

PERANCANGAN ALAT BANTU UNTUK PENDERITA TUNANETRA DENGAN SENSOR ULTRASONIK MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY AIDING TOOL DESIGN FOR BLIND PEOPLE USING ULTRASONIC SENSORS USING FUZZY LOGIC

Muhammad Jundi Arrofi¹, Mohammad Ramdani², Estananto³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹rofinex@gmail.com, ²mohamadramdhani@telkomuniversity.ac.id, ³estananto@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Tunanetra merupakan suatu istilah yang digunakan bagi orang yang memiliki gangguan dalam penglihatan. Gangguan dalam penglihatan dapat berarti buta total atau buta sebagian (Low Vision). Untuk tunanetra yang mengalami buta total, diperlukan alat bantu untuk menggantikan fungsi dasar penglihatan yaitu melihat dan menentukan jarak dari manusia ke objek di sekitarnya.

Alat bantu yang biasa digunakan adalah tongkat tunanetra. Tongkat ini sebenarnya memiliki potensi untuk diberikan beberapa macam tambahan-teknologi sehingga mampu membantu penderita tunanetra dengan lebih baik. Pada Tugas Akhir ini digunakan tongkat tunanetra yang dapat dilipat, dan sebagai pendeteksi tambahan diberikan dengan menggunakan tiga sensor ultrasonik yang dipasang di bagian depan tongkat. Adapun alat yang digunakan sebagai indikator adanya objek adalah berupa alat getar yang berasal dari motor DC dan sebuah buzzer. Pertama, sistem akan membaca masukan dari hasil pembacaan sensor ultrasonik untuk kemudian menjadi masukan pada kontroler Fuzzy. Keluaran kontroler Fuzzy berupa nilai pwm motor DC yang akan menggerakkan motor DC dengan kecepatan tertentu sehingga menimbulkan getaran dengan intensitas tertentu. Buzzer yang ada akan berfungsi untuk menghasilkan bunyi dengan frekuensi berbeda bergantung dari posisi objek yang berada di dekat sensor.

Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan kesimpulan yaitu alat yang telah dibuat mampu untuk mendeteksi halangan dari tiga arah yang berbeda (depan, serong kanan dan serong kiri) dengan bantuan buzzer dan motor DC, mampu mendeteksi jarak dengan jangkauan hingga 1,8 meter dan memberikan respon berupa getaran yang intensitasnya semakin meningkat apabila jarak objek ke pengguna semakin dekat. Getaran dengan intensitas berbeda-beda ini diakibatkan karena implementasi logika Fuzzy yang mengatur kuat lemahnya putaran dari motor DC. . Alat ini juga mampu bertahan selama 3.5 jam pemakaian terus-menerus jika menggunakan baterai 9v. Sensor ultrasonik yang digunakan memiliki rata-rata presentase eror sebesar 6,22%, dengan presentase eror maksimum sebesar 10,9%. Semakin jauh jarak sensor maka nilai eror akan menjadi semakin besar. Setelah diuji cobakan ke penderita tunanetra, respon terhadap alat ini memiliki tingkat kenyamanan 80%, kepuasan dengan berat alat 80%, pemahaman konsep kerja alat 80%, kemudahan pemakaian 40% dan tingkat kegunaan alat jika diaplikasikan 100%. Terkait dengan model sistem yang digunakan, terutama bagian wadah sensor, menurut penderita tunanetra kurang efektif (40%) dan terlalu lebar, sehingga sedikit mengganggu saat berjalan menggunakan alat ini.

Kata Kunci : ultrasonik, Arduino, tunanetra, logika Fuzzy, motor DC

Abstract

Blind person is a term used for people with some abnormality on their sight. Disturbances in vision can mean totally blind or partially blind (Low Vision). For the visually impaired who are totally blind, it is important to have a tool which functions as the basic vision is to see and determine the distance from users to his surrounding objects.

The tools usually used are called blind-canes. This cane actually holds lots of potentials to add several technologies attached to it, to help the blind people better. In this final project, the blind cane received additional three ultrasonic sensors attached to its front part, and use DC motor and buzzer as outputs. First, the system will read input from ultrasonic sensors and then converted the value into distance, which then enter a process of Fuzzy logic controller. The output of Fuzzy is the Motor DC's PWM which control its speed based on the distance from the user, so that the vibration marks differently from every distance. The buzzer serves a function to make a certain frequency based on the object position toward the user.

