

Paper

Alat Bantu Jalan Penyandang Disabilitas Ganda (DeafBlind) Dengan Peringatan Getaran Berbasis Mikrokontroler

Author: Nizmaldy Astoro Witjati, Ade Zulkarnain Hasibuan, Arnes Sembiring



Alat Bantu Jalan Penyandang Disabilitas Ganda (DeafBlind) Dengan Peringatan Getaran Berbasis Mikrokontroler

Nizmaldy Astoro Witjati¹, Ade Zulkarnain Hasibuan², Arnes Sembiring³

^{1,2}Universitas Harapan Medan, Indonesia

³Universitas Medan Area, Indonesia

¹nizmaldiastoro@gmail.com, ²ade.07.07.90@gmail.com, ³arnessembiring@staff.uma.ac.id

^{*)}Email Penulis Korespondensi

Abstrak

Indra penglihatan merupakan sumber informasi vital yang sangat penting bagi manusia, hanya saja tidak sedikit orang yang mengalami gangguan pada penglihatannya. Tunanetra adalah istilah umum yang dipakai untuk menggambarkan keadaan seseorang yang mengalami hambatan atau gangguan pada kemampuan penglihatannya. Karena fungsi indra penglihatannya menurun maka penyandang tunanetra memaksimalkan fungsi indra yang lain seperti indra peraba, penciuman, pendengaran, dan lain-lain. Akan tetapi ada juga penyandang tunanetra yang menderita kelainan seperti hilangnya indra pendengaran (tunarungu) yang biasanya disebut disabilitas ganda (*deafblind*). Dapat dipahami bahwa bila seseorang mengalami gangguan pada indra penglihatannya dan indra pendengarannya (*deafblind*), maka aktivitasnya jadi sangat terbatas, karena informasi yang didapat akan lebih berkurang dibandingkan dengan seseorang dengan penglihatan dan pendengaran yang normal. Pada umumnya penyandang tunanetra menggunakan tongkat sebagai alat bantu jalan untuk membantu pergerakan saat berjalan, oleh sebab itu, dibuatlah alat bantu jalan yang dapat mendeteksi benda atau halangan yang ada di depan menggunakan sensor ultrasonik yang berbasis mikrokontroler arduino nano, dengan output keluaran getaran sebagai peringatan kepada penderita disabilitas. Tujuan alat ini untuk mempermudah penyandang disabilitas ganda (*deafblind*) dalam mendeteksi halangan yang ada di depan pada saat berjalan. Hasil yang didapat dari alat ini bekerja dengan sesuai dan stabil dengan yang diharapkan, dibuktikan dengan tingkat keberhasilan pendeteksian yang sebesar 99,26 % dan tingkat kesalahan yang sangat minim sebesar 0.74%, dan hasil kenyamanan penggunaan tongkat yang dilakukan oleh pengguna (*deafblind*) mencapai 70,83% dengan kriteria nyaman.

Kata Kunci: Disabilitas Ganda, Sensor Ultrasonik, Arduino Nano

Abstract

The sense of sight is a vital source of information that is very important for humans, but not a few people experience problems with their vision. Blindness is a general term used to describe the condition of a person who experiences obstacles or impairments in their visual abilities. Because the function of the sense of vision decreases, blind people maximize the function of other senses such as the sense of touch, smell, hearing, and others. However, there are also blind people who suffer from abnormalities such as the loss of the sense of hearing (deafblind) which is usually called double disability (deafblind). It can be understood that if a person has impaired vision and hearing (deafblind), then their activities are very limited, because the information obtained will be reduced compared to someone with normal vision and hearing. In general, blind people use a cane as a walker to assist movement when walking, therefore, a walker is made that can detect objects or obstacles in front using an ultrasonic sensor based on an arduino nano microcontroller, with vibration output as a warning to people with disabilities. The purpose of this tool is to make it easier for people with multiple disabilities (deafblind) to detect obstacles in front when walking. The results obtained from this tool work accordingly and stably as expected, as evidenced by the detection success rate of 99.26% and a very minimal error rate of 0.74%, and the results of the comfort of using a cane carried out by users (deafblind) reached 70.83% with comfortable criteria.

