

# Blind Smart Stick Using GPS Tracking Based on the Internet of Things

## [Tongkat Pintar Tuna Netra Menggunakan GPS Tracking Berbasis Internet Of Things]

Moh. Alfian<sup>1)</sup>, Shazana Dhiya Ayuni<sup>\*,2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: shazana@umsida.ac.id

**Abstract.** *Visual impairment can make it difficult for a person to carry out daily activities. A walking stick is a medium that serves to help people who have visual impairments. There are about 36 million people living in the state of impaired vision. Therefore, the Blind Smart Stick Using GPS Tracking Based on the Internet of Things is designed to overcome this problem. This research uses the research and development method by testing the accuracy of the sensors and the reliability of the device consisting of NodeMCU ESP-8266 as the microcontroller, HCSR-04 Sensor for object reading which is equipped with an output in the form of DFPlayer as a notification from the HCSR-04 sensor, and GPS Sensor to determine the presence of the device and then monitoring through the Blynk application installed on the user's smartphone. The results of the following research are in the form of hardware and applications that are able to provide information related to user coordinates that can be monitored from different locations with the help of the Internet of Things.*

**Keywords** – Blind Stick; HCSR-04 Sensor; GPS Tracking; Internet of Things; Visual Impairment

**Abstrak.** *Tuna netra merupakan gangguan indra penglihatan yang dapat mempersulit seseorang dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Tongkat bantu jalan merupakan sebuah media yang berfungsi menolong manusia yang mempunyai gangguan penglihatan. Terdapat sekitar 36 juta orang hidup dalam keadaan rusaknya fungsi penglihatan. Oleh karena itu Tongkat Pintar Tuna Netra Menggunakan GPS Tracking Berbasis Internet of Things yang dirancang guna mengatasi masalah tersebut. Penelitian ini menggunakan metode research and development dengan melakukan pengujian pada keakuratan sensor dan reliabilitas alat yang terdiri dari NodeMCU ESP-8266 sebagai mikrokontroler, Sensor HCSR-04 guna pembacaan objek yang dilengkapi dengan output berupa DFPlayer sebagai notifikasi dari sensor HCSR-04, dan Sensor GPS guna menentukan keberadaan alat lalu monitoring melalui aplikasi Blynk yang dipasang pada smartphone pengguna. Hasil dari penelitian berikut berupa hardware serta aplikasi yang mampu memberikan informasi terkait titik koordinat pengguna yang dapat dimonitoring dari lokasi yang berbeda dengan bantuan Internet of Things.*

**Kata Kunci** – Tongkat Pintar; Sensor HCSR-04; Pelacak GPS; Internet of Things; Tuna Netra

## I. PENDAHULUAN

Menurut pernyataan WHO, hampir sekitar 253 Juta orang hidup sebagai penyandang disabilitas. Dari angka tersebut, sekitar 36 juta orang buta dan sisanya menderita sakit ringan hingga kecacatan ekstrim. Tunanetra adalah kata lain yang umumnya digunakan untuk menginterpresentasikan keadaan seseorang yang mengalami kebutuhan khusus yaitu tidak berfungsinya indra visual atau penglihatan baik setengah maupun total. Seseorang yang memiliki gangguan indra penglihatan akan merasa kesulitan beraktifitas hingga tidak dapat merespon sebuah tangkapan visual yang mengakibatkan indra penglihat tidak dapat digunakan untuk melakukan aktivitas seperti menyebrang jalan secara aman [1] [2].

Berdasarkan data yang diambil pada tahun 2010, terdapat sebanyak 285 juta orang atau 4,24% populasi jika dalam hitungan persen, serta terdapat 0,58% atau 39 juta orang yang mengalami hilangnya fungsi penglihatan dan terdapat 3,65% atau 246 juta orang mengalami hilangnya fungsi penglihatan pada kelas *low vision*. Kemudian terdapat 65% orang dengan gangguan fungsi penglihatan dan yang terakhir 82% dari penyandang tuna netra yang berusia 50 tahun atau lebih [3] - [5].