Based on the analysis of this project, the system is able to detect obstacles from left, front and right, up to 1,8 metre in distance. The fuzzy logic is also successful giving a different vibration strength based on the distance from obstacle to the user. This tool can last for 3.5 hours of continuous use using a 9v battery. The ultrasonic sensors used have an error percentage of 6,22% with the maximum error percentage is 10,9%. After being tested to the blind people, this tool has comfort rating of 80%, satisfaction toward its weight 80%, easy to understand rating 80%, easiness to use 40% and usefulness rating 100.

Keywords: ultrasonic, Arduino, blind person, Fuzzy logic, motor DC

1. Pendahuluan

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Rehabilitasi Sosial pada tahun 2010 disebutkan bahwa terdapat 40-45 juta jiwa yang menderita kebutaan / tunanetra. Disebutkan bahwa pertahunnya tak kurang dari 7 juta orang mengalami kebutaan atau permenitnya terdapat satu penduduk bumi menjadi buta dan perorang mengalami kebutaan perduabelas menit dan ironisnya, lagi-lagi wilayah dan negara miskinlah yang kebanyakan penduduknya mengalami kebutaan dan gangguan penglihatan, yaitu sekitar 90% [12]. Apabila kondisi ini dibiarkan tanpa aksi yang nyata maka WHO memperhitungkan pada tahun 2020 mendatang, kelak jumlah penduduk dunia yang buta akan mencapai 2 kali lipat, kira-kira 80 – 90 juta orang. Dengan kekurangan fisik yang dialami oleh tunanetra, maka akan membantu bagi mereka apabila dibuat sebuah alat yang mampu digunakan sehari-hari untuk membantu memahami lingkungan di sekitar mereka, apakah terdapat sebuah halangan, jurang atau gangguan yang lainnya. Dengan bantuan sensor yang terpasang pada alat dapat dipakai, penderita tunanetra menjadi dapat memahami sesuatu di sekeliling mereka.

Sensor yang dipilih pada penelitian yang akan dilakukan adalah sensor ultrasonik. Sensor Ultrasonik adalah alat elektronika yang kemampuannya bisa mengubah dari energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang dinamakan transmitter dan penerima ultrasonik yang disebut receiver. Alat ini digunakan untuk mengukur gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik adalah gelombang mekanik yang memiliki ciri-ciri longitudinal dan biasanya memiliki frekuensi di atas 20 Khz. Gelombang Ultrasonik dapat merambat melalui zat padat, cair maupun gas. Gelombang Ultrasonik adalah gelombang rambatan energi dan momentum mekanik sehingga merambat melalui ketiga element tersebut sebagai interaksi dengan molekul dan sifat enersia medium yang dilaluinya.

Pada penelitian yang dilakukan, dibuat sebuah tongkat yang mampu dilipat menjadi empat bagian, dan diberikan wadah khusus pada tongkat tersebut untuk meletakkan komponen elektronika yang digunakan seperti sensor ultrasonik, Arduino, buzzer dan motor pager. Dengan memanfaatkan sensor ultrasonik yang akan terhubung dengan mikrokontroler, maka dapat ditentukan jarak terhadap halangan untuk memberikan output getaran sesuai dengan tingkat kedekatan jarak objek ke sensor. Sensor itu sendiri akan dipasang pada bagian depan, kanan, kiri alat sehingga cakupan wilayahnya mampu memberikan informasi jarak objek yang baik kepada pengguna.. Untuk memperoleh respon yang baik, pada Arduino diberikan logika Fuzzy untuk intensitas kuat getaran yang terjadi.

2. Dasar Teori

2.1. Tongkat Tunanetra

Jenis tongkat yang digunakan untuk Tugas Akhir ini adalah Tongkat Lipat Tunanetra. Alasan digunakan tongkat lipat adalah karena kepraktisannya. Panjang tongkat ini adalah 120cm dan bisa dilipat dengan masing-masing ruas sepanjang 30cm. Bahan yang digunakan tongkat terbuat dari alumunium sehingga terasa ringan. Tongkat ini disertai tali di ujung tongkat agar tidak gampang terlepas dari pegangan tangan saat dipakai.



