

PERANCANGAN TONGKAT CERDAS SEBAGAI ALAT BANTU MOBILITAS PENYANDANG TUNANETRA BERBASIS *INTERNET of THINGS* (IoT)

Jihan Aulia¹, Annisa Azzahra², Berman P Panjaitan³

Teknik Elektronika^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

jihanaulia@students.polmed.ac.id¹, annisaazzahra@students.polmed.ac.id²,

bermanpanjaitan@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Permasalahan utama yang dihadapi oleh penyandang tunanetra berkaitan dengan mobilitas mereka. Rasa tidak aman dalam mobilitas dan tidak nyaman karena kebergantungannya yang sangat besar pada orang lain merupakan dua di antaranya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, produk inovatif ini – tongkat cerdas berbasis IoT - dirancang. Tongkat cerdas ini dirancang dapat mendeteksi halangan dan mendeteksi genangan air. Tongkat ini juga dilengkapi dengan fungsi deteksi titik koordinat pengguna sehingga dapat senantiasa terkoneksi keberadaannya dengan keluaraganya. Salah satunya adalah penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 yang terhubung dengan *platform* ESP 32. Alat ini juga dirancang dengan menggunakan sensor air / *Water Level Sensor* sebagai alat bantu untuk mendeteksi keberadaan genangan air disekitar pengguna.

Kata Kunci : Sensor Ultrasonik HC-SR04, Sensor Water Level, ESP32, IoT, Tongkat Cerdas

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kondisi kebutaan, yang disebut juga tunanetra, memiliki dampak besar terhadap kualitas hidup seseorang. Menurut data resmi dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) pada tahun 2009, diperkirakan ada sekitar 314 juta orang tunanetra di seluruh dunia, dengan 87% di antaranya tinggal di negara-negara berkembang. Jumlah tunanetra di Indonesia diperkirakan 1,5 % dari jumlah penduduk (Khoiroh, 2002). Dari jumlah tersebut, sebagian besar adalah tunanetra atau orang yang mengalami kebutaan total. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia juga mencatat bahwa kebutaan merupakan salah satu masalah kesehatan yang signifikan di Indonesia, dengan jumlah kasus yang cukup tinggi di beberapa wilayah. Meskipun angka pastinya bisa berubah dari waktu ke waktu karena faktor demografi dan kemajuan dalam pengobatan, namun kebutaan tetap menjadi masalah yang serius yang membutuhkan perhatian khusus dalam upaya penanganannya di Indonesia.

WHO juga menekankan bahwa tunanetra bukan hanya masalah kesehatan, tetapi juga menjadi tantangan sosial dan ekonomi yang serius di seluruh dunia (WHO, 2022). Secara spesifik, Pasal 9 UU Pengesahan CRPD atau No. 9 Tahun 2011 menjamin bahwa penyandang disabilitas atau mereka yang memiliki disabilitas fisik, mental, intelektual atau sensorik berhak untuk mendapatkan pemenuhan hak aksesibilitas. Hak ini sangat penting dalam rangka menjamin kemandirian dan partisipasi penyandang disabilitas dalam semua aspek kehidupan (Muhammad, 2014).

Imbas dari keterbatasan penglihatan tersebut tentunya sangat besar karena banyak sekali informasi yang diperoleh manusia bersumber dari stimulus visual. Berbagai hambatan yang timbul akibat gangguan pada penglihatan meliputi kesulitan orientasi dan mobilitas, sukar melihat objek yang ada di hadapan individu hingga ketidakmampuan membaca dan menulis, hambatan dalam melakukan interaksi sosial, hingga melaksanakan kegiatan sehari-hari. Selain itu, kondisi sarana dan prasarana yang terbatas sering kali menyulitkan penyandang tunanetra untuk bepergian secara mandiri ke berbagai tempat, seperti banyaknya gorong-gorong yang terbuka di pinggir trotoar, pedagang kaki lima yang sering menggunakan bahu jalan sebagai tempat berjualan, dan sebagainya. Dalam interaksi sosial pun, penyandang tunanetra sering kali mengalami kesulitan untuk memahami dan menyesuaikan diri dengan ekspresi non verbal. Ditambah pula oleh perasaan rendah diri karena keterbatasan fisik, serta stigma

negatif yang melekat pada dirinya, penyandang tunanetra berpotensi mempunyai masalah dalam membina hubungan sosial dengan masyarakat di sekitarnya. Sementara itu, penyandang tunanetra yang berada pada tahapan perkembangan dewasa muda dituntut untuk memenuhi tugas perkembangan yang ada. Di sisi lain, mereka menghadapi tantangan yang besar dalam melaksanakan tugas perkembangannya tersebut (Brebahama & Listyandini, 2016).

