



## **Pemanfaatan Tongkat Berbasis IoT dan Yolo V3 Untuk Meningkatkan Mobilitas dan Keamanan Penyandang Tunanetra**

**Dava Febrian Munggaran<sup>\*1</sup>, Kamdan<sup>2</sup>, Zaenal Alamsyah<sup>3</sup>**

Email: <sup>1</sup>dava.munggaran\_ti21@nusaputra.ac.id, <sup>2</sup>kamdan@nusaputra.ac.id, zaenal.alamsyah@nusaputra.ac.id

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Komputer dan Desain, Universitas Nusa Putra.

Diterima: 23 Juli 2025 | Direvisi: - | Disetujui: 04 Agustus 2025  
©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,  
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

### **Abstrak**

Penyandang tunanetra menghadapi tantangan besar dalam mobilitas dan keselamatan saat beraktivitas, terutama di ruang publik yang kurang ramah disabilitas. Tongkat konvensional hanya mampu mendeteksi rintangan secara terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan tongkat pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) dan algoritma deteksi objek real-time YOLO V3 guna meningkatkan mobilitas dan keamanan penyandang tunanetra. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor ultrasonik untuk deteksi rintangan di sisi kiri dan kanan pengguna, modul GPS untuk pelacakan lokasi secara real-time melalui web server, serta ESP32-CAM yang terintegrasi dengan YOLO V3 untuk mendeteksi objek seperti kendaraan, lubang, dan orang. Informasi disampaikan kepada pengguna melalui peringatan suara dari DFPlayer Mini dan ditampilkan juga pada LCD serta halaman web. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan akurat, dengan rata-rata error sensor sebesar 0,12% dan seluruh komponen berfungsi dengan baik. Pengujian usability terhadap 50 responden menunjukkan tingkat kepuasan pengguna sangat tinggi, dengan rata-rata persentase setuju di atas 85%. Penelitian ini membuktikan bahwa integrasi IoT dan computer vision mampu menciptakan alat bantu tunanetra yang cerdas, responsif, dan mudah digunakan.

**Kata kunci:** Tongkat Tunanetra, IoT, YOLO V3, Deteksi Objek, Mobilitas, Keamanan

### ***"Implementation of an IoT-Based Smart Cane Using YOLO V3 to Enhance the Mobility and Safety of Visually Impaired Individuals"***

#### **Abstract**

Visually impaired individuals face significant challenges in mobility and safety during daily activities, especially in public spaces that are not disability-friendly. Conventional white canes are limited in their ability to detect obstacles. This study aims to design and implement a smart cane based on the Internet of Things (IoT) and the real-time object detection algorithm YOLO V3 to enhance the mobility and safety of visually impaired users. The developed system utilizes ultrasonic sensors to detect obstacles on the left and right sides of the user, a GPS module for real-time location tracking via a web server, and an ESP32-CAM integrated with YOLO V3 to detect objects such as vehicles, holes, and people. Information is conveyed to the user through voice alerts using a DFPlayer Mini and is also displayed on an LCD and a web interface. Test results show that the system operates accurately, with an average sensor error rate of only 0.12%, and all components function properly. Usability testing involving 50 respondents indicates a very high level of user satisfaction, with average agreement rates exceeding 85%. This research demonstrates that the integration of IoT and computer vision can produce a smart, responsive, and user-friendly assistive device for the visually impaired.

**Keywords:** Smart Cane, IoT, YOLO V3, Object Detection, Mobility, Safety

## 1. PENDAHULUAN

Penyandang tunanetra merupakan kelompok disabilitas yang mengalami keterbatasan dalam penglihatan secara total atau sebagian, yang berdampak langsung terhadap tingkat mobilitas dan keamanan mereka dalam menjalani aktivitas sehari-hari. Menurut data dari *World Health Organization* (WHO), terdapat lebih dari 285 juta orang di dunia yang mengalami gangguan penglihatan, di mana sekitar 39 juta di antaranya mengalami kebutaan total di Indonesia sendiri, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penyandang disabilitas netra terus meningkat dari tahun ke tahun, menunjukkan pentingnya pengembangan teknologi asistif untuk mendukung kemandirian mereka [1].

Salah satu alat bantu yang paling umum digunakan adalah tongkat putih (*white cane*). Namun, alat ini hanya mampu mendeteksi objek atau rintangan di sekitar pengguna secara terbatas, yaitu pada bagian bawah dan jarak dekat. Perkembangan teknologi saat ini memberikan peluang besar untuk mengembangkan tongkat tunanetra dengan sistem yang lebih cerdas [2]. Pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan alat bantu seperti tongkat tunanetra untuk terhubung dengan jaringan dan menyampaikan informasi secara *real-time* melalui web server, memberikan umpan balik atau notifikasi kepada pengguna secara efisien [3].

