

## **BAB II LANDASAN TEORI**

### **2.1 Tinjauan Pustaka**

#### **2.1.1 Tinjauan Terkait Penyandang Tunanetra**

Penyandang tunanetra adalah orang yang mempunyai gangguan penglihatan berat sehingga memerlukan layanan pendidikan atau pembelajaran khusus seperti, Penggunaan huruf Braille, alat perbesaran bacaan, dan modifikasi lainnya. Sedangkan menurut Pertuni (Persatuan Tuna Netra Indonesia), penyandang tunanetra adalah orang yang tidak mempunyai penglihatan sama sekali (buta total), yang masih mempunyai sebagian penglihatan tetapi menggunakan penglihatan itu untuk mencapai 12 titik penglihatan yang normal. kondisi pencahayaan. Mengacu pada orang yang tidak bisa menulis. Bisa membaca meski dengan bantuan kaca mata. (Badriyah, L & Pasmawati, 2020).

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, istilah tunanetra berasal dari kata "tuna" yang berarti cacat atau rusak, dan "netra" yang berarti penglihatan atau mata, sehingga tunanetra berarti kerusakan penglihatan atau mata. Sementara itu, orang yang buta secara total adalah mereka yang mengalami kerusakan penglihatan secara keseluruhan. Dengan kata lain, seseorang bisa disebut tunanetra meskipun belum tentu mengalami kebutaan total.

Menurut *World Health Organization (WHO)*, penyandang disabilitas netra, atau tunanetra, dibagi dalam tiga kategori : *impairment, disability, dan*

*handicap. Impairment* merujuk pada kondisi ketidaknormalan atau kehilangan struktur atau fungsi psikologis atau anatomis. *Disability* adalah ketidakmampuan atau keterbatasan yang timbul akibat *impairment*, yang menghambat seseorang dalam melakukan aktivitas secara normal. Sedangkan *handicap* adalah kondisi yang merugikan seseorang akibat *impairment* dan *disability*, yang menghalangi mereka dalam memenuhi peran normal sesuai usia, jenis kelamin, dan faktor budaya.

Secara umum, para medis mendefinisikan tunanetra sebagai individu yang memiliki ketajaman visual 20/200 kaki atau hanya dapat melihat dengan jelas pada jarak 6 meter atau kurang, bahkan dengan penggunaan kacamata. Selain itu, tunanetra juga memiliki daerah penglihatan yang sangat terbatas, dengan jarak sudut pandang tidak lebih dari 20 derajat. Sebaliknya, orang dengan penglihatan normal dapat melihat dengan jelas hingga jarak 60 meter atau 200 kaki (Utami et al., 2022).

#### **2.1.1.1 Klasifikasi Tunanetra**

Prinsip peragaan sangat penting dalam menjelaskan konsep baru kepada tunanetra. Dengan menggunakan alat peraga, tunanetra dapat terhindar dari verbalisme, yaitu penggunaan istilah tanpa penjelasan yang memadai. Alasan penerapan prinsip ini dalam pengajaran antara lain adalah sebagai berikut :

- a. Menggunakan berbagai indera sehingga dapat memahami dan mengerti maksud dari alat peraga.

- b. Pengetahuan diserap melalui proses penginderaan, seperti penglihatan, pendengaran, perasaan, penciuman, dan pengecap.
- c. Pemahaman seseorang terhadap suatu ilmu memiliki beberapa tingkatan, yaitu peragaan, skema, dan abstrak.

Dengan demikian, prinsip peragaan muncul karena cara belajar seseorang dipengaruhi oleh berbagai tipe pembelajaran. Tipe pembelajaran tersebut antara lain adalah tipe visual (penglihatan), di mana tunanetra lebih mudah memahami materi melalui indera penglihatan, tipe auditif (pendengaran), di mana lebih mudah memahami materi melalui indera pendengarannya, dan tipe motorik (gerak), di mana tunanetra lebih mudah menerima materi ketika melibatkan gerakan (Irdamurni, 2018).

#### **2.1.1.2 Faktor Penyebab Terjadinya Tunanetra**

Penyebab tunanetra pada dasarnya sangat bervariasi, baik yang berasal dari kondisi sebelum kelahiran (pre-natal) maupun setelah kelahiran (postnatal) (Endang Switri, 2020).

