

Rancang Bangun Tongkat Tunanetra Berbasis *Internet of Things* Dilengkapi *Headset*

Ni Kadek Adinda Tasya Salsabiela*, Suhartono, Ni Luh Gede Aris Maytadewi Negara

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektromedik, Universitas Bali Internasional, Indonesia
Jl. Seroja, Gang Jeruk No.9A, Kelurahan Tonja Denpasar Utara, Bali 80239
E-mail : adindatasyasalsa@gmail.com, harrisuhartono@yahoo.com, maytadewinegara@unbi.ac.id

INFO ARTIKEL

Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/23860/versi-on/19795>

DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v6i2.23860>

Data Artikel:

Diterima:
02 September 2024
Direview:
24 November 2024
Direvisi:
17 Januari 2025
Disetujui:
13 April 2025

Korespondensi:

adindatasyasalsa@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan tongkat tunanetra berbasis *Internet of Things* yang dilengkapi *Headset* kabel untuk meningkatkan keselamatan dan kemandirian individu dengan gangguan penglihatan. Tongkat ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi rintangan dan GPS untuk penentuan lokasi, dengan output informasi berupa sinyal audio melalui headset dan speaker. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki mobilitas tunanetra dengan mengurangi gangguan eksternal dan meningkatkan deteksi halangan. Penelitian ini menggunakan metode observasi-eksperimental. Penelitian dilaksanakan di Universitas Bali Internasional dengan sampel 30 orang secara acak, pada bulan Juni 2024. Hasil analisis menunjukkan tongkat ini memiliki akurasi tinggi dalam mendeteksi jarak dan lokasi, dengan nilai r value ($>0,05$) yang menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan dibandingkan alat ukur standar seperti roll meter dan google maps. Pengujian ketepatan suara juga mengindikasikan bahwa alat memberikan sinyal audio sesuai dengan perancangan awal tanpa adanya delay antara headset dan speaker. Kesimpulannya, tongkat ini efektif dalam meningkatkan keselamatan dan kemandirian tunanetra dengan menyediakan informasi akurat melalui headset serta memungkinkan navigasi yang lebih aman di lingkungan yang ramai.

Kata Kunci: *Headset*, Sensor Ultrasonik, Tongkat Tunanetra.

ABSTRACT

This research develops a blind-based cane Internet of Things which is equipped Headset cables to increase the safety and independence of visually impaired individuals. This stick uses an ultrasonic sensor to detect obstacles and GPS for location determination, with output information in the form of audio signals through headset and speaker. This research aims to improve the mobility of the visually impaired by reducing external interference and improving obstacle detection. This research uses observation-experimental methods. The research was carried out at Bali International University with a random sample of 30 people, in June 2024. The results of the analysis show that this stick has high accuracy in detecting distance and location, with values r value (>0.05) which indicates there is no significant difference compared to standard measuring instruments such as roll meter and google maps. Sound accuracy testing also indicates that the device provides audio signals in accordance with the initial design without any delay between headset and speaker. In conclusion, these canes are effective in improving the safety and independence of the visually impaired by providing accurate information through headset as well as enabling safer navigation in busy environments.

Keywords: *Blind Cane, Headset, Ultrasonic Sensor.*

1. PENDAHULUAN

Tongkat tunanetra merupakan alat bantu utama bagi individu dengan gangguan penglihatan untuk beraktivitas secara mandiri. Alat ini membantu pengguna dalam mendeteksi halangan di sekitar mereka, mengurangi risiko cedera akibat benturan [1]. Namun, penggunaan tongkat tunanetra tradisional memiliki keterbatasan dalam mendeteksi halangan secara rinci dan memberikan peringatan dini kepada pengguna [2].

Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk alat bantu mobilitas bagi tunanetra. Teknologi IoT memungkinkan perangkat untuk saling terhubung dan bertukar data secara *real-time*,

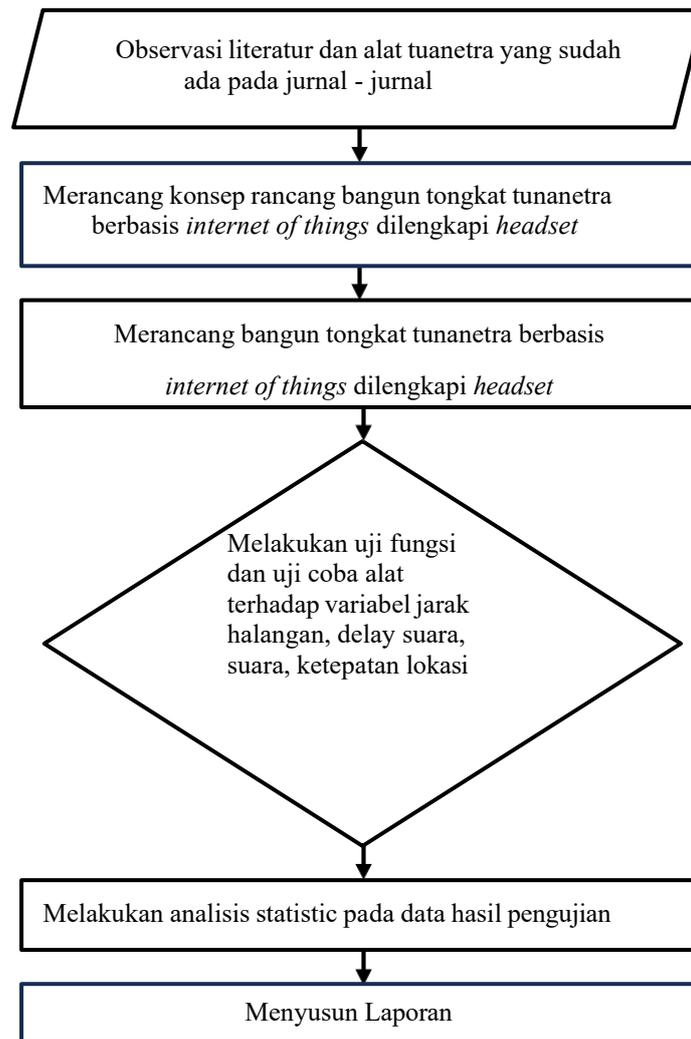
yang meningkatkan kemampuan tingkat tunanetra menjadi lebih cerdas dan responsif terhadap lingkungan sekitarnya [3]. Dengan memanfaatkan sensor ultrasonik dan konektivitas IoT, tingkat tunanetra ini dapat mendeteksi rintangan dan memberikan umpan balik kepada pengguna melalui sinyal audio yang dikirimkan ke *headset* [4]. Penelitian mengenai pengembangan alat bantu tunanetra telah menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan navigasi dan deteksi halangan. Metode penelitian yang tepat sangat penting dalam pengembangan alat bantu kesehatan seperti tingkat tunanetra [5]. Penelitian lain menunjukkan menggunakan arduino pada tingkat tunanetra pintar mampu meningkatkan akurasi deteksi halangan dan memberikan peringatan yang lebih cepat kepada pengguna [6].