Keywords: Multiple Disabilities, Ultrasonic Sensor, Arduino Nano

1. PENDAHULUAN

Tunanetra adalah penyakit yang diderita oleh manusia. Hilangnya fungsi indra penglihatan maka sering kita lihat banyak penyandang tunetra yang mengalami kecelakaan dalam menjalani kegiatan sehari-hari [1]. Karena fungsi indra penglihatannya menurun maka penyandang tunanetra memaksimalkan fungsi indra yang lain seperti indra peraba, penciuman, pendengaran, dan lain-lain. Sehingga tidak heran banyak juga penyandang

tunanetra yang memiliki kemampuan dalam bidang musik atau sains. Akan tetapi ada juga penyandang tunanetra yang menderita kelainan seperti hilangnya indra pendengaran (tunarungu) yang biasanya disebut disabilitas ganda (*deafblind*).

Tunarungu adalah kondisi seseorang yang mengalami gangguan pendengaran yang diklasifikasikan kedalam tuli (*deaf*) dan kurang pendengaran (*hard of hearing*). Dampak langsung dari ketunarunguan adalah terhambatnya komunikasi verbal/lisan, baik secara ekspresif (berbicara) maupun reseptif (memahami pembicaraan orang lain), sehingga sulit berkomunikasi dengan lingkungan orang mendengar yang lazim menggunakan bahasa verbal sebagai alat komunikasi [2]. Fenomena disabilitas ganda adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan situasi dimana individu memiliki lebih dari satu jenis disabilitas. Dalam hal ini, disabilitas ganda dapat merujuk pada kombinasi dari disabilitas fisik dan disabilitas mental, disabilitas fisik dan masalah kesehatan, atau kombinasi dari beberapa jenis disabilitas. Menurut Undang-undang No. 8 Tahun 2016 tentang penyandang disabilitas, ada lima kategori: disabilitas fisik, disabilitas intelektual, disabilitas mental, disabilitas sensorik, dan disabilitas majemuk/ganda [3]. Berdasarkan data dari Kemensos tahun 2020, jumlah penyandang disabilitas di Indonesia mencapai 22,97 juta jiwa atau sekitar 5% [4]. Menurut Persatuan Dokter Spesialis Mata Indonesia (Perdami) pada tahun 2021, ada 8 juta orang dengan gangguan pada indra penglihatan. Dari jumlah tersebut, 1,6 juta di antaranya buta dan 6,4 juta lainnya mengalami gangguan penglihatan sedang atau berat [5]. Menurut Pusat Data Dan Informasi Kesejahteraan Sosial (Pusdatin Kesos) di bawah naungan Kemensos pada tahun 2020, ada 130 ribu orang dengan gangguan pada indra pendengaran (tunarungu) dan ada 12 ribu orang dengan gangguan disabilitas ganda (*Deafblind*) [6].

Dapat dipahami bahwa bila seseorang mengalami gangguan pada indra penglihatannya dan indra pendengarannya (*deafblind*), maka aktivitasnya jadi sangat terbatas, karena informasi yang didapat akan lebih berkurang dibandingkan dengan seseorang dengan penglihatan dan pendengaran yang normal. Maka dari itu sangat dibutuhkan alat bantu jalan, karena alat bantu tunanetra yang paling umum digunakan adalah tongkat. Tongkat adalah alat bantu yang sederhana tetapi sangat penting bagi tunanetra untuk dapat berjalan secara mandiri dan tanpa bantuan [7].

Adapun penelitian terdahulu yang dibuat oleh Ramdani, pada tahun 2021. Beliau membuat alat bantu jalan penyandang tunanetra untuk mendeteksi hambatan. Penelitian tersebut menggunakan tongkat sebagai media/alat bantu jalan dan alat ini diperuntukkan untuk penyandang tunanetra yang bisa mendengar (tidak tuli) dengan menggunakan DF Player Mini sebagai speaker. [8]. Pada tahun 2019 yang dibuat oleh Asep. Beliau membuat alat bantu jalan sensorik bagi tunanetra untuk mendeteksi halangan. Penelitian tersebut berbentuk jam tangan yang bisa berputar ke kanan dan ke kiri menggunakan motor servo sebagai media/alat bantu jalan dan *output* dari penelitian ini berupa suara atau *buzzer* [9].