Kemajuan inovasi dalam bidang teknologi yang dapat membantu penyandang tuna netra agar dapat beraktifitas layaknya orang normal telah banyak beredar. Inovasi tersebut diantaranya adalah tongkat pintar yang mampu mendeteksi rintangan yang ditemukan menggunakan sensor IR, kemudian tongkat akan bergetar sehingga pengguna dapat menghindari rintangan dengan mudah [6]. Inovasi tongkat pintar selanjutnya adalah menggunakan sensor HCSR-04 atau sensor ultrasonik yang bekerja dengan memanfaatkan sinyal pantulan yang diterima sensor untuk mendeteksi adanya halangan di sekitar pengguna. Jika terdapat halangan, maka tongkat akan mengeluarkan bunyi melalui modul suara [7].

Inovasi tongkat pintar yang terakhir adalah tongkat pintar yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi halangan, *GPS Tracker* sebagai pendeteksi lokasi pengguna, dan SMS sebagai pengirim notifikasi lokasi koordinat ke nomor yang telah ditentukan sebelumnya [8].

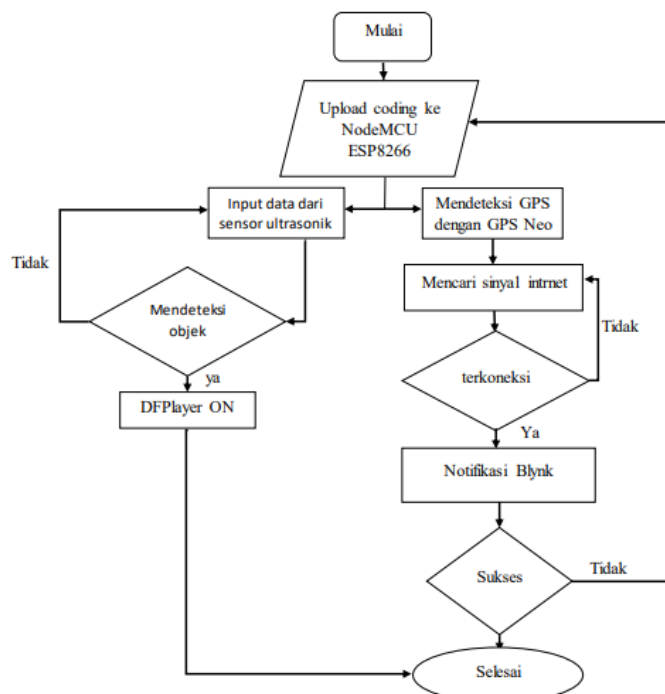
Penelitian yang dilakukan saat ini mengedepankan pembaruan dengan implementasi *GPS Tracker* (GPS UBLOX NEO-6M) dan teknologi *Internet of Things* (NodeMCU ESP-8266) pada tongkat pintar. Kedua pembaruan ini memungkinkan lokasi pengguna dapat dipantau secara *real-time* melalui *smartphone* yang telah dipasang aplikasi Blynk [9] - [18]. Dengan penerapan ini, lokasi pengguna tongkat pintar dapat diketahui oleh kerabat dengan mudah.

## II. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *research and development* dimana peneliti melakukan pengujian keakuratan pada sensor dan pengujian reliabilitas pada alat secara keseluruhan untuk mencapai hasil yang optimal dan sesuai dengan tujuan awal penelitian [19]. Tahapan dalam metode penelitian ini diantaranya:

1. Observasi dan Identifikasi Masalah: Melakukan pengamatan pada penyandang tuna netra khususnya mengenai masalah yang mereka alami dalam berjalan di jalanan umum.
2. Studi Literatur: Mengumpulkan serta menelaah beragam literatur yang relevan dengan tujuan penelitian seperti buku, jurnal, karya ilmiah, dan artikel dengan bahasan yang meliputi penggunaan dan cara kerja sensor HCSR-04, aplikasi Blynk, implementasi *GPS Tracker*, serta protokol *Internet of Things* yang terkandung dalam mikrokontroler NodeMCU ESP-8266.
3. Perancangan Desain dan Cara Kerja: Setelah melakukan studi literatur, Langkah selanjutnya adalah membuat desain dan cara kerja alat yang optimal dan sesuai dengan tujuan penelitian.
4. Pengujian Sensor dan Alat Secara Keseluruhan: Pengujian dilakukan untuk memastikan keakuratan pembacaan sensor HCSR-04 dalam membaca jarak, *GPS Tracker* dalam mendeteksi lokasi pengguna, dan Blynk sebagai *monitoring* koordinat pengguna.
5. Revisi dan Perbaikan Alat: Revisi serta perbaikan dilakukan setelah ditemukan adanya kekurangan yang bisa ditingkatkan demi mencapai hasil alat yang optimal.