Selain itu, penggunaan teknologi *YOLO v3* (*You Only Look Once*) yang merupakan salah satu algoritma *real-time object detection* dapat memperluas kemampuan tongkat tunanetra dalam mendeteksi berbagai objek dan rintangan dengan akurasi tinggi [4]. *YOLO v3* mampu mengenali objek dalam waktu singkat dengan tingkat presisi yang baik. Kombinasi antara sistem IoT berbasis web server dan *YOLO v3* dapat menciptakan solusi tongkat tunanetra yang lebih cerdas, yang tidak hanya membantu mobilitas pengguna tetapi juga memberikan tingkat keamanan yang lebih baik, seperti deteksi dini terhadap kendaraan, lubang, atau objek berbahaya lainnya di lingkungan sekitar.

Pada penelitian [5], memiliki tujuan yang sama, yaitu meningkatkan mobilitas tunanetra dan menggunakan sensor ultrasonik untuk deteksi rintangan, perbedaan sistem yang dibuat peneliti yaitu menggunakan kamera dengan *YOLOv3* untuk deteksi objek yang lebih kompleks dan akurat serta integrasi dengan IoT dan GPS, sedangkan jurnal sebelumnya hanya menggunakan sensor ultrasonik tanpa sistem pelacakan atau pengenalan objek visual.

Pada penelitian [6], memiliki persamaan dan perbedaan, yaitu sama-sama memiliki fitur pelacakan lokasi dengan GPS. perbedaan pada sistem yang dibuat peneliti menggunakan web server dan ESP32 untuk notifikasi real-time, serta sistem deteksi objek dengan kamera dan *YOLOv3*, sedangkan penelitian sebelumnya hanya berbasis GPS tanpa fitur deteksi objek.

Penelitian [7], memiliki persamaan yaitu output yang dihasilkan berupa suara, dan menggunakan *yolo* versi 3, namun memiliki perbedaan, yaitu pada penelitian sebelumnya menggunakan smartphone untuk deteksi camera, sedangkan penelitian yang dibuat menggunakan web server serta terdapat GPS tracking yang dapat dilacak, pada penelitian sebelumnya tidak ada GPS Tracking.

Dengan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem tongkat tunanetra berbasis IoT dan *YOLOv3* guna meningkatkan mobilitas dan keamanan penyandang tunanetra. Sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan secara *real-time* melalui sensor ultrasonik dan kamera, serta mengirimkan data GPS ke web server sehingga keluarga atau pendamping dapat memantau pergerakan pengguna secara jarak jauh. Inovasi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam menciptakan lingkungan inklusif yang mendukung kehidupan mandiri bagi penyandang tunanetra.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian kualitatif adalah pendekatan penelitian yang digunakan untuk memahami fenomena sosial atau gejala dalam kehidupan masyarakat secara mendalam dan menyeluruh. Penelitian ini berfokus pada makna, pemahaman, dan pengalaman subjek penelitian, bukan pada angka atau statistik. Peneliti melakukan penelitian terhadap perilaku penyandang disabilitas pada saat menggunakan tongkat biasa, data tersebut akan dibutuhkan untuk pembuatan sistem [8].

### 2.1. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini memanfaatkan sejumlah teknik pengumpulan data, di antaranya:

#### 2.1.1 Observasi

Wawancara dilakukan dengan metode semi-terstruktur artinya peneliti menyiapkan daftar pertanyaan utama, namun tetap terbuka terhadap jawaban-jawaban yang berkembang selama proses wawancara berlangsung kepada beberapa pihak, yaitu penyandang tunanetra sebagai pengguna utama alat, Ahli teknologi IoT dan kecerdasan buatan (AI) dan Orang tua atau pendamping penyandang disabilitas. Tujuan wawancara ini adalah untuk menggali kebutuhan, pengalaman, kendala, dan harapan pengguna terhadap alat bantu mobilitas. Informasi ini sangat penting dalam merancang alat bantu yang tepat guna dan efektif

### 2.1.2 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan menelaah berbagai sumber ilmiah, seperti jurnal internasional dan nasional, buku referensi, artikel, dan laporan penelitian sebelumnya yang relevan dengan tema teknologi IoT, algoritma YOLO V3, serta alat bantu untuk penyandang disabilitas netra. Studi pustaka ini bertujuan untuk membangun dasar teori, memahami perkembangan teknologi terkini, serta merujuk pada penelitian terdahulu yang dapat mendukung pengembangan inovasi dalam skripsi ini.

### 2.1.3 Wawancara

Wawancara dilakukan dengan metode semi-terstruktur artinya peneliti menyiapkan daftar pertanyaan utama, namun tetap terbuka terhadap jawaban-jawaban yang berkembang selama proses wawancara berlangsung kepada beberapa pihak, yaitu penyandang tunanetra sebagai pengguna utama alat, Ahli teknologi IoT dan kecerdasan buatan (AI) dan Orang tua atau pendamping penyandang disabilitas,

Tujuan wawancara ini adalah untuk menggali kebutuhan, pengalaman, kendala, dan harapan pengguna terhadap alat bantu mobilitas. Informasi ini sangat penting dalam merancang alat bantu yang tepat guna dan efektif.

