

PROTOTIPE ALAT BANTU JALAN BERBASIS GPS TRACKER DAN PENDETEKSI UANG KERTAS BAGI TUNANETRA

Dede Putra Efendi¹, Yamato², Bloko Budi Rijadi³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor, Indonesia

Email: dedeputraefendi3@gmail.com

Abstrak

Penyandang tunanetra memiliki keterbatasan dalam melakukan mobilitas dan aktivitas sehari-hari, khususnya dalam mendeteksi rintangan di sekitar serta mengenali nominal uang kertas. Oleh karena itu, diperlukan alat bantu berbasis teknologi untuk meningkatkan kemandirian, keselamatan, dan kenyamanan penyandang tunanetra. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe alat bantu jalan berbasis GPS *Tracker* dan pendeteksi nominal uang kertas. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik sebagai pendeteksi rintangan di depan, kanan, kiri, dan bawah, modul GPS Neo-6M untuk menentukan posisi lokasi secara *real-time*, serta sensor warna TCS3200 untuk mengenali nominal uang kertas berdasarkan nilai RGB. Informasi dari sensor diolah oleh ESP32 dan disampaikan melalui output suara menggunakan modul MP3 YX5300 serta umpan balik getaran melalui motor vibrator. Selain itu, modul GSM SIM800L digunakan untuk mengirimkan informasi lokasi melalui pesan singkat (SMS). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi rintangan pada rentang jarak 100–200 cm dengan deviasi rata-rata $\pm 2,27$ cm pada jarak 100 cm dan mengalami peningkatan deviasi seiring bertambahnya jarak. Sistem pendeteksi nominal uang kertas memperoleh tingkat keberhasilan sebesar 71,43%, dengan keberhasilan penuh pada nominal Rp5.000 hingga Rp100.000, sedangkan nominal Rp1.000 dan Rp2.000 tidak terdeteksi akibat kemiripan karakteristik warna. Modul GPS dan GSM mampu mengirimkan data lokasi yang sesuai dengan lokasi pengujian selama jaringan seluler tersedia. Prototipe ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif untuk mendukung mobilitas penyandang tunanetra secara lebih mandiri dan aman.

Kata Kunci: Tunanetra, Alat Bantu Jalan, GPS *Tracker*, Sensor Ultrasonik, Sensor Warna TCS3200.

Abstract

Visually impaired individuals face limitations in mobility and daily activities, particularly in detecting surrounding obstacles and recognizing banknote denominations. Therefore, technology-based assistive devices are required to improve independence, safety, and comfort for visually impaired users. This study aims to design and implement a prototype walking aid equipped with a GPS tracker and banknote denomination detection system. The system is developed using an ESP32 microcontroller as the main controller, ultrasonic sensors for detecting obstacles at the front, right, left, and bottom sides, a Neo-6M GPS module for real-time location tracking, and a TCS3200 color sensor to identify banknote denominations based on RGB values. Sensor data are processed by the ESP32 and delivered through voice output using a YX5300 MP3 module and vibration feedback via a vibration motor. In addition, a SIM800L GSM module is utilized to transmit location information through short message service (SMS). Experimental results indicate that ultrasonic sensors can detect obstacles within a range of 100–200 cm, with an average deviation of ± 2.27 cm at 100 cm and increasing deviation as the distance grows. The banknote detection system achieved a success rate of 71.43%, with full accuracy for denominations from IDR 5,000 to IDR 100,000, while IDR 1,000 and IDR 2,000 were not detected due to similar color characteristics. The GPS and GSM modules successfully transmitted location data consistent with the testing locations when cellular network coverage was available. This prototype is expected to serve as an alternative solution to support safer and more independent mobility for visually impaired individuals.

Keywords: Visual impairment, Walking aid device, GPS tracker, Ultrasonic sensor, TCS3200 color sensor.

1. PENDAHULUAN

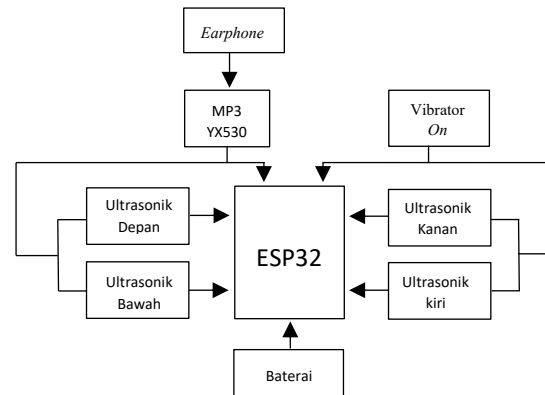
Tunanetra merupakan individu yang mengalami keterbatasan fungsi penglihatan baik sebagian maupun total sehingga menghadapi hambatan dalam mobilitas dan aktivitas sehari-hari. Kondisi tersebut meningkatkan risiko kecelakaan akibat ketidakmampuan mendeteksi rintangan serta kesulitan dalam melakukan aktivitas mandiri, termasuk mengenali nominal uang kertas saat bertransaksi. Oleh karena itu, pengembangan teknologi asistif yang mampu meningkatkan keselamatan dan kemandirian penyandang tunanetra menjadi kebutuhan yang penting [1].