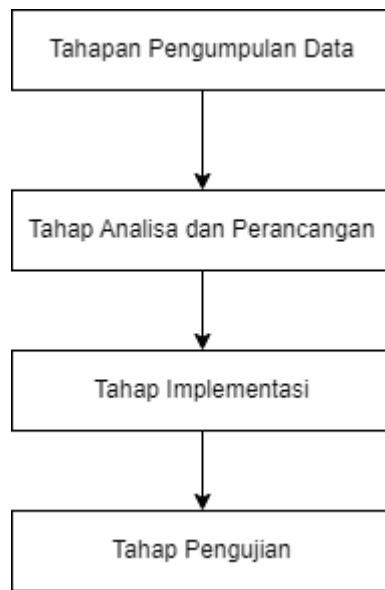
Berdasarkan permasalahan diatas, dibuatlah alat bantu jalan yang dapat mendeteksi benda atau halangan yang ada di depan menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler. Mikrokontroler adalah chip atau IC (*Integrated Circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer, yang terintegrasi dari sebuah sistem yang tertanam (*embedded system*) untuk melakukan satu atau lebih fungsi tertentu. Mikrokontroler di desain menggunakan teknologi CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*), mikrokontroler Atmega328P merupakan kelompok keluarga AVR 8 bit yang memiliki *feature harvard* (pemisah memory kode program dan memory data, serta bekerja secara paralelisme). Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan [10] dengan fitur keluaran getaran sebagai peringatan kepada penderita disabilitas.

Nantinya dari hasil alat yang dibuat bertujuan untuk membantu mobilitas penyandang dengan menggunakan sensor ultrasonik yang dapat mendeteksi halangan yang ada di depan penyandang lebih awal dengan jarak yang sudah ditentukan, jika tongkat semakin dekat dengan halangan yang ada di depan maka getaran sebagai peringatan akan bergetar terus-menerus, sebaliknya jika tongkat jauh dari halangan maka getaran akan lama-lama menjadi pelan.

Cara kerja penggunaan tongkat secara umum adalah tongkat biasanya dihentakan atau dipukulkan pada benda yang ada di depannya untuk mendeteksi, tetapi hanya mencakup jangkauan yang dekat. Perbedaan dengan alat yang dibuat adalah tongkat tidak perlu dipukulkan atau dihentakkan karena adanya sensor yang bisa mendeteksi objek yang ada di depan dengan jangkauan yang jauh dengan keluaran getaran sebagai peringatan. Berdasarkan pemaparan diatas, penulis menyusun dengan judul “Alat Bantu Jalan Penyandang Disabilitas Ganda (*Deafblind*) Dengan Peringatan Getaran Berbasis Mikrokontroler”.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai untuk penelitian ini adalah metode *prototyping* yang menggunakan beberapa tahap. Berikut beberapa tahap yang akan dijelaskan pada gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

Adapun penjelasan dari tahapan metode penelitian pada gambar 1 sebagai berikut:

1. Tahapan Pengumpulan Data
Tahap ini dimaksudkan untuk menghimpun informasi yang dibutuhkan guna pelaksanaan penelitian ini. Ini mencakup melakukan analisis literatur untuk menemukan referensi dari berbagai sumber yang dapat diandalkan, termasuk artikel ilmiah, publikasi buku, dan jurnal penelitian yang fokus pada topik mikrokontroler untuk alat bantu jalan.
2. Tahap Analisa dan Perancangan
Pada tahap ini, perlu dilakukan suatu analisa dalam penelitian sehingga dapat melakukan perancangan dengan diagram alir (*flowchart*).
3. Tahap Implementasi
Tahap ini dilakukan untuk membuat rancangan alat yang telah dibuat dalam bentuk perancangan mekanik.
4. Tahap Pengujian
Tahap pengujian untuk melakukan pengujian terhadap alat yang dibuat untuk mengetahui hasil apakah alat berkerja dengan lancar.