Internet of Things menunjukkan potensi besar teknologi ini dalam meningkatkan fungsi alat bantu tunanetra melalui integrasi sensor dan sistem umpan balik *real-time* [7]. Penelitian ini mendukung konsep bahwa dengan menggunakan teknologi IoT, alat bantu tunanetra dapat memberikan pengalaman yang lebih aman dan nyaman bagi pengguna [8]. Penelitian lain tentang rancang bangun tingkat tunanetra berbasis IoT memperlihatkan bahwa penggunaan teknologi ini dapat meningkatkan efektivitas deteksi rintangan dalam berbagai kondisi lingkungan [9]. Namun penelitian ini juga menunjukkan beberapa keterbatasan, termasuk kebutuhan akan koneksi sinyal yang stabil dan konsumsi daya yang tinggi [10]. Penggunaan mikrokontroler berbasis arduino untuk tingkat tunanetra mengungkapkan bahwa teknologi ini dapat diimplementasikan dengan biaya relatif rendah dan tetap memberikan hasil yang memuaskan dalam hal deteksi rintangan dan respons pengguna [11]. Studi ini juga menyoroti pentingnya desain yang ergonomis dan *user-friendly* untuk memastikan kenyamanan dan kemudahan penggunaan bagi penyandang tunanetra [12].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan tingkat tunanetra berbasis *internet of things* yang dilengkapi *headset*. Alat ini diharapkan dapat meningkatkan mobilitas dan kemandirian tunanetra, terutama dalam situasi yang ramai, dengan meminimalkan gangguan suara eksternal dan meningkatkan deteksi halangan. Dengan memperhatikan perkembangan teknologi dan kebutuhan pengguna tunanetra, penelitian ini berfokus pada pengembangan tingkat tunanetra berbasis *internet of things* yang tidak hanya mendeteksi halangan tetapi juga memberikan informasi navigasi kepada pengguna melalui sinyal audio. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, tingkat ini diharapkan dapat menawarkan solusi yang lebih efisien dan hemat daya, serta memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna dalam berbagai situasi lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

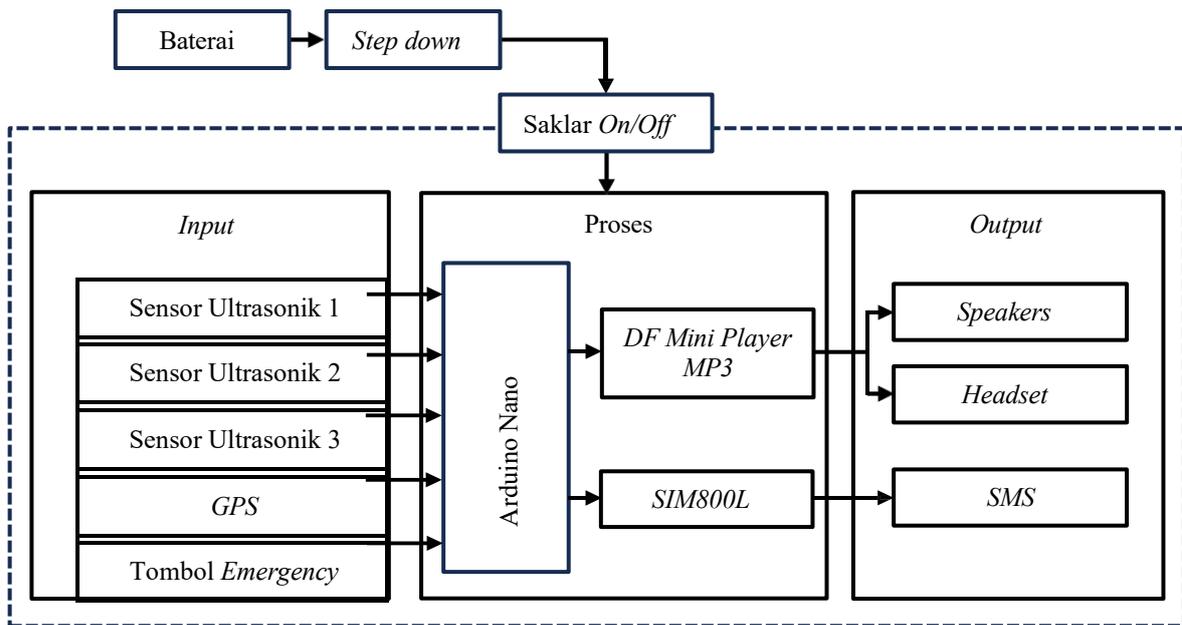
Penelitian ini menggunakan metode observasi-eksperimental untuk merancang tingkat berbasis *internet of things* dilengkapi *headset*. Penelitian ini mengikuti alur yang sistematis, dimulai dengan observasi literatur dan alat tunanetra yang sudah ada pada jurnal terkait yang bertujuan untuk membangun pemahaman menyeluruh tentang teknologi dan metode yang telah dikembangkan sebelumnya dalam bidang alat bantu tunanetra. Berdasarkan hasil observasi tersebut, peneliti kemudian merancang konsep tingkat tunanetra berbasis *internet of things* dilengkapi *headset*. Setelah itu peneliti melanjutkan ke tahap perancangan dan pembangunan tingkat tunanetra sesuai dengan konsep yang telah dirumuskan. Tahap selanjutnya adalah melakukan uji fungsi dan uji coba alat dengan cara menguji beberapa variabel yaitu jarak halangan, delay suara, ketepatan suara, dan ketepatan lokasi. Data yang telah diperoleh akan dianalisis menggunakan SPSS statistik. Tahap terakhir dari alur penelitian ini adalah menyusun laporan penelitian. Tahapan proses penelitian tergambar pada diagram alur penelitian yang terpadat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