Perkembangan teknologi embedded system dan Internet of Things (IoT) memungkinkan pengembangan alat bantu berbasis sensor dan mikrokontroler dengan kemampuan pemrosesan data secara real-time. Sensor ultrasonik banyak digunakan untuk mendeteksi rintangan melalui prinsip pemantulan gelombang suara [2], sementara teknologi Global Positioning System (GPS) memungkinkan pelacakan lokasi pengguna secara akurat [3]. Selain itu, sensor warna TCS3200 dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi karakteristik warna objek dan telah diterapkan pada sistem pengenalan nominal uang kertas [4].

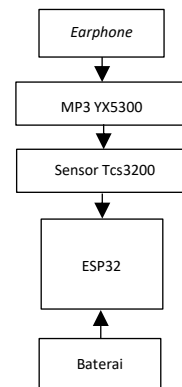
2. METODE PENELITIAN

2.1 Blok Diagram Perancangan Alat

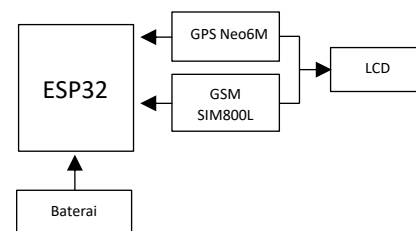
Blok diagram ini menggambarkan proses hubungan antar komponen pada alat bantu jalan berbasis gps tracker dan pendeteksi uang kertas bagi tunanetra, serta memberikan informasi mengenai bagaimana cara kerja dari alat ini untuk memberikan nilai guna dalam konteks kemandirian dan keselamatan bagi penyandang tunanetra. Untuk memahami dengan lebih jelas sistem kerja perangkat dalam alat ini, dapat dilihat pada blok diagram 2.1, 2.2, 2.3 berikut ini:



Gambar 2.1 Blok Diagram Pendeteksi Halangan



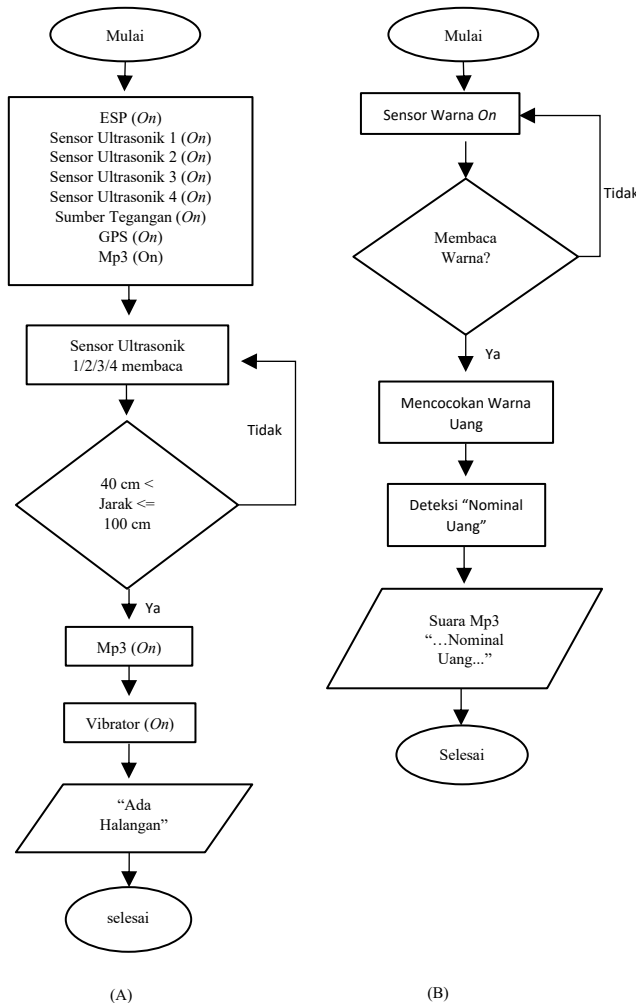
Gambar 2.2 Blok Diagram Pendeteksi Uang kertas