### A. Flowchart

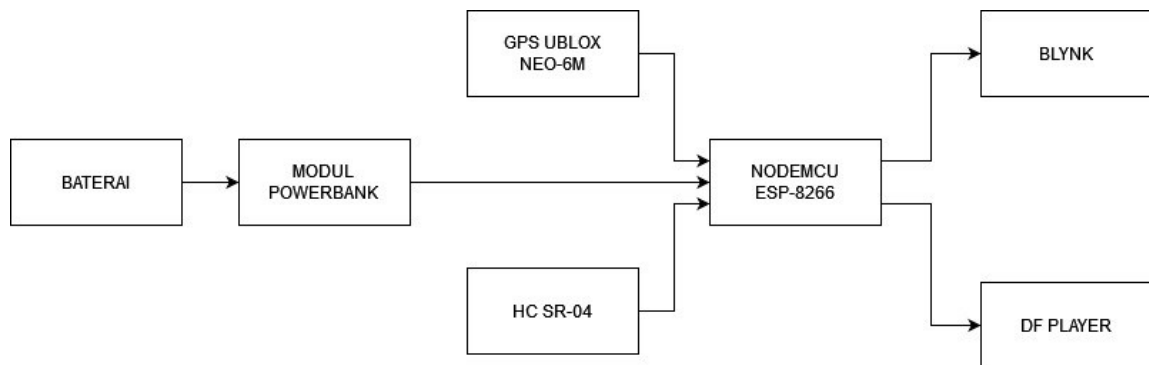


Gambar 1. Flowchart Sistem

Mula-mula, pengguna menekan *switch* ON pada alat, lalu program yang ada pada mikrokontroler NodeMCU ESP-8266 akan bekerja setelah menerima input data dari sensor ultrasonik, dimana ketika sensor mendeteksi objek, maka

DF Player akan mengeluarkan suara. Jika sensor tidak mendeteksi apapun, DF Player akan diam. Lalu data pembacaan GPS dari UBLOX NEO-6M akan terus dikirimkan ke aplikasi Blynk dengan menggunakan koneksi internet. Jika tidak dapat terhubung ke internet, maka sistem akan kembali mencari koneksi hingga berhasil. Setelahnya notifikasi akan muncul pada aplikasi Blynk berupa titik koordinat pengguna.