Gambar 1. Tongkat lipat tunanetra

Dimensi tongkat ini adalah ($p \times l \times t$) 126cm x 2cm x 2cm. Berat tongkat ini yaitu 0.164 kg.

2.2. Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut.^[2] Ada beberapa alasan digunakannya logika fuzzy, antara lain:

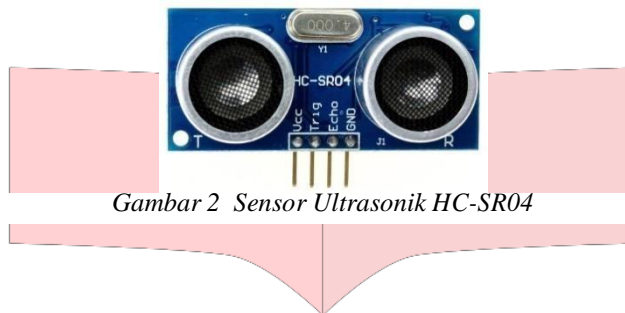
- Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Karena logika fuzzy menggunakan dasar teori himpunan.
- Logika fuzzy sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan.
- Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat.

- d. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
- e. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
- f. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

Logika Fuzzy sendiri terdiri dari berbagai macam metode, diantaranya: *Fuzzy inference system*, *Fuzzy clustering*, *Fuzzy database*, dll. Dalam pengerjaan tugas akhir ini, akan digunakan *Fuzzy inference system* dengan metode Mamdani.

2.3. Sensor Ultrasonik

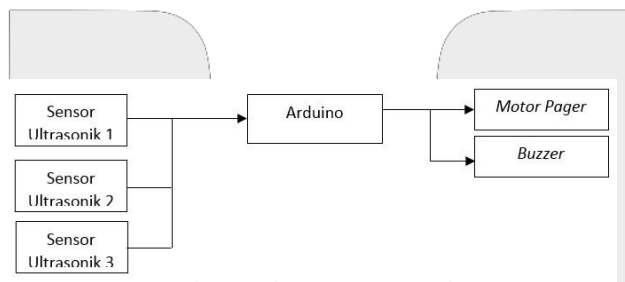
Sensor Ultrasonik yang digunakan untuk Tugas Akhir ini adalah Sensor Ultrasonik HC-SR04. Alasan digunakan sensor ini adalah karena sensor ini banyak dijumpai di pasaran.



