

Perancangan Tongkat Pintar Sebagai Alat Bantu Jalan untuk Meningkatkan Kualitas Hidup Peyandang Tunanetra

Amesanggeng Pataropura^{1)*}, Daniel Adhinugraha W²⁾, Marchel Fernando³⁾, Yusuf Kurnia⁴⁾

¹⁾²⁾³⁾⁴⁾Universitas Buddhi Dharma

Jl. Imam Bonjol No 41, Karawaci Ilir, Tangerang, Indonesia

¹⁾amesanggeng@buddhidharma.ac.id

²⁾daniel.adhinugraha@ubd.ac.id

³⁾marchelfernando99@gmail.com

⁴⁾yusuf.kurnia@ubd.ac.id

Rekam jejak artikel:

Terima 14 Juni 2023;
Perbaikan 17 Juni 2023;
Diterima 19 Juni 2023;
Tersedia online 21 Juni 2023.

Kata kunci:

Sensor Ultrasonik
Sensor Water Level
Modul GPS
Modul MP3
Speaker
Kualitas Hidup Tunanetra

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah tongkat pintar yang dirancang khusus sebagai alat bantu jalan untuk meningkatkan kualitas hidup tunanetra. Tongkat pintar ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik, sensor water level, sensor modul GPS, modul MP3, dan speaker sebagai peringatan berupa suara. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk memperbaiki mobilitas dan keselamatan pengguna tunanetra melalui teknologi yang inovatif. Pada tahap perancangan, sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi rintangan di sekitar pengguna, sedangkan sensor water level digunakan untuk mendeteksi permukaan air. Sensor modul GPS digunakan untuk melacak posisi pengguna secara real-time, sementara modul MP3 dan speaker digunakan untuk memberikan peringatan suara kepada pengguna. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan mobilitas pengguna tunanetra dengan memberikan peringatan dini tentang rintangan dan permukaan air, serta memberikan informasi lokasi secara real-time pada aplikasi android. Penelitian ini memiliki potensi untuk menghasilkan dampak positif yang signifikan pada kualitas hidup tunanetra dengan memberikan aksesibilitas yang lebih baik dan meningkatkan rasa percaya diri mereka dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Diharapkan bahwa penelitian ini akan memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi membantu tunanetra yang lebih efektif dan bermanfaat.

I. PENDAHULUAN

Dalam masyarakat kita, tunanetra adalah salah satu kelompok yang membutuhkan perhatian khusus dalam rangka meningkatkan kualitas hidup mereka. Keterbatasan penglihatan yang mereka alami dapat menjadi hambatan signifikan dalam menjalani kehidupan sehari-hari, terutama dalam hal mobilitas dan mandiri. Dalam upaya untuk mengatasi tantangan ini, berbagai inovasi dan teknologi telah dikembangkan untuk membantu tunanetra mengatasi hambatan-hambatan tersebut.

Tunanetra atau orang dengan gangguan penglihatan ialah orang yang mempunyai keterbatasan atas indera penglihatannya atau apalagi mempunyai ketidakmampuan untuk melihat. Berdasarkan derajat kebutaannya, tunanetra dibedakan menjadi 2 (dua) golongan yakni buta total dan kurang awas (low vision). Tunanetra ialah seseorang yang kehilangan indra penglihatan baik secara keseluruhan atau sebagian sehingga tidak dapat melakukan aktivitas sehari-hari dan membutuhkan pendidikan serta layanan khusus (Minsih, 2020).

Salah satu alat bantu yang potensial dalam meningkatkan mobilitas dan kemandirian tunanetra adalah tongkat pintar. Tongkat pintar adalah sebuah inovasi yang mengintegrasikan teknologi canggih untuk membantu tunanetra berjalan dengan lebih aman dan efisien. Dalam penelitian ini, kami akan merancang tongkat pintar yang menggunakan sensor ultrasonik, water level sensor, dan modul GPS u-blox NEO-6M.

Teknologi yang semakin maju telah memberikan dukungan bagi perkembangan dunia kesehatan. Salah satu contohnya adalah penggunaan sensor pada alat bantu jalan untuk tunanetra. Dengan alat bantu tersebut, penyandang tunanetra dapat melakukan aktivitas sehari-hari dan berjalan dengan lebih mudah serta memahami sekitar mereka. Tunanetra adalah kondisi dimana seseorang mengalami keterbatasan penglihatan yang dapat menyebabkan pandangan mata menjadi tidak normal atau tidak jelas. (Syafurrahman, 2020).

Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi objek atau rintangan yang berada di dekat tunanetra. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan mengukur waktu pantulannya kembali. Dengan menggunakan informasi ini, tongkat pintar dapat memberikan peringatan suara kepada pengguna ketika ada objek yang mendekati atau berada di jalur mereka.

Water level sensor digunakan untuk mendeteksi permukaan air atau genangan yang mungkin ada di sekitar pengguna. Sensor ini dapat membantu tunanetra menghindari area berair atau licin yang dapat membahayakan keselamatan mereka. Ketika permukaan air terdeteksi, tongkat pintar akan memberikan peringatan kepada pengguna agar mereka dapat mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan.

Modul GPS u-blox NEO-6M digunakan untuk memberikan informasi lokasi kepada kerabat pengguna tongkat pintar. Dengan bantuan GPS, kerabat tunanetra dapat mengetahui posisi pengguna tongkat pintar.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan tahap pengembangan konsep, perancangan prototipe, dan pengujian secara menyeluruh untuk memastikan keandalan dan kelayakan tongkat pintar sebagai alat bantu jalan bagi tunanetra. Diharapkan bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi yang berfokus pada kemandirian kesehatan untuk penyandang tunanetra.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tongkat pintar atau smart stick adalah sebuah alat bantu yang dirancang untuk membantu orang dengan kebutuhan khusus yang mengalami kebutaan dalam mengidentifikasi dan menghindari rintangan di sekitar mereka. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengembangkan tongkat pintar yang lebih efektif dan berguna bagi pengguna.