Gambar 2.3 Blok Diagram GPS Tracker

2.2 Metode Perancangan

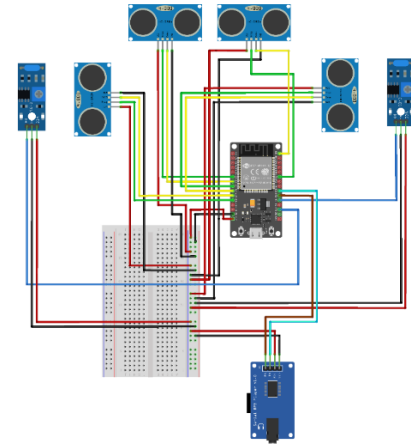
Tahapan yang dilakukan guna memudahkan suatu perancangan yaitu merupakan suatu metode yang disebut metode perancangan. Agar bisa lebih mudah dalam merancang suatu gagasan yang berbeda-beda sesuai dengan yang dibutuhkan. Berikut ini Adalah diagram alir dari perancangan alat secara keseluruhan yang diperlihatkan pada gambar 2.4 berikut:



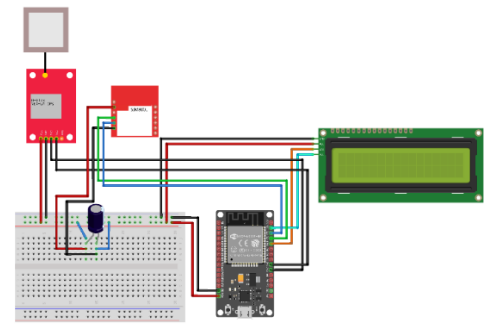
Gambar 2.4 Diagram Alir Sistem

2.3 Perancangan Alat

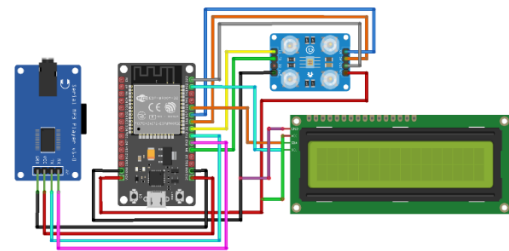
Perancangan rangkaian menggambarkan secara visual hubungan antar komponen elektronika dalam sistem yang dirancang. Penyusunan wiring pada masing-masing ESP32 dirancang secara terpisah dengan mempertimbangkan efisiensi penempatan komponen, kestabilan komunikasi antar perangkat, serta pembagian beban kerja sistem agar kinerja alat dapat berjalan secara optimal. Adapun skema lengkap desain wiring alat dapat dilihat pada gambar 2.5, 2.6, 2.7 di bawah ini.



Gambar 2.5 Desain Wiring ESP1 Untuk Kacamata



Gambar 2.6 Desain Wiring ESP2 Untuk GPS & GSM



Gambar 2.7 Desain Wiring ESP3 Untuk Pendeteksi uang kertas

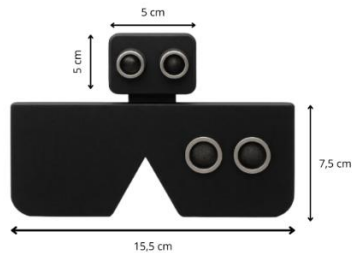
ESP1 digunakan pada modul kacamata dan berfungsi untuk mengendalikan sensor ultrasonik, vibrator, serta modul MP3YX5300 sebagai sistem peringatan terhadap adanya penghalang di depan pengguna. ESP2 difokuskan pada sistem navigasi dengan mengendalikan modul GPS Neo6M dan SIM800L untuk memperoleh serta mengirimkan informasi lokasi pengguna.

Sementara itu, ESP32 digunakan khusus pada sistem pendeteksi uang yang terhubung dengan sensor TCS3200 dan LCD I2C untuk menampilkan hasil identifikasi nominal uang.

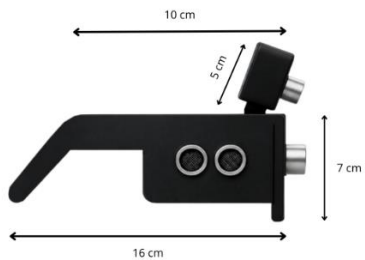
2.4 Perancangan Desain

Desain ini dibuat dengan memperhatikan dimensi dari komponen utama seperti ESP32, sensor Ultrasonik, serta vibrator. Posisi penempatan tiap komponen diperhitungkan agar memudahkan proses pemasangan dan perawatan serta mempermudah dalam penggunaan dan mobilitas dari pengguna. Desain ini diharapkan dapat mendukung kinerja alat yang stabil dan aman saat digunakan dalam kondisi nyata di lapangan. Adapun desain perancangan alat dapat dilihat pada gambar 2.8 di bawah ini :