##### *1. Prenatal*

Penyebab tunanetra selama masa prenatal sering kali berkaitan dengan masalah keturunan dan perkembangan janin dalam kandungan, meliputi :

- b. Keturunan : Tunanetra yang disebabkan oleh faktor keturunan biasanya terjadi akibat perkawinan antara saudara, pasangan sesama tunanetra, atau memiliki orang tua tunanetra. Contohnya adalah Retinitis Pigmentosa, penyakit retina yang umumnya diturunkan.

- c. Pertumbuhan Janin dalam Kandungan : Tunanetra yang muncul akibat proses perkembangan janin dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti gangguan selama kehamilan, penyakit kronis seperti TBC, infeksi atau luka pada ibu hamil akibat penyakit seperti rubella atau cacar air, infeksi dari penyakit kotor seperti toxoplasmosis, trachoma, dan tumor, serta kekurangan vitamin tertentu, yang semuanya dapat menyebabkan gangguan pada mata dan kehilangan fungsi penglihatan.

## 2. *Postnatal*

Penyebab tunanetra yang terjadi setelah kelahiran bayi dapat meliputi :

- a. Kerusakan pada mata atau saraf mata selama persalinan akibat benturan dengan alat atau benda keras.
- b. Infeksi gonore pada ibu selama persalinan, yang dapat menular pada bayi dan menyebabkan masalah penglihatan setelah lahir.
- c. Penyakit mata yang dapat menyebabkan ketunanetraan.

### **2.1.1.3 Karakteristik Tunanetra**

karakteristik penyandang tunanetra yaitu :

- a. Perasaan Mudah Tersinggung

Penyandang tunanetra sering kali merasa mudah tersinggung karena kurangnya rangsangan visual. Mereka menjadi emosional ketika orang lain membahas hal-hal yang tidak dapat mereka lakukan atau dengar.

- b. Kecurigaan Berlebihan

Rasa curiga pada tunanetra biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan orang pada umumnya. Anak tunanetra mungkin merasa curiga terhadap orang yang mencoba membantunya. Untuk mengurangi atau menghilangkan rasa curiga tersebut, seseorang perlu mendekati anak tunanetra terlebih dahulu agar mereka bisa mengenal dan memahami sikap orang lain.

d. **Ketergantungan Berlebihan**

Anak tunanetra sering memerlukan bantuan dan arahan saat menghadapi hal-hal baru, namun bantuan tersebut tidak selalu dapat diberikan secara terus-menerus. Mereka dapat mengenali orang-orang di sekitar mereka melalui suara, sentuhan, dan bau. Dengan menggunakan pendengaran, perabaan, penciuman, dan pengecap, individu dengan disabilitas netra mengeksplorasi dan memahami lingkungan mereka, serta belajar dan berfungsi dalam kehidupan sehari-hari (Fajar Wahyu Nugroho, 2023).

#### **2.1.1.4 Dampak Ketunanetraan**

Dampak ketunanetraan dapat mempengaruhi beberapa aspek kehidupan. Berikut adalah pembahasan mengenai dampak ketunanetraan terhadap perkembangan dan pertumbuhan berbagai aspek :

1. **Dampak terhadap Perkembangan Motorik**

Kebutaan tidak secara langsung memengaruhi perkembangan fisik atau menyebabkan cacat pada penyandang tunanetra. Perkembangan keterampilan motorik pada penyandang tunanetra dalam beberapa bulan

pertama mirip dengan perkembangan motorik pada umumnya. Namun, perkembangan motorik selanjutnya tampak berbeda. Ketika melihat sesuatu yang menarik, keinginan untuk meraihnya muncul. Aktivitas yang dilakukan secara terus-menerus dan otomatis ini berdampak positif pada perkembangan keterampilan motorik. Sebaliknya, penyandang tunanetra kehilangan rangsangan visual yang mendorong aktivitas motorik karena mereka tidak dapat melihat benda-benda di sekitar mereka, yang dapat menyebabkan keterlambatan dalam pertumbuhan dan perkembangan fisik akibat faktor lingkungan.