Pada penelitian ini, terdapat penggunaan 3 buah sensor ultrasonik dan 1 buah sensor water level yang terhubung pada sebuah kontroler pertama yaitu Arduino Uno. Arduino Uno berperan sebagai pusat kontrol yang bertanggung jawab atas pengaturan dan pengiriman data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut. Dalam hal ini, Arduino Uno berfungsi sebagai otak sistem yang mengumpulkan informasi dari sensor-sensor dan mengambil keputusan berdasarkan data yang diterima.

Sensor ultrasonik (Pane & Kurniawan, 2019) yang digunakan pada penelitian ini memiliki kemampuan untuk mengukur jarak objek atau benda dari posisi sensor. Sensor ini menggunakan prinsip pantulan gelombang ultrasonik untuk menghitung waktu yang dibutuhkan gelombang ultrasonik kembali ke sensor setelah memantul pada suatu objek. Dengan informasi jarak yang diperoleh, sensor ultrasonik dapat mendeteksi adanya hambatan atau objek di sekitar pengguna tongkat pintar. Informasi jarak ini kemudian akan dikirim ke Arduino Uno untuk diproses lebih lanjut.

Selain sensor ultrasonik, terdapat juga penggunaan sensor water level (Ummul Khair, 2020) dalam penelitian ini. Sensor water level digunakan untuk mendeteksi tingkat air atau keberadaan genangan air di sekitar pengguna. Sensor ini menghasilkan sinyal yang berubah berdasarkan tingkat air yang terdeteksi. Ketika sensor water level mendeteksi keberadaan air, informasi tersebut akan dikirim ke Arduino Uno untuk diolah.

Dalam sistem ini, Arduino Uno (Kadir, 2013) berperan penting dalam mengontrol dan mengintegrasikan data dari sensor-sensor yang digunakan. Arduino Uno akan menerima data dari sensor ultrasonik yang mengukur jarak objek di sekitar pengguna, serta informasi dari sensor water level terkait keberadaan air. Setelah menerima data dari sensor-sensor, Arduino Uno akan melakukan pengolahan data dan mengambil keputusan berdasarkan kondisi yang terdeteksi.

Pengambilan keputusan dapat mencakup memberikan peringatan suara melalui modul MP3 dan speaker yang terhubung pada Arduino Uno. Peringatan suara ini dapat berupa instruksi untuk menghindari hambatan yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik, atau memberikan informasi tentang adanya genangan air yang terdeteksi oleh sensor water level.

NodeMCU (Ilham et al., 2020) merupakan kontroler kedua yang digunakan pada penelitian ini. NodeMCU berfungsi sebagai pusat kontrol tambahan yang bertanggung jawab atas pengaturan dan pengiriman data yang diperoleh dari sistem. NodeMCU dikonfigurasi untuk mengontrol modul GPS Ublox Neo-6m yang akan mengirimkan data lokasi pengguna kepada aplikasi Android yang digunakan oleh kerabat pengguna.

Modul GPS Ublox Neo-6m (Munari et al., 2020) berperan penting dalam penelitian ini. Modul ini dirancang khusus untuk mengetahui lokasi geografis pengguna dengan akurasi tinggi. Ketika modul GPS menerima sinyal satelit, ia dapat memproses sinyal tersebut untuk menghitung posisi koordinat yang tepat. Informasi lokasi ini kemudian akan dikirimkan melalui NodeMCU untuk diteruskan ke aplikasi Android yang digunakan oleh kerabat pengguna.

Penggunaan modul GPS dalam sistem tongkat pintar ini memiliki tujuan yang sangat penting, terutama untuk para penyandang tunanetra. Dengan mengetahui lokasi pengguna secara akurat, aplikasi Android yang digunakan oleh

kerabat pengguna dapat menampilkan informasi lokasi secara real-time. Hal ini memungkinkan kerabat pengguna untuk memantau posisi pengguna tongkat pintar dan memberikan bantuan jika diperlukan.

Dengan menggunakan controller NodeMCU dan modul GPS Ublox Neo-6m, penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sebuah sistem tongkat pintar yang tidak hanya memberikan peringatan suara terkait dengan hambatan dan kondisi permukaan yang berbahaya, tetapi juga memberikan informasi lokasi yang akurat kepada kerabat pengguna melalui aplikasi Android. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan mobilitas tunanetra, serta memungkinkan kerabat pengguna untuk memberikan bantuan dan pengawasan yang lebih efektif. Berikut ini beberapa contoh penelitian yang terkait dengan penelitian ini:

