamaan berikut:

Persamaan untuk a (offset):

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (4)$$

Persamaan untuk b (koefisien):

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (5)$$

Keterangan:

Y: nilai terukur pada alat ter kalibrasi

X: nilai terukur pada alat penelitian

a: offset (konstanta)

b: koefisien atau gain (slope grafik)

n: jumlah data yang dibandingkan

\sum : jumlah

Dengan memasukkan nilai variabel X dan Y pada Tabel 1,2 dan 3. ke dalam Persamaan 4 dan Persamaan 5 lalu kemudian nilai a dan b yang telah didapatkan dimasukkan ke dalam persamaan 3 maka diperoleh nilai persamaan regresi linear sebagai berikut:

Persamaan regresi linear sensor depan:

$$y = 1,023x - 0,013 \quad (6)$$

Persamaan regresi linear sensor depan:

$$y = 1,073x - 2,702 \quad (7)$$

Persamaan regresi linear sensor depan:

$$y = 1,075x - 2,566 \quad (8)$$

Setelah mendapatkan hasil persamaan korelasi regresi linear maka dilakukan pengkalibrasian dengan memasukkan persamaan 4 ke dalam program sensor

ultrasonic HC-SR04 Hasil pengukuran jarak halangan setelah dilakukan proses kalibrasi dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 4. Hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 depan yang sudah terkalibrasi

No.	HC-SR04 depan (cm)	Penggaris (cm)	Error (%)	Akurasi (%)
1	21	20	5	95
2	49	50	2	98
3	79	80	1,25	98,75
4	109	110	0,91	99,09
5	141	140	0,71	99,29
Rata - Rata			1,97	98,03

Tabel 5. Hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 kanan yang sudah terkalibrasi

No.	HC-SR04 depan (cm)	Penggaris (cm)	Error (%)	Akurasi (%)
1	20	20	0	100
2	29	30	3,33	96,67
3	41	40	2,50	97,50
4	50	50	0	100
5	60	60	0	100
Rata - Rata			1,17	98,83

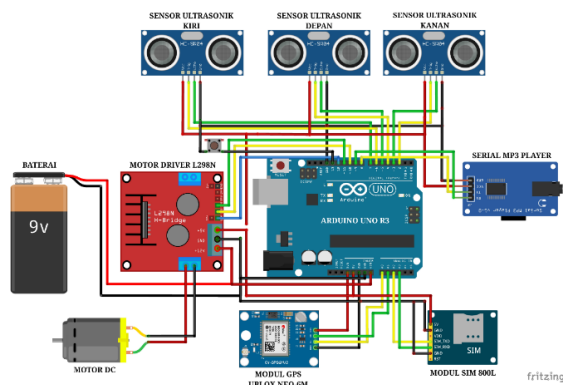
Tabel 6. Hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 kiri yang sudah terkalibrasi

No.	HC-SR04 depan (cm)	Penggaris (cm)	Error (%)	Akurasi (%)
1	20	20	0	100
2	30	30	0	100
3	41	40	2,50	97,50
4	50	50	0	100
5	60	60	0	100
Rata - Rata			0,50	99,50

Tabel 4-6 merupakan hasil pengukuran jarak halangan setelah dilakukan proses kalibrasi yang menunjukkan hasil pengukuran telah mendekati nilai alat referensi dengan akurasi sensor bagian depan sebesar 98,03% dengan persentase error 1,97%, akurasi sensor bagian kanan sebesar 98,83% dengan persentase error 1,17% dan akurasi sensor bagian kiri sebesar 99,50% dengan persentase error 0,50%.

4.2 Pengujian Perangkat Sistem

Pengujian perangkat sistem bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat yang telah dirancang. Rangkaian alat yang akan diuji dapat dilihat pada Gambar 6.



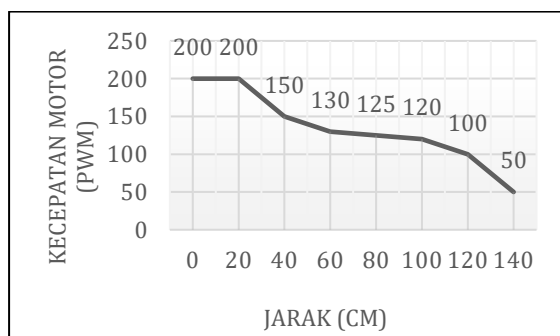
Gambar 6. Rangkaian Alat Bantu Mobilitas Tunanetra

Pengujian perangkat sistem dilakukan dengan cara mengambil data nilai PWM yang dihasilkan berdasarkan jarak halangan yang terdeteksi sensor ultrasonik sebanyak 20 kali dimana 8 percobaan pertama pada sensor ultrasonik di sisi depan, 6 kali percobaan selanjutnya pada sensor ultrasonik di sisi kanan dan 6 kali percobaan terakhir pada sensor ultrasonik di sisi kiri.