## 2.2. Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem prototipe merupakan salah satu pendekatan dalam rekayasa perangkat keras dan lunak yang digunakan untuk merancang, membangun, dan menguji model awal (purwarupa) dari suatu sistem atau produk sebelum diproduksi secara penuh. Tujuan utama dari pengembangan prototipe adalah untuk menghasilkan representasi awal dari sistem yang akan dikembangkan, guna mendapatkan umpan balik dini dari pengguna serta mengevaluasi aspek fungsional dan teknis dari rancangan tersebut [9].

Dalam konteks penelitian ini, pengembangan sistem prototipe digunakan untuk merealisasikan rancangan tongkat tunanetra berbasis *teknologi Internet of Things (IoT)* dan algoritma deteksi objek YOLO V3. Prototipe dibangun untuk menampilkan fungsi dasar dari alat bantu tersebut, mulai dari kemampuan mendeteksi objek atau rintangan di sekitar penyandang tunanetra, hingga menyampaikan informasi secara real-time melalui suara atau getaran sebagai umpan balik. Dengan adanya purwarupa ini, peneliti dapat menguji sejauh mana alat yang dirancang dapat bekerja secara efektif dalam meningkatkan mobilitas dan keamanan penggunaannya.

Proses pengembangan prototipe dilakukan secara bertahap, dimulai dari analisis kebutuhan pengguna dan studi literatur terhadap teknologi yang relevan, dilanjutkan dengan perancangan sistem (baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak), kemudian pembangunan dan perakitan komponen, serta pengujian awal di lapangan. Komponen utama yang digunakan dalam prototipe ini meliputi mikrokontroler seperti ESP8266, ESP32 Cam, sensor jarak (ultrasonik), modul GPS, kamera untuk mendukung YOLO V3, serta speaker atau buzzer sebagai alat komunikasi suara kepada pengguna.

Pendekatan berbasis prototipe sangat sesuai diterapkan dalam penelitian ini karena memungkinkan proses iterasi, yaitu perbaikan berkelanjutan berdasarkan hasil uji coba dan masukan dari pengguna [10]. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tidak hanya berdasarkan asumsi teknis semata, tetapi juga sesuai dengan kebutuhan nyata dan pengalaman langsung dari penyandang tunanetra sebagai target pengguna.

Secara keseluruhan, pengembangan sistem prototipe berfungsi sebagai jembatan antara desain konseptual dan implementasi akhir, serta memberikan kesempatan bagi peneliti untuk memastikan bahwa solusi teknologi yang dirancang benar-benar aplikatif, fungsional, dan memberikan dampak nyata bagi kehidupan pengguna [11]. berikut ini beberapa proses dalam metode prototipe diantaranya :

### 2.2.1 Analisis Kebutuhan

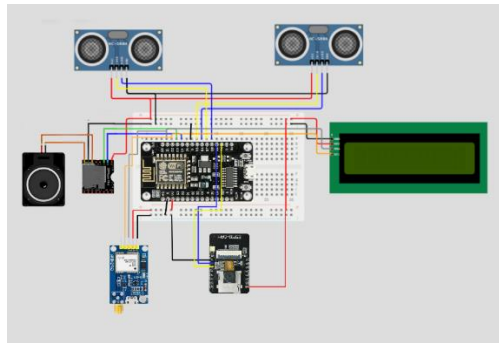
Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna (penyandang tunanetra), baik dari sisi fungsional sistem maupun karakteristik lingkungan penggunaan. Informasi diperoleh melalui wawancara, observasi, dan studi pustaka. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam menentukan fitur-fitur utama pada tongkat tunanetra berbasis IoT dan YOLO V3, seperti kemampuan deteksi rintangan, pemberitahuan suara, serta navigasi berbasis GPS.

### 2.2.2 Desain Sistem

Setelah kebutuhan teridentifikasi, peneliti mulai merancang sistem secara menyeluruh, mencakup desain perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Pada tahap ini, dibuat skema hubungan antar komponen seperti mikrokontroler, sensor ultrasonik, modul GPS, kamera, serta output suara (DFPlayer Mini). Selain itu, juga dirancang antarmuka sistem, alur kerja algoritma YOLO V3 untuk deteksi objek, serta komunikasi antar komponen melalui protokol IoT.

#### 1. Skema perancangan *hardware* (*wiring*)

Berikut ini skema perancangan sistem *hardware* (*wiring*) atau perancangan alat, dapat dilihat pada Gambar 1 :

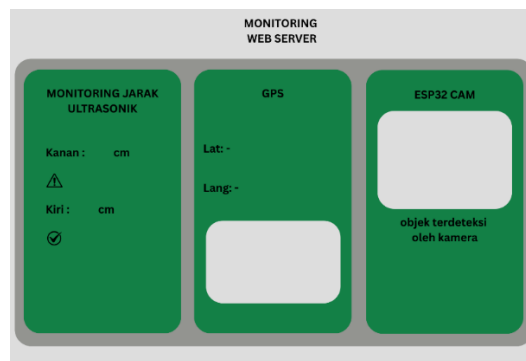


Gambar 1. Perancangan Sistem *Hardware*

Skema perancangan sistem alat bantu tuna netra berbasis ESP8266, dengan fitur utama berupa deteksi jarak kiri dan kanan menggunakan sensor ultrasonik, peringatan suara melalui DFPlayer Mini dan speaker, tampilan informasi melalui LCD I2C, serta pelacakan lokasi menggunakan GPS NEO-8M.

