

Rancang Bangun Tongkat Pendeteksi Hambatan Untuk Tunanetra Berbasis Mikrokontroler

Shandy Tresnawati¹, Muhamad²

¹ Program Studi Teknik Informatika - Politeknik TEDC Bandung

² Program Studi Teknik Komputer - Politeknik TEDC Bandung

Jl. Politeknik-Pesantren KM2 Cibabat Cimahi Utara – Cimahi Jawa Barat - Indonesia

shandy.tresnawati@poltektedc.ac.id , muhammadd0807@gmail.com

Abstrak— Bagi orang yang mempunyai gangguan indera penglihatan yang tidak berfungsi (tunanetra), alat bantu untuk melakukan aktifitas sangatlah dibutuhkan. Alat bantu yang sering digunakan adalah tongkat, Namun tongkat biasa dinilai kurang efektif apabila digunakan ditengah keramaian aktifitas. Maka dibuatlah Rancang Bangun Tongkat Sebagai Alat bantu Jalan dan Pendeteksi Hambatan kepada Tunanetra Berbasis Mikrokontroler ini dilakukan untuk membantu penyandang tunanetra agar dapat mewaspadai penghalang yang berada disekitarnya, dengan menggunakan metode User Centered Design (UCD) yang setiap prosesnya untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, di mana Arduino UNO sebagai pusat kendali atau otak yang menjalankan suatu program dari alat yang di buat berdasarkan program atau sistem yang sudah di rancang sedemikian mungkin dengan menyesuaikan kebutuhan dari user/seorang tunanetra yang di mana Arduino UNO ini jadi pusat kendali untuk menghubungkan pin-pin dari berbagai komponen sensor dan juga outputnya, untuk sebuah komponen Sensor jarak Ultrasonik dapat difungsikan untuk mengukur jarak dari tunanetra dengan penghalang yang ada dihadapannya dengan notifikasi bunyi dari buzzer dan getar dari vibration motor. Dari data hasil uji terhadap komponen yaitu 99,548% dapat berfungsi sesuai dengan fungsi masing-masing komponen, dan hasil uji perangkat lunak yaitu 98,400% tongkat dapat mendeteksi benda yang menghalanginya sesuai dengan program yang telah dirancang, jadi dengan adanya perbedaan dari setiap output dari setiap sensor yang terpasang pada tongkat tersebut dapat mempermudah tunanetra untuk mengetahui apa saja yang dapat terdeteksi dari setiap halangan yang ada di depan, samping dan bawah alat tongkat tersebut. Sangat di harapkan dengan adanya alat tersebut dapat memudahkan para penyandang tunanetra ketika berjalan tanpa adanya hambatan sekalipun .

Kata kunci : tunanetra, User Centered Design (UCD), tongkat, ultrasonik, Arduino Uno, vibration motor.

Abstract— For people with non-functioning visual impairments (visually impaired/blind individuals), assistive tools for carrying out activities are highly needed. The assistive tool most commonly used is a cane; however, an ordinary cane is considered less effective when used amid crowded activities. Therefore, this "Design of a Cane as a Walking Aid and Obstacle Detector for the Visually Impaired Based on a Microcontroller" was developed to help visually impaired individuals be aware of obstacles in their

surroundings, using the User Centered Design (UCD) method, in which every process is aimed at obtaining results that match the needs of the user. In this design, the Arduino UNO serves as the control center or "brain" that runs a program for the device, built based on a program or system that has been designed as closely as possible to suit the needs of the user/a visually impaired person, where the Arduino UNO acts as the control center connecting the pins of various sensor components as well as their outputs. The Ultrasonic distance sensor component can be used to measure the distance between the visually impaired user and an obstacle in front of them, with sound notification from a buzzer and vibration from a vibration motor.

Based on the component test results, 99,548%. of the components function according to their respective functions, and the software test results show that the cane is 98,400% able to detect objects obstructing it in accordance with the program that has been designed. Thus, the differences in the output of each sensor installed on the cane make it easier for visually impaired users to know what can be detected from each obstacle present in front of, beside, and below the cane device. It is highly hoped that this device can make it easier for visually impaired individuals to walk without encountering any obstacles whatsoever.

Keywords: visually impaired, User Centered Design (UCD), cane, ultrasonic, Arduino Uno, vibration motor.