Gambar 2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

3. Perancangan Sistem

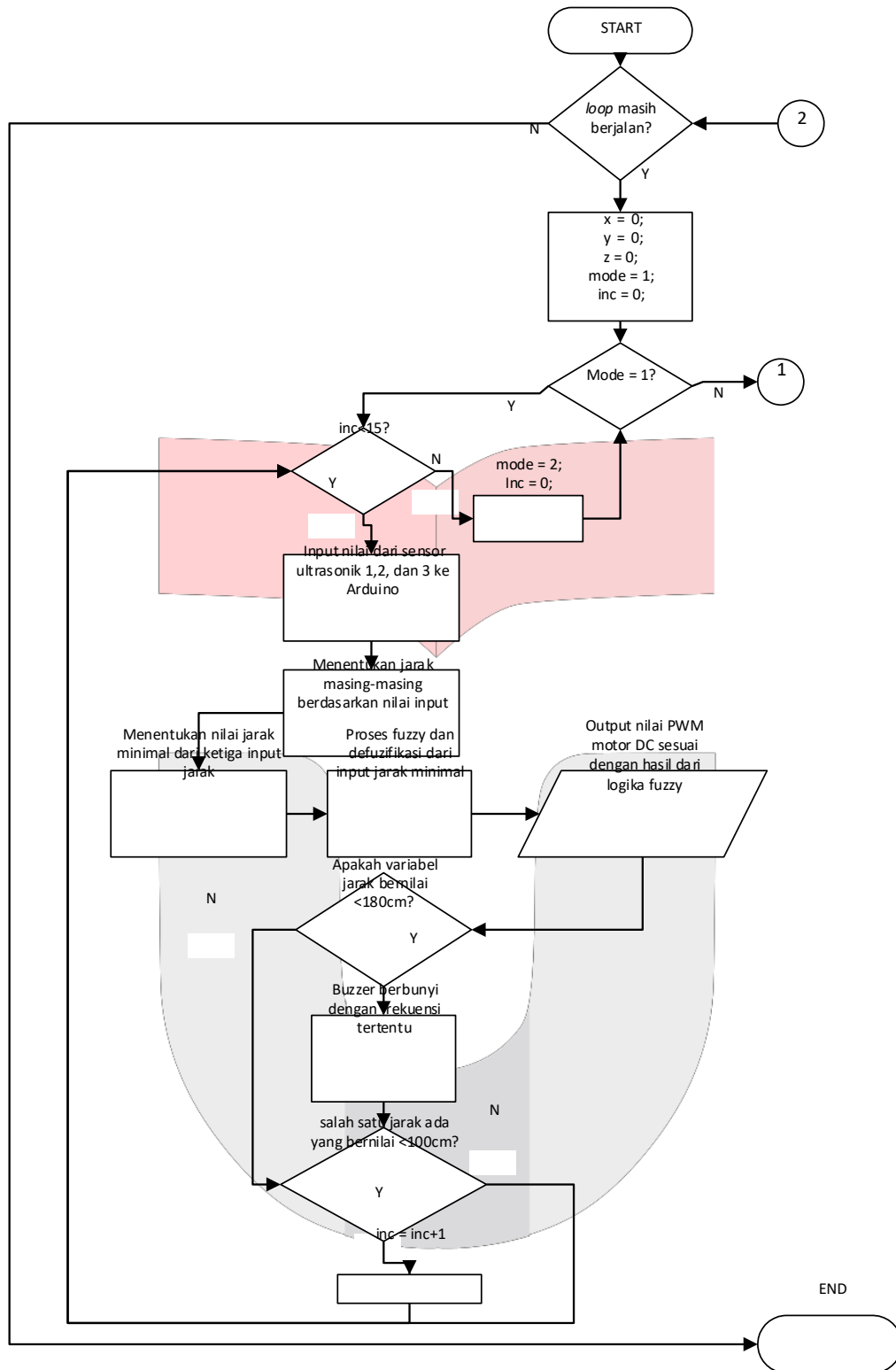
Pada tahap perancangan ini terdiri dari persiapan alat yang dibutuhkan. Alat alat yang dibutuhkan meliputi kerangka alat, arduino, tiga sensor ultrasonik dan motor pager. Adapun untuk keperluan membuat coding menggunakan laptop.