2. Perancangan tampilan web server

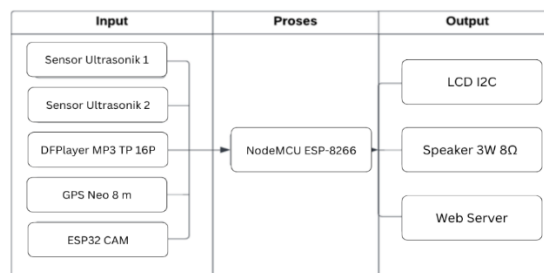
Berikut ini desain tampilan web server untuk menampilkan hasil data sensor ultrasonic, data track GPS dan data deteksi camera ESP32 Cam dapat dilihat pada Gambar 2 :



Gambar 2. Perancangan Tampilan Web Server

3. Diagram block sistem

Berikut ini diagram blok sistem, pengelompokan komponen *input, output* dan proses dapat dilihat pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Diagram block sistem

Gambar tersebut merupakan diagram blok sistem tongkat tunanetra berbasis IoT dan YOLO V3. Sistem ini terdiri dari berbagai komponen input seperti sensor ultrasonik, kamera ESP32-CAM, GPS, dan modul suara DFPlayer. Semua data dari sensor dan modul ini diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP-8266, yang kemudian mengeluarkan output berupa informasi di LCD I2C, speaker, dan web server.

4. Desain *Prototype*

Berikut ini perancangan *prototype*, dapat dilihat pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Desain *Prototype*

Gambar tersebut menunjukkan rancangan alat bantu tunanetra yang memodifikasi tongkat manual tunanetra dengan menambahkan sistem pintar berbasis IoT. Perangkat elektronik diletakkan dalam sebuah box ukuran x6, yang berfungsi menampung seluruh komponen utama sistem. Box ini disambungkan ke tongkat menggunakan bracket sebagai penghubung agar kuat dan stabil.

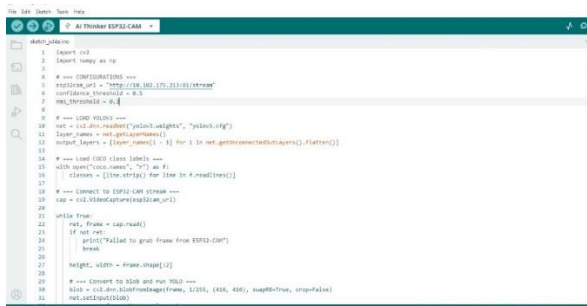
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pembuatan Dataset Yolo V3

Dalam sistem ini, YOLOv3 (*You Only Look Once* versi 3) digunakan untuk mendeteksi objek di sekitar penyandang tunanetra seperti kendaraan, orang, atau rintangan lainnya menggunakan gambar yang dikirim dari ESP32-CAM. Model YOLOv3 dilatih dengan dataset khusus agar dapat mengenali objek yang relevan di lingkungan jalan dan trotoar. Setelah objek dikenali, sistem akan memberikan peringatan melalui speaker dan tampilan jarak pada LCD.

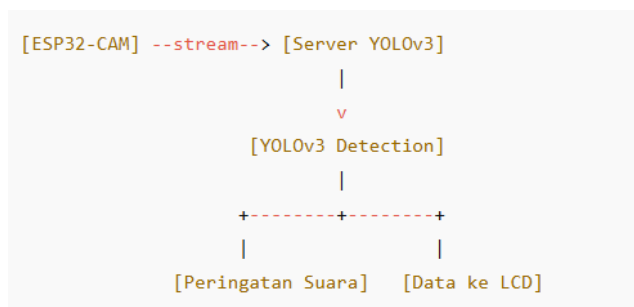
#### 3.2 Implementasi Deteksi

Model yang sudah dilatih akan dijalankan di server yang menerima stream dari ESP32-CAM. Berikut ini kode Python (deteksi YOLOv3 dengan OpenCV) yang diprogram menggunakan Arduino IDE, berikut implementasi program dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Implementasi program Yolo V3

Ilustrasi Program diagram alur YOLOv3 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Ilustrasi program alur yolo

Dengan menggunakan YOLOv3, sistem tongkat tunanetra mampu mendeteksi objek secara real-time dari gambar yang diambil ESP32-CAM. Dataset yang digunakan dapat disesuaikan sesuai kebutuhan lingkungan pengguna. Hasil deteksi akan diubah menjadi informasi audio atau visual untuk meningkatkan keamanan dan kemandirian penyandang tunanetra saat berjalan.