I. PENDAHULUAN

Tunanetra adalah individu yang mengalami kebutaan total atau buta sebagian. tunanetra mempunyai gangguan atau kerusakan dalam penglihatannya atau kedua matanya tidak dapat berfungsi dengan baik, dengan adanya gangguan penglihatan penderita tunanetra mengalami keterbatasan dalam memperoleh informasi, dan juga susah untuk mengetahui kondisi jalanan di sekitarnya. sehingga dapat menghambat laju jalan yang di lalui oleh seorang tunanetra [1].

Beberapa cara digunakan tunanetra untuk berjalan seperti menggunakan tongkat tuna netra biasa. Namun terkadang masih kesulitan apabila menemui permukaan jalan yang berlubang sehingga tidak sedikit yang sering terperosok masuk ke dalam lubang. Tunanetra juga kesulitan apabila menemui penghalang didepan ataudi sekelilingnya dan juga permukaan jalan yang tidak rata atau berlubang.

Tongkat yang digunakan tunanetra untuk berjalan biasanya terbuat dari kayu atau logam yang ringan seperti aluminium, tongkat aluminium biasanya dipasang tali pengemas berbentuk gelang di atas tongkat agar tidak mudah terlepas dari tangan penyandang tunanetra dan tongkat bisa dilipat supaya mudah dibawa kemanapun. Penggunaan tongkat untuk tunanetra dengan cara dihentikan atau dipukulkan pada benda di sekitarnya untuk mengetahuinya. Namun penggunaan tongkat ini bagi tunanetra hanya bisa mengetahui halangan yang dekat.

Untuk penyandang tunanetra tongkat adalah alat alternatif selain tangan yang bisa digunakan untuk meraba atau mendeteksi benda disekitar, namun tongkat yang sering digunakan hanya bisa menjangkau halangan disekitar dengan jangkauan yang cukup dekat, dari permasalahan terhadap penyandang tunanetra tentang penggunaan tongkat yang biasa digunakan maka bermunculan alat bantu navigasi baru.

Walaupun mulai bermunculan alat bantu navigasi bagi tunanetra, tongkat masih menjadi pilihan utama karena harganya yang relatif murah. Namun tongkat masih memiliki kekurangan yaitu hanya dapat digunakan untuk meraba benda atau halangandengan jangkauan yang terbatas. Hal ini membuat penyandang tunanetra dituntut untuk selalu waspada serta merasa was-was jika berjalan sendirian. Dari penggunaan tongkat manual yang kurang efektif untuk mengetahui halangan yang jauh, maka dibuat suatu teknologi atau sebuah alat untuk mengatasinya agar dapat mencegah hal yang tidak diinginkan dari penggunaan tongkat manual yang mungkin masih sangat kurang efektif bagi tunanetra Ketika memakainya untuk berjalan kemanapun.

Alat inovasi ini berupa sebuah tongkat yang dapat membantu penyandang tuna netra untuk bergerak dan pergi dari satu tempat ke tempat lain dengan mengetahui hambatan di sekitarnya, dengan bantuan dari sensor ultrasonik akan dapat mengetahui halanganbenda maupun gundukan tanah atau batu yang ada di sekitarnya, dengan adanya komponen dari beberapa sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dengan mudah mendeteksi sebuah halangan apapun yang ada di sekitarnya dengan jarak tertentu dan dari pembacaan sensor ini dapat juga memberitahu dengan bunyi *beep* dari *buzzer* atau getar dari *vibration* motors ketika adanya deteksi hambatan atau halangan benda di sekitar tunanetra, dan tunanetra dapat mudah menghindari adanya sebuah halangan atau hambatan di sekitar tunanetra ketika alat tersebut mendeteksinya [2].

Dengan adanya teknologi tersebut, penilitian ini akan menggunakan lebih banyak sensor dari penelitian sebelumnya, yaitu 4 sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi dari 3 arah. Alat ini sangat di harapkan dapat membantu tunanetra dengan mudah berjalan kemanapun tanpa adanya gangguan ataupun hambatan dan halangan yang ada di sekitarnya.