Tabel 1. Rangkuman Penelitian Terkait

Penelitian 1			
Judul	Implementation of Smart Stick for Obstacle Detection and Navigation	Nama Jurnal	<i>International Journal of Latest Research in Engineering and Technology (IJLRET)</i> www.ijlret.com ISSN: 2454-5031
Peneliti	Pai P dan Srinath R		
Tahun	2016 (Pai & Srinath, 2016)		
Institusi	Information Science and Engineering, NIE Mysuru, India		
Kesimpulan	<p>Penelitian ini menyajikan penerapan tongkat pintar yang membantu orang tunanetra untuknya tujuan aman dan selamat. Kami menggunakan berbagai sensor untuk mendeteksi rintangan di depan dan memperingatkan orang tunanetra tentang hambatan melalui suara bip. Intensitas bunyi bip meningkat saat orang tersebut mendekati rintangan yang membantunya untuk bergerak ke samping rintangan. Kami memanfaatkan modul GPS dan GSM/GPRS modul, dimana modul GPS membantu untuk melacak orang tunanetra menggunakan data yang dikumpulkan olehnya. Dalam kasus berbahaya keadaan orang yang nomor teleponnya telah disimpan diberi tahu bahwa orang tunanetra itu berisiko, bersama dengan lokasi penyandang tunanetra saat ini. Tongkat pintar juga memudahkan penyandang tunanetra untuk menelepon saat-saat darurat. Semua fitur ini bermanfaat dalam membantu membuat orang tunanetra menjadi mandiri.</p>		
Penelitian 2			
Judul	Perancangan Alat Bantu Untuk Penderita Tunanetra Dengan Sensor Ultrasonik Menggunakan Logika Fuzzy	Nama Jurnal	e-Proceeding of Engineering Vol. 4 No. 2, Hal 1497-1504 ISSN 2355-9365
Peneliti	Muhammad Jundi Arrofi, Mohammad Ramdani dan Estananto		
Tahun	2017 (Arrofi et al., 2017)		
Institusi	Universitas Telkom		
Kesimpulan	<p>a. Alat yang telah dibuat mampu untuk mendeteksi halangan dari tiga arah yang berbeda (depan, serong kanan dan serong kiri) dengan bantuan buzzer dan motor DC, mampu mendeteksi jarak dengan jangkauan hingga 1,8 meter dan memberikan respon berupa getaran yang intensitasnya semakin meningkat apabila jarak objek ke pengguna semakin dekat. Getaran dengan intensitas berbeda-beda ini diakibatkan karena implementasi logika Fuzzy yang mengatur kuat lemahnya putaran dari motor DC.</p> <p>b. Alat ini juga mampu bertahan selama 3.5 jam pemakaian terus-menerus jika menggunakan baterai 9v. Sensor ultrasonik yang digunakan memiliki rata-rata presentase eror sebesar 6,22%, dengan presentase eror maksimum sebesar 10,9%. Semakin jauh jarak sensor maka nilai eror akan menjadi semakin besar.</p>		

	c. Setelah diuji cobakan ke penderita tunanetra, respon terhadap alat ini memiliki tingkat kenyamanan 80%, kepuasan dengan berat alat 80%, pemahaman konsep kerja alat 80%, kemudahan pemakaian 40% dan tingkat kegunaan alat jika diaplikasikan 100%. Terkait dengan model sistem yang digunakan, terutama bagian wadah sensor, menurut penderita tunanetra kurang efektif (40%) dan terlalu lebar, sehingga sedikit mengganggu saat berjalan menggunakan alat ini.		
Penelitian 3			
Judul	SMART BLIND STICK FOR DETECTION AND AVOIDANCE OF OBSTACLE	Nama Jurnal	INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIONS IN ENGINEERING RESEARCH AND TECHNOLOGY [IJIERT] ISSN: 2394-3696
Peneliti	Amith S Bharadwaj		
Tahun	2021 (Bharadwaj & Rajkumar Assistant Professor, 2021)		
Institusi	Sakha Global, Bangalore, India		
Kesimpulan	<p>Penelitian ini dirancang untuk membuat sistem menggunakan sensor ultrasonik dan memberikan perintah suara melalui headphone untuk orang tunanetra. Ini akan membantu orang tunanetra menavigasi melalui tempat umum mandiri. Sistem yang diusulkan mencoba untuk menghilangkan kesalahan pada sistem sebelumnya. Hal ini bertujuan untuk memecahkan masalah yang dihadapi oleh penyandang tunanetra dalam kehidupan sehari-hari. Sistem juga mengambil langkah-langkah untuk memastikan keamanan mereka. Desain Smart Blind Stick menggunakan sensor ultrasonik dan dengan keluaran suara sangat bermanfaat bagi tunanetra orang ketika datang ke mobilitas independen. Keuntungan dari sistem ini terletak pada kenyataan bahwa ia dapat membuktikan menjadi solusi yang sangat murah untuk jutaan orang buta di seluruh dunia. Konversi Text-to-Speech digunakan untuk memberikan perintah suara sebagai output. Orang buta dapat dengan mudah menavigasi dari satu tempat ke tempat lain seperti kita menyediakan pesan suara.</p>		
Penelitian 4			
Judul	Tongkat Tunanetra Pintar Menggunakan Arduino	Nama Jurnal	Jurnal Teknik Informatika Vol. 7 No. 1, Hal. 1-10 e-ISSN: 2541-6375 p-ISSN: 2338-1477
Peneliti	Akik Hidayat dan Dede Supriadi		
Tahun	2019 (Hidayat & Supriadi, 2019)		
Institusi	Universitas Padjadjaran		
Kesimpulan	<p>a. Sensor ultrasonik mendeteksi adanya benda/tembok didepan. b. Arduino uno yang digunakan sebagai pengendali utama dapat perintah yang diberikan. c. Buzzer menjadi output ketika sensor ultrasonik mendeteksi benda/tembok sehingga menghasilkan peringatan suara. d. Dapat membantu bagi penyandang tunanetra.</p>		
Penelitian 5			
Judul	Smart Stick For the Blind Using Arduino	Nama Jurnal	International Conference on Science and Technology 2019 doi:10.1088/1742-6596/1569/3/032088
Peneliti	A S Romadhon dan A K Husein		