### 3.3 Implementasi Pembuatan Alat

Berikut implementasi perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 7 :



Gambar 7. Implementasi perancangan alat

Berikut adalah komponen utama yang diimplementasikan dalam alat:

1. Mikrokontroler (NodeMCU ESP8266), sebagai otak sistem yang mengelola semua input dari sensor dan mengontrol output ke speaker, LCD, serta web server.
2. ESP32-CAM, bertugas menangkap gambar lingkungan sekitar pengguna secara real-time. Gambar ini digunakan untuk deteksi objek menggunakan algoritma YOLOv3 yang dijalankan pada sistem pendukung (server/laptop).
3. Sensor ultrasonik kiri dan kanan, digunakan untuk mendeteksi keberadaan rintangan di sisi kiri dan kanan pengguna. Sensor ini mampu mengukur jarak objek dan memberikan peringatan saat ada hambatan dalam jarak tertentu.
4. GPS Neo 8m, berfungsi untuk melacak lokasi pengguna secara real-time. Lokasi ini dapat ditampilkan di web server atau digunakan untuk fitur keamanan seperti pelacakan oleh keluarga.
5. DFPlayer MP3 dan Speaker 3W 8Ω, digunakan untuk memberikan peringatan suara kepada pengguna berdasarkan data dari sensor dan hasil deteksi objek. DFPlayer mengeluarkan suara yang telah direkam sebelumnya.
6. LCD I2C, menampilkan informasi penting seperti jarak objek, status koneksi, atau hasil deteksi agar dapat dimonitor oleh pendamping atau pengguna dengan penglihatan sisa.

Berikut ini perancangan Prototype dapat dilihat pada Gambar 8



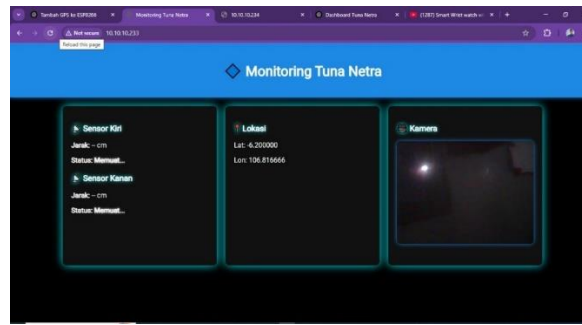
Gambar 8. Implementasi perancangan prototype

Gambar di atas menunjukkan implementasi akhir dari alat bantu tunanetra yang menggabungkan teknologi sensor dan kecerdasan buatan ke dalam tongkat tunanetra manual. Tongkat ini dirancang untuk membantu penyandang tunanetra dalam mendeteksi rintangan serta meningkatkan keamanan dan mobilitas mereka secara mandiri.

Pada bagian utama tongkat, terdapat box kontrol ukuran X6 yang berfungsi sebagai wadah seluruh komponen elektronik sistem. Box ini dihubungkan ke tongkat menggunakan bracket khusus, yang berfungsi sebagai penyambung antara box dan tongkat, sekaligus menjaga kestabilan dan kekokohan perangkat saat digunakan.

### 3.4 Pembuatan Halaman Web Server

Berikut ini tampilan halaman web server dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 1 Tampilan halaman web server

Halaman web server ini dirancang sebagai antarmuka monitoring yang menampilkan data real-time dari sensor ultrasonic yang terpasang pada tongkat tunanetra. Web server ini dapat diakses melalui jaringan lokal yang terhubung dengan mikrokontroler, dan berfungsi sebagai alat bantu pemantauan oleh pengguna, pendamping, atau pihak lain yang berkepentingan.

Tampilan web server dibagi menjadi tiga bagian utama. Bagian pertama adalah Monitoring jarak ultrasonik, yang menampilkan hasil pembacaan jarak dari sensor ultrasonik kanan dan kiri dalam satuan sentimeter. Informasi ini digunakan untuk mendeteksi adanya hambatan atau rintangan di sekitar pengguna.

Bagian kedua adalah GPS Tracking, yang menampilkan informasi koordinat lokasi pengguna berupa data latitude (Lat) dan longitude (Lang). Dengan modul GPS Neo 8m, lokasi pengguna dapat diketahui secara akurat. Terdapat juga area khusus yang dapat digunakan untuk menampilkan visualisasi lokasi, seperti peta mini atau titik koordinat yang terhubung dengan layanan pemetaan.

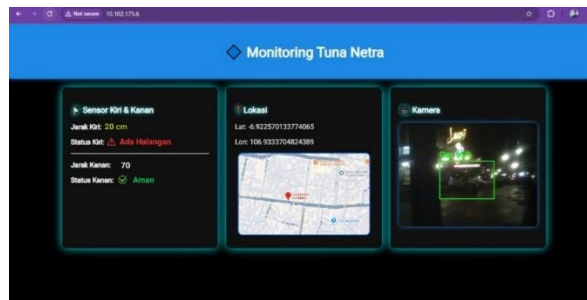
Bagian ketiga adalah ESP32-CAM, yang menampilkan tangkapan gambar atau video dari kamera yang terpasang pada tongkat. Gambar ini digunakan dalam proses deteksi objek menggunakan algoritma YOLOv3. Pada bagian bawahnya terdapat keterangan objek apa saja yang berhasil dideteksi oleh sistem, seperti "orang", "kendaraan", atau "lubang".