Tabel 7. Pengujian Perangkat Sistem pada Sensor Depan

No.	Jarak halangan (cm)	Kecepatan motor (PWM)	Keluaran Suara
1	0	200	Halangan di depan
2	20	200	Halangan di depan
3	40	150	Halangan di depan
4	60	130	Halangan di depan
5	80	125	Halangan di depan
6	100	120	Halangan di depan
7	120	100	Halangan di depan
8	140	50	Halangan di depan

Berdasarkan data pada Tabel 7 didapatkan grafik korelasi antara input jarak halangan dengan output berupa kecepatan motor getar (PWM). Grafik yang muncul adalah sebagai berikut.



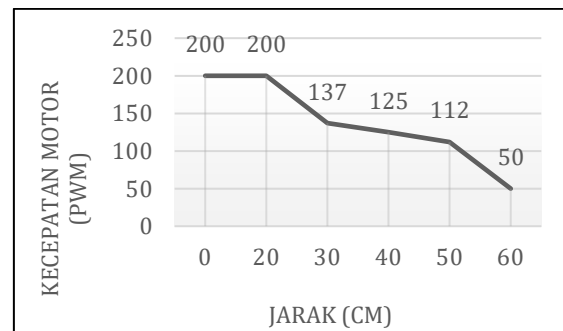
Gambar 7. Hubungan antara input jarak (cm) dan output kecepatan motor (PWM) pada logika fuzzy di sensor depan

Nilai input dari 0-20 cm memiliki nilai output maksimum sebesar 200, nilai output yang dihasilkan saat jarak 140 cm menunjukkan nilai minimum yaitu sebesar 50. Pada jarak 0 – 20 cm nilai PWM yang dihasilkan maksimum karena jarak tersebut sangat dekat dengan pengguna sehingga dibuat getaran yang dihasilkan cepat. Adapun pada jarak 140 cm posisi tersebut masih cukup jauh sehingga penanda getar yang diberikan cukup pelan saja, Sedangkan dari jarak 20 cm – 140 cm nilai PWM akan berubah-ubah seperti Gambar 6 pada rentang jarak tersebut, perbedaan 1 cm akan mengakibatkan perbedaan nilai PWM yang dihasilkan, semakin jauh jarak halangan maka semakin kecil nilai PWM-nya dan semakin dekat jarak halangan maka akan semakin besar nilai PWM-nya. Saat sensor mendeteksi halangan pada rentang 0-140 cm maka alat akan menghasilkan keluaran berupa getaran dan suara yang berbunyi “Halangan di depan” dan jika terdapat halangan yang lebih dari 140 cm maka alat tidak akan menghasilkan getaran maupun suara sama sekali.

Tabel 8. Pengujian perangkat sistem pada sensor di sisi kanan

No.	Jarak halangan (cm)	Kecepatan motor (PWM)	Keluaran Suara
1	0	200	Halangan di sisi kanan
2	20	200	Halangan di sisi kanan
3	30	137	Halangan di sisi kanan
4	40	125	Halangan di sisi kanan
5	50	112	Halangan di sisi kanan
6	60	50	Halangan di sisi kanan

Berdasarkan data pada Tabel 8 didapatkan grafik korelasi antara input jarak halangan dengan output berupa kecepatan motor getar (PWM). Grafik yang muncul adalah sebagai berikut.