## 2. Dampak terhadap Perkembangan Kognitif

Kognitif adalah proses berpikir, yaitu kemampuan individu untuk menghubungkan, menilai, dan mempertimbangkan suatu kejadian atau peristiwa. (Rohaeni and Gunadi, 2018). Penyandang tunanetra perlu mengganti fungsi penglihatannya dengan indera lain agar bisa waspada terhadap lingkungan sekitarnya. Banyak dari mereka yang belum pernah mengalami penglihatan, sehingga pandangan dunia mereka mungkin berbeda dari orang yang dapat melihat pada umumnya. Perkembangan psikomotorik menentukan perkembangan kognitif dan memperluas kemampuan mental. Mengeksplorasi benda-benda di sekitar sambil melakukan aktivitas motorik sangat merangsang perkembangan persepsi, dan persepsi membantu dalam pembentukan konsep. Konsep-konsep tersebut dapat membangun pengetahuan tentang lingkungan. Agar konsep memiliki makna, konsep tersebut harus didasarkan pada pengalaman

indrawi. Ketika kehilangan penglihatan, tunanetra mengalami gangguan dalam perkembangan kognitif, khususnya dalam pengembangan rangsangan sensorik dan pembentukan konsep-konsep bermakna.

### 3. Dampak Terhadap Keterampilan Sosial

Keterampilan sosial merupakan proses pembelajaran untuk beradaptasi dengan lingkungan, masyarakat, nilai moral, dan tradisi, dengan tujuan menciptakan interaksi dan komunikasi sosial yang harmonis. Anak tunanetra sering menghadapi kesulitan dalam membangun hubungan sosial dengan masyarakat dan lingkungan mereka. Penelitian menunjukkan bahwa tantangan dalam interaksi sosial sering kali disebabkan oleh reaksi masyarakat terhadap penyandang tunanetra. Hal ini disebabkan oleh perbedaan ekspresi wajah penyandang tunanetra dibandingkan dengan orang lain serta kesulitan mereka dalam menyembunyikan emosi negatif.

## 2.1.2 Tinjauan Terkait Tongkat Cerdas

### 2.1.2.1 Tongkat

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), tongkat adalah sebatang bambu, rotan, kayu, atau bahan lainnya yang panjang dan digunakan sebagai alat penopang atau pegangan saat berjalan. Tongkat ini digunakan oleh tunanetra untuk memudahkan mereka saat berjalan atau bepergian. Tongkat yang digunakan harus memenuhi standar khusus agar pengguna merasa aman dan nyaman. Terdapat dua jenis tongkat yang biasa digunakan, yaitu tongkat panjang (*long cane*) dan tongkat lipat (*collapsible cane*).

Tongkat juga bermanfaat bagi orang dengan penglihatan normal untuk memberikan prioritas, memberi ruang, atau membuka jalan bagi tunanetra, serta sebagai tanda bagi pengguna jalan lainnya jika ada tunanetra yang akan menyebrang. Bagi tunanetra, tongkat berfungsi sebagai perpanjangan tangan untuk merasakan adanya hambatan yang mungkin menghalangi langkah mereka. (Khamil and Sopandi, 2018).

### **2.1.2.2 Tongkat Cerdas**

Tongkat buta pintar adalah tongkat inovatif yang dirancang untuk orang-orang tunanetra untuk meningkatkan navigasi (Kunta et al., 2020). Tongkat pintar biasanya merupakan perangkat tertanam yang menggabungkan hal-hal berikut: upaya saraf sensorik untuk mendeteksi batas terlebih dahulu, dibandingkan dengan orang buta dari atas ke atas dalam jarak 400 cm per kepala. Sensor tak terdengar dan sensor air menangkap statistik real-time dan mengirimkannya ke pengontrol kecil (Akhil et al., 2022).

### **2.1.3 Tinjauan Terkait Teknologi *IoT***

#### **2.1.3.1 *Internet Of Things***

*Internet of Things (IoT)* adalah konsep jaringan baru sistem cyber-fisik yang memungkinkan objek fisik mengumpulkan dan bertukar data. *IoT* memperluas Internet ke dunia nyata dengan memungkinkan integrasi dunia fisik dan sistem berbasis komputer dengan memungkinkan objek fisik dan entitas digital dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh melalui infrastruktur jaringan yang ada. *IoT* dapat diterapkan dalam banyak hal dalam kehidupan

cerdas, pemantauan lingkungan, system medis dan perawatan kesehatan, pertanian, transportasi, dan banyak lagi. Karena potensi penerapannya yang besar, *IoT* telah menarik perhatian besar baik dalam penelitian akademis maupun pengembangan industri (Wibowo, 2021).