Desain web server ini dibuat sederhana dan mudah dipahami, dengan tata letak yang terstruktur untuk memudahkan pemantauan secara cepat dan efisien. Seluruh data yang ditampilkan diperbarui secara real-time dan menjadi bagian penting dalam mendukung keamanan serta mobilitas penyandang tunanetra.

### 3.5 Pengujian Sistem

#### 3.5.1 Pengujian Deteksi Yolo V3

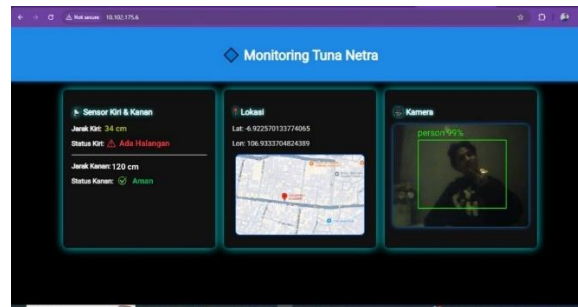
Berikut ini pengujian ESP32 Cam, untuk menguji deteksi objek yolo v3 pada kendaraan, lubang dan orang .



Gambar 10. Deteksi Kendaraan



Gambar 2. Deteksi Lubang



Gambar 3 Deteksi Lubang

Deteksi Objek melalui kamera ESP32-CAM yang berhasil mengenali objek mobil (*Car*) dengan tingkat akurasi sebesar 95%, orang (*person*) 99% dan lubang (*hole*) 90% yang ditandai dengan bounding box berwarna hijau.

Pengujian ini membuktikan bahwa ESP32-CAM mampu menjalankan inferensi YOLOv3 secara efisien untuk mendeteksi objek di sekitar pengguna tunanetra dalam kondisi pencahayaan rendah, serta memberikan data visual dan lokasi secara real-time melalui web server lokal.

### 3.5.2 Pengujian Halaman Web Server

Pengujian halaman web server dilakukan terhadap seluruh tampilan apakah sudah berjalan dan berfungsi dengan baik atau belum. Hasil dari pengujian aplikasi android dapat dilihat dalam Tabel 1. berikut :

Tabel 1. Pengujian halaman web server

No	Pengujian	Fungsi	Keterangan	
			Berjalan	Tidak Berjalan
1.	Tampilan Sensor kiri jarak : .... cm	Untuk menampilkan data jarak sensor sebelah kiri	✓	
2.	Tampilan Sensor Kanan jarak : .... cm	Untuk menampilkan data jarak sensor sebelah kanan	✓	
3.	Menu Lokasi	Untuk menampilkan lokasi sesuai dengan keberadaan alat	✓	
4.	Menu Kamera	Untuk menampilkan gambar dan memberikan tanda pada gambar yang sudah diset menggunakan Yolo V3	✓	

Tabel diatas menunjukkan bahwa halaman web server sudah berjalan.

### 3.5.3 Pengujian Sensor Ultrasonik

Dalam pengujian sensor ultrasonik, jarak terdekat Ketika memberikan indicator terhadap speaker adalah 50 cm. pengujian sensor dilakukan menggunakan pembandingan, dihiung bersentase error menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ error} = \frac{\text{Nilai sensor} - \text{Nilai Acuan}}{\text{Nilai Acuan}} \quad (1)$$

Untuk mengetahui akurasi dan persentase error pada jarak rintangan, dilakukan perbandingan pengukuran antara sensor ultrasonic dengan alat ukur panjang (meteran) dapat dilihat pada tabel 2. berikut :

Tabel 2. Pengujian akurasi sensor kiri dan fungsi speaker

No	Pengukuran sensor kiri	Pengukuran meteran	Selisih	Persentase error
1.	48 cm	47,8 cm	0,2 cm	0,4 %
2.	55 cm	54,9 cm	0,1 cm	0,1 %
3.	38 cm	38 cm	0 cm	0%
4.	53 cm	52,9 cm	0,1 cm	0,1%
5.	52 cm	52 cm	0 cm	0%
<b>Rata-Rata</b>	<b>49,2 cm</b>	<b>49,12 cm</b>	<b>0,08 cm</b>	<b>0,12 %</b>

Berikut ini contoh dari perhitungan persentase error pada pengukuran 1 :

Hasil pengukuran sensor = 48 cm

Hasil pengukuran mistar = 47,8 cm

$$\% \text{ error} = \frac{48 - 47,8}{47,8} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = \frac{0,2}{47,8} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = 0,4 \%$$

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi akurasi sensor ultrasonik kiri dalam mendeteksi jarak dan memastikan respons output berupa suara dari speaker berjalan dengan baik. Sebanyak lima kali pengukuran dilakukan, dan hasil dari sensor dibandingkan dengan alat ukur referensi berupa meteran untuk mengetahui tingkat akurasi.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa data dari sensor kiri sangat mendekati hasil pengukuran aktual, dengan selisih antara 0 cm hingga 0,2 cm dan persentase error berkisar antara 0% hingga 0,4%. Rata-rata hasil pengukuran sensor adalah 49,2 cm, sedangkan rata-rata pengukuran dari meteran adalah 49,12 cm. Dengan demikian, rata-rata selisih hanya 0,08 cm dan rata-rata persentase error tercatat sangat kecil, yaitu 0,12%.