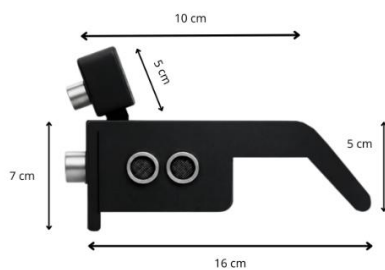
a. Tampak depan



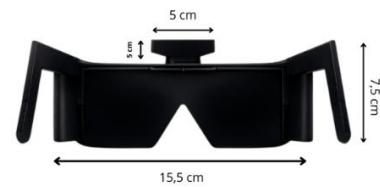
b. Tampak samping kanan



c. Tampak samping kiri

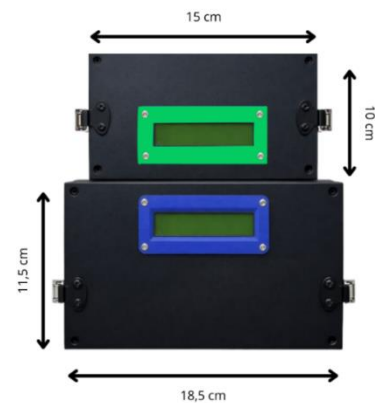


d. Tampak belakang



Gambar 2.8 Desain Perancangan Alat

Kemudian sebagai tempat untuk mempermudah dalam penempatan dan pengecekan terkait dengan komponen ESP32, sensor TCS3200, GPS Neo6M, GSM sim800l, dan MP3 Yx5300, peneliti merancang desain ini agar tiap komponen dapat saling terkoneksi dengan memperhatikan agar proses pemasangan dan perawatan serta mempermudah dalam penggunaan dan mobilitas dari pengguna. Desain box alat dan simulasi penggunaan dapat dilihat pada gambar 2.9 di bawah ini :



Gambar 2.9 Desain Box

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor ultrasonik dalam mengukur jarak terhadap adanya objek di depan, bawah, kanan dan kiri pengguna. Pada alat ini terpasang empat buah sensor ultrasonik, sehingga pengujian dilakukan secara terpisah pada masing-masing sensor.

Pengujian dilakukan oleh penguji dengan kondisi penglihatan normal dan tidak melibatkan pengguna tunanetra secara langsung, sehingga

pengujian lebih difokuskan pada evaluasi kinerja teknis sensor, khususnya akurasi pembacaan jarak dan respons sistem terhadap keberadaan objek di sekitar pengguna. Hasil pengujian sensor ultrasonik disajikan pada Tabel 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, dan 3.5.

Tabel 3.1 Pengujian Pada Sensor Ultrasonik Arah Depan.

Percobaan Ke-	Jarak Yang Sesungguhnya (cm)	Jarak Yang Terbaca Sensor (cm)	Deviasi (cm)	Identifikasi Suara
1	50	<ul style="list-style-type: none"> • 46,8 • 47,3 • 47,4 	<ul style="list-style-type: none"> • - 3,2 • - 2,7 • -2,6 	Tidak ada suara
		Rata-Rata Deviasi - 2,83		
2	100	<ul style="list-style-type: none"> • 96,8 • 98,0 • 98,4 	<ul style="list-style-type: none"> • - 3,2 • - 2,0 • -1,6 	Hati-hati didepan
		Rata-Rata Deviasi - 2,26		
3	150	<ul style="list-style-type: none"> • 150,1 • 156,2 • 155,5 	<ul style="list-style-type: none"> • + 0,1 • + 6,2 • + 5,5 	Hati-hati didepan
		Rata-Rata Deviasi + 3,83		
4	200	<ul style="list-style-type: none"> • 200,0 • 207,3 • 209,7 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,0 • + 7,3 • + 9,7 	Hati-hati didepan
		Rata-Rata Deviasi + 5,66		
5	250	<ul style="list-style-type: none"> • 250,5 • 247,0 • 249,2 	<ul style="list-style-type: none"> • + 0,5 • - 3,0 • + 0,8 	Tidak ada suara
		Rata-Rata Deviasi + 1,43		
6	300	<ul style="list-style-type: none"> • 298,9 • 299,7 • 300,0 	<ul style="list-style-type: none"> • - 1,1 • - 0,3 • 0,0 	Tidak ada suara
		Rata-Rata Deviasi - 0,46		
7	350	<ul style="list-style-type: none"> • 347,7 • 349,8 • 348,6 	<ul style="list-style-type: none"> • - 2,3 • - 0,2 • - 1,4 	Tidak ada suara
		Rata-Rata Deviasi - 1,3		
8	400	<ul style="list-style-type: none"> • 378,8 • 389,9 • 377,6 	<ul style="list-style-type: none"> • - 21,2 • - 10,1 • - 22,4 	Tidak ada suara
		Rata-Rata Deviasi - 17,9		

Berdasarkan data pengujian sensor jarak pada rentang 50 cm hingga 400 cm dengan interval 50 cm, dapat disimpulkan bahwa kinerja sensor masih menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik pada jarak dekat hingga menengah, namun mengalami penurunan akurasi yang signifikan pada jarak maksimum.