### **2.1.3.2 Manfaat *IoT***

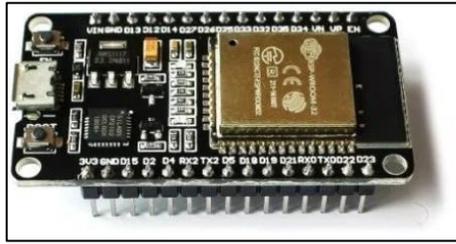
Salah satu manfaat *IoT* adalah membantu meningkatkan efisiensi bisnis. Kehadiran konektivitas canggih melalui teknologi pintar tersebut dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan tugas. kecanggihannya *IoT* juga dapat dimanfaatkan dalam keperluan lain, seperti monitoring efektivitas pekerjaan. *IoT* juga menggunakan teknologi cerdas canggih untuk memastikan kelancaran fungsi koneksi ke perangkat dan jaringan.

## **2.1.4 Tinjauan Terkait Komponen Pengembangan Tingkat Cerdas**

### **2.1.4.1 Sensor**

Sensor adalah suatu alat atau komponen yang mempunyai kemampuan untuk mendeteksi perubahan suatu besaran fisis seperti tekanan, gaya, arus, suhu, atau cahaya. Ini kemudian akan diubah dalam output. Output biasanya ditampilkan pada perangkat sensor itu sendiri atau dapat juga dikirim secara elektronik melalui jaringan. Outputnya diolah menjadi informasi yang berguna bagi pengguna. Sensor dapat mengubah energi fisik seperti cahaya, gaya, dan lain-lain menjadi sinyal listrik, sehingga dapat disebut transduser masukan.

### **2.1.4.2 ESP32**



**Gambar 2. 1 ESP32** (Panazan and Dulf, 2024)

*ESP-WROOM-32* beroperasi pada tegangan 3,3V dan dapat berfungsi dalam rentang suhu antara 40°C hingga 85°C. Selain mendukung *Bluetooth* dan *Wi-Fi*, modul ini juga dilengkapi dengan *Bluetooth Low Energy (BLE)*, yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan ponsel atau mengirim pesan melalui *BLE*. Model papan yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Gambar 2.1, yang merupakan papan pengembangan yang solid dan andal dari semua aspek analitis model eksperimen ini. Perangkat lunak yang dikembangkan kemudian diterapkan pada komponen ini, yang merupakan inti dari penelitian ini.

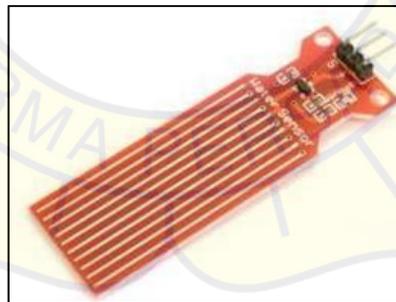
#### 2.1.4.3 Sensor Ultrasonic



**Gambar 2.2 Sensor Ultrasonic** (Santoso, 2020)

Sensor ultrasonik adalah perangkat yang mengubah sinyal fisik (suara) menjadi sinyal listrik dan sebaliknya. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang suara dan mampu mengukur jarak benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sensor ultrasonik karena menggunakan gelombang ultrasonik, suara berfrekuensi sangat tinggi sekitar 20000 Hz yang tidak terdengar oleh telinga manusia (Arifin et al., 2022).

#### 2.1.4.4 Sensor *Water Level*



**Gambar 2.3 Sensor *Water Level*** (Habibi, 2018)

Sensor ketinggian air adalah alat yang mengukur ketinggian air di berbagai lokasi untuk mendapatkan data perbandingan. Sensor ini terdiri dari beberapa garis yang ditempatkan secara paralel untuk mengukur ketinggian

permukaan air. Nilai konversi ketinggian air menjadi sinyal analog dapat dibaca langsung dari papan *ESP32*.

#### **2.1.4.5 Baterai**

Baterai merupakan perangkat penyimpanan energi listrik yang menggerakkan berbagai perangkat elektronik. Fungsinya menyimpan energi kimia dalam bentuk listrik dan melepaskannya secara bertahap sesuai kebutuhan. Ada berbagai jenis baterai, antara lain baterai alkaline, baterai lithium-ion, dan baterai nikel-kadmium.

