

# Tongkat Cerdas Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik

Puja Ramadani<sup>1\*</sup>, Riki Mukhaiyar<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*Corresponding author, e-mail : [pujarahmadani011@gmail.com](mailto:pujarahmadani011@gmail.com)

## Abstrak

Orang yang mengalami gangguan pada penglihatannya dikenal dengan istilah penyandang tunanetra. Tunanetra merupakan pribadi yang kehilangan penglihatannya karena kedua matanya tidak berperan sebagaimana manusia lainnya. Dari seluruh penduduk di Indonesia, 1,5% penduduknya merupakan penyandang tunanetra. Apabila pada tahun 2019 total penduduk Indonesia sebanyak 250 juta jiwa, maka saat ini sekurang-kurangnya ada 3,750 juta tunanetra di negara Indonesia dengan jenis buta maupun lemah penglihatan. Pesatnya perkembangan teknologi, manusia dituntut untuk meningkatkan kemajuan berpikir dalam bidang kreatifitas untuk menciptakan peralatan yang meringankan pekerjaan manusia dalam kehidupan sehari-hari dengan memanfaatkan kecanggihan teknologi seperti menciptakan alat bantu tongkat tunanetra yang bisa dikombinasikan dengan beberapa teknologi yang telah tercipta saat ini, yaitu dengan melakukan rancangan suatu alat bantu navigasi tunanetra otomatis yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif baru bagi penyandang tunanetra supaya lebih efektif. Tongkat tunanetra ini dirancang memakai mikrokontroler arduino uno R3 yang terhubung dengan empat sensor ultrasonik JSN-SR04T sebagai input alat. Output yang dihasilkan berupa peringatan suara melalui Headset Wireless dan berupa getaran melalui motor getar Dc. Dan tongkat ini menggunakan Software pemograman arduino IDE. Dari keseluruhan pengujian alat ini menghasilkan tongkat tunanetra yang dapat berfungsi dengan baik sesuai sistem kerja yang dirancang yaitu dengan mendeteksi halangan, lubang, gundukan dan halangan samping kanan, kiri secara otomatis pada jarak  $\leq 100$  cm.

## Abstract

People who experience visual disturbances are known as blind people. Blind people are individuals who lose their sight because their eyes do not act like other humans. Of the entire population of Indonesia, 1.5% of the population is blind. If in 2019 the total population of Indonesia is 250 million people, then currently there are at least 3.750 million blind people in Indonesia with blind or weak vision types. With the rapid development of technology, humans are also required to increase the progress of thinking in the field of creativity to create equipment that eases human work in everyday life by utilizing technological sophistication such as creating a walking stick for the blind that can be combined with several technologies that have been created today, namely by designing an automatic blind navigation aid that can be used as a new alternative for blind people to be more effective. This blind stick is designed using an Arduino Uno R3 microcontroller which is connected to four JSN-SR04T ultrasonic sensors as input devices. The resulting output is in the form of a sound warning through a wireless Headset Wireless and a vibration through a Dc vibrating motor. And this stick uses Arduino IDE programming software. From the overall test, this tool produces blind sticks that can function properly according to the designed work sistem, namely by detecting obstacles, holes, bumps and obstacles on the right and left sides automatically at a distance of  $\leq 100$  cm.

## INFO.

### Info. Artikel:

No. 263

Received. August, 01, 2022

Revised. August, 10, 2022

Accepted. August, 15, 2022

Page. 416 - 424

### Kata kunci:

- ✓ Tongkat cerdas
- ✓ sensor
- ✓ ultrasonik
- ✓ tunanetra

## PENDAHULUAN

Penglihatan pada manusia merupakan sensor untuk merekam keadaan atau kondisi disekitar yang kemudian sinyal hasil rekaman ini diolah oleh otak, sehingga manusia bisa mengerti tentang apa