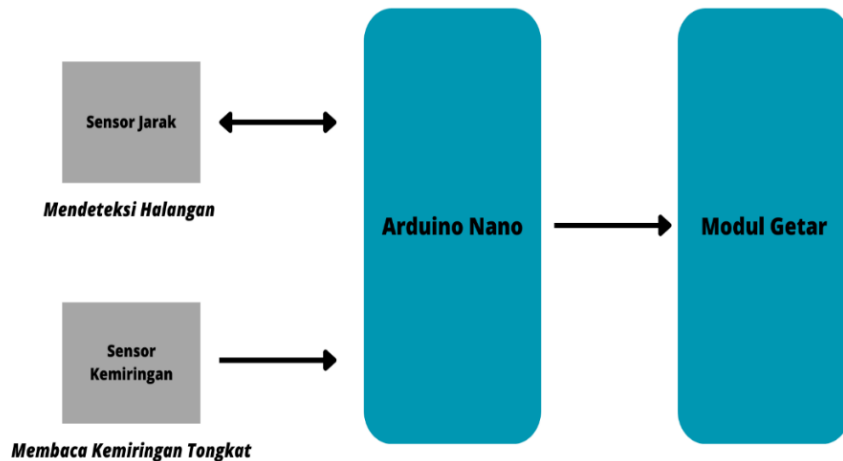
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Masalah

Dapat dipahami bahwa bila seseorang mengalami gangguan pada indra penglihatannya dan indra pendengarannya (deafblind), maka aktivitasnya jadi sangat terbatas, karena informasi yang didapat akan lebih berkurang dibandingkan dengan seseorang dengan penglihatan dan pendengaran yang normal. Maka dari itu sangat dibutuhkan alat bantu jalan, karena alat bantu tunanetra yang paling umum digunakan adalah tongkat. Tongkat adalah alat bantu yang sederhana tetapi sangat penting bagi tunanetra untuk dapat berjalan secara mandiri dan tanpa bantuan. Tongkat biasanya dihentakkan atau dipukulkan pada benda yang ada di depannya untuk mendeteksi, tetapi hanya mencakup jangkauan yang dekat. Perbedaan dengan alat yang dibuat adalah tongkat tidak perlu dipukulkan atau dihentakkan karena adanya sensor yang bisa mendeteksi objek yang ada di depan dengan jangkauan yang jauh dengan keluaran getaran sebagai peringatan.

3.2 Blok Diagram

Blok diagram adalah gambaran dasar untuk sistem yang akan dibuat. Blok diagram dari alat bantu jalan disabilitas ganda (*deafblind*) dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.