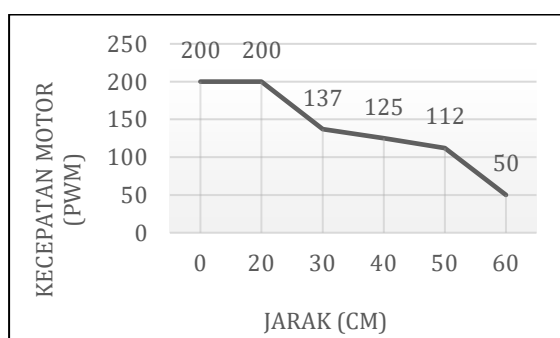
Gambar 8. Hubungan antara input jarak (cm) dan output kecepatan motor (PWM) pada logika fuzzy di sensor kanan

Nilai input dari 0-20 cm memiliki output maksimum sebesar 200, output yang dihasilkan saat jarak 60 cm menunjukkan nilai minimum yaitu sebesar 50. Pada jarak 0–20 cm nilai PWM yang dihasilkan maksimum karena jarak tersebut sangat dekat dengan pengguna sehingga dibuat getaran yang dihasilkan cepat. Adapun pada jarak 60 cm posisi tersebut masih cukup jauh sehingga penanda getar yang diberikan cukup pelan saja, Sedangkan dari jarak 20–60 cm nilai PWM akan berubah-ubah seperti Gambar 7 pada rentang jarak tersebut, perbedaan 1 cm akan mengakibatkan perbedaan nilai PWM yang dihasilkan, semakin jauh jarak halangan maka semakin kecil nilai PWM-nya dan semakin dekat jarak halangan maka akan semakin besar nilai PWM-nya. Saat sensor mendeteksi halangan pada rentang 0-60 cm maka alat akan menghasilkan getaran dan suara yang berbunyi “Halangan di depan” dan jika terdapat halangan lebih dari 60 cm maka alat tidak menghasilkan getaran maupun suara sama sekali.

Tabel 9 Pengujian perangkat sistem pada sensor di sisi kiri

No.	Jarak halangan (cm)	Kecepatan motor (PWM)	Keluaran Suara
1	0	200	Halangan di sisi kiri
2	20	200	Halangan di sisi kiri
3	30	137	Halangan di sisi kiri
4	40	125	Halangan di sisi kiri
5	50	112	Halangan di sisi kiri
6	60	50	Halangan di sisi kiri

Berdasarkan data pada Tabel 9 didapatkan grafik korelasi antara input jarak halangan dengan output berupa kecepatan motor getar (PWM). Grafik yang muncul adalah sebagai berikut.



Gambar 9. Hubungan antara input jarak (cm) dan output kecepatan motor (PWM) pada logika fuzzy di sensor kiri

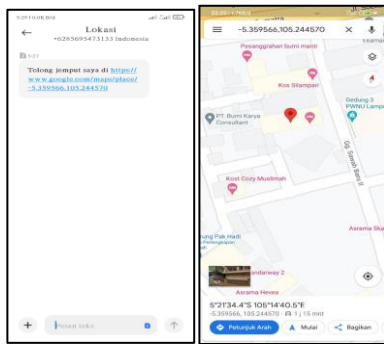
Hasil dari percobaan pada sensor di sisi kiri kurang lebih sama dengan hasil dari sensor di sisi kanan. Nilai input dari 0-20 cm memiliki nilai output maksimum sebesar 200, nilai output yang dihasilkan saat jarak 60 cm menunjukkan nilai minimum yaitu sebesar 50. Pada jarak 0 – 20 cm nilai PWM yang dihasilkan maksimum karena jarak tersebut sangat dekat dengan pengguna sehingga dibuat getaran yang dihasilkan cepat. Adapun pada jarak 60 cm posisi tersebut masih cukup jauh sehingga penanda getar yang diberikan cukup pelan saja, Sedangkan dari jarak 20 cm – 60 cm nilai PWM akan berubah-ubah seperti Gambar 8 pada rentang jarak tersebut, perbedaan 1 cm akan mengakibatkan perbedaan nilai PWM yang dihasilkan, semakin jauh jarak halangan maka semakin kecil nilai PWM-nya dan semakin dekat jarak halangan maka akan semakin besar nilai PWM-nya. Saat sensor mendeteksi halangan pada rentang 0-60 cm maka alat akan menghasilkan keluaran berupa getaran dan suara yang berbunyi “Halangan di depan” dan jika terdapat halangan yang lebih dari 60 cm maka alat tidak akan menghasilkan getaran maupun suara sama sekali.

4.3 Pengujian sistem pesan darurat

Pengujian sistem pesan darurat ini dilakukan 5 kali percobaan. Pengguna harus terlebih dahulu menekan tombol trigger untuk mengirim pesan. Selanjutnya handphone yang nomornya sudah dimasukkan dalam program akan menerima pesan singkat berupa koordinat lokasi terkini dari pengguna alat bantu mobilitas tunanetra tersebut.