Pada jarak 50 cm hingga 350 cm, nilai rata-rata deviasi yang diperoleh relatif kecil dan masih dalam batas toleransi. Deviasi rata-rata berkisar antara -2,83 cm hingga +5,66 cm. Hal ini menunjukkan bahwa sensor masih mampu membaca jarak dengan cukup stabil meskipun terdapat selisih pembacaan terhadap jarak sebenarnya. Deviasi positif menunjukkan jarak terbaca lebih besar dari jarak sebenarnya, sedangkan deviasi negatif menunjukkan jarak terbaca lebih kecil dari jarak sebenarnya. Analisis hasil pengujian menunjukkan adanya selisih antara jarak yang terbaca oleh sensor dan jarak sesungguhnya yang dinyatakan dalam nilai deviasi. Deviasi bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa sensor membaca jarak lebih kecil dari jarak sebenarnya (*under-reading*), sedangkan deviasi bernilai positif (+) menunjukkan bahwa sensor membaca jarak lebih besar dari jarak sebenarnya (*over-reading*).

Akurasi terbaik terlihat pada jarak 300 cm dengan rata-rata deviasi sebesar -0,46 cm, yang menunjukkan bahwa pembacaan sensor hampir mendekati nilai ideal (jarak sesungguhnya = jarak terbaca). Sementara itu, pada jarak 200 cm diperoleh deviasi rata-rata terbesar pada rentang menengah yaitu +5,66 cm, yang menunjukkan adanya kecenderungan pembacaan lebih tinggi dari jarak sebenarnya.

Penurunan akurasi yang cukup signifikan terjadi pada jarak 400 cm, dengan rata-rata deviasi sebesar -17,9 cm. Nilai ini menunjukkan bahwa pada jarak maksimum spesifikasi sensor (4 meter), pembacaan mulai tidak stabil dan memiliki tingkat kesalahan yang cukup besar. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti pelemahan gelombang ultrasonik, sudut pantulan yang tidak ideal, serta pengaruh kondisi lingkungan terhadap rambatan gelombang suara.

Secara keseluruhan, sensor jarak yang digunakan masih bekerja dengan baik dan cukup akurat pada rentang 50 cm hingga 350 cm, namun kurang optimal ketika digunakan pada jarak maksimum 400 cm. Dengan demikian rentang kerja efektif sensor dalam sistem ini berada di bawah 4 meter, dengan tingkat akurasi terbaik pada jarak menengah. Meskipun demikian, sensor ini masih

layak digunakan sebagai sistem pendeteksi penghalang di depan pengguna, dengan catatan diperlukan proses kalibrasi dan penyesuaian ambang batas jarak agar sistem peringatan dapat bekerja secara lebih akurat dan optimal.

Tabel 3.2 Pengujian Pada Sensor Ultrasonik Arah Kanan

Percobaan Ke-	Jarak Yang Sesungguhnya (cm)	Jarak Yang Terbaca Sensor (cm)	Deviasi (cm)	Identifikasi Getaran
1	40	• 40,9 • 40,8 • 40,9	• + 0,9 • + 0,8 • + 0,9	Vibrator Bergetar
		Rata-Rata + 0,86		
2	50	• 51,3 • 51,5 • 51,8	• + 1,3 • + 1,5 • + 1,8	Vibrator Bergetar
		Rata-Rata + 1,53		
3	60	• 60,8 • 61,2 • 61,5	• + 0,8 • + 1,2 • + 1,5	Vibrator Bergetar
		Rata-Rata + 1,16		
4	70	• 70,0 • 71,6 • 72,0	• 0,0 • + 1,6 • + 2,0	Vibrator Bergetar
		Rata-Rata + 1,20		
5	80	• 81,2 • 81,6 • 81,8	• + 1,2 • + 1,6 • + 1,8	Vibrator Bergetar
		Rata-Rata + 1,53		
6	90	• 90,0 • 91,4 • 93,5	• 0,0 • + 1,4 • + 3,2	Vibrator Bergetar
		Rata-Rata + 1,53		
7	100	• 102,1 • 103,4 • 104,3	• + 2,1 • + 3,4 • + 4,3	Vibrator Bergetar
		Rata-Rata + 3,26		
8	110	• 111,0 • 111,6 • 111,9	• + 1,0 • + 1,6 • + 1,9	Vibrator Tidak Bergetar
		Rata-Rata + 1,50		
9	120	• 120,1 • 122,7 • 123,3	• + 0,1 • + 2,7 • + 3,3	Vibrator Tidak Bergetar
		Rata-Rata + 2,03		
10	130	• 131,1 • 133,1 • 133,8	• + 1,1 • + 3,1 • + 3,8	Vibrator Tidak Bergetar
		Rata-Rata + 2,66		