### 3.5.3 Pengujian Fungsi Speaker

Hasil pengujian fungsi speaker dapat dilihat dari tabel 3 berikut :

Tabel 3. Hasil pengujian fungsi speaker

No	Pengukuran sensor	Reaksi speaker	
		Mengeluarkan suara	Tidak mengeluarkan suara
1.	48 cm		✓
2.	55 cm	✓	
3.	38 cm		✓
4.	53 cm	✓	
5.	52 cm	✓	

Pengujian dilakukan untuk memverifikasi keakuratan logika sistem dalam memberikan respon berupa suara peringatan dari speaker berdasarkan jarak yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik. Dalam sistem ini ditetapkan aturan bahwa jika hasil pembacaan sensor lebih dari 50 cm, maka speaker akan mengeluarkan suara, sedangkan jika hasil pembacaan sensor kurang dari atau sama dengan 50 cm, maka speaker tidak akan mengeluarkan suara.

Dari lima kali pengujian yang dilakukan, hasil menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai dengan logika yang telah dirancang. Pada pengukuran ke-1 dengan hasil 48 cm dan ke-3 dengan hasil 38 cm, sensor mencatat jarak di bawah 50 cm, dan speaker tidak mengeluarkan suara, sesuai dengan ketentuan sistem. Sementara itu, pada pengukuran ke-2 (55 cm), ke-4 (53 cm), dan ke-5 (52 cm), hasil pembacaan sensor menunjukkan nilai di atas 50 cm, dan speaker memberikan respon berupa suara peringatan.

Hasil ini membuktikan bahwa sistem dapat membedakan kondisi jarak secara akurat dan memberikan respon suara secara otomatis sesuai kebutuhan. Dengan demikian, fungsi sensor dan kontrol speaker telah berjalan dengan baik dan dapat diandalkan untuk mendukung fungsionalitas alat, khususnya dalam memberikan peringatan dini kepada pengguna tunanetra saat mendeteksi objek pada jarak tertentu.

### 3.5.3 Pengujian Usability

Pengujian dilakukan dengan melibatkan 50 responden yang terdiri dari mahasiswa, dosen, dan masyarakat umum yang memahami konteks penggunaan alat bantu tunanetra. Responden diminta untuk mencoba, mengamati, dan mengevaluasi fungsi-fungsi alat berdasarkan simulasi penggunaan, kemudian memberikan penilaian terhadap lima aspek utama melalui kuesioner.

Setelah pengisian oleh 50 responden kita tentukan interval dan interpretasi persen untuk mengetahui persentase kesetujuan dengan rumus metode interval skor persen (I) sebagai berikut :

$$(I) = 100 / \text{Total Skor tertinggi} \quad (2)$$

$$= 100 / 5 = 20$$

Sehingga, 20 merupakan interval jarak 0% sampai 100%

Pengelompokan persentase kesetujuan berdasarkan kriteria skala likert dapat dilihat dalam Tabel 4 berikut :

Tabel 4. Interval persentase kesetujuan

Persentase kesetujuan	Kriteria
80% - 100%	Sangat setuju
60%-79,99%	Setuju
40%-59,99%	Biasa saja
20%-39,99%	Tidak Setuju
0%-19,99%	Sangat Tidak setuju

Setelah menentukan interval kita harus mendapatkan hasil interpretasi penilaiannya dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$Y = \text{Skor tertinggi likert} \times \text{jumlah responden}$ , maka  $5 \times 50 = 250$

$X = \text{skor terendah likert} \times \text{jumlah responden}$ , maka  $1 \times 50 = 50$

Untuk menentukan hasil persentase setiap pertanyaan yang diisi responden kita gunakan rumus sebagai berikut :

Persentase Usability menggunakan skala likert menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Persentase Usability} = \frac{\text{Skor tang diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100 \quad (3)$$

Kita ambil contoh quisioner pertanyaan pertama

$$\text{Persentase (\%)} = 223/250 \times 100 = 89,2\%$$

Hasil dari quisioner mengenai kesetujuan responden terhadap *Pemanfaatan Tongkat Tunanetra Iot Dan Yolo V3 Untuk Meningkatkan Mobilitas Dan Keamanan Penyandang Tunanetra* pada setiap pertanyaan, ditunjukkan dalam tabel 7 berikut :

Tabel 4 Hasil kuisisioner setiap pertanyaan

Pertanyaan	Total Skor	Persentase	Kriteria
1	223	89,2 %	Sangat setuju
2	217	86,8 %	Sangat setuju
3	224	89,6 %	Sangat setuju
4	209	83,6 %	Sangat setuju
5	219	87,6 %	Sangat setuju

