

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Disabilitas netra atau tunanetra adalah kondisi gangguan penglihatan yaitu kerusakan atau cacat pada organ penglihatan yang mengakibatkan seseorang tidak dapat melihat atau memiliki kekurangan pada daya penglihatannya [1]. Sehingga penyandang tunanetra memiliki keterbatasan sensorik dan menghadapi kesulitan dalam melakukan aktivitas sehari-hari terutama saat melakukan mobilitas secara mandiri. Salah satu alat bantu utama yang banyak digunakan oleh penyandang tunanetra adalah tongkat. [2].

Tongkat bagi penyandang tunanetra berfungsi sebagai alat bantu untuk mendeteksi lingkungan saat berjalan dan pada umumnya yang digunakan adalah berupa tongkat konvensional [2]. Namun, jangkauan tongkat konvensional ini terbatas, yaitu hanya dapat menjangkau sejauh panjang tongkat. Tongkat ini belum mampu mengenali berbagai hambatan yang berada lebih jauh ke depan atau yang tidak bersentuhan langsung dengan ujung tongkat seperti, jalan berlubang, genangan air, selokan atau hambatan lainnya yang berada di depan tunanetra [3]. Pada kenyataannya di kehidupan sehari-hari penyandang tunanetra seringkali menghadapi berbagai hambatan di jalan seperti benda, manusia, hewan, jalan berlubang, permukaan lumpur, api, dan banyak lainnya yang dapat mengakibatkan kecelakaan ataupun cedera ketika berjalan [4]. Dengan keterbatasan tongkat konvensional, maka diperlukan penambahan teknologi yang lebih canggih pada tongkat tunanetra.

Dengan pesatnya perkembangan teknologi, berbagai penelitian terkait pengembangan tongkat pintar bagi penyandang disabilitas tunanetra telah dilakukan. Inovasi yang dikembangkan mencakup implementasi beragam jenis sensor hingga pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*). Salah satu pendekatan yang banyak digunakan pada penelitian sebelumnya yaitu menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi hambatan di sekitar pengguna.

Namun, pendekatan ini memiliki keterbatasan, yaitu tidak mampu mengidentifikasi jenis objek yang terdeteksi, sehingga hanya memberikan informasi keberadaan tanpa konteks visual mengenai objek tersebut [5]. Penelitian lain dengan pendekatan berbasis kamera untuk deteksi objek pada tongkat tunanetra juga telah dilakukan dengan metode *single shot multibox detector (SSD)* secara *real-time*. Metode ini memberikan hasil akurasi yang cukup baik terutama saat keadaan terang dan posisi yang tepat. Namun, deteksi objek yang dilakukan hanya terbatas pada objek benda, manusia dan hewan, belum ada pendeteksian untuk kondisi hambatan yang lebih spesifik seperti jalanan berlubang [6]. Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan metode *You Only Look Once (YOLO)* sebagai algoritma deteksi objek berbasis *deep learning* dapat meningkatkan performa deteksi secara signifikan. Salah satu studi melaporkan akurasi sebesar 93,33% untuk model YOLOv4 dan 73,3% untuk model YOLOv4-Tiny dalam mendeteksi objek [2]. Keunggulan utama dari YOLO terletak pada kemampuannya dalam mendeteksi berbagai objek secara *real-time* dengan kecepatan tinggi, sehingga sangat relevan untuk aplikasi sistem navigasi tunanetra [7]. Hal ini sangat penting untuk implementasi pada tongkat tunanetra agar dapat memberikan informasi langsung kepada penyandang tunanetra mengenai hambatan di sekitar mereka.

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada penelitian ini dilakukan perancangan tongkat pintar untuk tunanetra dengan menggunakan algoritma YOLO sebagai pendeteksi objek hambatan berbasis kamera dan penambahan sistem pendeteksian posisi penyandang tunanetra dengan berbasis GPS yang diintegrasikan dengan *panic button* saat kondisi darurat. Penelitian ini diharapkan dapat membantu tunanetra lebih mandiri dalam mobilitas sehari-hari dan membantu meningkatkan keamanan tunanetra saat sedang beraktivitas.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah yang didapatkan pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan tongkat pintar untuk penyandang disabilitas tunanetra dengan sistem deteksi hambatan secara *real-time* yang dapat mendeteksi hambatan di luar ruangan?

2. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem pendeteksi posisi penyandang tunanetra berbasis GPS yang terintegrasi dengan *panic button* pada tongkat yang dapat mengirimkan informasi lokasi tunanetra pada saat kondisi darurat?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan rancangan dan implementasi tongkat pintar untuk tunanetra yang dapat mendeteksi hambatan di luar ruangan secara *real-time* menggunakan algoritma YOLO untuk sistem deteksi hambatan.
2. Menghasilkan rancangan dan implementasi sistem deteksi posisi berbasis GPS yang terintegrasi dengan *panic button* pada tongkat pintar tunanetra dan mengirimkan lokasi penyandang tunanetra melalui SMS ketika *panic button* ditekan penyandang tunanetra saat kondisi *emergency*/darurat.

1.4. Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk implementasi dan pengembangan tongkat tunanetra untuk membantu penyandang tunanetra berjalan dan beraktivitas secara mandiri dengan mempermudah mereka dalam mendeteksi hambatan dan rintangan di lingkungan sekitar saat melakukan mobilitas sehari-hari. Selain itu, memberikan peningkatan keamanan bagi penyandang tunanetra dengan *panic button* yang dapat memberikan informasi posisi tunanetra saat keadaan darurat. Penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai referensi penggunaan metode YOLO dalam pengaplikasian pada tongkat tunanetra sebagai pendeteksi hambatan dan rintangan berbasis citra.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya mendeteksi hambatan statis yang berada di depan pengguna, seperti pohon, jalan berlubang, genangan air, selokan, serta manusia. Deteksi manusia tidak terbatas pada objek statis, melainkan juga mencakup manusia yang bergerak, yaitu manusia sedang berjalan di sekitar pengguna.

2. Sistem didesain untuk digunakan di luar ruangan (*outdoor*).
3. Algoritma deteksi objek yang digunakan dalam sistem ini adalah YOLOv11-nano, yang telah dilatih untuk mendeteksi objek dalam dataset kustom yang sudah dibuat peneliti. Kamera *Raspberry Pi Camera Module v3* sebagai basis sensor untuk mendeteksi objek hambatan di depan pengguna.
4. Sistem memberikan *feedback* dalam bentuk getar melalui *mini vibration motor* yang hanya diaktifkan saat hambatan terdeteksi.
5. Informasi posisi pengguna tunanetra dikirimkan melalui SMS ke nomor darurat yang telah diprogram sebelumnya, dan hanya akan dikirimkan ketika *panic button* ditekan oleh pengguna.
6. Sistem ini dirancang untuk digunakan penyandang tunanetra dewasa yang memiliki pemahaman dasar tentang penggunaan alat bantu teknologi dan memiliki mobilitas yang cukup untuk menggunakan tongkat tersebut di luar ruangan.
7. Pengujian sistem dilakukan pada kondisi terang (pagi, siang, dan sore) dengan pencahayaan alami yang cukup, di area jalan pedestrian dalam lingkungan Universitas Telkom.

1.6. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Studi literatur

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan referensi data dan informasi dari berbagai sumber yang relevan, seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, dan karya-karya ilmiah lainnya. Tujuannya adalah untuk memperoleh landasan teori yang kuat serta memahami perkembangan terkini dalam teknologi deteksi hambatan, navigasi, dan penggunaan sistem berbasis kamera serta GPS untuk penyandang tunanetra.

2. Perancangan

Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem secara menyeluruh, yang meliputi penentuan spesifikasi kerja dan pemilihan metode yang akan digunakan untuk setiap komponen. Perancangan ini juga mencakup pembuatan desain prototipe alat yang sesuai dengan tujuan penelitian, yakni pengembangan tongkat tunanetra pintar yang dilengkapi dengan sistem deteksi hambatan berbasis YOLO dan pelacakan posisi menggunakan modul GPS.

3. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengukur kinerja setiap komponen sistem yang terintegrasi dalam tongkat tunanetra. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem bekerja dengan baik dan dapat memberikan hasil yang sesuai dengan tujuan yang diinginkan, seperti akurasi deteksi objek, waktu respon sistem, serta keakuratan pembacaan lokasi menggunakan GPS. Tahapan pengujian dilakukan secara sistematis untuk mengevaluasi apakah setiap fungsi sistem beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

1.7. Proyeksi Pengguna

1. Penyandang tunanetra usia produktif yang membutuhkan alat bantu mobilitas untuk melakukan aktivitas sehari-hari dengan lebih mandiri dan aman.
2. Universitas dan lembaga penelitian yang memiliki fokus pada pengembangan teknologi untuk disabilitas tunanetra.