Tabel 4.10 Hasil pengujian pesan darurat

No.	Terkirim / Tidak	Logitude	Latitude
1	Terkirim	-5,359566	105,244570
2	Terkirim	-5,359579	105,244540
3	Terkirim	-5,359588	105,244570
4	Terkirim	-5,359572	105,244570
5	Terkirim	-5,359584	105,244540



Gambar 4.10 Contoh tampilan pesan berisi link koordinat google maps

Berikutnya dilakukan perhitungan selisih jarak antara koordinat yang didapatkan dari alat bantu mobilitas tunanetra dengan pembandingnya yaitu koordinat yang didapatkan dari google maps menggunakan perhitungan euclidean distance dengan persamaan dibawah ini.

$$ED = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (9)$$

Keterangan:

ED: euclidean distance

x1: longitude1 (pembanding)

x2: longitude2 (hasil percobaan)

y1: latitude1 (pembanding)

y2: latitude2 (hasil percobaan)

Nilai longitude dan latitude pada lokasi yang didapatkan dari google maps sebagai pembanding adalah -5,359499 dan 105,244544. Nilai dari perhitungan ED diperoleh dalam bentuk derajat longitude dan latitude. Nilai tersebut kemudian dikonversikan ke satuan jarak dimana 1 ED = 111,319 km. Hasil dari perhitungan diatas dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.11 Hasil perhitungan euclidean distance

No.	Logitude	Latitude	ED	Selisih jarak (meter)
1	-5,359566	105,244570	0,00007186	7,99
2	-5,359579	105,244540	0,00008009	8,91
3	-5,359588	105,244570	0,00009272	10,32
4	-5,359572	105,244570	0,00007749	8,62
5	-5,359584	105,244540	0,00008509	9,47
Rata-rata			0,00008145	9,06

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan rata rata selisih jarak antara koordinat yang didapatkan dari alat bantu tunanetra dengan koordinat dari google maps adalah 9,06 meter.

5. KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil pengujian, sensor ultrasonik HC-SR04 pada alat ini memiliki nilai rata-rata error pada sensor di sisi depan sebesar 1,97% dengan akurasi 98,03%, rata-rata error sensor di sisi kanan sebesar 1,17% dengan akurasi 98,83% dan rata-rata error sensor di sisi kiri sebesar 0,50% dengan akurasi 99,50%.
- Alat ini dapat mendeteksi halangan pada bagian kiri dan kanan pengguna dengan jangkauan 60 cm serta bagian depan sejauh 140 cm yang kemudian akan memberikan keluaran berupa getaran dengan intensitas yang semakin meningkat apabila jarak halangan ke pengguna semakin dekat, hal ini adalah hasil dari implementasi logika fuzzy yang mengatur kuat lemahnya putaran dari motor DC.
- Dalam kondisi darurat alat ini dapat mengirim pesan berisi koordinat lokasi pengguna ke nomor handphone kerabatnya menggunakan tombol trigger.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Lampung yang telah memberikan pendanaan melalui skema Penelitian Terapan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D, Suhardi, Yedija Novriandry, Dedi Triyanto. 2020. "Prototype Sistem Monitoring Dan Pengisian Token Listrik Prabayar Menggunakan Arduino Uno Berbasis Website." Coding Jurnal Komputer Dan Aplikasi 8(3):61. doi: 10.26418/coding.v8i3.43320.
- [2] Dhiya' Ushofa, Baroroh, Lilik Anifah, Gusti Buditjahjanto, and Endryansyah. 2022. "Sistem Kendali Kecepatan Putaran Motor DC Pada Conveyor Dengan Metode Kontrol PID." Jurnal Teknik Elektro 11(Universitas Negeri Surabaya):332–42.
- [3] Ashadi, M. Yosi, Sofia Ariyani, Rintyarna Setya Bagus, and Wardati Kurnia Nanda. 2022. "Desain Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Memanfaatkan GPS Tracker Berbasis IoT." Jurnal Teknik Elektro Dan Komputerisasi (ELKOM) 4(2):152–59.