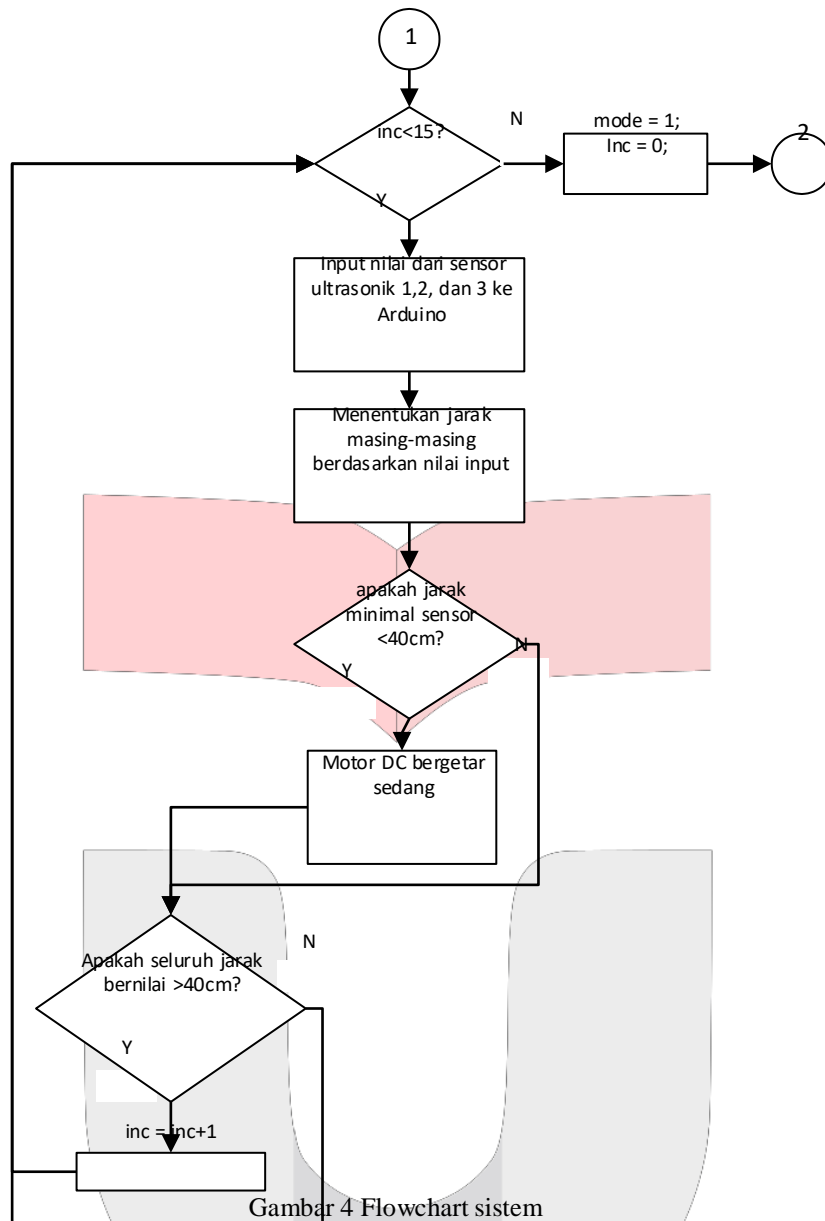


Gambar 3 Diagram Umum Sistem

Untuk pemasangan alat, akan diberikan 3 sensor ultrasonik di bagian depan tongkat sehingga sensor dapat menjangkau area 180o di depan alat ini. Kemudian alat terhubung dengan tongkat yang berfungsi sebagai pegangan dan tempat peletakan motor pager. Seluruh input – output tersebut akan terhubung dengan Arduino.

3.1. Flowchart Sistem





Gambar 4 Flowchart sistem

3.2. Prinsip Kerja Sistem

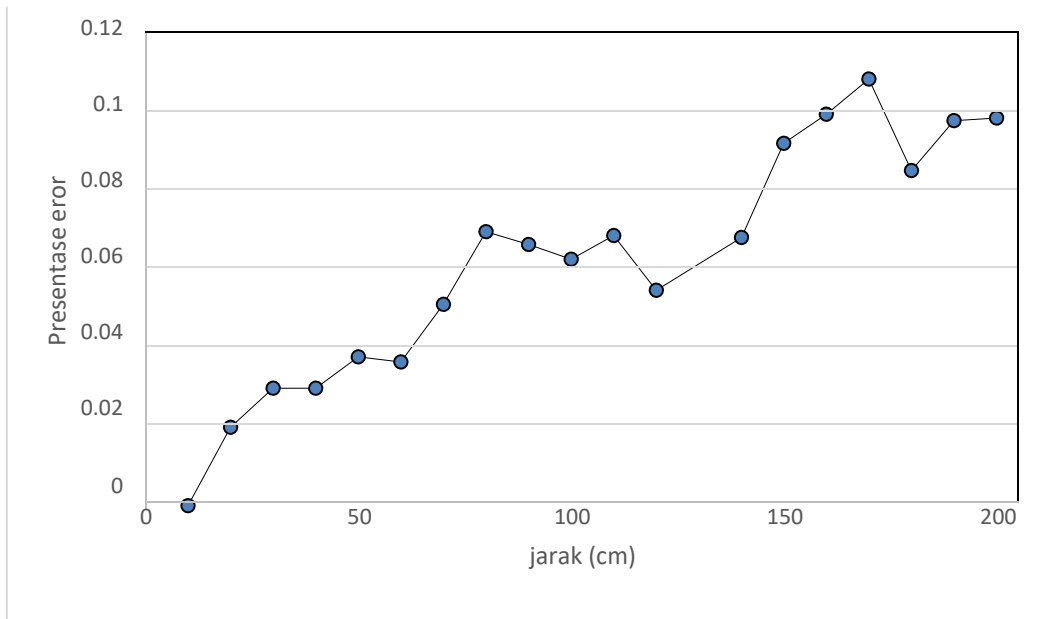
Masukan utama sistem berupa pembacaan jarak melalui sensor ultrasonik yang dikirim ke Arduino UNO. Setelah membaca hasil pembacaan sensor ultrasonik, Arduino akan memproses data tersebut. Di dalam Arduino, data tersebut kemudian diproses menggunakan logika Fuzzy apabila memenuhi kondisi yang telah ditentukan (jarak kurang dari 1,8 meter) untuk menghasilkan keluaran berupa pwm motor DC. Terdapat dua mode pada sistem ini berdasarkan posisi pengguna. Untuk setiap pembacaan sensor yang menghasilkan jarak kurang dari 1 meter, maka akan terjadi peningkatan variabel inc. Apabila nilai inc kemudian mencapai 15, maka sistem akan melakukan perintah dengan mode yang berbeda. Untuk memudahkan pengertian, maka mode ini akan disebut mode normal dan mode dekat. Mode normal adalah mode awal sistem saat sistem dinyalakan. Dalam mode ini dilakukan proses Fuzzy berupa pwm motor pager dan bunyi buzzer dengan frekuensi tertentu. Adapun mode dekat adalah mode yang akan digunakan sistem apabila pengguna berada di area ramai / berada di sekitar objek yang dekat dengan jarak berkisar 0 – 50 cm. Didalam mode ini tidak ada bunyi buzzer yang digunakan untuk mengatasi kemungkinan pengguna berada di sekitar orang banyak, sehingga hanya motor pager yang bekerja dengan menghasilkan getaran sedang. Dalam mode ini juga terdapat variabel inc yang akan mengalami peningkatan apabila tidak terdeteksi objek dengan jarak lebih dekat dari 50 cm dari sensor. Apabila nilai inc mencapai 15, maka sistem akan merubah mode menjadi mode normal