Untuk mengantisipasi akan permasalahan tersebut maka peneliti bermaksud merancang sebuah sistem yang dituangkan ke dalam sebuah judul yaitu “Perancangan Tongkat Cerdas Sebagai Alat Bantu Mobilitas Penyandang Tunanetra Berbasis *Internet of Things* (IoT)”.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, adapun rumusan masalah yang di angkat sebagai berikut:
Bagaimana merancang dan membuat tongkat cerdas sebagai alat bantu mobilitas penyandang tunanetra berbasis *Internet of Things* (IoT)?.

Tujuan Penelitian

Pada bagian ini juga perlu dijelaskan tujuan penelitian secara ringkas dan target luaran yang ingin dicapai.

1. Mampu merancang tongkat cerdas sebagai alat bantu mobilitas penyandang tunanetra berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Mampu mengetahui cara kerja dari rancangan tongkat cerdas sebagai alat bantu mobilitas penyandang tunanetra berbasis *Internet of Things* (IoT).
3. Mampu merancang tongkat cerdas sebagai alat bantu mobilitas penyandang tunanetra berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat mengirimkan titik koordinat lokasi penyandang tunanetra ke aplikasi messenger telegram dan dapat menghubungi pihak keluarga.

Penelitian Terdahulu

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Judul	Nama penelitian	Tahun	Metode
Tongkat Tunanetra Pintar Menggunakan Arduino	Akik Hidayat, Dede Supriadi	2019	Metode yang digunakan yaitu, sensor ultrasonik sebagai pendeteksi meraba benda atau halangan dengan jangkauan yang terbatas. Arduino uno sebagai papan mikrokontroler.
Implementasi Tongkat Cerdas sebagai Alat Navigasi bagi Penyandang Tuna Netra	Dolly Indra, Abdul Rachman Manga, Harlinda, Herman, Erick Irawadi Alwi, St. Hajrah Mansyur, Lilis Nurhayati, Purnawansyah, Ade Moehammad Fajrin	2019	Metode yang digunakan yaitu, menggunakan teknologi mikrokontoler berupa arduino, sensor ultrasonik, modul Mp3 dan micro DC. Sistem ini dibangun dari Arduino Uno R3 sebagai unit pemrosesnya.
TOKCER BANTALAN: Tongkat Cerdas Alat Bantu Jalan Penyandang Tunanetra Menggunakan Arduino Mega 2560 dengan Sensor Ultrasonic HC SR-04 dan Water Level	Ririn Solekha, Maimun Zaki, Laila Aida Fatimah, Rahmat Hidayat	2023	Metode yang digunakan yaitu, menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560 dilengkapi dengan sensor ultrasonik HC-SR 04 dapat mendeteksi jarak < 50 cm, sensor water level yang dapat mendeteksi genangan air dengan jarak berkisar ≤ 40 mm, dan dilengkapi dengan panel surya sebagai power input untuk dapat menjalankan alat tersebut..

Rancang Bangun Tongkat Tunanetra Cerdas Berbasis Arduino Dilengkapi Dengan Gps	Andy Lukman Affandy, Muhammad Nur Ilman M, Serdjion M. Saiye.	2023	Metode yang digunakan yaitu, menggunakan terdiri dari beberapa bagian yaitu arduino nano, sensor ultrasonik, Modul GSM, Modul GPS, Antena GPS, Speaker dan batrai.
--	---	------	--

Setelah melihat dan memahami isi dari penelitian terdahulu seperti penelitian yang dilakukan oleh (Hidayat & Supriadi, 2019) dimana penelitian yang dilakukan menggunakan arduino sebagai papan mikrokontroler. Selanjutnya, penelitian kedua yaitu dimana penelitian yang dilakukan adalah mendeteksi jarak menggunakan sensor ultrasonik dan Arduino Uno R3 sebagai unit prosesnya. Selanjutnya, penelitian ketiga yaitu dimana penelitian yang dilakukan adalah menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler dan panel surya sebagai power input. Selanjutnya, penelitian keempat yaitu dimana penelitian menggunakan Arduino Nano sebagai mikrokontroler.