- [4] Baterai Sebagai, Karakteristik, Muslih Nasution, and Kata Kunci. 2021. "Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik." *JET (Journal of Electrical Technology)* 6(1):35–40.
- [5] Hallahan, Daniel P., Paige C. Pullen, James M. Kauffman, and Jeanmarie Badar. 2020. "Exceptional Learners." *Oxford Research Encyclopedia of Education* 1–21. doi: 10.1093/acrefore/9780190264093.013.926.
- [6] Muharomeita Aulia, Ekawati Prihatini, and Nyayu Latifah Husni. 2020. "Perancangan Kendali Alat Bantu Tunanetra Berbasis Fuzzy Logic." *Jurnal Rekayasa Elektro Sriwijaya* 1(2):62–70. doi: 10.36706/jres.v1i2.15.
- [7] Kurniawan, Asep. 2019. "Alat Bantu Jalan Sensorik Bagi Tunanetra." *Inklusi* 6(2):285. doi: 10.14421/ijds.060205.
- [8] Tangdiongan, Renstra C. G., Elia Kendek Allo, Sherwin R. U. A. Sompie, and Jurusan Teknik Elektro-ft. 2017. "Rancang Bangun Alat Bantu Mobilitas Penderita Tunanetra Berbasis Microcontroller Arduino Uno." 6(2):79–86.
- [9] Arrofi, Muhammad Jundi, Mohammad Ramdani, and Estanto. 2017. "Perancangan Alat Bantu Untuk Penderita Tunanetra Dengan Sensor Ultrasonik Menggunakan Logika Fuzzy Aiding Tool Design for Blind People Using Ultrasonic." *E-Proceeding of Engineering* 4(2):1497–1504.
- [10] Efendi, Dwi Marisa. 2019. "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Sistem Rekomendasi Perpanjangan Kontrak Kerja Karyawan." *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)* 6(1):106–15. doi: 10.35957/jatisi.v6i1.169.
- [11] Irine V.R, Rut, Ananda Aisyah A, and Astrie Kusuma Dewi. 2021. "Prototipe Pengendalian Temperature Ruangan Dengan Metode Logika Fuzzy." *Sntem* 1(November):1158–66.
- [12] Kusuma, Abdi Pandu, and Ananda Dwi Oktavianto. 2022. "Analisis Metode Euclidean Distance Dalam Menentukan Koordinat Peta Pada Alamat Rumah." *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Informatika* 8(2):108–15. doi: 10.26905/jtmi.v8i2.8871.
- [13] Muttaqin, Imam Rama, and Dian Budhi Santoso. 2021. "Prototype Pagar Otomatis Berbasis Arduino Uno Dengan Sensor Ultrasonic Hc-SR04." *JE-Unisla* 6(2):41. doi: 10.30736/je-unisla.v6i2.695.
- [14] Nisa, Auliah Khoirun, Muhammad Abdy, and Ahmad Zaki. 2020. "Penerapan Fuzzy Logic Untuk Menentukan Minuman Susu Kemasan Terbaik Dalam Pengoptimalan Gizi." *Journal of Mathematics Computations and Statistics* 3(1):51. doi: 10.35580/jmathcos.v3i1.19902.
- [15] Nuraini, Irma Kharisma, Aziz Dhaifullah, Falaah Satritama, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, and Kampus Ui. 2019. "SISTEM NOTIFIKASI SUARA LOKASI HALTE BUS BERDASARKAN APLIKASI GPS SOUND NOTIFICATION SYSTEM OF STOP BUS LOCATION BASED ON Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Volume 4 Tahun 2019." 4:326–32.
- [16] Pasaribu, Faisal Irsan, Noorly Evalina, M. Nurul Arifin Nasution, Elvy Sahnur Nasution, and Arfis Amiruddin. 2022. "Perancangan Sistem Pengamanan Pada Jalan Tanjakan Dan Turunan Yang Bertikungan." *Semnastek* 126–34.
- [17] Rindengan, Altien J., and Yohanes A. R. Langi. 2019. Altien J. Rindengan Yohanes A.R. Langi.
- [18] Setiyawan, Dani. 2020. "Alat Bantu Jalan Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroller." 13(2):94–103.
- [19] Suhaeb, Sutarsi, Yasser Abd Djawad, Hendra Jaya, Ridwansyah, Sabran, and Ahmad Risal. 2017. "Mikrokontroler Dan Interface." *Buku Ajar Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika UNM* 2–3.