4. Analisis dan Pembahasan Sistem

4.1. Pengujian Respon Sensor Ultrasonik

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performansi dan respon hasil pembacaan sensor Ultrasonik. Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 ini dilakukan dengan menghubungkan sensor ultrasonik ke Arduino, kemudian diberikan objek dengan jarak-jarak yang telah ditentukan untuk kemudian diamati pada pembacaan di Serial Monitor Arduino IDE. Dikarenakan nilai sering berubah-ubah, maka untuk setiap jarak, diambil 5 sampel pembacaan kemudian diambil rata-rata dari 5 pembacaan tersebut.

Presentase eror dihitung dengan rumus: $\frac{\text{Jarak} - \text{Nilai Pembacaan}}{\text{Jarak}} \times 100\%$



Gambar 5. Grafik presentase eror terhadap jarak pada pengujian sensor ultrasonik

Hasil yang didapat memiliki rata-rata presentase eror sistem sebesar 6,22% eror, dengan presentase eror maksimum sebesar 10,9%. Data tersebut juga menunjukkan bahwa semakin jauh jarak sensor maka nilai eror akan menjadi semakin besar. Hal ini terlihat terutama pada jarak lebih dari satu meter. Nilai eror pada pengujian ini menunjukkan performansi sensor ultrasonik. Eror pada pembacaan jarak ini dapat diakibatkan oleh beberapa faktor, seperti *delay* alat, interferensi sinyal, suhu dan kelembaban udara sekitar.

4.2. Pengujian respon *output* apabila terdapat halangan dengan arah yang berbeda

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui respon keluaran apabila terdapat beberapa halangan yang ada. Pengujian dilakukan dengan memberikan halangan berjarak 1 meter dari objek. Halangan yang diberikan memiliki posisi yang berbeda-beda untuk setiap pengujian. Kemudian dicatat respon sistem yang terjadi.

Hasil Pengujian :

Tabel 2. Tabel Hasil Pengujian Respon Output terhadap halangan

Pengujian ke-	Halangan			Respon buzzer
	depan	Serong kiri	Serong kanan	
1	ya	-	-	Bunyi frekuensi 9000 Hz
2	-	ya	-	Bunyi frekuensi 3000 Hz
3	-	-	ya	Bunyi frekuensi 5000 Hz
4	ya	ya	-	Bunyi frekuensi 9000 Hz, kemudian bunyi frekuensi 3000 Hz