Tahun	2019 (Romadhon & Husein, 2020)		
Institusi	University of Trunojoyo Madura		
Kesimpulan	<ul style="list-style-type: none"> a. Proses pendeteksian objek menggunakan sensor ultrasonik berjalan dengan baik dan stabil dengan memiliki dua kondisi jarak, 1-90 cm dan 90-180 cm. b. Jarak maksimal pendeteksian objek pada smart stick mencapai 200cm. c. Proses penyambungan modul GPS neo6m ke satelit membutuhkan waktu yang cukup lama sekitar 5 menit, terutama jika modul GPS berada di ruang terbatas. d. Modul SIM800l harus memonitor tegangan yang digunakan, pada smart stick ini menggunakan arduino 5v tegangan. kurang dari tegangan yang ditentukan, proses penangkapan sinyal GSM oleh SIM800l akan dilakukan hilang sinyal (tidak ada sinyal). e. Penggunaan modul amplifier pada rangkaian DFplayer dapat meminimalisir IC yang terbakar pada Modul DFplayer selama penggunaan jangka panjang. f. Sensor detak jantung kurang stabil. Hal ini disebabkan oleh prinsip kerja denyut jantung sensor menggunakan cahaya, dengan kata lain sensor peka terhadap perubahan intensitas cahaya diterimanya, sehingga mempengaruhi pendeteksian sensor. g. Waktu pengiriman SMS sekitar 6-10 detik setelah menekan tombol Emergency. 		
Penelitian 6			
Judul	Rancang Bangun Piranti Penuntun Tongkat Pintar Untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Mikrokontroler Arduino	Nama Jurnal	Jurnal Humanis Vol. 1 No. 2, Hal. 774-785 ISSN 2746-4482 (online) ISSN 2746-2250 (print)
Peneliti	Pandu Panacara, Masbach Siregar dan Taswanda Taryo		
Tahun	2021 (Panacara et al., 2021)		
Institusi	Universitas Pamulang		
Kesimpulan	<ul style="list-style-type: none"> a. Hasil penelitian mampu membuat penyandang tunanetra lebih mandiri dengan adanya tongkat pintar tersebut. b. Penelitian ini telah menghasilkan tongkat tunanetra dengan menggunakan sensor untuk membantu mobilitas tunanetra yang mampu mendeteksi objek pada lebar sudut sebesar 40° dan jarak >0 cm dan <60 cm untuk akurasi terbaik. c. Alat berhasil mengeluarkan informasi berupa suara dan sistem pengereman otomatis sesuai kondisi pembacaan sensor ultrasonik. d. Alat berhasil mengeluarkan informasi berupa suara manusia yang direkam di DFPlayer Mini sesuai kondisi pembacaan sensor ultrasonik. e. Alat ini terdapat sensor yang bisa mendeteksi halangan dari sisi depan, bawah, kanan dan kiri yang disertai dua buah roda pada ujung tongkat sehingga membantu tunanetra dalam menggunakan tongkat tersebut secara efektif dan efisien. f. Dari hasil pengujian keseluruhan sistem, dapat disimpulkan bahwa tongkat dapat berjalan secara optimal sesuai dengan diagram blok yang telah disusun oleh penulis. 		

Penelitian ini berkaitan erat dengan beberapa penelitian lain yang telah dilakukan dalam bidang teknologi untuk membantu penyandang tunanetra. Table diatas menjelaskan penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini.

III. METODE

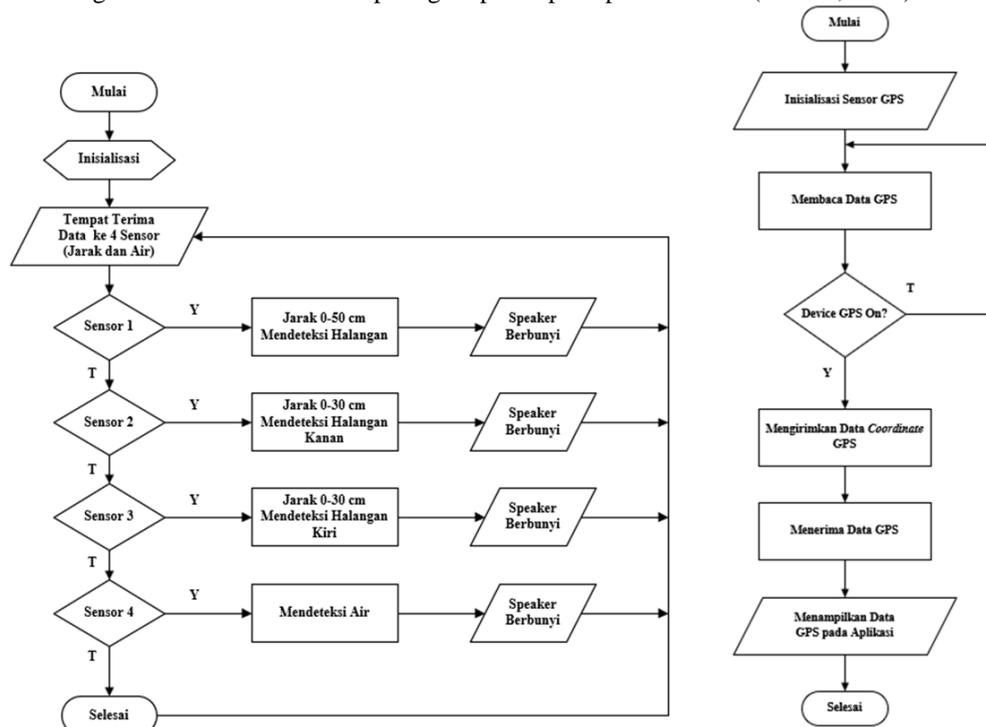
Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D). Research and Development (R&D) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono & Sofia Yustiyani Suryandari, 2016). Berikut adalah tahapan dalam proses R&D yang digunakan dalam penelitian ini.