11	140	• 140,8 • 143,2 • 143,4	• + 0,8 • + 3,2 • + 3,4	Vibrator Tidak Bergetar
		Rata-Rata + 2,46		
12	150	• 150,3 • 150,3 • 150,5	• + 0,3 • + 0,3 • + 0,5	Vibrator Tidak Bergetar

Tabel 3.3 Pengujian Pada Sensor Ultrasonik Arah Kiri

Percobaan Ke-	Jarak Yang Sesungguhnya (cm)	Jarak Yang Terbaca Sensor (cm)	Deviasi (cm)	Identifikasi Getaran
1	40	• 42,9 • 42,9 • 43,0	• + 2,9 • + 2,9 • + 3,0	Vibrator Bergetar
		• Rata-Rata + 2,93		
2	50	• 51,7 • 51,9 • 52,3	• + 1,7 • + 1,9 • + 2,3	Vibrator Bergetar
		• Rata-Rata + 1,96		
3	60	• 61,3 • 61,5 • 61,9	• + 1,3 • + 1,5 • + 1,9	Vibrator Bergetar
		• Rata-Rata + 1,56		
4	70	• 70,2 • 71,4 • 71,4	• + 0,2 • + 1,4 • + 1,4	Vibrator Bergetar
		• Rata-Rata + 1,00		
5	80	• 81,9 • 82,0 • 82,0	• + 1,9 • + 2,0 • + 2,0	Vibrator Bergetar
		• Rata-Rata + 1,96		
6	90	• 90,2 • 90,8 • 90,8	• + 0,2 • + 0,8 • + 0,8	Vibrator Bergetar
		• Rata-Rata + 0,60		
7	100	• 101,0 • 101,3 • 102,0	• + 1,0 • + 1,3 • + 2,0	Vibrator Bergetar
		• Rata-Rata + 1,43		
8	110	• 110,0 • 110,1 • 110,5	• 0,0 • + 0,1 • + 0,5	Vibrator Tidak Bergetar
		• Rata-Rata + 0,20		
9	120	• 121,2 • 121,2 • 122,0	• + 1,2 • + 1,2 • + 2,0	Vibrator Tidak Bergetar
		• Rata-Rata + 1,46		
10	130	• 130,0 • 131,1 • 131,3	• 0,0 • + 1,1 • + 1,3	Vibrator Tidak Bergetar

		• Rata-Rata + 0,80		
11	140	• 140,2	• + 0,2	Vibrator Tidak Bergetar
		• 140,7	• + 0,7	
		• Rata-Rata + 0,53		
12	150	• 150,0	• 0,0	Vibrator Tidak Bergetar
		• 150,2	• + 0,2	
		• Rata-Rata + 0,13		

Dapat dilihat pada pengujian tabel 3.2 dan 3.3 bahwa sensor yang diuji adalah sensor ultrasonik dengan menghadap ke kanan dan kiri yang dimana sudah diprogram jaraknya sekitar 40 cm sampai 100 cm. Dapat dijelaskan bahwa sensor akan membaca apabila terdapat objek pada jarak 40 cm sampai 100 cm dengan mengeluarkan *output* pemberitahuan berupa getaran dari vibrator.

Tabel 3.4 Pengujian Pada kondisi jalan rata (tanpa halangan di depan) untuk sensor bagian bawah.

Percobaan Ke-	Jarak Yang Sesungguhnya (cm)	Jarak Yang Terbaca pada Sensor bawah (kondisi rata)	Deviasi (cm)	Identifikasi Suara
1	165	164,4	- 0,6	Hati-hati dibawah
2	165	165,0	0,0	Hati-hati dibawah
3	165	164,6	- 0,4	Hati-hati dibawah
4	165	165,5	+ 0,5	Hati-hati dibawah
5	165	165,0	0,0	Hati-hati dibawah
6	165	163,6	- 1,4	Hati-hati dibawah
7	165	166,6	+ 1,6	Hati-hati dibawah
8	165	164,4	- 0,6	Hati-hati dibawah
9	165	165,5	+ 0,5	Hati-hati dibawah
10	165	165,4	+ 0,4	Hati-hati dibawah

Tabel 3.5 Pengujian Pada kondisi jalan berlubang & tangga (tanpa halangan didepan) untuk sensor bagian bawah