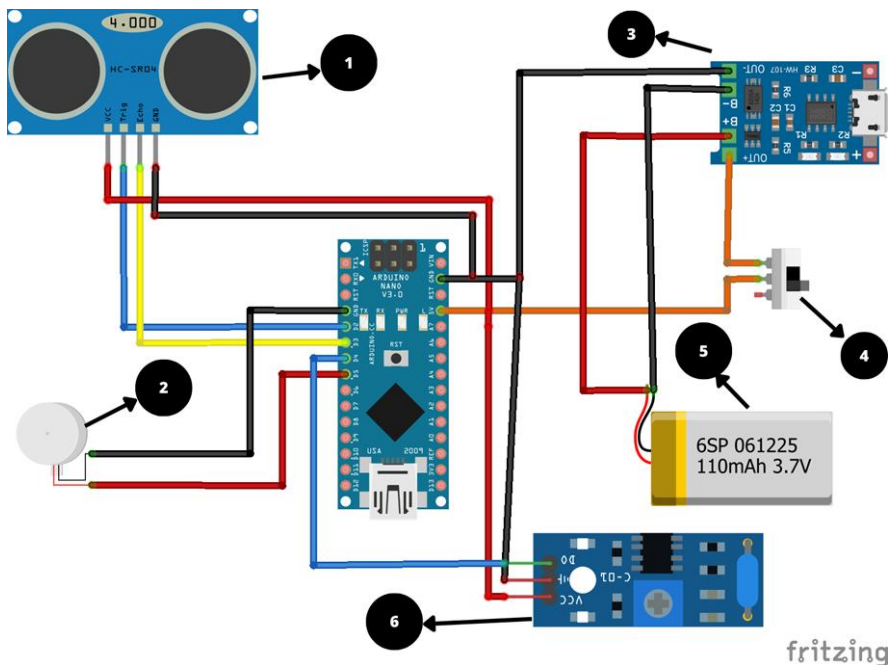


Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Dapat lihat pada gambar 2 Blok Diagram ini menunjukkan konfigurasi sistem antara *input*, *output*, dan komponen utama. Didalam sistem ini terdapat Arduino Nano yang berfungsi sebagai sistem kontrol pengolah data kemudian di bagian *input* terdapat Sensor Jarak (HC-SR04) yang berfungsi untuk mendeteksi halangan atau objek kemudian dikirim ke Arduino Nano untuk diolah agar dapat dibaca jarak antar halangan dan ada Sensor Kemiringan (SW-520D) yang berfungsi untuk membaca kemiringan tongkat dan *output* yang dihasilkan adalah Modul Getar (Getaran) sebagai peringatan.

3.3 Rancangan dan Pengkabelan Keseluruhan

Pada rancangan alat bantu jalan ini terdapat beberapa komponen, sensor, modul yang berhubungan satu sama lainnya. Rancangan dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Rangkaian Dan Pengkabelan Keseluruhan

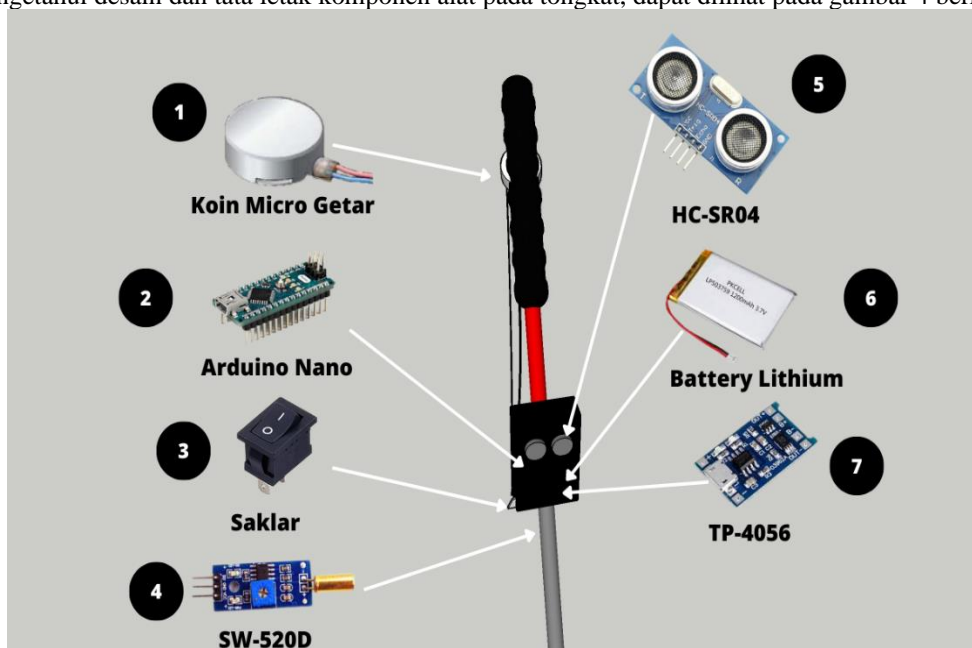
Berikut penjelasan dari label-label pada gambar 3 berikut:

1. Pada label 1 merupakan sensor ultrasonik (HC-SR04), HC-SR04, pin VCC dihubungkan ke pin 5V pada Arduino Nano, pin Trig dihubungkan pada pin D2 pada Arduino, pin Echo dihubungkan ke pin D3 pada Arduino Nano, pin GND dihubungkan ke pin GND pada Arduino Nano.