2.1. Diagram Blok

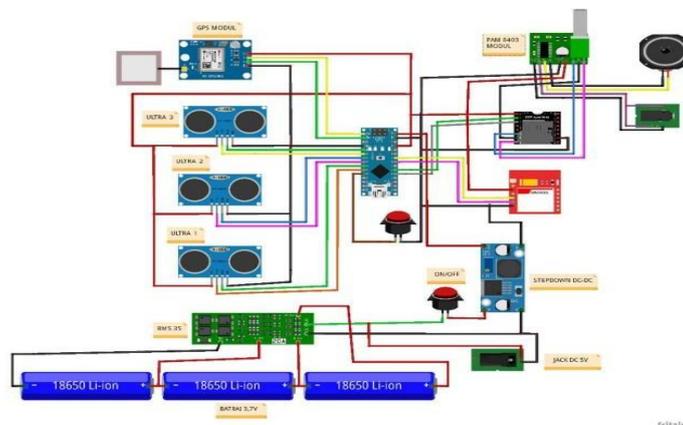
Berikut merupakan diagram blok rancang bangun tongkat tunetra berbasis *internet of things* dilengkapi *headset*. Diagram blok dibuat berdasarkan prinsip kerja rangkaian yang digunakan secara keseluruhan. Adapun cara kerja sistem diagram blok, sistem ini menggunakan baterai sebagai sumber daya utama. Baterai terhubung ke *step down*, yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari baterai ke level yang sesuai untuk komponen – komponen lainnya dalam sistem. Saklar *on / off* berfungsi sebagai kontrol utama untuk menghidupkan dan mematikan seluruh sistem. Bagian input terdiri dari tiga sensor ultrasonik yang terlrak pada sisi depan, sisi kanan, dan sisi kiri untuk mendeteksi halagan, GPS untuk penentuan ketepatan lokasi, serta tombol *emergency* untuk situasi darurat. Proses utama dilakukan oleh arduino nano yang berperan memproses informasi yang diterima, mengolah data dari sensor – sensor dan mengontrol *output*. Arduino nano terhubung dengan *df player mini mp3* untuk pemutaran file *audio* dan modul SIM800L untuk komunikasi seluler. *Output* sitem meliputi *speaker* dan *headset* untuk mengeluarkan panduan *audio*, serta kemampuan mengirim SMS, kemungkinan untuk pesan darurat atau informasi lokasi kepada anggota keluarga. Keseluruhan sistem ini dirancang untuk membantu tunanetra dalam navigasi dan keamanan, memanfaatkan teknologi *internet of things* untuk meningkatkan konektivitas dan kemampuan komunikasi jarak jauh. Diagram blok dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok

2.2. Skema Rangkaian

Skema rangkaian atau pengkawatan (skematik) diagram dari komponen – komponen sebagai acuan dari perangkaian alat dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Skema Rangkaian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Rancang Bangun Tongkat Tunanetra berbasis *Internet of Things* dilengkapi *Headset*

Penelitian ini berhasil mengembangkan tongkat tunanetra yang mengintegrasikan teknologi *internet of things* untuk meningkatkan navigasi dan keamanan bagi pengguna. Tongkat ini menggunakan berbagai komponen teknologi seperti sensor ultrasonik, GPS, SIM800L dan *headset* untuk memberikan informasi dan peringatan kepada tunanetra. Hasil rancang bangun alat ini terdapat pada gambar 4.