#### **2.1.4.6 Vibrator Motor**

Vibrator motor *ESP32* adalah sebuah komponen elektronik yang berfungsi untuk menghasilkan getaran ketika diaktifkan oleh mikrokontroler seperti *ESP32*. Vibrator motor ini sering digunakan dalam perangkat elektronik untuk memberikan umpan balik haptik (getaran), seperti pada ponsel, pengendali game, atau perangkat wearable. Vibrator motor biasanya berbentuk silinder kecil dengan sumbu yang tidak seimbang, yang menyebabkan getaran saat berputar.

#### **2.1.4.7 Buzzer**



*Gambar 2. 4 Buzzer* (Ramady et al., 2020)

*Buzzer* adalah sebuah komponen elektronik yang dapat menghasilkan suara ketika dihubungkan dengan mikrokontroler seperti *ESP32*. *Buzzer* sering digunakan dalam proyek-proyek *ESP32* untuk memberikan umpan balik audio kepada pengguna, seperti alarm, notifikasi, atau berbagai suara efek.

#### 2.1.4.8 *Blynk*

*Blynk* adalah platform *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan koneksi antara perangkat keras *IoT* dan platform *IoT*. Dengan menggunakan platform ini, Anda dapat mengontrol dan memantau perangkat keras dari lokasi yang jauh dan membangun aplikasi seluler untuk mengendalikan dan memantau mereka. *Blynk* tersedia sebagai aplikasi gratis untuk *iOS* dan *Android*.

## 2.2 Kajian Penelitian Terdahulu

Judul	Alat Bantu Jalan Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis <i>Mikrokontroller</i> (Rusito and Setiyawan, 2020)
Tujuan Penelitian	Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan alat bantu jalan bagi tuna netra menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler Arduino UNO R3. Alat bantu ini menggunakan lima sensor ultrasonik, dengan tiga sensor dipasang pada helm untuk mendeteksi objek di depan, dan dua sensor

	lainnya dipasang pada sepatu untuk mendeteksi hambatan di bawah. Sistem ini dilengkapi dengan modul Mp3 Player dan headset untuk memberikan informasi suara, serta GPS pada helm untuk melacak lokasi pengguna tuna netra secara real-time.
Metodologi yang digunakan	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan (R&D). Penelitian dan pengembangan adalah kegiatan penelitian dengan kepentingan komersial yang berkaitan dengan penelitian ilmiah murni dan pengembangan terapan di bidang teknologi. Sebagai bagian dari pengembangan alat bantu jalan bagi penyandang tunanetra, metode ini digunakan untuk menghasilkan produk yang membantu penyandang tunanetra meningkatkan kualitas hidup dan kemandiriannya. Metode penelitian dan pengembangan digunakan untuk menganalisis kebutuhan, merancang dan mengembangkan produk manufaktur, serta menguji efektivitasnya agar dapat berfungsi dengan baik di masyarakat.
Temuan Utama	Hasil utama dari penelitian ini adalah pengembangan alat bantu berjalan bagi penyandang tunanetra

	<p>dengan menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler Arduino UNO R3. Alat tersebut mengoperasikan lima sensor ultrasonik, terdiri dari tiga sensor ultrasonik pada helm untuk mendeteksi objek di depan dan dua sensor ultrasonik di bawah sepatu untuk mendeteksi rintangan di bawah. Alat tersebut juga menggunakan modul pemutar MP3 dan headset untuk suara in-the-ear, modul SIM800L untuk mengirim SMS, dan modul GPS untuk mengetahui lokasi terkini penyandang tunanetra. Penelitian ini berhasil menghasilkan solusi praktis dan efisien untuk meningkatkan kualitas hidup dan kemandirian penyandang disabilitas penglihatan.</p>
Kelemahan Penelitian	<p>Kelemahan penelitian ini mungkin termasuk :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Keterbatasan dalam pengujian lapangan :  Penelitian ini mungkin memiliki keterbatasan dalam pengujian lapangan yang melibatkan pengguna sebenarnya, seperti jumlah sampel yang terbatas atau lingkungan uji coba yang tidak representatif.</li> <li>2. Ketergantungan pada teknologi : Sistem alat bantu jalan tuna netra menggunakan sensor</li> </ol>