II. METODE PENELITIAN

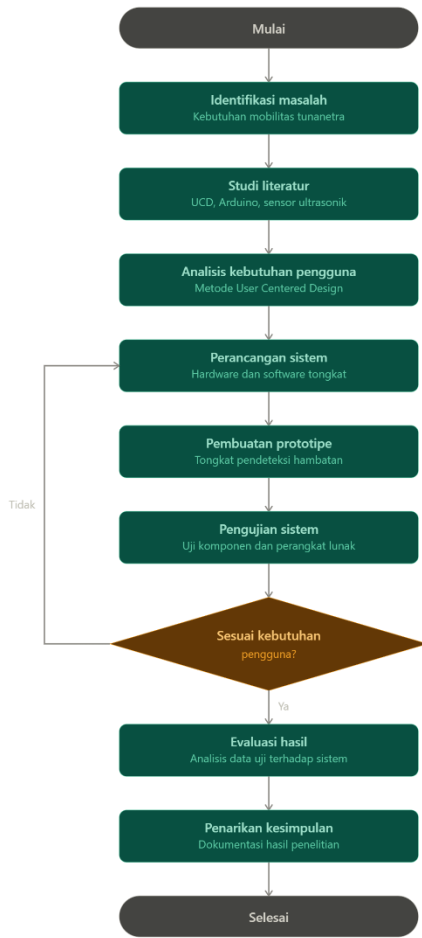
Metode penelitian pada tugas akhir yang menggunakan *User-Centered Design* (UCD) yang merupakan sebuah pendekatan pengembangan sistem interaktif yang secara khusus fokus untuk membuat sebuah sistem berguna [3]. Tujuan utama dari UCD adalah menciptakan produk atau

sistem yang memenuhi kebutuhan, preferensi dan harapan pengguna dengan sebaik-baiknya [4]. *User Centered Design* (UCD) merupakan metode dengan pengguna sebagai pusat dari proses pembangunan sistem, dan rancangan akan dievaluasi oleh pengguna dengan begini sistem akan sesuai dengan harapan pengguna [5].

Dalam proses *User-Centered Design* (UCD) terdapat 4 tahapan yaitu:

- A. *Specify the context of use*
Mengidentifikasi konteks penggunaan alat dengan melakukan pengumpulan kajian yang berkaitan dengan permasalahan yang ada penelitian baik ber referensi, artikel dan *e-journal*. Pengumpulan data juga dapat dilakukan dengan melakukan observasi melalui pengamatan terhadap peristiwa atau permasalahan yang diamati pada objek penelitian secara langsung.
- B. *Specify User and Organizational Requirements*
Mengidentifikasi kebutuhan fungsional yang dibutuhkan dalam pembuatan tugas akhir.
- C. *Produce Design Solutions*
Perancangan alat, baik dari segi perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*).
- D. *Evaluate Design*
Pengujian pada alat yang telah dibuat untuk memastikan alat berfungsi dengan baik.

Berikut adalah diagram alur atau flowchart untuk tahapan penelitian yang dilakukan:



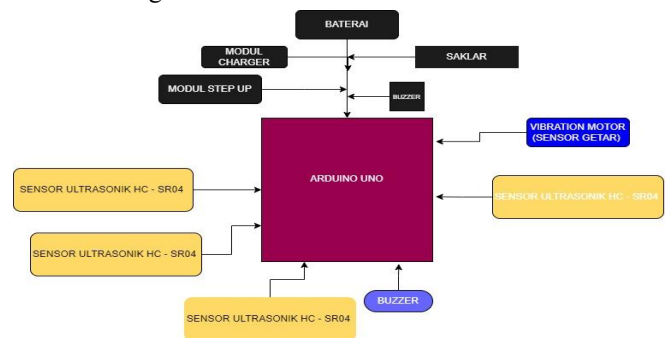
Gbr 1. Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi permasalahan tunanetra terkait keterbatasan tongkat konvensional dalam mendeteksi hambatan, kemudian dilanjutkan dengan studi literatur mengenai metode User Centered Design (UCD), Arduino Uno, sensor ultrasonik, buzzer, dan vibration motor, serta analisis kebutuhan pengguna secara langsung agar rancangan alat sesuai dengan kebutuhan tunanetra. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dilakukan perancangan sistem (hardware dan software) yang kemudian diwujudkan menjadi prototipe tongkat, lalu diuji melalui pengujian komponen dan perangkat lunak untuk memastikan setiap bagian berfungsi dan dapat mendeteksi hambatan dengan baik; apabila hasil pengujian belum sesuai dengan kebutuhan pengguna, proses akan kembali ke tahap perancangan sistem untuk direvisi sesuai sifat iteratif metode UCD, namun apabila sudah sesuai, penelitian dilanjutkan dengan mengevaluasi hasil pengujian secara menyeluruh dan menarik kesimpulan sebagai dokumentasi akhir penelitian, sehingga alat dinyatakan selesai dan siap digunakan atau dilaporkan sebagai produk akhir.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang bangun ini digunakan untuk sebagai alat bantu jalan tunanetra ketika ingin berpergian kemanapun tujuan tunanetra tersebut. Arduino UNO sebagai mikrokontroler, sensor ultrasonik, buzzer, vibration motor yang terhubung ke dan arduino UNO telah terpasang ke dalam mikrokontroler tersebut [6]. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi halangan dan hambatan yang menghalangi alat yang di gunakan tunanetra ketika alat tersebut di gunakan. buzzer dan vibration motor sebagai output ketika mendeteksi adanya halngan atau hambatan, sensor ultrasonik untuk mendeteksi halangan dan hambatan arduino UNO akan mengirim sinyal vibration motor dan buzzer [7].