Percobaan Ke-	Jarak Yang Sesungguhnya (cm)	Jarak Yang Terbaca pada Sensor bawah	Deviasi (cm)	Identifikasi Suara
1	165	170,4	+ 5,4	Hati-hati dibawah
2	165	156,6	- 8,4	Hati-hati dibawah
3	165	155,8	- 9,2	Hati-hati dibawah
4	165	172,8	+ 7,8	Hati-hati dibawah
5	165	173,5	+ 8,5	Hati-hati dibawah
6	165	165,6	+ 0,5	Hati-hati dibawah
7	165	168,9	+ 3,9	Hati-hati dibawah
8	165	174,2	+ 9,2	Hati-hati dibawah
9	165	170,3	+ 5,3	Hati-hati dibawah
10	165	167,4	+ 2,4	Hati-hati dibawah

Tabel 3.6 Pengujian Latitude dan Longitude pada malam hari

Tanggal dan waktu	Latitude	Longitude	Satelit	Altitude	Speed
25/12/2025 00.01	-6.513362	106.841607	11	169 meter	1.9 km/h
25/12/2025 00.04	-6.513343	106.841604	12	173 meter	0.2 km/h
25/12/2025 00.06	-6.513343	106.841610	12	176 meter	0.2 km/h
25/12/2025 00.08	-6.513359	106.841597	11	181 meter	0.1 km/h
25/12/2025 00.10	-6.513347	106.841618	12	176 meter	0.8 km/h

Tabel 3.7 Pengujian Latitude dan Longitude pada sore hari

Tanggal dan waktu	Latitude	Longitude	Satelit	Altitude	Speed
27/12/2025 17.34	-6.513305	106.841652	9	177 meter	0.3 km/h
27/12/2025 17.41	-6.513290	106.841630	9	164 meter	1.1 km/h

27/12/2025 17.48	-6.513356	106.841611	9	145 meter	0.1 km/h
27/12/2025 17.54	-6.513364	106.841651	10	158 meter	0.2 km/h
27/12/2025 18.00	-6.513342	106.841621	10	165 meter	0.4 km/h

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan, modul GPS berfungsi secara optimal dan konsisten dalam menentukan posisi geografis. Nilai *latitude* dan *longitude* yang ditampilkan pada LCD menunjukkan kesesuaian dengan lokasi pengujian yang sebenarnya, serta dilengkapi dengan informasi tanggal dan waktu yang relevan. Penambahan informasi tanggal dan waktu pada tampilan LCD meningkatkan tingkat keakuratan, validitas, dan kredibilitas data lokasi, sehingga sistem ini dapat diandalkan dan layak digunakan untuk aplikasi berbasis penentuan posisi secara *real-time*.

3.1 Pengujian dan Analisa GPS Tracker

Analisis terhadap sistem GPS Tracker yang dirancang menggunakan modul GPS Neo6M dan modul GSM SIM800L sebagai media komunikasi. Sistem ini bertujuan untuk memperoleh data lokasi berupa koordinat geografis (*latitude* dan *longitude*) serta mengirimkan informasi lokasi tersebut kepada pihak keluarga yang memiliki hak akses sebagai pemantau. Pengiriman data dilakukan melalui pesan singkat (*SMS*) sebagai bentuk implementasi komunikasi berbasis jaringan GSM. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu membaca data lokasi dari modul GPS secara *real-time* setelah memperoleh sinyal dari satelit. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh mikrokontroler sebelum dikirimkan kepada pihak keluarga. Proses ini menunjukkan bahwa sistem GPS Tracker telah berfungsi sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan.

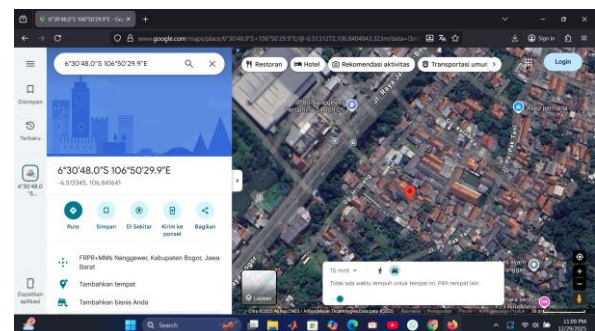
3.2 Analisis Pengiriman Data Lokasi Menggunakan GSM SIM800L

Hasil analisis menunjukkan bahwa SIM800L dapat mengirimkan data lokasi dalam bentuk *SMS* dengan tingkat keberhasilan pengiriman yang stabil dan konsisten, selama perangkat berada dalam area dengan ketersediaan sinyal GSM yang memadai. Pengiriman data lokasi dilakukan berdasarkan permintaan pihak keluarga sebagai

pemantau (*request*). Sistem hanya merespons pesan permintaan lokasi yang berasal dari nomor telepon yang telah terdaftar sebelumnya. Mekanisme ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan data lokasi agar tidak dapat diakses oleh pihak yang tidak berwenang. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mengidentifikasi dan membedakan secara akurat antara nomor telepon yang memiliki hak akses dan nomor yang tidak memiliki hak akses.