Salsabiela, Suhartono, dan Negara
Rancang Bangun Tongkat Tunanetra Berbasis Internet of Things Dilengkapi Headset



Gambar 4. Rancang Bangun Tongkat Tunanetra berbasis *Internet of Things* dilengkapi *Headset*

Alat Tongkat Tunanetra berbasis *Internet of Things* dilengkapi *Headset*, memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Alat

Panjang Tongkat	:	100 cm			
Dimensi <i>Box Casing</i> Utama				Dimensi <i>Box Casing</i> Sensor	
Panjang	:	9,5 cm	Panjang	:	8 cm
Lebar	:	6,5 cm	Lebar	:	9 cm
Tinggi	:	17,5 cm	Tinggi	:	4,5 cm
Catu Daya	:	5V/2A	Berat Alat	:	1 kg

Alat ini dilengkapi headset dan speaker sebagai *output* suara yang memberikan peringatan kepada tunanetra dan dapat mengirimkan berupa titik koordinat melalui SMS yang dibuka pada aplikasi google *maps*.

3.2. Pengujian Jarak pada Tongkat Tunanetra berbasis *Internet of Things* dilengkapi *Headset*

Pengujian jarak halangan dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran jarak yang diperoleh dari alat rancang bangun dengan *roll meter*. Pengukuran dilakukan dengan jarak 30 cm dan diulang sebanyak 30 kali pada masing – masing sisi depan, kanan dan kiri alat. Adapun hasil perbandingan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Jarak

No	Pengaturan 30 cm Sisi Depan, Kanan dan Kiri			Suara	
	Jarak Alat (cm)	<i>Roll meter</i> (cm)	Selisih (cm)	Benar	Salah
1	30	30	0	√	
2	30	30	0	√	
3	30	30	0	√	
4	30	30	0	√	
5	30	30	0	√	
6	30	30	0	√	
7	30	30	0	√	
8	30	30	0	√	
9	30	30	0	√	
10	30	30	0	√	
11	30	30	0	√	
12	30	30	0	√	
13	30	30	0	√	

Pada tabel 2, disajikan data hasil pengujian jarak antara alat rancang bangun pada sisi depan, sisi kanan, dan sisi kiri dan *roll meter* yang dilakukan sebanyak 30 kali setiap sisi dengan pengaturan jarak 30 cm. Hasil pengujian menunjukkan tidak adanya perbedaan antara pengukuran yang dilakukan oleh alat rancang bangun dan *roll meter*, dengan persentase kesalahan sebesar 0%. Hasil pengujian ketepatan suara dapat disimpulkan bahwa apabila ada halangan atau hambatan pada jarak 30 cm pada sisi depan, sisi kanan, dan sisi kiri headset dan speaker mengeluarkan suara sesuai pada perancangan alat.

Tabel 3. Uji Normalitas Pengujian Jarak

Jarak	Shapiro wilk	
	Statistic	Signifikansi
Roll meter Depan	0,000	0,000
Alat Depan	0,000	0,000
Roll meter Kanan	0,000	0,000
Alat Kanan	0,000	0,000
Roll meter Kiri	0,000	0,000
Alat Kiri	0,000	0,000

Berdasarkan data yang data yang ditunjukkan pada tabel 3, diperoleh hasil uji normalitas data untuk jarak halangan yang membandingkan jarak pada *roll meter* dengan jarak pada tingkat tunanetra berbasis internet of things dilengkapi *headset*. Pada alat rancang bangun dan *roll meter* sisi depan, sisi kanan, dan sisi kiri mendapatkan nilai statistik sebesar 0,000 ($\square < 0,05$) dengan signifikansi 0,000 ($\square < 0,05$). Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa data tidak terdistribusi normal. Uji analisis dilakukan dengan uji *mann whitney* dikarenakan data yang didapat terdistribusi tidak normal. Berikut merupakan hasil analisis dengan menggunakan *mann whitney*.