yang dilihatnya. Orang yang mengalami gangguan penglihatan disebut dengan penyandang tunanetra. Tunanetra adalah individu yang indra penglihatannya (kedua-duanya) tidak berfungsi sebagai saluran penerima informasi dalam kegiatan sehari-hari seperti halnya orang awam [1]-[2]. Menurut perkiraan Kementerian Kesehatan RI, dari seluruh penduduk di Indonesia, 1,5% penduduknya merupakan penyandang tunanetra. Apabila pada tahun 2019 total penduduk Indonesia sebanyak 250 juta jiwa, maka saat ini sekurang-kurangnya ada 3,750 juta tunanetra di negara Indonesia dengan jenis buta maupun lemah penglihatan[3]. Penyandang tunanetra memang mempunyai kekurangan dalam hal melihat, tetapi buat menutupi kekurangannya tersebut sebagian besar para penyandang tunanetra menggunakan tongkat panjang sebagai alat navigasi mereka untuk menentukan arah berjalan dan mendapatkan informasi tentang objek yang ada disekitar mereka[4][5][6].

Seiring dengan kemajuan teknologi saat ini yang sudah berkembang dengan pesat, manusia dituntut kreatif untuk menciptakan peralatan yang memanfaatkan teknologi supaya meringankan kehidupan sehari-hari, seperti tongkat tunanetra. Tongkat tunanetra merupakan alat bantu bagi orang tunanetra untuk berjalan, dengan tongkat orang tunanetra yang tidak dapat melihat bisa mengetahui jika ada objek atau benda yang menghalangi jalannya bila tersentuh oleh tongkat. Menggunakan tongkat standar atau tongkat yang hanya berfungsi jika bersentuhan dengan benda kurang dapat membantu, maka penyandang tunanetra masih sangat terbatas gerakannya. Tongkat tunanetra yang telah bisa digabungkan dengan beberapa teknologi yang telah berkembang saat ini, yaitu dengan dilakukannya perancangan sebuah alat bantu navigasi tunanetra otomatis yang dapat digunakan sebagai alternatif baru bagi penyandang tunanetra agar lebih efektif[7][8][9].

Tujuan dibuatnya alat ini untuk membantu tunanetra berjalan supaya agar lebih mengenali lingkungan sekitar yang akan dilewatinya, sehingga berkurangnya resiko kecelakaan bagi penyandang tunanetra. Selain hal itu, tongkat tunanetra ini masih sangat dibutuhkan karena tingginya angka masyarakat Indonesia yang tercatat sebagai penyandang tunanetra[10]. Walaupun sudah banyaknya alat navigasi tongkat tunanetra yang telah diciptakan sebelumnya, tetapi disini penulis melengkapi beberapa hal yang kurang dalam pembuatan alat sebelumnya.

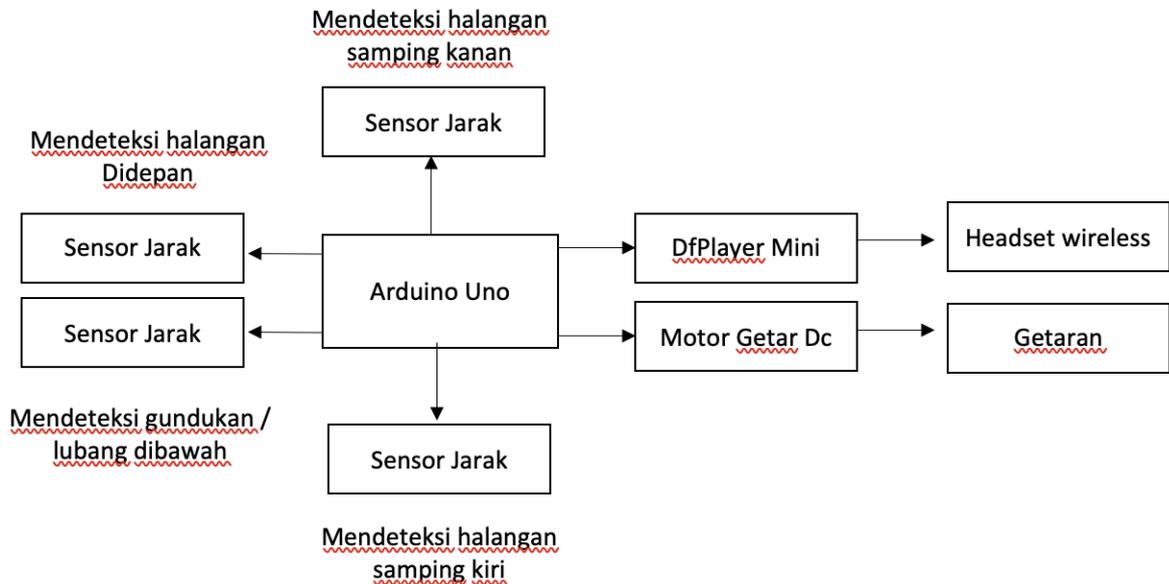
Alat tongkat tunanetra ini meliputi bagian input, proses dan output. Pada bagian input alat, penulis melengkapi tongkat dengan memakai empat sensor sensor ultrasonik JSN-SR04T (kiri, kanan, bawah dan depan) untuk mendeteksi keberadaan suatu objek seperti jalanan berlubang, polisi tidur, selokan dan menentukan jarak objek halangan ke tunanetra dengan prinsip kerja alat berdasarkan pantulan gelombang suara. Pada bagian Proses dan Output, penulis menggunakan DfPlayer mini dan motor getar Dc sebagai output. DfPlayer mini merupakan modul mp3 yang menghasilkan output berupa pengeras suara melalui headset wireless. Jika tunanetra beraktifitas di keramaian bisa menggunakan headset wireless dengan modul bluetooth audio transmister yang bisa mandiri dengan push button, Headset Wireless dan baterai, dapat juga digabungkan dengan Arduino Uno atau komponen lainnya. Tongkat ini dilengkapi dengan baterai untuk daya dan *switch* untuk mengaktifkan dan mematikan sistem [11][12][13][14].