Tahap mengidentifikasi kebutuhan dan masalah yang dihadapi oleh pengguna dalam penggunaan tongkat. Pada tahap ini peneliti melakukan identifikasi kebutuhan dan masalah yang dihadapi oleh pengguna dalam penggunaan alat bantu jalan bagi penyandang tunanetra. Identifikasi ini dilakukan melalui studi literature, wawancara dan observasi langsung terhadap penyandang tunanetra. Perkiraan kebutuhan pengguna yang sudah didapat dari 18 narasumber dapat dilihat pada table 1. Target narasumber pada penelitian ini 20-30 narasumber.

Tabel 2. Rangkuman Kebutuhan Pengguna

No	Kebutuhan Pengguna
1	Alat yang mudah dibawa
2	Dapat mendeteksi halangan yang berada di sekitar tunanetra
3	Dapat mendeteksi air
4	Dapat mengetahui lokasi keberadaan tunanetra bagi keluarga atau kerabat tunanetra
5	Dilengkapi dengan baterai sehingga dapat dicharger
6	Dapat digunakan saat hujan
7	Dapat mengeluarkan suara

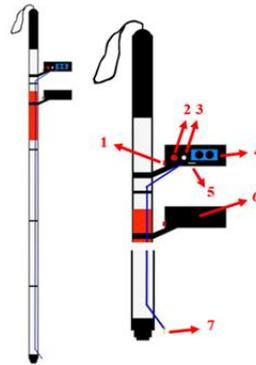
Pada tahap perumusan konsep, dilakukan pengembangan ide-ide baru untuk mengatasi masalah dan memenuhi kebutuhan pengguna. Konsep tersebut kemudian diuji kelayakannya dan dilakukan evaluasi. Pada tahap ini, dilakukan pengembangan ide-ide baru untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Ide baru pada penelitian ini adalah membuat alat bantu penyandang tunanetra berupa tongkat pintar yang menggunakan GPS (Ublox Neo-6m) (Munari et al., 2020). Berikut gambaran flowchart konsep tongkat pintar pada penelitian ini (Pratiwi, 2020):



Gambar 1. Flowchart Sensor Ultrasonik, Water Level Sensor dan Sensor GPS

Pada tahap desain produk, perlu dilakukan perancangan produk berdasarkan konsep yang telah dirumuskan pada tahap sebelumnya. Desain produk harus memenuhi persyaratan teknis dan fungsional yang diperlukan agar produk dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Selain itu, desain produk juga harus memperhatikan aspek ergonomi, estetika, dan faktor kenyamanan bagi pengguna. Dalam tahap ini, dilakukan

pembuatan desain prototipe produk yang akan diuji coba. Berikut ini desain tongkat pintar yang akan dirancang pada penelitian ini.

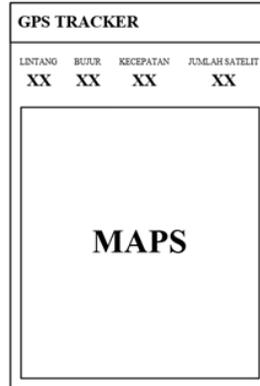


Gambar 2. Perancangan Tongkat Pintar

Keterangan:

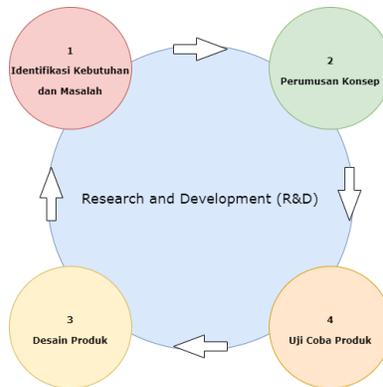
1. Saklar On/Off.
2. Potensiometer untuk volume earphone.
3. Port Jack Audio.
4. Sensor Ultrasonik (depan, kiri dan kanan).
5. Port Charge.
6. GPS (Ublox Neo-6m).
7. Sensor Air.

Desain tampilan layar pada aplikasi Android dirancang dengan tujuan memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami kepada kerabat pengguna tongkat pintar. Tampilan layar aplikasi Android ini didesain dengan menggunakan prinsip-prinsip tata letak yang baik dan elemen-elemen yang intuitif agar mudah digunakan oleh pengguna. Berikut ini adalah deskripsi rinci mengenai desain tampilan layar yang ditampilkan pada aplikasi Android yang terkait dengan penelitian ini:



Gambar 3. Rancangan Layar Aplikasi

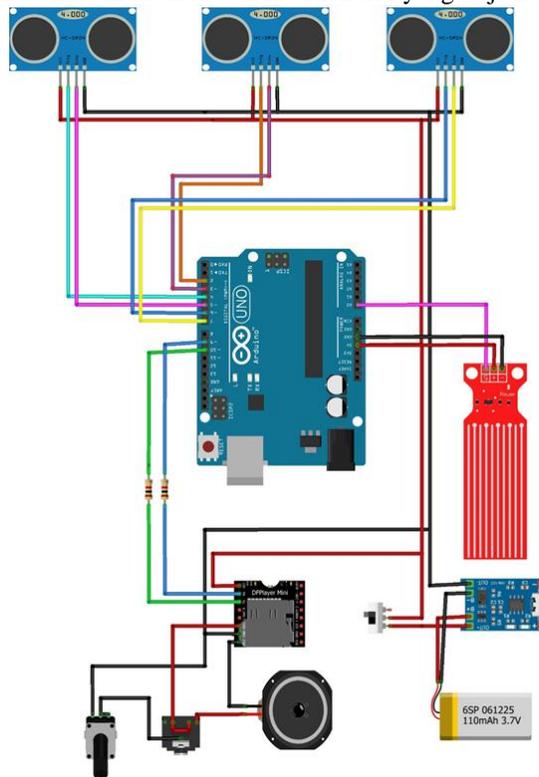
Pada tahap pengujian produk dilakukan untuk mengetahui kinerja produk, keandalan, dan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna. Uji coba produk dilakukan secara bertahap dan terstruktur, mulai dari uji coba internal hingga uji coba eksternal dengan pengguna. Pada penelitian ini menggunakan metode BlackboxTesting untuk proses pengujian alat. Pengujian adalah satu set aktifitas yang direncanakan dan sistematis untuk menguji atau mengevaluasi kebenaran yang diinginkan. Pengujian perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program untuk mengetahui apakah fungsi, masukan dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Pengujian pada sistem menggunakan metode Black Box, tujuannya mengetahui kelemahan dari sistem agar data yang dihasilkan sesuai dengan data yang dimasukkan setelah data dieksekusi dan menghindari kekurangan dan kesalahan pada aplikasi sebelum digunakan oleh user (Hanifah et al., 2016).



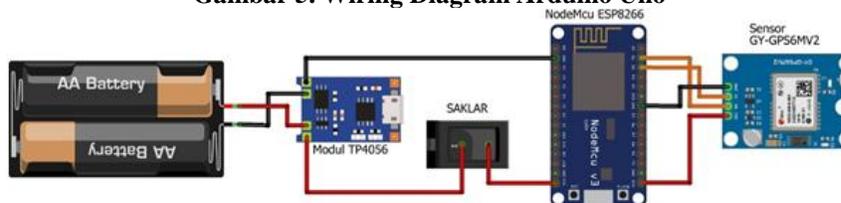
Gambar 4. Research and Development (R&D)

IV. HASIL

Wiring diagram atau diagram koneksi merupakan komponen penting dalam perakitan tongkat pintar pada penelitian ini. Diagram ini menyajikan tata letak koneksi dan hubungan antara berbagai komponen elektronik yang terlibat dalam alat bantu jalan untuk tunanetra. Keberadaan wiring diagram ini diharapkan dapat mempermudah pembaca untuk memahami dengan lebih baik struktur dan interkoneksi yang terjadi dalam perangkat ini.



Gambar 5. Wiring Diagram Arduino Uno



Gambar 6. Wiring Diagram NodeMCU

Dalam wiring diagram ini, setiap komponen seperti sensor ultrasonik, sensor water level, modul GPS, modul MP3, speaker, Arduino Uno, dan NodeMCU ditunjukkan secara visual dengan simbol-simbol yang terstandarisasi.

Koneksi antar komponen juga dijelaskan dengan menggunakan garis dan tanda-tanda yang memperlihatkan arah aliran sinyal atau daya.

Dengan adanya wiring diagram ini, pembaca dapat melihat dengan jelas bagaimana setiap komponen saling terhubung dan bagaimana informasi atau data mengalir dari satu komponen ke komponen lainnya. Misalnya, pembaca dapat melihat bagaimana sensor ultrasonik terhubung ke Arduino Uno untuk mengukur jarak objek, atau bagaimana NodeMCU menghubungkan modul GPS untuk mengirimkan data lokasi ke aplikasi Android.

Selain itu, wiring diagram ini juga memberikan gambaran tentang pengaturan kabel dan konektor yang digunakan dalam perakitan alat. Hal ini akan membantu dalam memastikan bahwa setiap koneksi fisik telah dibuat dengan benar, sehingga alat dapat berfungsi dengan baik dan tidak terjadi kesalahan dalam perakitan.

Tabel 3. Keterangan Wiring Diagram

Keterangan	
Pin pada komponen	Connect to
GND Ultrasonik	Pin GND Arduino
VCC Ultrasonik	Pin 5V Arduino
Trig Ultrasonik	Pin 2, 4, 6 Arduino
Echo Ultrasonik	Pin 3, 5, 7 Arduino
(-) <i>Water Level</i>	Pin GND Arduino
(+) <i>Water Level</i>	Pin 5V Arduino
<i>S (signal) Water Level</i>	Pin A0 Arduino
GND DFPlayer Mini	Pin GND Arduino
VCC DFPlayer Mini	Pin 5V Arduino
RX DFPlayer Mini	Pin 9 Arduino
TX DFPlayer Mini	Pin 10 Arduino
SPK1 DFPlayer Mini	pin Port Jack Audio
SPK2 DFPlayer Mini	pin Speaker
Out- Modul <i>Charger</i>	Pin GND Arduino
Out+ Modul <i>Charger</i>	Pin Saklar On/Off
B- Modul <i>Charger</i>	Pin (-) Baterai
B+ Modul <i>Charger</i>	Pin (+) Baterai
GND Modul GPS	Pin GND NodeMCU
VCC Modul GPS	Pin 3V3 NodeMCU
TX Modul GPS	Pin D2 NodeMCU
RX Modul GPS	Pin D1 NodeMCU

Dengan demikian, kehadiran wiring diagram ini dalam penelitian tongkat pintar ini merupakan langkah penting dalam memastikan transparansi dan pemahaman yang jelas terkait perakitan alat bantu jalan untuk tunanetra.