	<p>ultrasonik berbasis <i>Mikrokontroller</i> Arduino UNO R3 hanya dilakukan validasi test dengan nilai 31.5, yang terletak di antara 31-40 yang artinya berada pada kategori "Very Good (Valid)</p> <p>3. Keterbatasan fungsionalitas : Meskipun alat ini dirancang untuk membantu tunanetra dalam mendeteksi halangan dan memberikan umpan balik, mungkin masih ada keterbatasan dalam fungsionalitas atau kemampuan alat tersebut dalam situasi tertentu.</p>
--	--

**Tabel 2.1 Paper 1 Penelitian Terdahulu**

Judul	<p>TOKCER BANTALAN: Tongkat Cerdas Alat Bantu Jalan Penyandang Tunanetra Menggunakan Arduino Mega 2560 dengan Sensor Ultrasonic HC SR-04 dan <i>Water Level</i> (Solekha et al., 2023)</p>
Tujuan Penelitian	<p>Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan alat bantu berjalan yang memungkinkan penyandang tunanetra berjalan dengan lebih aman dan efektif. Alat ini digunakan untuk mendeteksi rintangan seperti benda fisik atau</p>

	<p>genangan air yang dapat membahayakan penyandang tunanetra. Dilengkapi dengan sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor ketinggian air Ririn Soreka. Alat ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang dapat mendeteksi objek dalam jarak 50cm dan genangan air dalam jarak 40mm. Selain itu alat ini juga dilengkapi dengan panel surya sebagai sumber tenaga untuk menghidupkan alat.</p>
<p>Metodologi yang digunakan</p>	<p>Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melakukan tinjauan pustaka terhadap referensi-referensi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.</li> <li>2. Persiapan : Persiapan teknis dan non teknis, meliputi persiapan perangkat keras dan perangkat lunak untuk menunjang penelitian.</li> <li>3. Pengujian alat: Melakukan pengujian terhadap alat yang dikembangkan, termasuk analisis program dan hasil penelitian.</li> <li>4. Pengembangan: Pengembangan alat bantu berjalan dengan penambahan fungsi baru sebagai berikut. Menggunakan panel surya sebagai sumber</li> </ol>

	energi power bank sehingga pengguna tidak perlu sering mengganti baterai.
Temuan Utama	<p>Hasil utama dari penelitian ini adalah pengembangan alat bantu jalan bagi penyandang tunanetra yang diberi nama “TOKCER BANTALAN” menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan sensor ultrasonik HC-SR 04 dan sensor ketinggian air. Alat ini dirancang untuk mendeteksi objek dan genangan air yang mungkin menghalangi jalan bagi penyandang tunanetra. Selain itu alat ini dilengkapi dengan panel surya sebagai sumber tenaga untuk menghidupkan alat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mempermudah kehidupan sehari-hari para penyandang tunanetra yang menghadapi kesulitan akibat tunanetra.</p>
Kelemahan Penelitian	<p>Kelemahan penelitian ini antara lain:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terkait batasan pengujian sensor: sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor ketinggian air. Pengujian sensor ultrasonik hanya mencakup jarak deteksi kurang dari 1. 50 cm, namun pengujian sensor ketinggian air hanya mencakup kedalaman air tertentu.</li> </ol>

	<p>2. Berat tongkat yang berat: Alat bantu jalan yang sedang dikembangkan masih memiliki kelemahan yaitu alat bantu jalan tersebut lebih berat dibandingkan alat bantu jalan konvensional untuk tunanetra. Hal ini mungkin menyulitkan pengguna dalam penggunaan sehari-hari.</p> <p>3. Batasan penggunaan baterai sekali pakai: Alat ini masih menggunakan baterai sekali pakai yang harus diganti dalam jangka waktu yang relatif singkat. Hal ini kurang efektif bagi pengguna tunanetra, karena penglihatan mereka terbatas dan mungkin sulit mengganti baterai.</p> <p>4. Batasan Fungsi: Meskipun alat ini dapat mendeteksi hambatan berupa benda fisik atau genangan air, namun masih terbatas pada fitur tambahannya yang dapat membantu penyandang tunanetra berjalan lebih optimal.</p>
--	---

**Tabel 2.2 Paper 2 Penelitian Terdahulu**