Tabel 4. Uji Mann Whitney Jarak Halangan

Variabel	N	Nilai Z	Nilai p
Jarak sisi depan	30	0,000	1,000
Jarak sisi kanan	30	0,000	1,000
Jarak sisi kiri	30	0,000	1,000

Pada tabel 4 merupakan hasil uji analisis statistik pengukuran jarak menggunakan jarak dihasilkan tingkat dengan pembanding *roll meter*. Pada hasil uji normalitas menunjukan bahwa data memenuhi syarat uji non parametrik maka menggunakan uji *mann whitney*. Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji *Mann whitney* mendapatkan hasil pada sisi depan, sisi kanan dan sisi kiri dengan nilai z yang didapat sebesar 0,000 dengan nilai \square value ($>0,05$) yang berarti tidak ada perbedaan signifikan antara jarak yang dihasilkan tingkat dengan *roll meter*, dan dapat disimpulkan bahwa apabila ada halangan atau hambatan pada jarak 30 cm pada sisi depan, kanan, dan kiri *headset* dan *speaker* mengeluarkan suara sesuai pada perancangan awal. Pada hasil pengujian tidak didapatkan *delay* suara antara *speaker* dengan *headset*, hal ini karena headset yang digunakan merupakan headset kabel yang menggunakan koneksi fisik langsung yang menghubungkan sumber audio ke *headset*.

3.3. Pengujian Ketepatan Lokasi dengan 30 Kali Pengulangan

Hasil pengukuran ketepatan lokasi dengan 30 kali pengulangan dengan perbandingan alat rancang bangun dan *google maps*. Adapun hasil perbandingan ketepatan lokasi alat rancang bangun dan *google maps* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Data Hasil Penujian Ketepatan Lokasi

No	Pengujian Alat		Pengujian <i>Google maps</i>		Selisih jarak menggunakan <i>tracking</i> (m)
	<i>Lattitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Lattitude</i>	<i>Longitude</i>	
1	-8.628933	115.229476	-8.6287449	115.2294092	0 m
2	-8.628862	115.229400	-8.6288620	115.2294000	0 m
3	-8.628668	115.229286	-8.6286680	115.2292860	10 m
4	-8.628804	115.229415	-8.6288040	115.2294150	0 m
5	-8.630906	115.228408	-8.6289380	115.2294080	0 m
6	-8.628803	115.229446	-8.6288030	115.2294080	0 m
7	-8.628768	115.229454	-8.6287680	115.2294540	0 m

8	-8.628641	115.229240	-8.6286410	115.2292400	10 m
9	-8.628832	115.229461	-8.6287907	115.2294390	1 m
10	-8.628767	115.229209	-8.6288467	115.2294964	0 m
11	-8.628855	115.229484	-8.6287771	115.2294021	0 m
12	-8.628523	115.229263	-8.6285523	115.2292650	10 m
13	-8.628478	115.229217	-8.6284780	115.2292170	10 m
14	-8.628882	115.229438	-8.6288308	115.2294806	0 m
15	-8.628909	115.229545	-8.6287668	115.2294417	1 m
16	-8.628406	115.229911	-8.6286034	115.2295100	0 m
17	-8.628736	115.229789	-8.6288483	115.2295094	0 m
18	-8.628792	115.229446	-8.6287920	115.2294460	0 m
19	-8.628786	115.229423	-8.6289203	115.2294397	0 m
20	-8.630076	115.222877	-8.6301945	115.2230428	0 m
21	-8.630186	115.222503	-8.6301860	115.2225030	1 m
22	-8.630358	115.223785	-8.6302830	115.2238698	1 m
23	-8.630340	115.223937	-8.6302009	115.2238381	0 m
24	-8.630172	115.223808	-8.6301720	115.2238080	10 m
25	-8.629981	115.222984	-8.6299810	115.2229840	10 m
26	-8.630701	115.22367	-8.6307010	115.2236700	10 m
27	-8.630637	115.223373	-8.6306370	115.2233730	0 m
28	-8.630915	115.223640	-8.6309150	115.2236400	10 m
29	-8.630712	115.223793	-8.6307120	115.2237930	1 m
30	-8.630471	115.223823	-8.6304710	115.2238230	10 m