A. Blok Diagram



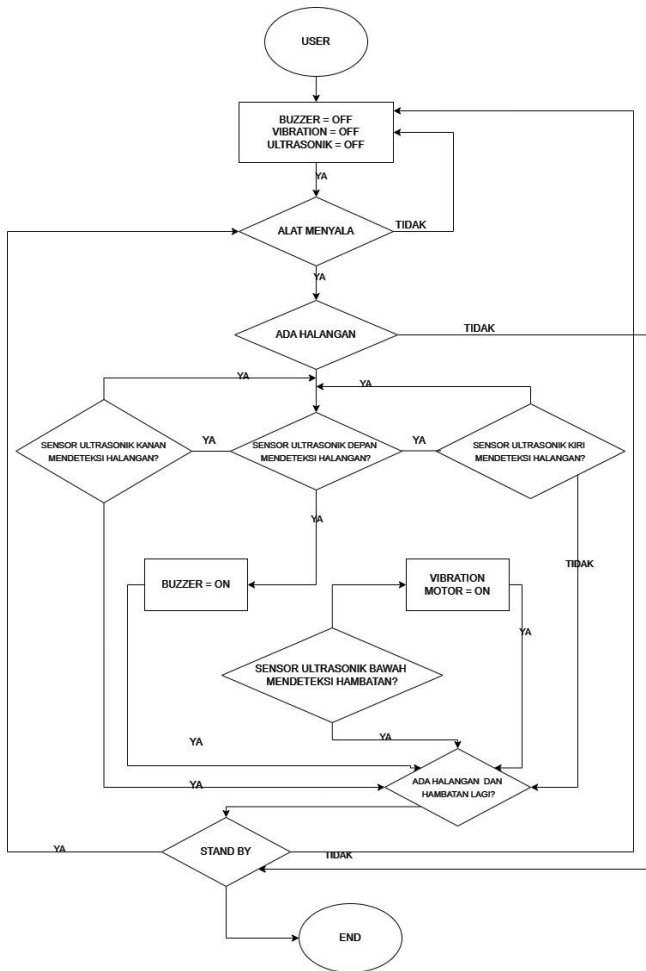
Gbr 2. Blok Diagram

Keterangan:

1. Arduino Uno R3 sebagai pusat pengontrol Rangkaian.
2. Sensor Ultrasonic HC-SR04 sebagai sensor pendeteksi objek benda.
3. Buzzer dan Vibration motor sebagai alarm pertanda adanya halangan atau hambatan.

B. flowchart

Saat alat mulai di jalankan pertama-tama semua komponen dalam keadaan off, kemudin alat dihidupkan, ketika system sensor Ultrasonik HC-SR04 pada perangkat tongkat mendeteksi adanya halangan atau hambatan, maka sensor akan memberikan data pada buzzer dan Vibration Motor untuk mengidentifikasi apabila ada data masuk mengetahui hambatan atau halangan maka buzzer dan vibration motor akan berbunyi, tetapi apabila memberikan informasi atau data tidak ada maka buzzer dan vibration motor tidak akan berbunyi.



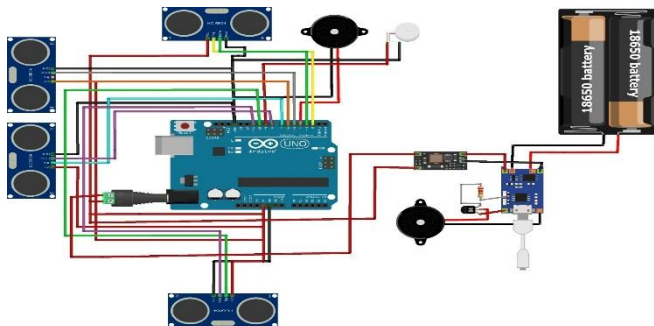
Gbr 3. Flowchart Alat

C. Skema Rancangan dan Konfigurasi Alat

Hal pertama yang harus dilakukan dalam Gambar 3 Skema Rangkaian. Perintah yang diperoleh akan diinformasikan ke mikrokontroler Arduino Uno R3 yang berfungsi sebagai pusat kendali sistem, kemudian mikrokontroler akan mengirimkan data Sensor Ultrasonic HC-SR04 [8]. Ketika dalam kondisi menyala, maka sensor Ultrasonic HC-SR04 mendeteksi sebuah objek kurang dari 5 cm, kemudian *buzzer* dan *vibration* motor menyala sebagai alarm peringatan [9].