Manfaat pembuatan alat tongkat tunanetra ini adalah untuk membantu penyandang tunanetra dalam mengenali objek disekitarnya ketika saat melakukan perjalanan didalam maupun diluar ruangan yang mana akan ini akan meminimalisir terjadinya kecelakaan bagi penyandang tunanetra. Dengan adanya alat tongkat tunanetra ini dapat memberikan kemudahan untuk penyandang tunanetra melakukan aktifitas tanpa adanya keterbatasan penggunaan tongkat lagi, sehingga alat ini dirasa efektif digunakan dan dapat menjadi solusi bagi permasalahan yang ada[15].

## METODE PENELITIAN

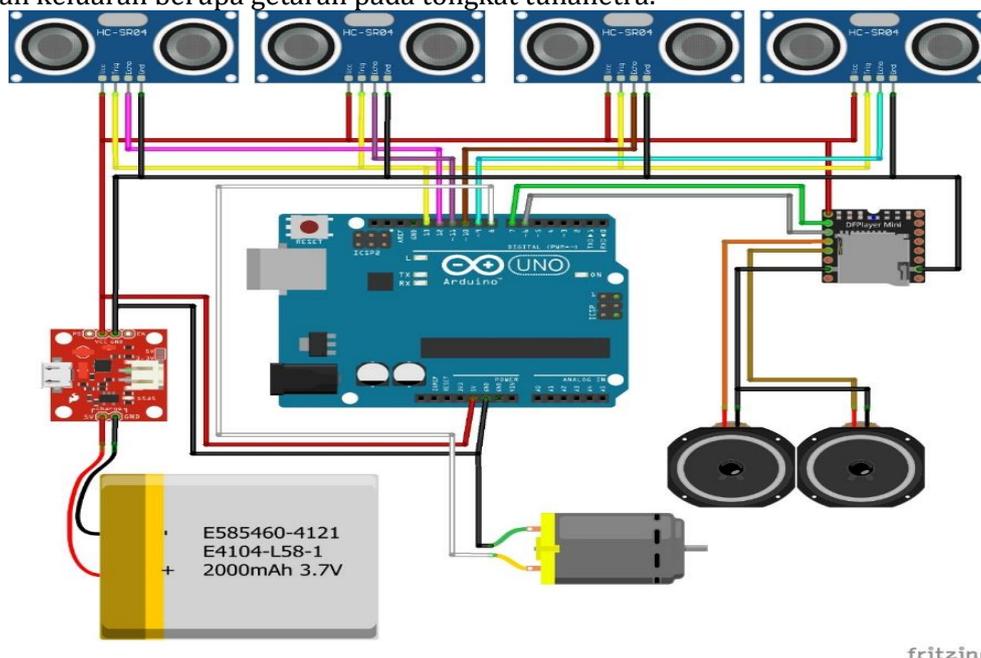
Metode penelitian yang dipakai dalam perancangan alat ini yaitu penelitian eksperimen (Experiment Research) yang mencakup rancangan alat, prinsip kerja dan analisis hasil pengujian alat. Penelitian eksperimen merupakan suatu metode yang pakai dalam suatu penelitian untuk mengamati hubungan sebab-akibat dengan memanipulasi satu atau lebih variabel dalam kelompok eksperimen dan membandingkan hasilnya dengan kelompok kontrol yang belum mengalami manipulasi. Alat ini dibuat disusun menjadi 3 bagian antara lain yaitu sistem input yang berupa 4 sensor ultrasonik (depan, bawah,