Pada tabel 5 merupakan data hasil pengujian ketepatan lokasi yang menggunakan *google maps* sebagai pembanding dengan melakukan pengulangan sebanyak 30 kali. Pada kolom pertama merupakan titik *latitude* (titik dari timur dan barat) yang dihasilkan tongkat, kolom kedua merupakan titik *longitude* (titik dari utara dan selatan) yang dihasilkan tongkat, kolom ketiga merupakan titik *latitude* (titik dari timur dan barat) pada *google maps*, kolom keempat merupakan titik *longitude* (titik dari utara dan selatan) pada *google maps* dan kolom terakhir merupakan selisih jarak antara pengujian alat dengan *google maps* menggunakan jarak tracking (berjalan).

Tabel 6. Uji Normalitas Ketepatan Lokasi

Ketepatan Lokasi	<i>Shapiro wilk</i>	
	<i>Statistic</i>	Signifikansi
<i>Latitude</i> Alat	0,811	0,000
<i>Longitude</i> Alat	0,706	0,000
<i>Latitude Google maps</i>	0,783	0,000
<i>Longitude Google maps</i>	0,670	0,000

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada tabel 6, diperoleh hasil uji normalitas data untuk ketepatan lokasi yang membandingkan titik *latitude* dan *longitude* dengan titik *latitude* dan *longitude* pada matras anti *google maps*. Pada titik *latitude* alat mendapatkan nilai statistik sebesar 0,811 ($\square < 0,05$) dengan signifikansi 0,000 ($\square < 0,05$), titik *longitude* alat mendapatkan nilai statistik sebesar 0,706 ($\square < 0,05$) dengan signifikansi 0,000 ($\square < 0,05$), titik *latitude google maps* mendapatkan nilai statistik sebesar 0,783 ($\square < 0,05$) dengan signifikansi 0,000 ($\square < 0,05$), titik *longitude google maps* mendapatkan nilai statistik sebesar 0,670 ($\square < 0,05$) dengan signifikansi 0,000 ($\square < 0,05$). Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa data tidak tersistribusi normal. Uji analisis dilakukan dengan uji *mann whitney* dikarenakan data yang didapat terdistribusi tidak normal. Berikut merupakan hasil analisis dengan menggunakan *mann whitney*.

Tabel 7. Uji *Mann Whitney* Ketepatan Lokasi

Variabel	N	Nilai Z	Nilai <i>p</i>
Titik <i>latitude</i>	30	-0,281	0,779
Titik <i>longtitude</i>	30	-0,015	0,988