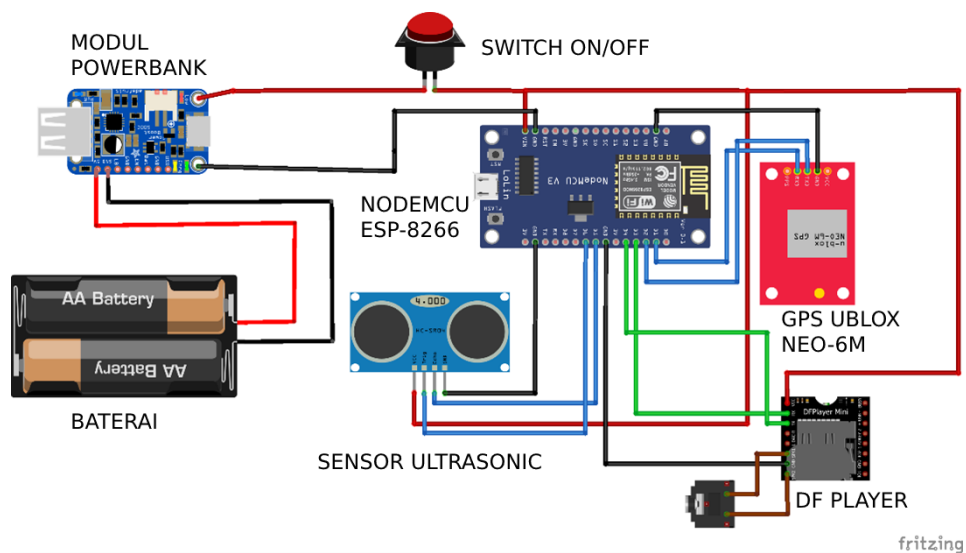
## B. Blok diagram



Gambar 2. Blok Diagram

Tongkat pintar menggunakan baterai yang terhubung dengan modul *powerbank* sebagai sumber daya dari mikrokontroler NodeMCU ESP-8266, kemudian GPS U-blox NEO-6M berfungsi sebagai *GPS Tracker* dan sensor ultrasonik (HCSR-04) sebagai pendeteksi halangan dari tongkat. Output yang dihasilkan adalah bunyi dari DF Player ketika terdapat halangan di sekitar, serta Blynk sebagai *monitoring* koordinat pengguna yang dapat dipantau secara *real-time* melalui *smartphone*.

## C. Wiring diagram



Gambar 3. Wiring Diagram

Gambar 3 di atas menunjukkan wiring diagram keseluruhan dari alat penelitian yang dibuat. Detail mengenai pin-pin yang digunakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 1.** Wiring Diagram Alat Tongkat Cerdas Berbasis GPS

No.	Keterangan Hardware	Keterangan Pin pada Hardware	Alamat Pin pada NodeMCU
1.	GPS U-blox Neo-6M	RX	D1
		TX	D2
		VCC	3,3 V
		GND	GND
2.	Ultrasonik HC-SR04	VCC	Vin
		GND	GND
		Trig	D6
		Echo	D5
3.	DF Player	VCC	Vin
		GND	GND
		RX	D3
		TX	D4

Seperti yang terlihat pada Tabel 1, GPS U-blox Neo-6M yang dihubungkan pada mikrokontroler NodeMCU dengan menggunakan port pin D2 untuk TX dan pin D1 untuk RX dari GPS. Untuk tegangan pada pin VCC akan masuk pada pin 3,3 V dari mikrokontroler NodeMCU. Sensor ultrasonik menggunakan pin D5 untuk pin *echo* dan pin D6 untuk pin *trigger*. Kemudian, DF Player memanfaatkan pin D3 sebagai RX dan pin D4 sebagai TX.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian NodeMCU-ESP8266

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan mikrokontroler dalam komunikasi melalui protokol IoT ke aplikasi Blynk yang terpasang pada *smartphone* pengguna.

**Tabel 2.** Pengujian Koneksi NodeMCU-ESP 8266 dengan Blynk

No.	Jenis Smartphone	Provider	Percobaan Ke – S					Standart deviasi
			1	2	3	4	5	
1.	Iphone 11 pro 128 gb ios 15	XL	1	1	1	1	1	0
2.	Iphone 6s 128 gb ios 14	Telkomsel	1	1	1	1	1	0
3.	Oppo A12 3 gb	Indosat	1	1	1	1	1	0

Keterangan: 1 terbaca dan 0 tidak terbaca

Berdasarkan lima kali pengujian pada *device* yang berbeda, hasil menunjukkan bahwa NodeMCU ESP-8266 dapat terhubung dengan baik pada aplikasi Blynk di *smartphone* pengguna.

### B. Pengujian sensor ultrasonik dalam mendeteksi objek

Pengujian dilakukan guna mengetahui kemampuan serta akurasi pembacaan sensor ultrasonik terhadap objek yang menghalanginya. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali pada tiga jarak yang berbeda.

**Tabel 3.** Pengujian Sensor Ultrasonik Dalam Mendeteksi Objek

Jarak pada penggaris (Cm)	Tampilan pada Blynk (cm)					Rata-rata	Standart deviasi	Akurasi %
	1	2	3	4	5			
30	30	30	30	30	30	30	0	100 %
15	15	15	15	15	15	15	0	100 %
57	57	57	57	57	57	57	0	100 %