3.3 Analisis Akurasi Data GPS

Analisis akurasi data GPS dilakukan dengan membandingkan koordinat *latitude* dan *longitude* yang diterima oleh pihak keluarga sebagai pemantau dengan lokasi aktual pada saat pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa koordinat yang dikirimkan memiliki tingkat kesesuaian yang baik dengan lokasi sebenarnya. Perbedaan koordinat yang terjadi masih berada dalam batas toleransi modul GPS yang digunakan. Selain koordinat lokasi, sistem juga mengirimkan informasi waktu berupa tanggal dan jam. Informasi waktu ini digunakan sebagai penanda validitas data lokasi, sehingga pihak keluarga dapat memastikan bahwa data yang diterima merupakan data terbaru. Hal ini meningkatkan tingkat kepercayaan pihak keluarga sebagai pemantau terhadap keakuratan sistem GPS Tracker yang dirancang. Adapun hasil google maps dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini :



Gambar 3.1 Hasil Google Maps

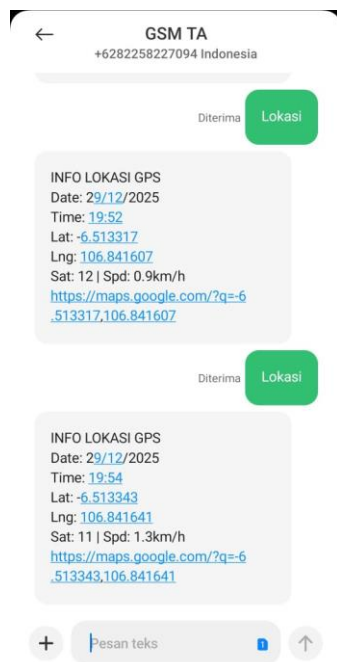
3.4 Analisis Respons Sistem terhadap Permintaan Lokasi

Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu merespons permintaan lokasi dengan waktu respons yang relatif cepat. Waktu respons

dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain proses pencarian sinyal GPS, kualitas sinyal GSM, serta kondisi lingkungan sekitar perangkat. Fitur permintaan lokasi ini memberikan fleksibilitas kepada pengguna, karena pengguna dapat memperoleh informasi lokasi kapan saja sesuai kebutuhan. Dengan demikian, sistem ini dinilai efektif untuk digunakan sebagai alat pemantauan lokasi secara jarak jauh.

3.5 Hasil Pengujian Sistem GPS Tracker

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian dan analisis, sistem GPS Tracker berbasis modul GPS dan GSM SIM800L menunjukkan kinerja yang sesuai dengan tujuan perancangan. Sistem mampu memperoleh data lokasi, memproses data tersebut, serta mengirimkannya kepada pihak keluarga yang memiliki hak akses secara akurat dan cepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.2 di bawah ini :



Gambar 3.2 Data Yang Dikirim Melalui SMS

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, dengan integrasi sensor ultrasonik, modul GPS Neo-6M, GSM SIM800L, sensor warna TCS3200, serta sistem umpan balik audio dan getaran dalam satu perangkat portabel. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi rintangan pada

jarak 100–200 cm dengan deviasi rata-rata $\pm 2,27$ cm pada jarak 100 cm dan memberikan peringatan responsif. Modul GPS mampu mengirimkan koordinat lokasi secara real-time melalui SMS. Sensor warna mencapai tingkat keberhasilan deteksi 71,43% dengan keterbatasan pada nominal berwarna serupa. Secara keseluruhan, sistem berfungsi sesuai tujuan penelitian dalam mendukung peningkatan keamanan dan kemandirian penyandang tunanetra.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kholidah, “Landasan Tunanetra,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2017.
- [2] Q. adar BakhshBaloch, “Rancang Bangun Alat Bantu Jalan Tunanetra Dengan Tingkat Cerdas Berbasis Arduino,” vol. 11, no. 1, pp. 92–105, 2017.
- [3] L. iqbal Maulana, “Kacamata Tunanetra.pdf.”
- [4] A. P. Dwi, “Alat Deteksi Nominal Uang Kertas Untuk Penyandang Tuna Netra,” *Tek. Elektro*, no. Alat Penditeksi Nominal Uang Kertas, pp. 1–12, 2014, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/117477-ID-alat-deteksi-nominal-uang-kertas-untuk-p.pdf>