TABEL I
KONFIGURASI PIN

Nama Komponen	Pin Komponen	Keterangan
Sensor Ultrasonik 1	VCC	Dihubungkan ke pin VCC Arduino UNO
	GND	Dihubungkan ke pin GND Arduino UNO
	TRIG	Dihubungkan ke pin 2 Arduino UNO
	ECHO	Dihubungkan ke pin 3 Arduino UNO
Sensor Ultrasonik 2	VCC	Dihubungkan ke pin VCC Arduino UNO
	GND	Dihubungkan ke pin GND Arduino UNO
	TRIG	Dihubungkan ke pin 6 Arduino UNO
	ECHO	Dihubungkan ke pin 5 Arduino UNO
Sensor Ultrasonik 3	VCC	Dihubungkan ke pin VCC Arduino UNO
	GND	Dihubungkan ke pin GND Arduino UNO
	TRIG	Dihubungkan ke pin 7 Arduino UNO
	ECHO	Dihubungkan ke pin 8 Arduino UNO
Sensor Ultrasonik 4	GND	Dihubungkan ke pin GND Arduino UNO
	VCC	Dihubungkan ke pin VCC Arduino UNO
	TRIG	Dihubungkan ke pin 10 Arduino UNO
	ECHO	Dihubungkan ke pin 11 Arduino UNO
Buzzer	GND	Dihubungkan ke pin GND Arduino UNO
	VCC	Dihubungkan ke pin VCC Arduino UNO
	Data	Dihubungkan ke pin 4 Arduino UNO
Vibration motor	GND	Dihubungkan ke pin GND Arduino UNO
	Data	Dihubungkan ke pin 9 Arduino UNO



Gbr 4. Skema Rancangan

D. Implementasi

Langkah-langkah yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian alat, diantaranya yaitu:

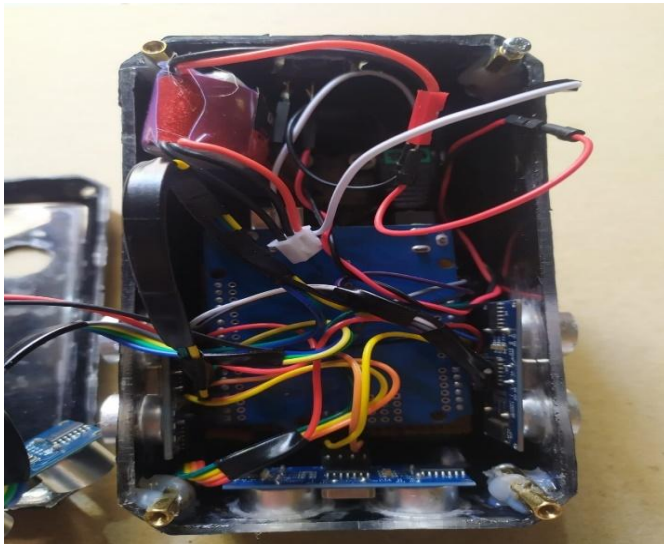
1. Memastikan bahwa Kabel-kabel komponen terhubung pada Arduino UNO dengan benar.
2. Memastikan sudah baterai dan terpasang pada pusat pengontrol rangkaian.
3. Memastikan baterai sudah terisi daya penuh atau sudah di charger pada aliran listrik.

E. Pengujian

Untuk melakukan pengujian alat keseluruhan, Langkah pertama yaitu dengan menghubungkan seluruh komponen pada Arduino UNO, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:



Gbr 5. Tampilan Alat Secara Keseluruhan



Gbr 6. Tampilan Pengujian Keseluruhan Alat 1

Selanjutnya compile dan upload source code ke mikrokontroler Arduino UNO. Dapat di lihat pada sensor suara terdapat indikator LED berwarna hijau, yang menandakan bahwa sensor siap mendeteksi suara objek yang masuk [10]. Dan jika sensor berhasil mendeteksi suara maka proses berikutnya ultrasonik akan mendeteksi adanya sebuah halangan atau hambatan.