Maka, penulis ingin melakukan perbedaan pada penelitian yang akan dirancang yaitu merancang tongkat cerdas menggunakan ESP 32 sebagai papan mikrokontroler dan unit prosesnya, kemudian menambahkan *Sensor Water Level* sebagai sensor pendeteksi genangan air, dan memiliki Sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor pendeteksi halangan dan dilengkapi GPS sebagai pelengkap yang mengirimkan titik koordinat penyandang tunanetra, sehingga alat yang dirancang penulis memiliki banyak fungsi dan menggabungkan semua fungsi komponen menjadi satu kesatuan.

TINJAUAN PUSTAKA

Tongkat

Tongkat adalah alat bantu tunanetra yang praktis dan murah kegunaan tongkat penting sekali yaitu agar tunanetra dapat berjalan mandiri, tanpa selalu minta tolong kepada orang lain. Umumnya tongkat tunanetra dibagi menjadi 2 macam, yaitu tongkat panjang dan tongkat lipat. Tongkat panjang adalah sebuah tongkat yang dibuat sesuai standar persyaratan. Tongkat lipat merupakan tongkat yang praktis, karena biasa di lipat apabila tidak digunakan (Hidayat & Supriadi, 2019).



Gambar 1. Tongkat

NodeMCU ESP 32

NodeMCU ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Perbedaan yang menjadi keunggulan mikrokontroler ESP32 dibanding dengan mikrokontroler yang lain, mulai dari pin out nya yang lebih banyak, pin analog lebih banyak, memori yang lebih besar, terdapat bluetooth 4.0 low energy serta tersedia WiFi yang memungkinkan untuk mengaplikasikan *Internet of Things* dengan mikokontroler ESP32 (Suriana et al., 2022).



Gambar 2. NodeMCU ESP 32

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara penghalang dan sensor. Jangkauan pengukurannya berkisar antara 2 cm sampai 400 cm. Sensor ini memiliki 4 pin yaitu VCC sebagai sumber tegangan positif sensor, pin Trigger yang digunakan untuk membangkitkan sinyal ultrasonik, pin Echo yang digunakan untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonic, dan pin Gnd sebagai sumber tegangan negatif sensor.

Sensor ultrasonik HR-SR04 memiliki 2 komponen utama yaitu *transmitter* dan *receiver*. Fungsi dari *ultrasonic transmitter* adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz kemudian *ultrasonic receiver* menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek (Missa et al., 2018).



Gambar 3. Sensor Ultrasonik HC-SR 04

Sensor Water Level

Sensor Water Level adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian suatu aliran berupa bahan *liquid* (cair). Fungsi level sensor pada dasarnya adalah memberikan informasi baik berupa data maupun sinyal karena adanya perubahan aliran dari material tersebut. Pengukuran ketinggian atau level ini bisa dilakukan terus menerus sesuai dengan perubahan ketinggian dari fluida maupun untuk mengukur ketinggian dari material pada titik tertentu baik itu pada level rendah, menengah maupun level puncak menggunakan *water level sensor*.



Gambar 4. *Sensor Water Level*

Buzzer

Buzzer adalah sebuah elektronika yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya cara kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, buzzer terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat.



Gambar 5. Buzzer

Battery 1,5 Volt

Baterai adalah alat yang digunakan untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik yang selanjutnya digunakan untuk mengoperasikan perangkat elektronik. Fungsi baterai adalah menghantarkan listrik ke suatu benda, sehingga benda yang dialiri arus listrik dapat menjalankan fungsinya dengan optimal. Dari proses tersebut, bisa dikatakan bahwa fungsi baterai sangat penting pada benda yang perlu dialiri listrik.



Gambar 6. Battery

GPS Module

Global Positioning System (GPS) merupakan sistem yang digunakan untuk menentukan posisi dan navigasi secara global. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Sistem GPS memiliki tiga segmen yaitu Satelit (*Space Segment*), pengendali (*Control Segment*), dan penerima atau pengguna (*User Segment*) (Maldini, 2022).