2. Pada label 2 merupakan Koin Getar Mikro, kutub positif dihubungkan ke pin D5 pada Arduino, kutub negatif dihubungkan ke GND pada Arduino Nano.
3. Pada label 3 merupakan modul TP-4056, beban (OUT-) dihubungkan ke pin GND pada Arduino, (B-) dihubungkan ke kutub negatif pada battery lithium, (B+) dihubungkan ke kutub positif battery lithium, beban (OUT+) dihubungkan ke kutub negatif pada saklar.
4. Pada label 4 merupakan Saklar, kutub negatif dihubungkan ke beban (OUT+) pada TP-4056, kutub positif saklar dihubungkan ke pin 5V pada Arduino Nano.
5. Pada label 5 merupakan *Battery Lithium*, kutub negatif dihubungkan ke (B-) pada TP-4056, kutub positif dihubungkan pada (B+) pada TP-4056.
6. Pada label 6 merupakan SW-520D, pin VCC dihubungkan ke 5V pada Arduino Nano, pin GND dihubungkan ke pin GND pada Arduino Nano, dan pin DO dihubungkan ke D4 pada Arduino Nano.

3.4 Perancangan Mekanik

Untuk mengetahui desain dan tata letak komponen alat pada tongkat, dapat dilihat pada gambar 4 berikut:



Gambar 4. Desain Mekanik

Berikut penjelasan pada label-label gambar 4 diatas:

1. Pada label 1 menunjukkan letak Koin Micro Getar berada di bagian pegangan tongkat.
2. Pada label 2 menunjukkan letak Arduino Nano berada pada bagian dalam *box project*.
3. Pada label 3 menunjukkan letak Saklar berada pada bagian dalam *box project*.
4. Pada label 4 menunjukkan letak Sensor Kemiringan (SW-520D) berada pada bagian bawah tongkat.
5. Pada label 5 menunjukkan letak Sensor Ultrasonik (HC-SR04) berada pada bagian dalam *box project*.
6. Pada label 6 menunjukkan letak *Battery Lithium* berada pada bagian dalam *box project*.
7. Pada label 7 menunjukkan letak modul TP-4056 berada pada bagian dalam *box project*.

3.5 Implementasi

Pertama pengguna harus memegang tongkat, kemudian alat dihidupkan melalui sakelar yang ada di samping kanan alat (di tekan ke atas), pengguna harus meletakkan sensor tepat mengarah ke depan tongkat searah dengan arah hadapan penyandang disabilitas. Kemudian dihadapan sensor ultrasonik dengan memposisikan objek berupa benda mati maupun makhluk hidup sebagai simulasi, jika tongkat dipegangnya terlalu kebawah maka ada peringatan getaran selama 1 detik, untuk kembali normal caranya memegang tongkatnya harus 60 derajat. Ketika didepan ada halangan dengan jarak 100 cm maka alat akan memberikan indikator getaran, semakin dekat sensor ultrasonik dengan halangan maka getaran semakin cepat. Jika alat mati atau kehabisan baterai maka pengguna bisa melakukan charging pada alat dengan menggunakan kabel USB, dengan menghubungkan kabel dengan port USB yang ada di samping alat sebelah kiri dengan catatan alat harus dalam keadaan *off* (sakelar di tekan ke bawah) terlebih dahulu untuk pengisian yang lebih optimal dan supaya tidak terjadi kebocoran baterai yang membuat

daya tahan baterai berkurang. Dengan baterai berkapasitas 650mAh alat mampu hidup selama 4 sampai 5 jam jika alat dihidupkan terus-menerus tanpa dimatikan (*off*).

3.6 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk melihat apakah kemiringan tongkat, jarak antar halangan dan getaran sebagai peringatan sudah berjalan dengan baik.

3.6.1 Pengujian Sensor Kemiringan

Dilakukan pengujian guna mengetahui seberapa akurat ketika sensor kemiringan membaca posisi tongkat selain itu pengujian sensor kemiringan SW-520D bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor tersebut, Penulis melakukan pengujian pada sensor kemiringan SW-520D. Pertama, penulis melakukan pengujian sebanyak lima kali pada sensor kemiringan yang berfungsi untuk mendeteksi kemiringan tongkat dengan sudut 60°, 45°, 30°, 15°, 0°. Berikut hasil pengujian sensor kemiringan SW-520D dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Kemiringan