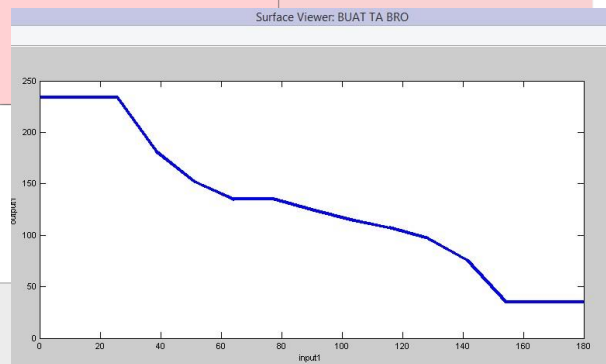
5	-	ya	ya	Bunyi frekuensi 3000 Hz, kemudian bunyi frekuensi 5000 Hz
6	ya	-	ya	Bunyi frekuensi 9000 Hz, kemudian bunyi frekuensi 5000 Hz
7	ya	ya	ya	Bunyi frekuensi 9000 Hz, kemudian bunyi 3000 Hz, kemudian bunyi frekuensi 5000 Hz
8	-	-	-	Tidak ada bunyi

Berdasarkan tabel 2, dapat dianalisis bahwa sistem bekerja sesuai dengan algoritma yang diinginkan. Sesuai dengan urutan program, maka apabila terdapat dua objek dengan jarak tertentu yang membuat buzzer berbunyi, maka kode program yang diatas akan diproses terlebih dahulu sebelum kode berikutnya.

4.3. Pengujian Performansi Logika Fuzzy

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performansi sistem selama sistem berjalan berdasarkan aturan-aturan pada logika *Fuzzy* yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan membuat simulasi logika *Fuzzy* yang identik pada program MATLAB menggunakan *fuzzy logic design*.

Setelah data tersebut dimasukkan, maka dengan menu View -> Surface, dapat ditampilkan grafik korelasi antara input dengan output. Grafik yang muncul adalah sebagai berikut,



Gambar 7. Grafik plot hubungan antara input jarak (cm) dan output kecepatan pwm pada logika Fuzzy yang digunakan

Nilai input dari 0-30cm menunjukkan nilai output yang sama yaitu sebesar 234 dan nilai output dari 150-180cm menunjukkan nilai output yang sama yaitu sebesar 35. Alasan mengapa pada jarak 0 – 30cm nilai *membership function* konstan 1 adalah karena jarak tersebut berada sangat dekat dengan pengguna dan berada pada jarak lengan pengguna, sehingga dipilihlah supaya getaran yang dihasilkan maksimal. Adapun pada jarak 150cm-180cm, posisi tersebut masih cukup jauh, sehingga penanda getar yang diberikan cukup pelan saja, dan sudah diakomodasi dengan suara buzzer. Sedangkan dari jarak 30cm – 150cm nilai PWM akan berubah-ubah sesuai dengan grafik 4.4.3. Pada rentang jarak tersebut, perbedaan 1 cm akan mengakibatkan perbedaan nilai PWM yang dihasilkan, semakin jauh semakin kecil nilai PWM dan semakin dekat maka akan semakin besar nilai PWM-nya.

4.4. Pengujian alat saat digunakan oleh penderita tunanetra

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon dan *feedback* dari penderita tunanetra saat menggunakan alat ini. Tahap ini dilakukan di Panti Sosial Bina Netra (PSBN) Wyata Guna, Jl. Pajajaran No.52, Pasir Kaliki, Cicendo, Kota Bandung.

Tabel 3.. Hasil Rangkuman Survei ke Penderita Tunanetra

No	Parameter	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Kenyamanan				y	
2	Berat Alat				y	
3	Membingungkan atau tidak				y	
4	Kemudahan Pemakaian		y			
5	Kegunaan					y