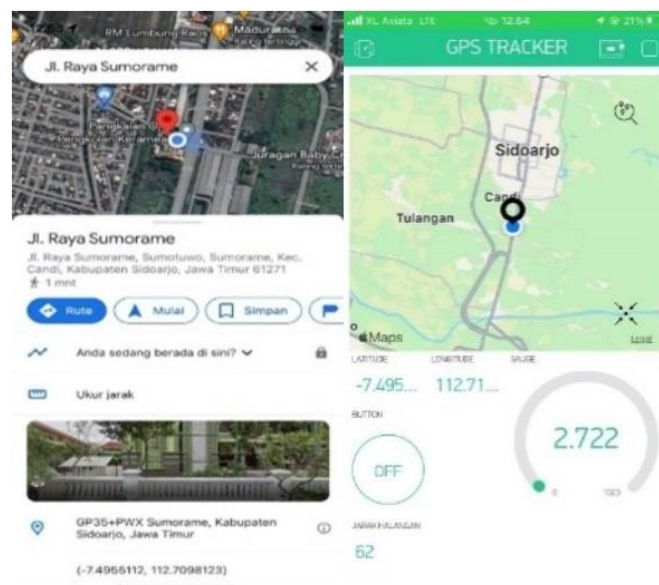
Berdasarkan hasil pengujian pada tiga jarak berbeda dengan masing-masing lima kali pengujian menunjukkan bahwa hasil pembacaan sensor memiliki tingkat akurasi 100% ketika dibandingkan dengan jarak pada penggaris. Tingkat akurasi ini tentunya berdampak positif bagi pengguna tongkat pintar.

### C. Pengujian GPS U-blox NEO-6M

Pengujian GPS dilakukan pada tiga lokasi berbeda dengan masing-masing lokasi dilakukan lima kali pengujian untuk memastikan akurasi dari modul GPS tersebut.

#### *Pengujian di jalan raya sumorame*

Pengujian yang pertama dilakukan di Jalan Raya Sumorame, Gelam, Sidoarjo. Hasil pengujian ditampilkan melalui gambar dan tabel berikut:



**Gambar 4.** Pengujian GPS U-blox NEO-6M di Jalan Raya Sumorame

Gambar 4 menunjukkan hasil perbandingan tampilan lokasi dari aplikasi Blynk dengan aplikasi Google Maps. Dimana latitude dan longitude yang ada pada Google Maps sama dengan yang ada pada aplikasi Blynk di Jalan Raya Sumorame.

Tabel 4. Pengujian GPS U-blox NEO-6M di Jalan Raya Sumorame

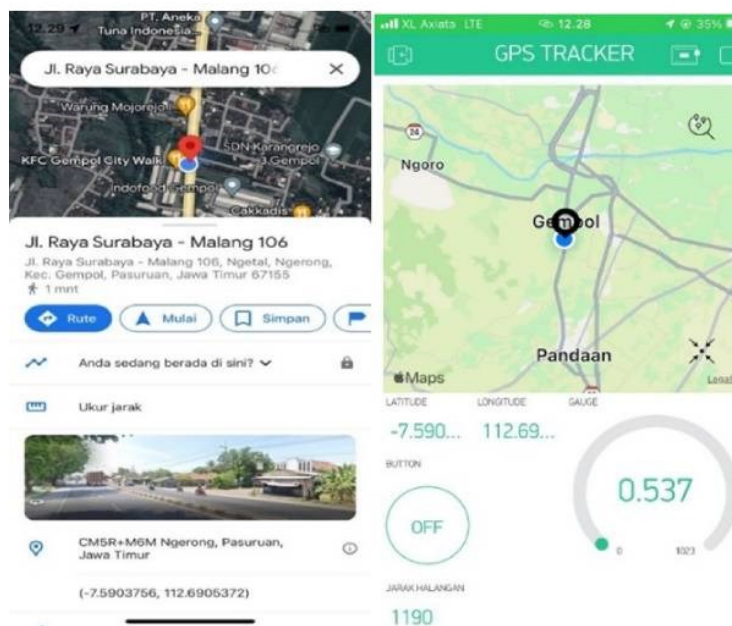
Pengujian	Sensor GPS U-Blox Neo 6m		Google Maps		Akurasi (%)		Kesalahan (%)		Lokasi di Widget Blynk
	Lat	Long	Lat	Long	Lat	Long	Long	Lat	
1.	-7.49	112.71	-7.49	112.709	100	0.999	0	0,01	Terbaca
2.	-7.49	112.71	-7.49	112.709	100	0.999	0	0,01	Terbaca
3.	-7.49	112.71	-7.49	112.709	100	0.999	0	0,01	Terbaca
4.	-7.49	112.71	-7.49	112.709	100	0.999	0	0,01	Terbaca
5	-7.49	112.71	-7.49	112.709	100	0.999	0	0,01	Terbaca
Rata-rata	-7.49	112.71	-7.49	112.709	100	0.999	0	0,01	Terbaca