Gbr 7. Tampilan Pengujian Keseluruhan Alat 2

Selanjutnya hasil uji komponen mencakup sensor Sensor HC-SR04 dan *buzzer*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *input* an dari sensor HC-SR04 dan *output* an dari *buzzer* dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan program yang telah dibuat. Dimana ketika sebuah sensor HC-SR04 dapat mendeteksi adanya sebuah halangan di depan dengan jarak tertentu, maka output dari *buzzer* akan mengeluarkan bunyi *beep* sesuai dengan pembacaan jarak pada sensor ultrasonic, ketika sensor mendeteksi adanya halangan dengan jarak yang lumayan jauh, maka *buzzer* akan mengeluarkan bunyi *beep* pelan, dan ketika sensor dapat mendeteksi adanya halangan dengan jarak yang sangat dekat maka bunyi dari *buzzer* akan semakin cepat. Pengujian ini dilakukan dengan cara perakitan sensor HC-SR04 dan *buzzer* dengan mikrokontroler Arduino dan mengunggah skenario *Source Code* yang sudah ditentukan untuk di *upload* pada *board* Arduino [7].



Gbr 8. Tampilan Pengujian Keseluruhan Alat 3

Kemudian untuk pengujian komponen lain yaitu mencangkup sensor HC-SR04 dan *vibration* motor. Yang di mana pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *input* an dari sensor HC-SR04 dan *output* an dari *vibration* motor dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan program yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan cara perakitan sensor HC-SR04 dan vibration Motor. Dan Ketika sebuah sensor dapat mendeteksi adanya hambatan di bawah seperti gundukan tanah atau batu, maka output dari sebuah *vibration* motor akan mengeluarkan sebuah getar yang sangat besar dan cepat. Fungsi pada pengujian ini sesuai dengan rangkaian pada mikrokontroler Arduino UNO dan mengunggah skenario *Source Code* yang sudah ditentukan untuk di *upload* pada *board* Arduino.

F. Hasil Pengujian Alat

Pengujian alat dikatakan berhasil apabila alat dapat mendeteksi benda yang menghalangi tongkat bantu jalan pada tunanetra dan mendeteksi hambatan atau halangan yang telah dirancang pada sistem alat tongkat tersebut. Namun alat dikatakan tidak berhasil apabila bertolak belakang dengan tidak dapat mendeteksi benda yang menghalangi maupun hambatan pada tongkat alat bantu jalan tunanetra yang telah dibuat. Skenario uji dilakukan pada saat tunanetra menggunakan tongkat tersebut untuk berjalan sesuai dengan arah tunanetra tersebut yang telah menyesuaikan program alat tongkat bantu jalan pada tunanetra. Dan alat tersebut telah diberi catur daya lalu ditaruh pada bidang yang terdapat pada tongkat untuk berjalan yang di gunakan tunanetra.

TABEL II
HASIL PENGUJIAN ALAT

Pengujian Ke-	Hasil Pengujian
1	Tongkat dapat mendeteksi halangan yang ada di depan dengan jarak yang sedikit jauh dengan mengeluarkan bunyi beep pelan.
2	Tongkat dapat mendeteksi halangan yang ada di depan dengan jarak yang lumayan dekat dengan mengeluarkan bunyi beep sedikit cepat.
3	Tongkat dapat mendeteksi halangan yang ada di depan dengan jarak yang sangat dekat dengan mengeluarkan bunyi beep yang sangat cepat.
4	Tongkat dapat mendeteksi halangan yang ada di depan dengan jarak yang sangat dekat dengan mengeluarkan bunyi beep yang sangat cepat.
5	Tongkat dapat mendeteksi halangan yang ada di bawah dengan jarak tertentu dengan mengeluarkan getar dari <i>vibration motor</i> .
6	Tongkat dapat mendeteksi halangan yang ada di bawah dengan jarak tertentu dengan mengeluarkan getar dari <i>vibration motor</i> .
7	Tongkat dapat mendeteksi halangan yang ada di sebelah kanan dengan jarak yang dekat dengan mengeluarkan suara bunyi beep dari <i>buzzer</i> .
8	Tongkat dapat mendeteksi halangan yang ada di sebelah kanan dengan jarak yang sangat dekat dengan mengeluarkan suara bunyi beep dari <i>buzzer</i> yang sangat cepat.
9	Tongkat dapat mendeteksi halangan yang ada di sebelah kiri dengan jarak yang dekat dengan mengeluarkan suara bunyi beep dari <i>buzzer</i> yang pelan.
10	Tongkat dapat mendeteksi halangan yang ada di sebelah kiri dengan jarak yang sangat dekat dengan mengeluarkan suara bunyi beep dari <i>buzzer</i> yang sangat cepat.