Pada tabel 7 merupakan hasil uji analisis statistik pengujian ketepatan lokasi menggunakan titik *latitude* dan titik *longtitude* yang dihasilkan tongkat dengan pembandingan *google maps*. Pada hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data memenuhi syarat uji non parametrik maka menggunakan uji *mann whitney*. Hasil analisis pengujian ketepatan lokasi dengan pengambilan data yang telah dilakukan dengan cara membandingkan titik *latitude* dan titik *longtitude* yang di hasilkan tongkat dengan pembandingan titik *latitude* dan titik *longtitude* yang dihasilkan *google maps* serta pengambilan selisih dengan cara melihat jarak yang ditempuh jika melakukan *tracking* (berjalan) diantara kedua titik tersebut. Hasil uji statistik yang diperoleh menggunakan uji *Mann whitney* ketepatan lokasi pada tongkat dengan pembandingan *google maps*, pada titik *latitude* dengan nilai z -0,281 dimana nilai \square *value* ($>0,05$) yang berarti tidak ada perbedaan signifikan antara titik *latitude* tongkat dan titik *latitude google maps*. Pada titik *longtitude* dengan nilai z -0,015 dimana nilai \square *value* ($>0,05$) yang berarti tidak ada perbedaan signifikan antara titik *longtitude* tongkat dan titik *longtitude google maps*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tongkat tunanetra *berbasis Internet of Things* yang dilengkapi dengan *headset* berfungsi dengan baik dalam mendeteksi halangan menggunakan sensor ultrasonik dan menentukan lokasi melalui GPS, dengan *output* suara yang disampaikan melalui *headset* dan *speaker*. Pengujian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara jarak yang diukur oleh tongkat dan *roll meter*, serta tidak ada perbedaan signifikan antara titik *latitude* dan *longitude* yang dihasilkan oleh tongkat dan Google Maps. Selain itu, alat ini juga tidak menunjukkan *delay* suara antara *speaker* dan *headset*. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan penambahan indikator baterai yang menunjukkan status daya, penggunaan *headset* nirkabel (*bluetooth*), dan pengembangan sistem pengiriman lokasi melalui aplikasi pesan seperti WhatsApp atau Telegram.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. E. Ahmad, *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rizmedia Pustaka Indonesia, 2023.
- [2] Akik Hidayat dan D. Supriadi, "Tongkat Tunanetra Pintar Menggunakan Arduino," *J. Tek. Inform. Atmaluhur*, vol. 6, no. 1, hal. 40, 2019.
- [3] Al-Fuqaha, M. A., Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, dan M. Ayyash, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 17, n, 2015.
- [4] S. B. dan S. Astuti, "Modul Timbangan Benda Digital," vol. 15, no. 1, hal. 10–15, 2019.
- [5] D. Atika *dkk*, "Socialization Of Children With Special Needs (Blind Tunanetra) In The Village Community In The Talo Kecil Sub-District Sosialisasi Anak Berkebutuhan Khusus (Anak Tunanetra) Dilingkungan Masyarakat Dusun Bakal Dalam Kecamatan Talo Kecil," *ARSY Apl. Ris. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 2, hal. 79–83, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.al-matani.com/index.php/arsy>, Online
- [6] L. Badriyah dan H. Pasmawati, *Problematika Pada Anak Berkebutuhan Khusus (Sebagai Panduan bagi Pendampingan ABK)*, no. June. 2020. [Daring]. Tersedia pada: [http://repository.iainbengkulu.ac.id/7960/1/Buku Full B5 ABK.pdf](http://repository.iainbengkulu.ac.id/7960/1/Buku%20Full%20B5%20ABK.pdf)
- [7] I. G. A. A. D. Dewi, *Rancang Bangun Tongkat Tunanetra Berbasis IoT*. 2023.
- [8] A. Fauroq, D. Rahmawati, dan R. Alfita, "Rancang Bangun Tongkat Cerdas Untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Fuzzy Logic metode Sugeno." *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 2018.
- [9] F. H. Gunawan, A. B. Laksono, dan A. Bachri, "Rancang Bangun Alat Bantu Bagi

- Penyandang Tunanetra,” *Semin. Nas. Fortei Reg.* 7, hal. 35–40, 2020.
- [10] A. Herlan, I. Fitri, dan R. Nuraini, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Data Sebaran Covid-19 Secara Real-Time menggunakan Arduino Berbasis Internet of Things (IoT),” *J. JTJK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 5, no. 2, hal. 206, 2021, doi: 10.35870/jtik.v5i2.212.
- [11] D. S. Kim dan R. . Emerson, “Effect of Cane Technique on Obstacle Detection With the Long Cane,” *ournal Vis. Impair. Blind.*, vol. 108, 2018.
- [12] I. Listiana, M. Hasan, dan W. Rosmayati, “Determinan Tingkat Pengetahuan Tentang Risiko Pemakaian Headset Dengan Sikap Penggunaan Headset Pada Mahasiswa,” *Edu Masda J.*, vol. 5, no. 1, hal. 89, 2021, doi: 10.52118/edumasda.v5i1.119.