Karena pada pengujian ini hanya digunakan 2 subjek karena keterbatasan waktu, maka hasil pengujian ini juga hanya berasal dari 2 subjek tersebut yang kemudian digabung menjadi satu. Pada saat pertama kali memegang

tongkat, mereka terkejut karena model tongkat tidak biasa pada umumnya, terutama karena penambahan berupa wadah untuk sensor pada bagian depan tongkat. Subjek juga mengalami kesulitan pertama kali untuk menyesuaikan bagian depan tongkat. Selain itu, penderita tunanetra yang diujikan memberikan respon yang sangat positif terkait dengan kegunaan tongkat dengan sensor ultrasonik, karena dengan sensor tersebut alat ini mampu menjangkau jarak lebih jauh dari tongkat yang biasa digunakan sehingga mereka lebih tahu terlebih dahulu apabila terdapat objek yang mendekat atau berada di depan mereka.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, hasil pengujian, dan analisis data, maka dari penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Alat yang telah dibuat mampu untuk mendeteksi halangan dari tiga arah yang berbeda (depan, serong kanan dan serong kiri) dengan bantuan buzzer dan *motor DC*.
2. Alat ini dapat mendeteksi jarak dengan jangkauan hingga 1,8 meter dan memberikan respon berupa getaran yang intensitasnya semakin meningkat apabila jarak objek ke pengguna semakin dekat. Alat ini juga mampu bertahan selama 3.5 jam pemakaian terus-menerus jika menggunakan baterai 9v.
3. Getaran dengan intensitas berbeda-beda ini diakibatkan karena implementasi logika *Fuzzy* yang mengatur kuat lemahnya putaran dari *motor DC*.
4. Sensor ultrasonik yang digunakan memiliki rata-rata presentase eror sebesar 6,22%, dengan presentase eror maksimum sebesar 10,9%. Semakin jauh jarak sensor maka nilai eror akan menjadi semakin besar. Hal ini terlihat terutama pada jarak lebih dari 1.5 meter. Error pada pembacaan jarak ini dapat diakibatkan oleh beberapa faktor, seperti *delay* alat, interferensi sinyal, suhu dan kelembaban udara sekitar.
5. Setelah diuji cobakan ke penderita tunanetra, respon terhadap alat ini memiliki tingkat kenyamanan 80%, kepuasan dengan berat alat 80%, pemahaman konsep kerja alat 80%, kemudahan pemakaian 40% dan tingkat kegunaan alat jika diaplikasikan 100%
6. Model sistem yang digunakan, terutama bagian wadah sensor, menurut penderita tunanetra tidak efektif (40%) dan terlalu lebar, sehingga sedikit mengganggu saat berjalan menggunakan alat ini

Daftar Pustaka:

- [1] Arduino. (2016)., dari <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>, diperoleh pada 7 Desember 2016
- [2] eFLL - A Fuzzy Library for Arduino and Embeded Systems. (2016). dari <http://www.zerokol.com/2012/09/arduino-fuzzy-fuzzy-library-for-arduino.html/> diakses pada 3 Maret 2017.
- [3] JElectrical4U. (2016). dari <http://www.electrical4u.com/working-or-operating-principle-of-DC-motor/> Diperoleh pada 6 Desember 2016,
- [4] Evil Mad Scientist Shop. (2016) dari <http://shop.evilmadscientist.com/productsmenu/partsmenu/131-pagermotor/>, diakses pada tanggal 20 November 2016
- [5] Fezari Mohamed, Salah Mounir, (2007) , A Navigation Tool for Blind People, T. Sobh (ed.), Innovations and Advanced Techniques in Computer and Information Sciences and Engineering, 333–337.
- [6] Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [7] Pulse Width Modulation (PWM). (2016) dari <http://www.arisulistiono.com/2010/02/pulse-width-modulation-pwm-pengenalan.html/> diakses pada 5 Januari 2017
- [8] Somantri S. 2006. *Psikologi Anak Luar Biasa*. Bandung: PT Refika Aditama.
- [9] Sushant Mahalle, Himanshu lokhande, Ultrasonic Spectacles & Waist- Belt for Visually Impaired & Blind Person, Vol. 04, Issue 02 (February. 2014), ||V3|| PP 46-49
- [10] TDK Corporation.(2011). “Piezoelectronic Buzzers’ Datasheet”. Tokyo.
- [11] The Gillete Company. (2004)“Duracell Catalogue”. Boston. Commercial Operations North America
- [12] Website Kementerian Sosial. dari <http://rehsos.kemsos.go.id/modules.php?name=News&file=article&sid=1077>, diakses pada tanggal 15 November 2016
- [13] Wikipedia (2016) <http://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>, diakses pada tanggal 20 November 2016
- [14] Wikipedia (2016) <http://en.wikipedia.org/wiki/Ultrasound>, diakses pada tanggal 20 November 2016