Gambar 7. GPS Module

Telegram

Telegram adalah sebuah aplikasi layanan pengirim pesan instan multiplatform berbasis awan yang bersifat gratis dan nirlaba. Telegram memiliki berbagai keunggulan dari aplikasi sejenisnya diantaranya, Telegram adalah aplikasi gratis dan akan terus gratis (tidak akan pernah ada iklan atau biaya untuk selamanya), Telegram mengirim pesan lebih cepat karna berbasis cloud, Telegram lebih ringan ketika dijalankan, ukuran aplikasi lebih kecil Telegram versi v3.31 untuk android yang dikeluarkan pada 25 November 2015 memiliki ukuran 16.00MB (16,775,108 bytes), Telegram dapat diakses dari berbagai perangkat secara bersamaan diantaranya : smartphone, tablet, komputer, laptop dan lain- lain secara bersamaan, Telegram mengijinkan kita berbagi foto,video,file (doc,zip,mp3) dengan ukuran maksimum 1,5 GB perfile (Labetubun, 2019).



Gambar 8. Telegram

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Adapun rancangan-rancangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan atau penjadwalan merupakan langkah awal dalam melakukan penelitian. Perencanaan yang akan dilakukan meliputi pengamatan langsung terhadap objek yang akan ditangani.
2. Setelah mengamati dan melihat kondisi, terdapat ide yang mendukung dan membantu agar penyandang tunanetra mendapat keamanan dan kenyamanan saat berpergian tanpa pengawasan keluarga secara langsung. Dengan cara membuat Alat Inovasi Perancangan Tongkat Cerdas Sebagai Alat Bantu Mobilitas Penyandang Tunanetra Berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan input sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor water level yang dapat mendeteksi halangan yang ada di depan penyandang tunanetra seperti dinding, pembatas jalan, dan genangan air. Dan dilengkapi dengan GPS module yang dapat mengirim titik koordinat keberadaan penyandang tunanetra kepada pihak keluarga melalui telegram dan juga dapat menghubungi pihak keluarga apabila dalam keadaan darurat.
3. Melakukan perancangan sistem adalah tahap pengembangan setelah analisis sistem selesai dilakukan. Perancangan ini membutuhkan beberapa perangkat keras seperti tongkat, nodemcu ESP 32, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor water level, buzzer, baterai 1,5 volt, dan GPS module. Pemrograman menggunakan Arduino IDE, serta implementasi *Internet of Things* (IoT) menggunakan Telegram.

- Hasil penelitian ini akan diuji secara *realtime* untuk mengevaluasi efektivitas tongkat cerdas berbasis IoT ini. Dengan apa yang dilakukan dan diperbaiki jika terjadi kesalahan pada penelitian, kemudian dari hasil tes tersebut akan diambil kesimpulan.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Gedung Bengkel Laboratorium Teknik Elektronika Politeknik Negeri Medan Jl. Almamater No. 1 Kampus USU Padang Bulan, Medan Sumatera Utara, 20155.

Parameter Pengukuran dan Pengamatan

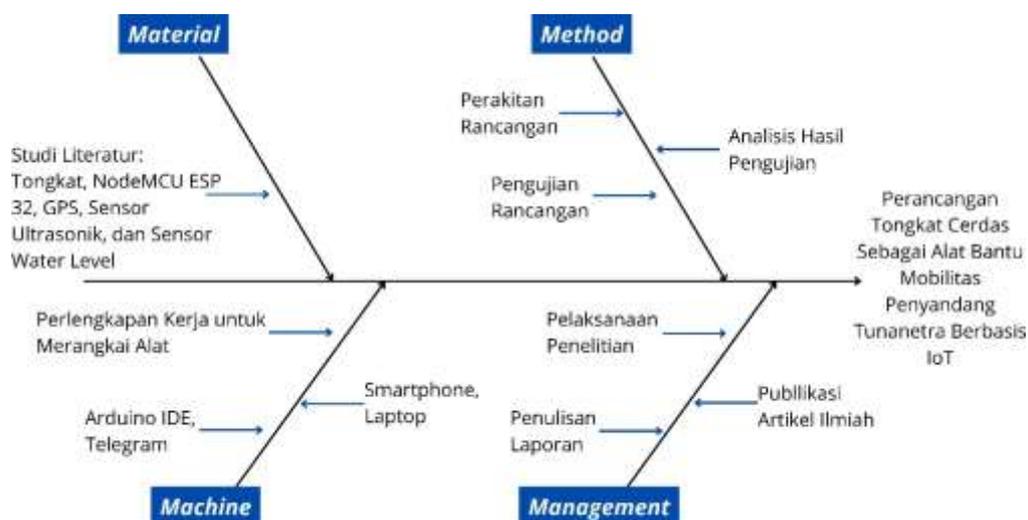
Parameter pengukuran dan pengamatan pada penelitian ini tertuju pada karakteristik fisik sensor yang digunakan. Pemrograman menggunakan Arduino IDE, serta implementasi *Internet of Things* (IoT) menggunakan Telegram. Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Sensor Water Level akan mengeluarkan output berupa bunyi/ sound dari buzzer jika sensor telah mendeteksi adanya halangan dan genangan air. IoT yang digunakan pada pengamatan ini adalah aplikasi Telegram yang terhubung dari GPS Module, yang dimana sebagai komunikasi kepada pihak keluarga untuk mengirimkan letak koordinat penyandang tunanetra dan dapat menghubungi pihak keluarga apabila dalam keadaan darurat.