G. Analisis dan Perbandingan Hasil Pengujian

Perhitungan tingkat akurasi dan presisi pada pengujian alat ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan jarak oleh sensor ultrasonik HC-SR04 terhadap jarak sebenarnya (*ground truth*) yang diukur secara manual menggunakan alat ukur meteran pada beberapa titik jarak, dengan pengulangan sebanyak n kali pada setiap titik. Tingkat akurasi dihitung menggunakan persamaan Akurasi (%) = $[1 - (| \text{jarak terukur} - \text{jarak sebenarnya} | / \text{jarak sebenarnya})] \times 100\%$, yang kemudian dirata-ratakan dari seluruh hasil pengulangan pengukuran. Presisi (*repeatability*) diperoleh dari tingkat konsistensi hasil pembacaan sensor pada pengukuran berulang dengan jarak objek yang sama, yang dihitung berdasarkan simpangan antar pengukuran terhadap nilai rata-ratanya. Adapun tingkat keberhasilan deteksi dihitung dari persentase jumlah percobaan yang berhasil mendeteksi adanya objek rintangan dibandingkan dengan jumlah keseluruhan percobaan yang dilakukan.

TABEL III
PENGHITUNGAN RATA-RATA AKURASI

Percobaan	Jarak sebenarnya (cm)	Jarak terukur (cm)	Error (cm)	Akurasi (%)
1	20	20,2	0,2	99,000
2	40	40,1	0,1	99,750
3	60	59,8	0,2	99,667
4	80	80,3	0,3	99,625
5	100	99,7	0,3	99,700

Rata-rata akurasi = $(99,000 + 99,750 + 99,667 + 99,625 + 99,700) / 5 = 99,548\%$.

Apabila dibandingkan dengan penelitian sejenis pada [1] dan [2] yang menggunakan satu buah sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis mikrokontroler Arduino Nano dengan keluaran *buzzer*, alat tersebut hanya mampu mendeteksi halangan di depan pengguna dengan jangkauan terbatas antara 5 cm hingga 50 cm, tanpa kemampuan mendeteksi halangan di samping maupun pada permukaan jalan. Rancang bangun pada penelitian ini menggunakan empat buah sensor ultrasonik HC-SR04 yang ditempatkan pada arah depan, samping kanan, samping kiri, dan ke bawah, sehingga cakupan arah deteksi yang dihasilkan lebih luas dibandingkan penelitian sebelumnya, sekaligus menambahkan keluaran berupa *vibration motor* di samping *buzzer*, sehingga notifikasi yang diterima pengguna dapat dibedakan sesuai dengan letak halangan, yaitu bunyi untuk halangan di depan atau samping, dan getaran untuk hambatan pada permukaan jalan seperti gundukan tanah atau batu.

Meskipun demikian, alat ini masih memiliki beberapa keterbatasan yang perlu menjadi catatan untuk pengembangan selanjutnya. Pertama, jangkauan deteksi sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan masih terbatas pada jarak tertentu, sehingga kurang optimal untuk mendeteksi halangan yang

berada lebih jauh atau bergerak cepat mendekati pengguna. Kedua, akurasi pembacaan sensor ultrasonik sangat dipengaruhi oleh jenis permukaan dan sudut datang objek; permukaan yang lunak atau menyerap gelombang ultrasonik, seperti kain atau busa, serta sudut pantul yang terlalu miring, dapat menyebabkan sensor gagal mendeteksi objek secara akurat. Ketiga, pengujian alat pada penelitian ini masih dilakukan pada kondisi lingkungan yang relatif terkendali, sehingga performa alat pada kondisi nyata yang lebih kompleks, seperti cuaca buruk, medan jalan yang tidak rata, atau lingkungan yang ramai dan bising, belum dapat dipastikan. Selain itu, pengujian belum dilakukan secara langsung berdampingan (*side-by-side*) dengan alat sejenis pada kondisi dan skenario uji yang sama, sehingga perbandingan jangkauan dan kemampuan deteksi yang disajikan di atas masih bersifat tidak langsung, yaitu berdasarkan data hasil pengujian masing-masing penelitian.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan proses perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem alat ini, dapat disimpulkan bahwa alat bantu jalan bagi penyandang tunanetra dengan sensor pendeteksi halangan di depan, samping kanan, dan samping kiri berhasil dibuat menggunakan satu buah Arduino Uno, sebuah sensor ultrasonik HC-SR04, sebuah buzzer, dan vibration motor. Hasil rancangan yang telah dibuat menunjukkan bahwa alat ini disusun secara teliti dan sesuai dengan komponen rancangan yang telah diprogram sebelumnya melalui source code menggunakan Arduino IDE. Setelah dilakukan pengujian, alat bantu jalan ini terbukti dapat mendeteksi adanya objek rintangan di depan, samping kanan, dan samping kiri pemakainya, dengan jarak deteksi kurang dari atau sama dengan sekitar 80 cm untuk halangan di depan, 60 cm di sebelah kanan, dan 60 cm di sebelah kiri, dengan tingkat akurasi sebesar 99,548%, presisi (*repeatability*) sebesar 98,600%, serta tingkat keberhasilan dalam mendeteksi adanya objek rintangan sebesar 98,400%. Dengan berhasilnya alat bantu jalan bagi tunanetra ini dibuat, diharapkan alat ini dapat lebih membantu dan mempermudah penyandang tunanetra untuk berjalan tanpa hambatan apapun.