Keterangan: Lat = Latitude dan Long = Longitude

Tabel 4 menunjukkan perbandingan akurasi latitude dan longitude antara Blynk dan Google Maps. Hasilnya, terdapat perbedaan nilai 0,01 pada latitude sehingga akurasi sensor GPS dalam pembacaan latitude mempunyai nilai 100% sedangkan dalam pembacaan longitude mempunyai nilai 0,999%. Adapun kesalahan pembacaan pada latitude yaitu 0% sedangkan pada longitude sebesar 0,01%.

#### *Pengujian di jalan raya Surabaya – Malang 106*

Pengujian yang kedua dilakukan di Jalan Raya Surabaya – Malang 106. Hasil pengujian ditampilkan melalui gambar dan tabel berikut:



Gambar 5. Pengujian GPS U-blox NEO-6M di Jalan Raya Surabaya-Malang 106

Gambar 5 menunjukkan hasil perbandingan tampilan lokasi dari aplikasi Blynk dengan aplikasi Google Maps. Dimana latitude dan longitude yang ada pada Google Maps sama dengan yang ada pada aplikasi Blynk di Jalan Raya Surabaya-Malang 106.

Tabel 5. Pengujian GPS U-blox NEO-6M di Jalan Raya Surabaya-Malang 106

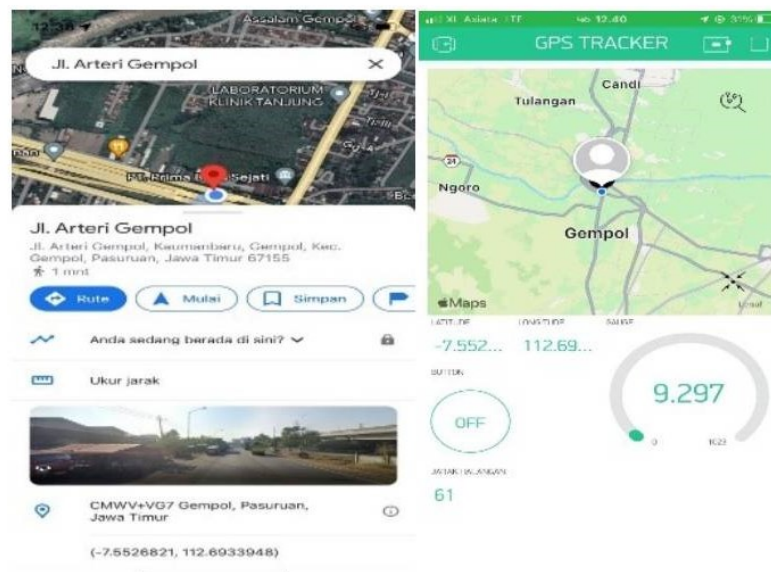
Pengujian	Sensor GPS U-Blox Neo 6m		Google Maps		Akurasi (%)		Kesalahan (%)		Lokasi di Widget Blynk
	Lat	Long	Lat	Long	Lat	Long	Long	Lat	
1.	-7.59	112.69	-7.59	112.69	100	100	0	0	Terbaca
2.	-7.59	112.69	-7.59	112.69	100	100	0	0	Terbaca
3.	-7.59	112.69	-7.59	112.69	100	100	0	0	Terbaca
4.	-7.59	112.69	-7.59	112.69	100	100	0	0	Terbaca
5	-7.59	112.69	-7.59	112.69	100	100	0	0	Terbaca
Rata-rata	-7.59	112.69	-7.59	112.69	100	100	0	0	Terbaca

Keterangan: Lat = Latitude dan Long = Longitude

Tabel 5 menunjukkan perbandingan akurasi latitude dan longitude antara Blynk dan Google Maps. Hasilnya, tidak terdapat perbedaan baik pada latitude maupun longitude sehingga akurasi sensor GPS dalam pembacaan latitude mempunyai nilai 100% sedangkan dalam pembacaan longitude mempunyai nilai 100%. Adapun kesalahan pembacaan pada latitude yaitu 0% sedangkan pada longitude sebesar 0%.