kiri dan kanan) yang diproses oleh mikrokontroler arduino uno R3 sebagai pusat pengontrolan masukan yang akan menghasilkan keluaran (output) berupa suara melalui Headset Wireless yang terhubung dengan bluetooth audio transmister dan getar melalui motor getar dc. Alat ini dilengkapi dengan penjelasan blok diagram pada Gambar 1.



**Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Alat**

Gambar 2. Rancangan keseluruhan komponen alat yang menjelaskan bagaimana skema dari implementasi keseluruhan sistem untuk tongkat cerdas tunanetra. Sesuai dengan gambar dibawah bagaimana komponen saling berkaitan satu sama lain sehingga dapat menjalankan fungsi alat dengan maksimal. Sensor ultrasonik pada sistem diatas berguna untuk mendeteksi lubang atau penghalang, lalu mengirimkan sinyal ke arduino uno R3 sebagai tempat mengolah data yang masuk kemudian arduino uno mengirimkan sinyal ke modul MP3 yang menghasilkan keluaran berupa suara melalui Headset Wireless atau headset wireless dan arduino uno juga mengirimkan sinyal ke motor getar dc yang akan menghasilkan keluaran berupa getaran pada tongkat tunanetra.

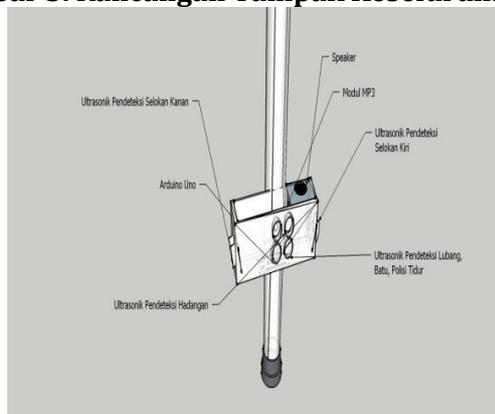


**Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan Komponen Alat**

Gambar 3. Perancangan hardware alat tongkat tunanetra yang merupakan suatu tahapan atau proses dalam pembuatan suatu perangkat keras. Perancangan ini bertujuan untuk memudahkan serta mengurangi tingkat kesalahan dalam membuat perangkat keras sehingga mendapatkan hasil optimal. Dengan adanya perancangan hardware barulah sistem dapat diuji secara nyata apakah alat ini dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pada perancangan hardware alat ini meliputi perancangan tongkat pemandu tuna netra pendeteksi objek penghalang dan perancangan rangkaian elektroniknya.