Pengukuran Dengan Busur	Respon Sensor Kemiringan (<i>Serial Monitor</i>)
60°	Normal
45°	Tegak
30°	Tegak
15°	Tegak
0°	Tegak

3.6.2 Pengujian Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Dilakukan pengujian guna mengetahui seberapa akurat dalam menangkap jarak antar halangan ketika sensor ultrasonik mendeteksi halangan yang ada di depan selain itu pengujian sensor jarak ultrasonik HC-SR04 bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor tersebut, Penulis melakukan pengujian pada sensor ultrasonik HC-SR04. Pertama, penulis melakukan pengujian sebanyak lima kali pada sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi halangan di depan pengguna dengan jarak 45 cm, 65 cm, 75 cm, 90 cm, 100 cm. Berikut hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Pengukuran Dengan Meteran (cm)	HC-SR04 <i>Serial Monitor</i> (cm)
1	45	44
2	65	64
3	75	75
4	90	90
5	100	100

Berikut rata-rata nilai *error* pada pengujian sensor HC-SR04, dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Rata-Rata Nilai *Error* Pada Pengujian Sensor HC-SR04

No	Jarak (cm)		Error (%)
	Pengukuran	Pengujian	
1	45	44	2.2
2	65	64	1.5
3	75	75	0
4	90	90	0
5	100	100	0
<i>Error rata-rata</i>			0.74

Jadi presentasi tingkat keakuratan sensor ultrasonik dibandingkan dengan alat ukur manual (meteran) yaitu :
 $100\% - 0.74 = 99,26\%$

Setelah melakukan pengukuran, ternyata terdapat perbedaan antara hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor ultrasonik dengan menggunakan alat ukur manual (meteran). Hal ini disebabkan oleh rentang sensitivitas dari sensor ultrasonik yang digunakan.

3.6.3 Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian keseluruhan alat ini bertujuan apakah kinerja tongkat sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat. Serta apakah getaran sebagai peringatan sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat dan berjalan secara optimal dan stabil, Pengujian ini dilakukan penulis dengan cara berjalan menggunakan tongkat, lalu mengamati hasil dari pengujian. Berikut adalah hasil dari pengujian keseluruhan alat dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Pengujian Keseluruhan Alat

No	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Yang Sudah Diuji	Kesimpulan
1	Respon tongkat (Sensor Jarak HC-SR04) 0-45 cm	Tongkat akan mendeteksi halangan yang ada di depan apabila terdapat halangan atau objek dengan jarak 0-45 cm maka modul getar akan hidup terus-menerus.	Tongkat mendeteksi halangan yang ada di di depan dengan jarak 0-45 cm dan modul getar hidup terus-menerus.	Valid
2	Respon tongkat (Sensor Jarak HC-SR04) 45-65 cm	Tongkat akan mendeteksi halangan yang ada di depan apabila terdapat halangan atau objek dengan jarak 45-65 cm maka modul getar akan hidup sebanyak tiga kali.	Tongkat mendeteksi halangan yang ada di di depan dengan jarak 45-65 cm dan modul getar hidup sebanyak tiga kali.	Valid
3	Respon tongkat (Sensor Jarak HC-SR04) 65-75 cm	Tongkat akan mendeteksi halangan yang ada di depan apabila terdapat halangan atau objek dengan jarak 65-75 cm maka modul getar akan hidup sebanyak dua kali.	Tongkat mendeteksi halangan yang ada di di depan dengan jarak 65-75 cm dan modul getar hidup sebanyak dua kali.	Valid
4	Respon tongkat (Sensor Jarak HC-SR04) 75-100 cm	Tongkat akan mendeteksi halangan yang ada di depan apabila terdapat halangan atau objek dengan jarak 75-100 cm maka modul getar akan hidup sebanyak satu kali.	Tongkat mendeteksi halangan yang ada di di depan dengan jarak 75-100 cm dan modul getar hidup sebanyak satu kali.	Valid
5	Respon tongkat (Sensor Jarak HC-SR04) Lebih 100 cm	Tongkat tidak akan mendeteksi halangan yang ada di depan apabila terdapat halangan atau objek dengan jarak lebih dari 100 cm maka modul getar tidak akan bergetar.	Tongkat tidak mendeteksi halangan yang ada di depan dengan jarak lebih dari 100 cm dan modul getar tidak akan bergetar.	Valid