#### *Pengujian di jalan raya Arteri Gempol*

Pengujian yang ketiga dilakukan di Jalan Raya Arteri Gempol. Hasil pengujian ditampilkan melalui gambar dan tabel berikut:



Gambar 6. Pengujian GPS U-blox NEO-6M di Jalan Raya Arteri Gempol

Gambar 6 menunjukkan hasil perbandingan tampilan lokasi dari aplikasi Blynk dengan aplikasi Google Maps. Dimana latitude dan longitude yang ada pada Google Maps sama dengan yang ada pada aplikasi Blynk di Jalan Raya Arteri Gempol.

**Tabel 6.** Pengujian GPS U-blox NEO-6M di Jalan Raya Arteri Porong

Pengujian	Sensor GPS U-Blox Neo 6m		Google Maps		Akurasi (%)		Kesalahan (%)		Lokasi di Widget Blynk
	Lat	Long	Lat	Long	Lat	Long	Long	Lat	
1.	-7.62	112.69	-7.62	112.69	100	100	0	0	Terbaca
2.	-7.62	112.69	-7.62	112.69	100	100	0	0	Terbaca
3.	-7.62	112.69	-7.62	112.69	100	100	0	0	Terbaca
4.	-7.62	112.69	-7.62	112.69	100	100	0	0	Terbaca
5.	-7.62	112.69	-7.62	112.69	100	100	0	0	Terbaca
Rata-rata	-7.62	112.69	-7.62	112.69	100	100	0	0	Terbaca

Keterangan: Lat = Latitude dan Long = Longitude

Tabel 6 menunjukkan perbandingan akurasi latitude dan longitude antara Blynk dan Google Maps. Hasilnya, tidak terdapat perbedaan baik pada latitude maupun longitude sehingga akurasi sensor GPS dalam pembacaan latitude mempunyai nilai 100% sedangkan dalam pembacaan longitude mempunyai nilai 100%. Adapun kesalahan pembacaan pada latitude yaitu 0% sedangkan pada longitude sebesar 0%.

#### IV. SIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu secara optimal mendeteksi objek yang menghalangi tongkat dengan tingkat akurasi 100% ketika dibandingkan dengan jarak dari penggaris. Lalu DF Player sebagai output suara berhasil mengeluarkan bunyi ketika sensor ultrasonik mendeteksi objek sehingga memudahkan pengguna dapat menggunakan tongkat tanpa takut mengenai objek tertentu. Modul GPS U-blox Neo 6M berhasil secara akurat mengirimkan data koordinat lokasi pengguna dengan tingkat akurasi 100% setelah diuji pada tiga lokasi berbeda. Blynk sebagai aplikasi monitoring yang berjalan secara real-time mampu menunjukkan lokasi pengguna secara optimal.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo serta berbagai pihak yang menolong proses pembuatan program, alat, dan penulisan artikel sehingga penelitian dapat diselesaikan sesuai dengan harapan peneliti.