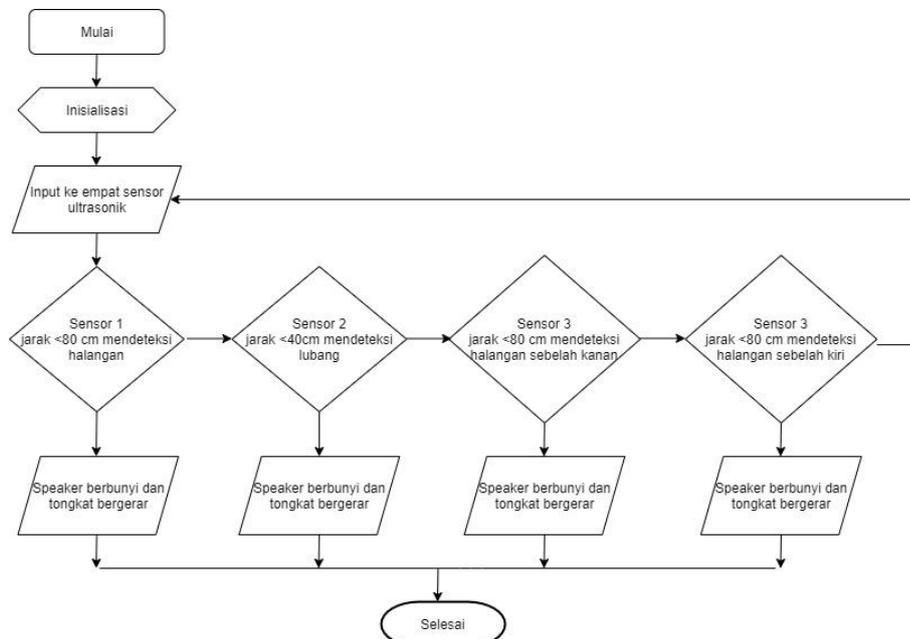
**Gambar 3. Rancangan Tampak Keseluruhan Alat**



**Gambar 4. Rancangan Bagian Depan Alat**

Prinsip kerja dari alat ini adalah kondisi awal semua peralatan dalam keadaan off. Saat tombol switch (ON/OFF) dihidupkan alat akan melakukan inisialisasi port untuk bagian pendeteksi objek penghalang secara otomatis. Pada diagram blok di atas terdapat 4 buah sensor yaitu sensor jarak yang diletakkan di tongkat, sensor jarak akan mendeteksi sebuah halangan berupa benda ataupun sejenisnya, Mendeteksi lubang, gundukan dan halangan yang terdapat di samping kanan, kiri, depan dan bawah. setelah itu input yang masuk berupa sinyal yang dikirimkan oleh sensor ultrasonik ke Arduino uno R3 untuk diolah atau diproses dan data yang di terima oleh arduino uno R3 kemudian akan direspon MP3 yang akan diteruskan langsung ke Headset Wireless atau headset wireless dan motor getar Dc. Output tersebut akan berubah menjadi suara yang mana sudah disetting (rekam) sebelumnya dan disimpan di modul Dfplayer, dan menjadi getaran, ini berfungsi untuk memberitahu penyandang tunanetra bahwa jarak 0cm - 100cm ada objek penghalang yang berupa benda maupun lubang,

gundukan, maupun halangan yang terdapat disamping kanan, kiri, depan dan dibawah yang membahayakan tunanetra tersebut. Penelitian eksperimen ini menggunakan perangkat lunak arduino IDE pemrograman bahasa C untuk memproses data dari input.



Gambar 5. Flowchart Rancangan Alat

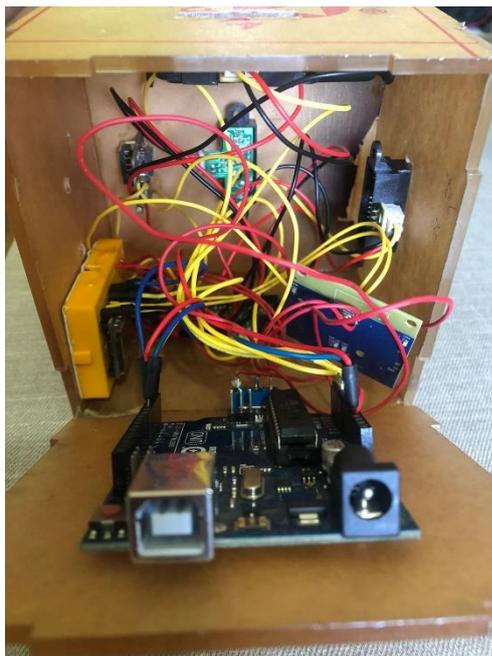
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Perancangan Alat