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dan penelitian yang telah dilakukan penulis maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah menghasilkan tongkat untuk disabilitas ganda (deafblind) dengan menggunakan teknologi sensor ultrasonik untuk membantu kewaspadaan dan mobilitas penyandang yang mampu mendeteksi halangan pada jarak yang telah ditentukan dengan keluaran berupa getaran.
2. Alat bantu jalan ini berhasil mendeteksi halangan yang ada di depan dengan jarak 45 cm, 65 cm, 75 cm, 100 cm. dengan tingkat keakuratan sebesar 99,26 % dan alat bantu jalan ini berhasil mengeluarkan getaran sebagai peringatan ketika adanya halangan yang ada didepan pada jarak 45 cm, 65 cm, 75 cm, 100 cm.
3. Pengoperasian terdapat tombol yang digunakan untuk menghidupkan dan mematikan keseluruhan sistem. Semua masukan dan keluaran sensor diproses menggunakan Arduino Nano. Alat ini berhasil membaca posisi kemiringan tongkat dengan akurat.
4. Dari hasil pengujian keseluruhan sistem, dapat disimpulkan bahwa tongkat penyandang disabilitas ganda (deafblind) berjalan optimal dan stabil saat digunakan sesuai dengan diagram blok yang telah disusun oleh penulis. Semua rangkaian dan komponen pada alat berfungsi dengan baik dalam sistem kerjanya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Dedy irawanRio and Z. Wulansari, "Tongkat Bantu Jalan Tunanetra Pendektesi Halangan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano," JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 4, no. 2, pp. 315–320, 2021, doi: 10.36040/jati.v4i2.3168.
- [2] N. Haliza, E. Kuntarto, and A. Kusmana, "Pemerolehan bahasa anak berkebutuhan khusus (tunarungu) dalam memahami bahasa," J. Genre (Bahasa, Sastra, dan Pembelajarannya), vol. 2, no. 1, pp. 5–11, 2020, doi: 10.26555/jg.v2i1.2051.
- [3] B. Alizah, D. Ilmiawati, A. Trisnawati, and M. Mawar, "Analisis Kebijakan Pekerja Penyandang Disabilitas Menurut UU No. 8 Tahun 2016 pada Sektor BUMN," J. Educ., vol. 5, no. 3, pp. 8627–8639, 2023, doi: 10.31004/joe.v5i3.1653.
- [4] Kemensos, "Kemensos dorong aksesibilitas informasi ramah penyandang disabilitas," [Online], 2020. available:<https://kemensos.go.id/kemensos-dorong-aksesibilitas-informasi-ramah-penyandang-disabilitas>
- [5] Perdami, "katarak penyebab terbanyak gangguan penglihatan di indonesia," [Online], 2021. <https://www.kemkes.go.id/article/print/21101200001/katarak-penyebab-terbanyak-gangguan-penglihatan-di-indonesia.html>
- [6] Kementerian Sosial RI, Pedoman Operasional Asistensi Rehabilitasi Sosial. ATENSI, 2021.
- [7] Leo Mahesa Pratama, "Alat Bantu Jalan Penyandang Tunanetra Untuk Mendeteksi Hambatan," 2019.
- [8] S. Ramdani, M. Z. Arifin, and S. Sujono, "Alat Bantu Berjalan Tunanetra Berbasis Mikrokontroler Arduino," Saintekbu, vol. 13, no. 02, pp. 22–32, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.unwaha.ac.id/index.php/saintek/article/view/665%0Ahttps://ejournal.unwaha.ac.id/index.php/saintek/article/download/665/1158>
- [9] A. Kurniawan, "Alat Bantu Jalan Sensorik bagi Tunanetra," Inklusi, vol. 6, no. 2, p. 285, 2019, doi: 10.14421/ijds.060205.
- [10] M. S. Asih and A. Z. Hasibuan, "Pengamanan Kunci Pintu Brankas Menggunakan Kriptografi One Time Pad (OTP) Berbasis Android," vol. 3, no. 2, pp. 58–68, 2023.