#### REFERENSI

- [1] M. V. G. Gayathri, "Smart Walking Stick for Visually Impaired," *International Journal of Engineering and Computer Science*, vol. 3, no. 03, Mar. 2014.
- [2] M. Friend and W. D. Bursuck, *Including Students with Special Needs: A Practical Guide for Classroom Teachers*, 8th edition. New York, NY: Pearson, 2018.
- [3] Eliyan Dwi Talita and P. Pamuji, "Penggunaan Tongkat Dalam Meningkatkan Keterampilan Orientasi dan Mobilitas Tunanetra," *Jurnal Pendidikan Khusus*, vol. 16, no. 3, 2021.
- [4] M. T. Harimukthi and K. S. Dewi, "Eksplorasi Kesejahteraan Psikologis Individu Dewasa Awal Penyandang Tunanetra," *Jurnal Psikologi Undip*, vol. 13, no. 1, pp. 64–77, Apr. 2014, doi: 10.14710/jpu.13.1.64-77.
- [5] Pascolini and S. P. Mariotti, "Global estimates of visual impairment: 2010," *Br J Ophthalmol*, vol. 96, no. 5, pp. 614–618, May 2012, doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-300539.
- [6] S. D. Ayuni, S. Syahririni, and J. Jamaaluddin, "Lapindo Embankment Security Monitoring System Based on IoT," *ELINVO*, vol. 6, no. 1, pp. 40–48, Sep. 2021, doi: 10.21831/elinvo.v6i1.40429.
- [7] P. Akhil, R. Akshara, R. Athira, S. P. Kamalesh Kumar, M. Thamocharan, and S. Shobha Christila, "Smart Blind Walking Stick with Integrated Sensor," in *The 2nd International Conference on Innovative Research in Renewable Energy Technologies (IRRET 2022)*, MDPI, Sep. 2022, p. 12. doi: 10.3390/materproc2022010012.



- [8] Y. Oktarina, "Alat Bantu Mobilitas Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik yang Diaplikasikan pada Sabuk Pinggang," *DIELEKTRIKA*, vol. 2, no. 2, pp. 114–123, 2015.
- [9] A. Farhan, U. Sunarya, and D. N. Ramadan, "Perancangan Dan Implementasi Alat Bantu Tunanetra Dengan Sensor Ultrasonik Dan Global Positioning System (gps)," *eProceedings of Applied Science*, vol. 1, no. 2, Aug. 2015.
- [10] T. B. Pamungkas, "Rancang Bangun Tingkat Ultrasonik Pendeteksi Halangan Dan Jalan Berlubang Untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Atmega16," Undergraduate Thesis, Universitas Negeri Yogyakarta, 2013.
- [11] A. Soni and A. Aman, "Distance Measurement of an Object by using Ultrasonic Sensors with Arduino and GSM Module," *International Journal of Science Technology & Engineering*, vol. 4, no. 11, 2018.
- [12] H. D. Septama, T. Yulianti, and W. E. Sulistiono, "Smart Warehouse: Sistem Pemantauan dan Kontrol Otomatis Suhu serta Kelembaban Gudang," in *Seminar Nasional Inovasi, Teknologi dan Aplikasi (SeNITiA)*, Bengkulu, Sep. 2018, pp. 189–192.
- [13] U-blox, "NEO-6 u-blox 6 GPS Modules Data Sheet," 2023.
- [14] H. Shull, "The Overhead Headache," *Science*, vol. 195, no. 4279, pp. 639–639, Feb. 1977, doi: 10.1126/science.195.4279.639.
- [15] H. Hilal Indra Ramadhan, "Rancang Bangun Alat Pengaman Sepeda Motor Menggunakan GPS Berbasis IoT," *Jurnal JEETech*, vol. 1, no. 2, pp. 14–24, Nov. 2020, doi: 10.48056/jeetech.v1i2.8.
- [16] P. A. Topan, D. Fardila, S. A. Rohman, S. Bahri, J. Jenal, and Y. Febriansyah, "Pemanfaatan Teknologi Arduino Dan DFPlayer Mini Untuk Perangkat Pemutar Audio Di Masjid Raudhatul Jannah Desa Gontar, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat," *JAI*, vol. 9, no. 4, pp. 1797–1807, Dec. 2022, doi: 10.29303/abdiinsani.v9i4.829.
- [17] A. Manggini, "Perancangan Dan Pengujian Portable Photovoltaic Power Bank," Undergraduate Thesis, Universitas Mataram, 2016.
- [18] K. W. Beard, *Linden's Handbook of Batteries, Fifth Edition*, 5th edition. New York: McGraw Hill, 2019.
- [19] T. M. Herninda, "Analisa Sistem Manajemen Termal Berdasarkan Pengaruh Variasi Jumlah Tube dan Laju Aliran Massa Sistem Pendingin Bermedia Air pada Sel Baterai Berbentuk Silinder Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics (CFD)," Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*