Berdasarkan hasil pengujian usability melalui kuesioner yang diberikan kepada responden, diperoleh hasil dengan total skor dan persentase yang menunjukkan tingkat kepuasan pengguna terhadap sistem. Seluruh pertanyaan memperoleh persentase di atas 80%, dengan rentang antara 83,6% hingga 89,6%, dan seluruhnya berada pada kategori “Sangat Setuju”. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dinilai sangat baik, mudah digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna, serta telah memberikan pengalaman penggunaan yang positif secara keseluruhan.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tongkat tunanetra berbasis IoT dan YOLO V3 berhasil dirancang dan diimplementasikan sebagai alat bantu mobilitas yang lebih cerdas dan adaptif dibandingkan tongkat konvensional. Alat ini mampu mendeteksi objek dan rintangan melalui sensor ultrasonik dan kamera berbasis YOLO V3.
2. Sistem IoT berhasil mengintegrasikan berbagai komponen seperti sensor jarak, modul GPS, kamera, dan web server, sehingga memungkinkan pemantauan posisi pengguna secara real-time dan penyampaian peringatan secara audio.
3. Hasil pengujian fungsionalitas menunjukkan seluruh komponen sistem bekerja dengan baik, dengan rata-rata persentase error sensor ultrasonik hanya sebesar 0,12%. Sistem peringatan suara juga merespons secara tepat berdasarkan logika jarak.
4. Hasil pengujian usability dengan 50 responden menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi, di mana seluruh pernyataan memperoleh penilaian dalam kategori “Sangat Setuju” dengan rata-rata persentase di atas 85%. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem mudah digunakan, bermanfaat, dan relevan dengan kebutuhan penyandang tunanetra.
5. YOLO V3 mampu mendeteksi objek penting secara real-time, seperti kendaraan, orang, dan rintangan lain, sehingga menambah tingkat keamanan pengguna saat berada di luar ruangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Tanuwidjaja, J. L. Rustanto, and C. Hartanto, “TEKNOLOGI DIGITAL INOVATIF DALAM APARTEMEN PINTAR : MEMENUHI KEBUTUHAN ORANG LANJUT USIA DAN PENYANDANG DISABILITAS,” pp. 1–16, 2024.
- [2] N. Maliak, I. Puspita, and A. Amaliah, “Rancang Bangun Tongkat Cerdas Untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Arduino,” *Electr. Telecommun. Journal (ELTEC)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–13, 2023.
- [3] I. Purwanto, M. Tachyul, and Q. Ramadhani, “Komputika : Jurnal Sistem Komputer Teknologi Internet of Things untuk Meningkatkan Mobilitas Penyandang Tunanetra Tanpa Batasan Ruang dan Waktu Internet of Things Technology to Enhance the Mobility of Visually Impaired Individuals Without Spatial and Temp,” vol. 14, no. April, 2025, doi: 10.34010/7qg31590.
- [4] K. A. Baihaqi and Y. Cahyana, “Application of Convolution Neural Network Algorithm for Rice Type Detection Using Yolo v3,” *Systematics*, vol. 3, no. 2, pp. 272–280, 2021.
- [5] A. Pataropura, D. Adhinugraha W, M. Fernand, and Y. Kurnia, “Perancangan Tongkat Pintar Sebagai Alat Bantu Jalan untuk Meningkatkan Kualitas Hidup Peyandang Tunanetra,” *Rubinstein*, vol. 1, no. 2, pp. 91–102, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.buddhidharma.ac.id/index.php/rubin/article/view/21337>
- [6] A. P. Utomo, A. Sucipto, S. Ayu Wulandari, A. F. Rosyady, M. E. Lazuardi, and D. Dyiono, “Implementasi desain Smart Stick untuk anak tunanetra berbasis GPS terintegrasi dengan smartphone,” *J. Eltek*, vol. 21, no. 1, pp. 10–19, 2023, doi: 10.33795/eltek.v21i1.369.
- [7] N. Rachburee and W. Punlumjeak, “An assistive model of obstacle detection based on deep learning: YOLOv3 for visually impaired people,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 11, no. 4, pp. 3434–3442, 2021, doi: 10.11591/ijece.v11i4.pp3434-3442.
- [8] S. Somantri, G. P. Insany, S. Olis, and K. Kamdan, “Perancangan Sistem Otomatisasi Pemberi Pakan Ikan Lele Berdasarkan Suhu Air Menggunakan Logika Fuzzy Sugeno,” *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 9, no. 2, p. 289, 2023, doi: 10.26418/jp.v9i2.65823.
- [9] S. Olis, “Penerapan logika fuzzy mamdani pada sistem penyiram tanaman stroberi otomatis berbasis mikrokontroler,” vol. 3, no. 3, pp. 33–41, 2022.
- [10] Usnul Latipah, Dwi Sartika Simatupang, and Hermanto, “Sistem otomatisasi pada tanaman hidroponik deep flow technique menggunakan IoT berbasis web,” *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.)*, vol. 4, no. 2, pp. 322–331, 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i2.5078.
- [11] N. Nirma Sari, “Rancang bangun alat sistem pengaman kunci pintu otomatis dengan perintah suara,” *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.)*, vol. 4, no. 3, pp. 788–794, 2024, doi: 10.37859/coscitech.v4i3.6304.