Pengujian sensor Ultrasonik HC-SR04 yakni sensor yang mampu mengukur jarak dari 2 cm hingga 400 cm. Sensor ini menerima tegangan masukan 1v hingga 5v. Output dari sensor ultrasonic berupa data analog yang diproses oleh mikrokontroler menjadi nilai jarak sebenarnya.

Tabel 4. Keterangan Wiring Diagram

Sensor Ultrasonik HC-SR04				
No	Pengujian Ultrasonik	Pengukuran Jarak Sebenarnya (cm)	Pengukuran Jarak Sensor Ultrasonik (cm)	Error (%)
1	Depan	0	0	0
2	Depan	6	6	0
3	Depan	24	23	4.3
4	Depan	29	30	3.3
5	Samping Kanan	12	12	0
6	Samping Kanan	25	24	4
7	Samping Kanan	30	30	0
8	Samping	6	6	0

	Kiri			
9	Samping Kiri	18	18	0
10	Samping Kiri	27	28	3.5
Rata-Rata <i>Error</i> (%)				1.51 %

Hasil ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 dapat memberikan estimasi yang akurat dalam mengukur jarak objek di sekitarnya, dengan kesalahan yang relatif kecil. Namun, perlu diingat bahwa pengukuran akurasi sensor ultrasonik dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan kondisi pengujian, seperti refleksi suara, permukaan objek yang diukur, dan kebisingan sekitar.

Dalam konteks penelitian tongkat pintar ini, water level sensor digunakan untuk mendeteksi tingkat air sebagai halangan dalam perjalanan pengguna tunanetra. Ketika tingkat air melebihi batas yang ditentukan, sensor akan memberikan sinyal atau peringatan ke alat bantu jalan, sehingga pengguna dapat menghindari area yang tergenang air dan memastikan keamanan mereka. Hal ini membantu meningkatkan kualitas hidup pengguna tunanetra dengan memberikan informasi yang diperlukan untuk menghindari bahaya atau hambatan dalam mobilitas mereka.

Tabel 5. Pendeteksian Air

Pengujian	Ketinggian air	Pembacaan Sensor	Kesimpulan
1	0,5 cm	Terdeteksi	Bagus
2	1 cm	Terdeteksi	Bagus
3	1,5 cm	Terdeteksi	Bagus
4	2,5 cm	Terdeteksi	Bagus
5	3 cm	Terdeteksi	Bagus
6	3,5 cm	Terdeteksi	Bagus
7	4 cm	Terdeteksi	Bagus

Modul GPS dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk navigasi mobil, pemetaan, pelacakan perangkat, sistem penelusuran, dan banyak lagi. Dalam konteks penelitian tongkat pintar ini, modul GPS digunakan sebagai komponen penting dalam alat bantu jalan untuk tunanetra. Modul GPS akan memantau dan mengirimkan data lokasi pengguna kepada aplikasi Android yang terhubung, sehingga kerabat atau pihak terkait dapat memantau lokasi pengguna dengan akurasi tinggi.

Tabel 6. Pengujian GPS

Kondisi Alat	GPS	Titik Kordinat	Aplikasi Android
Mati, Dalam Ruang, Hujan	Tidak Terdeteksi	-	Tidak Terdeteksi
Mati, Dalam Ruang, Tidak Hujan	Tidak Terdeteksi	-	Tidak Terdeteksi
Mati, Luar Ruang, Hujan	Tidak Terdeteksi	-	Tidak Terdeteksi
Mati, Luar Ruang, Tidak Hujan	Tidak Terdeteksi	-	Tidak Terdeteksi
Hidup, Dalam Ruang, Hujan	Terdeteksi	-6.186990269593779, 106.62661192100092	Terdeteksi
Hidup, Dalam Ruang, Tidak Hujan	Terdeteksi	-6.186990269593779, 106.62661192100092	Terdeteksi
Hidup, Luar Ruang, Hujan	Terdeteksi	-6.186990269593779, 106.62661192100092	Terdeteksi
Hidup, Luar Ruang, Tidak Hujan	Terdeteksi	-6.186990269593779, 106.62661192100092	Terdeteksi

Hal ini menunjukkan bahwa modul GPS yang digunakan dalam penelitian ini dapat berfungsi dengan baik dalam kondisi hidup dan berada di luar ruangan maupun dalam ruangan, baik hujan maupun tidak hujan. Modul GPS dapat memberikan data lokasi yang akurat kepada aplikasi Android yang terhubung, sehingga memungkinkan kerabat pengguna untuk memantau lokasi pengguna dengan lebih baik dan memberikan bantuan yang tepat jika diperlukan.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini mengenai perancangan tongkat pintar sebagai alat bantu jalan untuk meningkatkan kualitas hidup tunanetra telah memberikan kontribusi yang signifikan dalam menghadirkan solusi teknologi yang dapat memperbaiki mobilitas dan keselamatan pengguna tunanetra. Dengan menggabungkan sensor ultrasonik, sensor water level, modul GPS, modul MP3, dan speaker, tongkat pintar ini mampu memberikan informasi yang lebih lengkap dan peringatan yang efektif kepada pengguna dan kerabat pengguna.