Model Penelitian

Model penelitian ini bersifat eksperimental yang dapat dilakukan dengan merencanakan, merangkai, menguji selanjutnya mengamati dan menganalisa data yang diperoleh berdasarkan rancangan. Model penelitian yang akan dilakukan adalah pendeteksian jarak dengan halangan yang ada didepan tunanetra menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan pendeteksian genangan air menggunakan *sensor water level* yang diprogram pada ESP 32. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggabungkan sensor ultrasonik HC-SR04, *sensor water level*, buzzer, GPS Module yang terhubung dengan ESP 32. Saat sensor ultrasonik HC-SR04 membaca jarak kurang dari 50 cm, maka buzzer akan berbunyi. Saat *sensor water level* membaca adanya air, maka buzzer akan berbunyi. Komunikasi kepada pihak keluarga dapat diakses melalui aplikasi Telegram dan dapat mengirimkan link koordinat penyandang tunanetra.

Rancangan Penelitian

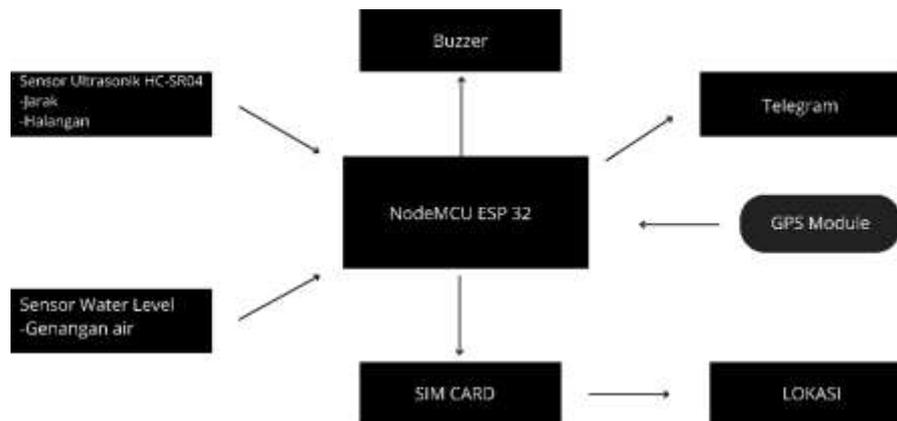
Rancangan penelitian adalah suatu kesatuan, rencana terperinci, dan spesifik mengenai cara memperoleh, menganalisis, dan menginterpretasikan data. Pelaksanaan penelitian Perancangan Tongkat Cerdas Sebagai Alat Bantu Mobilitas Penyandang Tunanetra Berbasis *Internet of Things* (IoT) secara keseluruhan diperlihatkan pada fishbone diagram Gambar 9.



Gambar 9. Fishbone Diagram

Sumber: Jihan Aulia, Annisa Azzahra, Berman P. Panjaitan, S.T., M.T., 2024

Adapun secara blok diagram penelitian yang akan dilaksanakan diperlihatkan pada gambar 10.



Gambar 10. Blok Diagram Penelitian
Sumber: Jihan Aulia, Annisa Azzahra, Berman P. Panjaitan, S.T., M.T., 2024

Berdasarkan blok diagram maka pelaksanaan penelitian dilakukan menurut



Gambar 11. Flowcart Penelitian
Sumber: Jihan Aulia, Annisa Azzahra, Berman P. Panjaitan, S.T., M.T., 2024