Pembuatan alat tongkat tunanetra berdasarkan skema perancangan alat pada gambar 3. Semua komponen disusun dan dirakit dalam kotak kecil yang terbuat dari akrilik seperti pada gambar 4. Perancangan mekanik bagian depan alat yang mana kotak kecil tersebut berisi komponen yang terdiri dari arduino uno R3, sensor ultrasonik, modul baterai, bluetooth audio transmister, baterai, motor getar Dc, DfPlayer mini, switch dan Headset Wireless. Kemudian, kotak tersebut dikaitkan pada tongkat dan hasil tampilan perakitan alat secara keseluruhan seperti gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Alat Keseluruhan



Gambar 7. Tampilan Komponen dalam Kotak

**Pengujian Alat**

Pengujian merupakan salah satu langkah penting yang harus dilakukan untuk mengetahui peralatan dan program yang telah dibuat bisa bekerja dengan baik sesuai dengan yang direncanakan. Suatu peralatan atau program dapat dikatakan bekerja dengan baik jika telah dilengkapi dengan pengujian sesuai fungsi kerja dari peralatan tersebut. Pengujian dimaksudkan untuk mendapatkan evaluasi terhadap sistem yang telah dikerjakan agar mendapatkan kinerja yang lebih baik dengan melakukan perbaikan terhadap rangkaian yang mengalami kekurangan saat melakukan pengujian.

**Pengujian Sensor Infrared**

Pengujian sensor ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan dari sensor ultrasonik dalam mendeteksi jarak halangan atau lubang pada tongkat tunanetra. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur jarak sebenarnya dari sensor ke objek atau benda dan membandingkan dengan jarak yang terbaca oleh sensor infrared yang dikirimkan ke sistem.

Pengujian pada sensor infrared ini dilakukan dua kali pengujian sensor infrared yang bertujuan untuk membandingkan hasil keakuratan dan tingkat persentase eror yang lebih kecil. Pertama, pengujian sensor dengan hasil *Library* sensor sharp IR GP2Y0A21 dan kedua pengujian sensor dengan hasil kalkulasi program sendiri.

**Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor dengan *Library* Sharp IR GP2Y0A21**

Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak baca sensor infrared (cm)	persentase eror(%)
15 cm	13 cm	13,3%
20 cm	17 cm	15%
25 cm	22 cm	12%
30 cm	27 cm	10%
35 cm	33 cm	5,7%

Berdasarkan hasil tabel 1. diatas dapat dilihat bahwa besarnya perbedaan antara nilai jarak sebenarnya dengan jarak yang terbaca oleh sensor infrared yang mana juga menghasilkan persentase eror yang besar juga. Oleh sebab itu, penulis membuat program yang baru yang berbeda dengan sebelumnya yaitu dengan membuat kalibrasi sendiri dengan rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{Nilai kalibrasi} = \text{Jarak sebenarnya} \times (\text{pembacaan sensor} - 20)$$

Berikut tabel hasil pengukuran dengan menggunakan rumus kalibrasi diatas.

**Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor dengan Rumus Kalibrasi**

Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak baca sensor infrared (cm)	persentase eror(%)
15 cm	14 cm	6,6%
20 cm	19 cm	5%
25 cm	24 cm	4%
30 cm	29 cm	3,3%
35 cm	34 cm	2,8%

Dari tabel 2. diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai jarak pada sensor infrared dan nilai jarak sebenarnya tidak jauh berbeda dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan menggunakan library sharp IR GP2Y0A21 sehingga persentase eror yang dihasilkan juga lebih kecil dibandingkan data sebelumnya. Sehingga, penulis akhirnya menggunakan program dengan kalkulasi sendiri.

**Tabel 3. Hasil Pengujian Headset Wireless dan motor getar Dc**

Jarak Sebenarnya (cm)	Sensor	Headset Wireless	Motor getar Dc
15 cm	Depan	Berbunyi	Getar
	Bawah	Berbunyi	Getar
	Kanan	Berbunyi	Getar
	Kiri	Berbunyi	Getar
20 cm	Depan	Berbunyi	Getar
	Bawah	Berbunyi	Getar
	Kanan	Berbunyi	Getar
	Kiri	Berbunyi	Getar
25 cm	Depan	Berbunyi	Getar
	Bawah	Berbunyi	Getar
	Kanan	Berbunyi	Getar
	Kiri	Berbunyi	Getar
30 cm	Depan	Berbunyi	Getar
	Bawah	Berbunyi	Getar
	Kanan	Berbunyi	Getar
	Kiri	Berbunyi	Getar
35 cm	Depan	Berbunyi	Getar
	Bawah	Berbunyi	Getar
	Kanan	Berbunyi	Getar
	Kiri	Berbunyi	Getar