Keseluruhan penelitian ini memberikan kontribusi yang positif dalam meningkatkan kualitas hidup tunanetra. Tongkat pintar yang dirancang dengan menggunakan sensor ultrasonik, sensor water level, modul GPS, modul MP3, dan speaker dapat memberikan informasi yang lebih lengkap dan peringatan yang efektif kepada pengguna. Namun, penelitian ini masih memerlukan pengembangan lebih lanjut untuk memastikan kinerja yang lebih baik dan dapat diimplementasikan secara luas dalam kehidupan sehari-hari para pengguna tunanetra.

Berikut adalah beberapa saran penelitian untuk pengembangan lebih lanjut terkait perancangan tongkat pintar sebagai alat bantu jalan untuk meningkatkan kualitas hidup tunanetra:

1. Perancangan tongkat didesain dengan tahan air, maka dari itu dapat meminimalkan kerusakan komponen dan dapat digunakan ketika turun hujan deras.
2. Penggunaan kamera akan lebih efektif dengan pendeteksian terhadap objek.
3. Integrasi Teknologi Pengenalan Suara: Mengembangkan kemampuan pengenalan suara pada tongkat pintar, sehingga pengguna dapat mendapatkan informasi lebih rinci tentang objek atau lingkungan sekitarnya. Teknologi pengenalan suara dapat membantu pengguna dalam mengidentifikasi objek atau mengenali petunjuk suara yang diberikan.
4. Pemanjangan dan pemendekan tongkat pada penelitian ini masih secara manual, namun diharapkan dapat dikembangkan secara otomatis untuk memudahkan bagi pengguna.
5. Penelitian Mengenai Dampak Sosial dan Psikologis: Melakukan penelitian yang lebih mendalam mengenai dampak sosial dan psikologis penggunaan tongkat pintar pada kualitas hidup dan kemandirian pengguna tunanetra. Memahami dampak positif yang dihasilkan oleh teknologi ini dapat membantu memperkuat argumentasi untuk adopsi dan dukungan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Arrofi, M. J., Ramdani, M., & Estananto, E. (2017). Perancangan Alat Bantu Untuk Penderita Tunanetra Dengan Sensor Ultrasonik Aiding Tool Design For Blind People Using Ultrasonik Sensors. *EProceedings of Engineering*, 4(2).
<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/273>
- Bharadwaj, A. S., & Rajkumar Assistant Professor, R. (2021). SMART BLIND STICK FOR DETECTION AND AVOIDANCE OF OBSTACLE. *NOVATEUR PUBLICATIONS INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIONS IN ENGINEERING RESEARCH AND TECHNOLOGY*, 8, 2394–3696.
- Hanifah, U., Alit, R., & Sugiarto, S. (2016). PENGGUNAAN METODE BLACK BOX PADA PENGUJIAN SISTEM INFORMASI SURAT KELUAR MASUK. *Scan : Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 11(2), 33–40. <https://doi.org/10.33005/SCAN.V11I2.643>
- Hidayat, A., & Supriadi, D. (2019). TONGKAT TUNANETRA PINTAR MENGGUNAKAN ARDUINO. *JURNAL TEKNIK INFORMATIKA (JUTEKIN)*, 7(1). <https://doi.org/10.51530/JUTEKIN.V7I1.385>
- Ilham, D. N., Hardisal, & Candra, R. A. (2020). *Monitoring dan Stimulasi Detak Jantung dengan Murottal Al-Qur'an Berbasis Internet of Things (IOT)* (D. E. Restiani (ed.)). CV Jejak, anggota IKAPI.
- Kadir, A. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Andi.
- Minsih. (2020). *Pendidikan Inklusif Sekolah Dasar: Merangkul Perbedaan dalam Kebersamaan* (Rininta (ed.)). Muhammadiyah University Press.
- Munari, A. S., Setyawan, M. Y. H., & Fauzan, M. N. (2020). *Panduan Lengkap Algoritma Haversine Formula Pada Sistem Monitoring Mahasiswa Internship Berbasis GPS* (R. M. Awangga (ed.)). Kreatif Industri Nusantara.
- Pai, P. G., & Srinath, R. (2016). Implementation of Smart Stick for Obstacle Detection and Navigation. *International Journal of Latest Research in Engineering and Technology (IJLRET) Www.Ijlret.Com* //, 02, 45–50. www.ijlret.com
- Panacara, P., Siregar, M., & Taryo, T. (2021). Rancang Bangun Piranti Penuntun Tongkat Pintar Untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Mikrokontroler Arduino. *HUMANIS (Humanities, Management and Science Proceedings)*, 1(2). <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/SNH/article/view/11853>
- Pane, S. F., & Kurniawan, A. F. (2019). *Panduan Pembuatan Smart Conveyor*. Kreatif Industri Nusantara.

- Pratiwi, E. L. (2020). Konsep Dasar Algoritma Dan Pemrograman Dengan Bahasa Java. Poliban Press. In *Poliban Press*. Banjarmasin: Poliban Press.
- Romadhon, A. S., & Husein, A. K. (2020). Smart Stick for the Blind Using Arduino. *Journal of Physics: Conference Series*, 1569(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/3/032088>
- Sugiyono, & Sofia Yustiyani Suryandari. (2016). Metode Penelitian dan Pengembangan: (research and development/R&D). In *Bandung: Alfabeta* (p. 712). Bandung: Alfabeta.
- Syaifurrahman, F. (2020). *RANCANG BANGUN TONGKAT PINTAR SEBAGAI ALAT BANTU PARA PENYANDANG TUNANETRA DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO*. 1.
- Ummul Khair. (2020). Alat Pendeteksi Ketinggian Air Dan Keran Otomatis Menggunakan Water Level Sensor Berbasis Arduino Uno. *Wahana Inovasi : Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat UISU*, 9(1), 9–15.