Perancangan alat bantu tunanetra menggunakan Arduino dengan output buzzer dan getaran dari vibration motor ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat beberapa kekurangan, sehingga masih diperlukan perbaikan dan penyempurnaan untuk pengembangan selanjutnya. Untuk itu, penulis menyarankan agar alat ini dapat ditambahkan fitur GPS sehingga memudahkan kerabat dalam memantau keberadaan penggunaannya, serta pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan fitur teknologi terbaru yang dibutuhkan tunanetra, seperti alat untuk mengetahui nominal lembar uang dengan output suara. Selain itu, dalam pengembangan ke depan juga dapat ditambahkan fitur modul headset, sehingga ketika alat mendeteksi adanya halangan, suara buzzer dapat didengar melalui headset, dengan demikian penyandang tunanetra tidak terpengaruh oleh kebisingan di sekitarnya saat berada di tempat

yang ramai. Terakhir, alat ini juga dapat dilengkapi dengan fitur sensor air dan sensor warna, sehingga mampu mendeteksi adanya genangan air sekaligus mengenali area jalan khusus tunanetra berwarna kuning yang sudah tersedia di jalanan umum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Rio and Z. Wulansari, "Tongkat Bantu Jalan Tunanetra Pendeteksi Halangan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano," 2020.
- [2] H. Akik and D. Supriadi, "Tongkat Tunanetra Pintar menggunakan Arduino," *J. Tek. Inform. Unis*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10, 2020, doi: 10.33592/jutis.vol7.iss1.161.
- [3] H. Ghailani *et al.*, "Enhancing warehouse safety and resilience through virtual reality: A user-centered design approach to training feasibility," *Appl. Soft Comput.*, p. 110606, 2023, doi: 10.1016/j.jnlssr.2026.100305.
- [4] A. A. Wardani, "Analisis dan Implementasi Metode User Centered Design (UCD) Pada Pembuatan Website e-Commerce Untuk Mencapai Usability yang Tinggi," *Univ. Telkom*, vol. 6, no. 2, pp. 269–278, 2012, [Online]. Available: <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jakt/article/view/1378>
- [5] M. Rifai and M. Akbar, "Implementasi Metode User Centered Design (Ucd) Pada Pembangunan Sistem Penyediaan Obat Berbasis Android," *J. Pengemb. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 1, no. 4, pp. 197–208, 2021, doi: 10.47747/jpsii.v1i4.552.
- [6] R. Borahima, S. Paembonan, Dasril, M. Muhallim, R. Suppa, and B. Sulaeman, "Rancang Bangun Tongkat Tunanetra Berbasis ARDUINO," *JITET (Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Ter.)*, vol. 11, no. 57, p. 35227, 2022.
- [7] P. . S. Ely, J. . M. Dringhuzen, and S. . T. Novi, "Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 135–142, 2018.
- [8] N. Nordin, M. Idroas, Z. Zakaria, and M. N. Ibrahim, "Design and Fabrication of Ultrasonic Tomographic Instrumentation System for Inspecting Flaw on Pipeline," *Procedia Manuf.*, vol. 2, no. February, pp. 313–318, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.055.
- [9] U. Amri, D. Widyawarman, and R. K. Ramadhan, "Sistem Monitoring Jarak Dengan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04," vol. 1, no. 1, pp. 26–30.
- [10] S. Hadi, S. ST, and S. Yakub, "Rancang Bangun Alat Bantu Pemandu Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Suara Berbasis Mikrokontroler," *J. CyberTech*, vol. 3, no. 9, pp. 1–8, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/>