Pada penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur mencari referensi dan jurnal yang terkait dengan penelitian terdahulu yang membahas tentang tongkat cerdas penyandang tunanetra sehingga

dapat diketahui kekurangan pada jurnal terdahulu yang dapat dikembangkan. Setelah mengetahui apa yang akan dikembangkan maka setelahnya membuat desain alat setelah membuat desain alat maka penulis mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan setelah semua sudah dipersiapkan maka penulis langsung dapat membuat alat sesuai design yang dibuat. Setelah alat selesai dibuat maka jika alat bekerja maka selanjutnya melakukan pengujian alat jika pengujian alat berhasil maka akan dilakukan analisis alat yang sudah dibuat, tetapi jika tidak berhasil maka dilakukan perbaikan alat. Setelah melakukan analisis alat dilakukan pembuatan laporan penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dari hasil percobaan dengan mengolah informasi yang diperoleh dari sensor yang terpasang, kemudian direkam dan diambil rata-rata dari beberapa percobaan yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan hasil yang akurat. Proses komunikasi sensor akan dibaca menggunakan mikrokontroller Nodemcu ESP 32 dan akan dibaca oleh buzzer. Kemudian data yang telah didapat melalui GPS, akan di komunikasikan melalui sistem yang telah di rancang khusus untuk mengirimkan titik koordinat berupa link dari GPS dan dikirimkan ke aplikasi Telegram. Melalui aplikasi telegram ini setiap informasi seperti titik koordinat tunanetra akan dapat selalu dipantau dan diakses pihak keluarga.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya adalah: untuk mengetahui apakah tongkat telah bekerja sesuai dengan tujuan yang diinginkan atau tidak, dengan melakukan pengujian pada sensor ultrasonik HC-SR04, dan *sensor water level*. Dan dilakukan pengujian dengan GPS Module untuk dapat mengirimkan titik koordinat berbentuk link ke aplikasi Telegram pihak keluarga dan dapat menghubungi langsung pihak keluarga dengan menekan tombol darurat secara *realtime*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Adapun hasil yang didapatkan setelah pengujian dan penggunaan alat tugas akhir ini secara keseluruhan adalah alat yang dapat berfungsi untuk mendeteksi adanya benda atau halangan dan mendeteksi adanya genangan air yang ada di sekitar penyandang tunanetra. Hasil dari alat tugas akhir ini akan dirangkum menjadi beberapa keadaan pada sensor ultrasonik dan *sensor water level*, dan data dari hasil tersebut akan disajikan dalam tabel sebagai berikut.

Pada bagian ini akan menampilkan tabel hasil dari beberapa percobaan sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Pendeteksi Sensor Melalui Arduino IDE

Percobaan	Jarak Sensor Ultrasonik (cm)	Jarak Sensor Water level (ADC)	Buzzer	Vibration
1	20.30	0	ON	ON
2	12.82	0	ON	ON
3	23.36	0	ON	ON
4	15.86	0	ON	ON
5	212.77	3367	ON	ON
6	15.86	3428	ON	ON

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa percobaan hasil sensor ultrasonik dan *sensor water level* bekerja dengan baik. Pada percobaan kinerja alat secara langsung ini terlihat jika data yang dikirim pada Arduino IDE terbaca oleh Serial Monitor. Pada percobaan sensor ultrasonik ini dilihat bahwa tongkat mendeteksi adanya halangan dengan jarak < 30 cm mendekati benda, maka Buzzer ON dengan bunyi suara panjang dan *Vibration* ON. Kemudian, pada percobaan sensor water level ini dilihat bahwa tongkat mendeteksi adanya genangan air diatas > 2000 ADC, maka Buzzer ON dengan bunyi suara kedip dan *Vibration* ON. Setelah itu, pada percobaan dua sensor secara bersamaan ini terlihat bahwa tongkat mendeteksi air diatas > 2000 ADC dan mendeteksi adanya benda dengan jarak < 30 cm, maka

Vibration ON dan Buzzer ON dengan suara berbunyi panjang dan berjeda. Berikut adalah data hasil yang diperoleh dari percobaan yang dilakukan,