Pada tabel 3. Hasil pengujian headset wireless dan motor getar Dc dapat disimpulkan bahwa apabila ada halangan atau hambatan pada jarak 15-35 cm headset dan motor getar Dc mengeluarkan suara dan getar sesuai pada perancangan awal. Ini membuktikan bahwa alat bekerja dengan baik.

Pengujian sensor infrared ini lebih kearah membandingkan hasil pengujian sensor infrared menggunakan Library sharp IR GP2Y0A21 dengan pengujian sensor infrared menggunakan program hasil rumus kalibrasi sendiri. Pada pengujian ini terlebih dahulu menentukan perhitungan antara jarak sebenarnya yang diukur dengan penggaris dan jarak yang terbaca oleh sensor infrared. Pada tabel pertama, dilakukan pengujian terhadap sensor infrared dengan menggunakan program Library sharp IR GP2Y0A21, tetapi hasil data yang didapatkan besar perbedaan nilai jarak sebenarnya dengan jarak yang terbaca oleh sensor, karena hal itu penulis membuat program baru dengan menggunakan kalibrasi sendiri dengan menggunakan rumus diatas. Pada tabel kedua, dijelaskan hasil pengujian dengan menggunakan nilai kalibrasi yang diciptakan, hasil data yang diperoleh nilai jarak sebenarnya dan nilai jarak yang terbaca oleh sensor infrared lebih baik dari data sebelumnya. Dan persentase eror yang dihasilkan lebih kecil. Hal ini membuat penulis akhirnya menggunakan program baru dengan kalibrasi sendiri yang mana data yang dihasilkan lebih akurat dan sangat meminimalisir kecilnya nilai persentasi

eror yang dihasilkan. Untuk hasil pengujian sensor infrared secara keseluruhan, sensor infrared bagian kanan, bawah lubang, bawah gundukan, samping kanan dan samping kiri dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai jarak yang ditangkap oleh sensor infrared terbaca oleh sistem sesuai dengan jarak ukur yang sebenarnya walaupun ada persentase eror nya, akan tetapi persentase eror tersebut tidak berpengaruh terhadap kinerja fungsi alat ini karena masih dalam batas nilai toleransi. Secara keseluruhan dari empat sensor infrared berfungsi secara baik sesuai dengan rancangan awal yang mana sensor infrared ini berfungsi sebagai pendeteksi halangan pada jarak 15-100cm. Dan pada alat ini jika sensor mendeteksi adanya halangan atau hambatan maka otomatis speaker mengeluarkan suara dan motor getar dc bergetar, output alat ini bekerja dengan baik sesuai perintah.

### Pengujian Secara Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat keras (*Hardware*) ketika dihubungkan dengan perangkat lunak (*software*) berjalan baik atau tidak. Hal ini **bertujuan** untuk melihat apakah tugas akhir ini berjalan sesuai perencanaan sebelumnya dan sebagai tanda bahwa pembuatan tugas akhir ini berhasil. Pengujian ini akan dilakukan terhadap beberapa makanan yang terdapat di dalam nya.

Pertama aktifkan tombol switch pada tongkat tunanetra, lalu tongkat tunanetra akan segera melakukan inialisasi port. Kemudian, secara otomatis semua sensor infrared langsung berfungsi mendeteksi halangan sesuai letak masing-masing sensor infrared tersebut. Sensor infrared bagian depan, samping kanan dan kiri akan mendeteksi halangan pada jarak 15-100cm. sedangkan sensor bawah akan mendeteksi lubang jika jarak lebih dari 15 cm dan sensor bawah akan mendeteksi gundukan apabila jarak kurang dari 15cm. Jika sensor infrared mendeteksi halangan, maka langsung keluar peringatan sesuai bagian sensor infrared yang aktif. Peringatan yang keluar berupa suara dari headset wireless dan getaran pada tongkat. Pengujian secara keseluruhan bekerja dengan baik sesuai dengan fungsi masing-masing komponen, sehingga alat ini dapat dikatakan sesuai dengan perancangan awal.

### KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan tongkat cerdas tunanetra menggunakan sensor infrared dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik berfungsi mendeteksi objek halangan yang ada didepan, bawah samping kanan dan kiri dengan baik dengan jarak 10- 35 cm. Alat ini juga berhasil mengeluarkan suara yang telah direkam pada Dfplayer mini dan menghasilkan getar pada tongkat tunanetra karena adanya motor getar dc. dari hasil keseluruhan sistem dapat disimpulkan bahwa tongkat dapat berjalan secara optimal sesuai dengan blok diagram yang telah disusun sebelumnya. Dengan menggunakan alat bantu tongkat, penyandang tunanetra dapat mengenali objek-objek pada daerah yang akan dilaluinya yang bisa digunakan diluar dan didalam ruangan. Alat ini dirasa efektif dan menjadi solusi bagi permasalahan yang ada.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sutjihati, T, *Psikologi Anak Luar Biasa*. Bandung: Penerbit Refika Aditama, 2006.
- [2] Suwandi, *Klasifikasi Tunanetra*. Tangerang Selatan: Penerbit Tunas Bintaro, 2017.
- [3] Pertuni, "Siaran pers: peran strategi pertuni dalam memberdayakan tunanetra di Indonesia," *Pertuni.or.id*, 2019. <https://pertuni.or.id/siaran-pers-peran-strategis-pertuni-dalam-memberdayakan-tunanetra-diindonesia> (accessed Jul. 28, 2022).
- [4] J. T. Elektro and F. T. Industri, "Alat bantu," vol. 2, no. 28, pp. 29–39, 2009.
- [5] C. Setiawan, "Prototype Alat Bantu Tuna Netra Berupa Tongkat Menggunakan Arduino dan Sensor Ultrasonik Charles," *Anal. pendapatan dan tingkat Kesejaht. rumah tangga petani*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2017.
- [6] S. Suhaeb, "Desain Tongkat Elektronik Bagi Tunanetra Berbasis Sensor Ultrasonik Dan Mikrokontroler Atmega8535," *J. Sci. Pini*, vol. 2, Nomor 2, pp. 131–136, 2016.
- [7] M. N. Bimantoro, S. T. Rasmana, and P. Susanto, "Tongkat Pintar Untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Mikrokontroler," *JCONESJ. Control Netw. Syst.*, vol. 3, no. 2, pp. 9–17, 2014.
- [8] R. Soekarta, D. Yapari, and B. Mikrokontroler, "Rancang Bangun Alat Bantu Tuna Netra Menggunakan

- Tongkat Dengan Sensor Ultrasonik 1,3,” vol. 7, no. 1, 2021.
- [9] M. K. Saidul, A. R. Hakim, and B. Harpad, “Tongkat Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik,” no. 25, 2019.
- [10] A. V Nugroho, “Perancangan Tongkat Tuna Netra Menggunakan Teknologi Sensor Ultrasonik Untuk Membantu Kewaspadaan Dan Mobilitas,” 2017.
- [11] A. Kadir, *Pemogramman Arduino Menggunakan ArduinoBlok*. Yogyakarta: Andi, 2017.
- [12] M. Winter and R. J. Brodd, “What are batteries, fuel cells, and supercapacitors?,” *Chem. Rev.*, vol. 104, no. 10, pp. 4245–4269, 2004, doi: 10.1021/cr020730k.
- [13] A. C. Rachmat, *Algoritma dan pemogramman dengan bahasa C*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2010.
- [14] S. Wibowo, “Kelebihan dan Kekurangan Baterai Lithium Ion,” *Pakgurufisika.com*, 2016. <http://www.pakgurufisika.com/2016/01/kelebihan-dan-kekurangan-baterai.html> (accessed Jul. 28, 2022).
- [15] R. A. S. Wibowo and I. Sapuguh, “Pembuatan Tongkat Bantu Jalan Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonic Dan Motor Dc,” *J. Ilm. Scroll Jendela Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 2, pp. 97–105, 2021, doi: 10.30640/ejournalscroll.v8i2.76.