Tabel 3. Hasil Data Yang Diperoleh

Kondisi	Hasil
Klik sekali + tekan selama 5 detik	<i>Buzzer</i> berbunyi sekali dan link GPS terkirim ke aplikasi telegram.
<i>Double</i> klik	<i>Buzzer</i> berbunyi sekali, memberitahu bahwa siap terhubung ke nomor tujuan 1
<i>Double</i> klik	<i>Buzzer</i> berbunyi dua kali, memberitahu bahwa siap terhubung ke nomor tujuan 2
Tekan selama lima detik	<i>Buzzer</i> berbunyi sekali, lalu berbunyi berdering, ketika panggilan diterima maka pihak keluarga akan berkata “hallo”.
Kondisi	Hasil
Tekan selama lima detik	<i>Buzzer</i> berbunyi sekali, lalu berbunyi berdering, ketika panggilan tidak terjawab maka akan ada suara operator yang berkata bahwa “panggilan sedang sibuk/sedang tidak dapat dihubungi”.
Ketika panggilan sedang berlangsung, meng klik tombol sekali	Maka panggilan yang sedang berlangsung akan terputus dan panggilan berakhir.
Ketika terdapat nada dering panggilan masuk, lalu melakukan double klik	Ketika ada nada dering panggilan masuk, lalu menekan <i>double</i> klik maka panggilan diterima dan panggilan akan terhubung.

Pembahasan

Dari hasil data yang telah dicantumkan diatas, dapat diketahui bahwa komponen-komponen pada alat telah berfungsi dan alat bekerja sesuai dengan apa yang diprogram dan diinginkan. Penulis melakukan pengujian kepada sensor ultrasonik HCSR-04 sehingga memperoleh hasil yang ditabulasikan sebagai berikut.

Table 4. Data Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Kondisi	Hasil Pendeteksi Sensor
<i>Buzzer</i> ON: menyala panjang	Jarak < 30 cm mendekati benda
<i>Vibration</i> ON: tongkat bergetar	
<i>Buzzer</i> OFF	Jarak > 30 cm menjauhi benda
<i>Vibration</i> OFF	

Data yang diperoleh dari beberapa sampel diatas kemudian akan dijadikan acuan untuk pembagian beberapa kategori kondisi, yakni kondisi ketika beraktivitas diluar rumah. Penyandang tunanetra bisa menghadapi kendala dalam mendeteksi dan menghindari halangan yang mungkin ada di jalur mereka. Penulis telah mencoba sensor ultrasonik di beberapa kondisi, seperti berada di depan trotoar, di depan pohon, di depan seseorang, dan di depan suatu objek tinggi. Pembagian kondisi ini merujuk pada besar gelombang suara yang dipantulkan yang di deteksi oleh sensor dalam bentuk jarak cm. Penulis juga melakukan pengujian kepada sensor water level sehingga memperoleh hasil yang ditabulasikan sebagai berikut.

Table 5. Pengujian Pendeteksi Sensor Water Level

Kondisi	Hasil Pendeteksi Sensor
<i>Buzzer ON</i> : menyala kedip	Air diatas > 2000 ADC
<i>Vibration ON</i> : tongkat bergetar	
<i>Buzzer OFF</i>	Air dibawah < 2000 ADC
<i>Vibration OFF</i>	

Data yang diperoleh dari beberapa sampel diatas kemudian akan dijadikan acuan untuk pengujian beberapa kondisi, yakni kondisi ketika tunanetra berada diluar rumah. Penyandang tunanetra bisa menghadapi rintangan seperti genangan air di sekitarnya. Penulis telah mencoba sensor di beberapa kondisi, seperti mencoba tongkat berada di jalan becek yang dapat menyebabkan bahaya bagi tunanetra. Kondisi tersebut merujuk pada ketinggian air yang di deteksi oleh sensor dalam bentuk ADC.

Dapat dilihat bahwa tongkat cerdas penyandang tunanetra berbasis internet of things (IoT) sudah dapat berfungsi sebagaimana mestinya yaitu mengirimkan lokasi keberadaan penyandang tunanetra dan menghubungi nomor telepon pihak keluarga yang sudah tersimpan, tetapi perlu memperhatikan SOP penggunaan tongkat cerdas yang sudah penulis tentukan, agar penggunaan tongkat cerdas ini dapat berfungsi secara efektif. Cara penggunaan tongkat cerdas bagi penyandang tunanetra berbasis internet of things (IoT) sebagai berikut:

1. Setelah *switch* di ON kan maka alat sudah siap untuk difungsikan.
2. Jika ada panggilan masuk dari pihak keluarga maka akan terdengar irama nada dering yang menandakan ada panggilan masuk, maka jika ingin menerima panggilan tersebut penyandang tunanetra dapat melakukan double klik.
3. Jika penyandang tunanetra ingin menghubungi pihak keluarga maka penyandang tunanetra terlebih dahulu harus mengirimkan lokasi keberadaan dengan menekan tombol sekali dan menekan tombol selama lima detik.
4. Setelah itu pilih nomor tujuan yang ingin dihubungi dengan menekan double klik, jika buzzer berbunyi sekali maka menunjukkan nomor tujuan satu, jika buzzer berbunyi dua kali maka menunjukkan nomor tujuan dua.
5. Setelah mengetahui nomor tujuan mana yang akan dihubungi maka dapat dapat menekan tombol selama lima detik, maka jika panggilan terhubung pihak keluarga akan langsung berkata "hallo", jika panggilan tidak terjawab maka akan ada operator yang berkata "tidak dapat melakukan panggilan/panggilan sedang sibuk".
6. Jika ingin mengganti nomor tujuan maka dengan menekan double klik dan buzzer berbunyi sesuai nomor tujuan.
7. Jika panggilan sudah terhubung dan ingin memutuskan panggilan maka dapat menekan tombol sekali maka panggilan akan terputus.

Dari cara penggunaan tongkat cerdas seperti yang dijelaskan sebelumnya maka penyandang tunanetra dapat dengan nyaman dan teratur sesuai SOP yang ditetapkan, sehingga ketika menelpon pihak keluarga penyandang tunanetra sudah mengetahui lokasi keberadaan penyandang tunanetra karena sebelum

menelpon sudah mengirimkan lokasi ke telegram pihak keluarga.

Berisi hasil penelitian yaitu hasil analisis, perancangan dan keluaran dari penelitian (Aplikasi) yang dapat dilengkapi dengan table, grafik atau gambar. Bagian dari pembahasan memaparkan hasil pengolahan data dan interpretasi hasil penelitian yang diperoleh serta mengaitkan dengan sumber rujukan yang relevan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan terhadap perancangan tongkat cerdas sebagai alat bantu mobilitas penyandang tunanetra, maka dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut: Tongkat cerdas yang dirancang berhasil mendeteksi halangan pada jarak kurang dari 30 cm serta genangan air dengan ketinggian di atas 2000 ADC. Pengujian menunjukkan konsistensi deteksi terhadap pohon (20,30 cm), orang (12,82 cm), objek tinggi (23,36 cm), dan trotoar (15,86 cm), serta genangan air dengan nilai ADC tinggi (3367 dan 3428 ADC). Dalam penggunaan tongkat cerdas, tunanetra harus menerapkan SOP yang sudah ditentukan oleh penulis agar penggunaan tongkat cerdas dapat digunakan dengan nyaman, teratur dan efektif. Tongkat cerdas ini meningkatkan keselamatan dan kemandirian pengguna tunanetra dengan memberikan peringatan dini terhadap halangan dan genangan air melalui buzzer dan getaran, membantu mobilitas pengguna di berbagai lingkungan dengan lebih aman dan mandiri..

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Brebahama, A., & Listyandini, R. A. (2016). Gambaran Tingkat Kesejahteraan Psikologis Penyandang Tunanetra Dewasa Muda. *Mediapsi*, 02(01), 1–10. <https://doi.org/10.21776/ub.mps.2016.002.01.1>.
- Hidayat, A., & Supriadi, D. (2019). Tongkat Tunanetra Pintar Menggunakan Arduino. *Jutekin*, 7(1), 1–10.
- Khoiroh, A. (2002). *Ir-perpustakaan universitas airlangga*. 1–15.
- Labetubun, M. A. H. (2019). Public domain in dispute settlement of cancellation of industrial design rights. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 10(5), 30–42. <https://doi.org/10.53333/ijicc2013/10503>.
- Maldini, A. R. M. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor Roda Dua Berbasis Internet of Things dengan Modul NodeMCU ESP8266 V3 dan ESP32-CAM. *Electrician*, 16(2), 215–222. <https://doi.org/10.23960/elc.v16n2.2291>.
- Missa, I. K., Anastasi, L., Lapono, S., & Wahid, A. (2018). RANCANG BANGUN ALAT PASANG SURUT AIR LAUT BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04. 3(2), 102–105.
- Muhammad, S. (2014). Pemenuhan Aksesibilitas Bagi Penyandang Disabilitas. *Inklusi*, 1, 269–290. <http://ejournal.uin-suka.ac.id/pusat/inklusi/article/view/010208/987>.
- Suriana, I. W., Setiawan, I. G. A., & Graha, I. M. S. (2022). Rancang Bangun Sistem Pengaman Kotak Dana Pusia berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Aplikasi Telegram. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil Dan Teknik Informasi*, 4(2), 75–84. <https://doi.org/10.38043/telsinas.v4i2.3198>.