

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teoritis

1. Rancang Bangun

Rancang bangun merupakan suatu proses perencanaan dan pembuatan sistem untuk memenuhi kebutuhan tertentu. Proses ini melibatkan tahapan analisis, perancangan, implementasi, serta pengujian. Menurut Suryani et al. (2022), rancang bangun adalah suatu kegiatan yang meliputi proses desain, implementasi, dan pengujian suatu sistem. Selain itu, rancang bangun juga mencakup proses pengembangan sistem secara sistematis mulai dari identifikasi kebutuhan hingga evaluasi sistem (Pratama & Pratama, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa rancang bangun tidak hanya berfokus pada pembuatan, tetapi juga pada perencanaan yang matang. Menurut Andika et al. (2024), Bahwa rancang bangun merupakan suatu proses rekayasa yang dilakukan secara terstruktur untuk menghasilkan suatu sistem yang dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan. Proses ini melibatkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak sehingga menghasilkan sistem yang saling terhubung dan mampu bekerja secara optimal dalam memenuhi kebutuhan pengguna. Dengan demikian, rancang bangun dalam penelitian ini digunakan untuk mengembangkan tingkat navigasi berbasis *Internet of Things (IoT)*.

2. Tongkat Tunanetra

Tongkat tunanetra merupakan alat bantu utama bagi penyandang tunanetra dalam melakukan mobilitas. Tongkat ini digunakan untuk mendeteksi hambatan di sekitar pengguna secara manual. Menurut Laksono et al. (2025), tongkat konvensional memiliki keterbatasan dalam mendeteksi objek yang berada di luar jangkauan. Selain itu, tongkat tradisional belum mampu memberikan informasi secara real-time mengenai kondisi lingkungan (Salsabiela et al., 2025). Hal ini menyebabkan risiko kecelakaan masih cukup tinggi bagi pengguna. Menurut Aldiansyah & Umar (2025), Pengembangan tongkat tunanetra berbasis teknologi sensor memungkinkan peningkatan fungsi alat bantu menjadi lebih modern dan responsif terhadap kondisi lingkungan. Dengan adanya sensor, tongkat tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu fisik, tetapi juga sebagai perangkat yang mampu memberikan informasi kepada pengguna secara lebih akurat dan cepat.

3. Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau yang sering disingkat dengan berbasis *Internet of Things (IoT)* merupakan teknologi modern yang dikembangkan untuk memperluas pemanfaatan konektivitas internet yang selalu terhubung. Teknologi ini menghubungkan berbagai perangkat atau objek di lingkungan sekitar sehingga dapat berkomunikasi satu sama lain dan membantu mempermudah berbagai aktivitas manusia secara lebih efisien.

Saat ini, penggunaan berbasis *Internet of Things (IoT)* semakin berkembang dan banyak diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan (Selay et al., 2022).

Istilah "*Internet of Things*" terdiri dari dua kata utama, yaitu *internet* yang berfungsi sebagai media koneksi jaringan dan *things* yang mengacu pada objek atau perangkat yang terhubung dalam sistem tersebut. Dengan konsep ini, perangkat mampu mengumpulkan data, mengirimkannya melalui jaringan internet, serta memungkinkan perangkat lain untuk mengakses informasi tersebut tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia ataupun dari manusia ke komputer (Selay et al., 2022).

Menurut Pamungkas & Fitrizawati (2023) *Internet of Things (IoT)* merupakan teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat elektronik atau sistem rancangan awal terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pengelolaan serta pemantauan data secara jarak jauh sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu dalam berbagai aktivitas yang memerlukan pengawasan dari lokasi yang berbeda. *Internet of Things* juga diartikan sebagai suatu konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik, seperti sensor, actuator, perangkat elektronik, kendaraan, maupun peralatan rumah tangga, terhubung dengan internet sehingga mampu berkomunikasi dan bertukar data tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. Perangkat tersebut dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan jaringan komunikasi sehingga dapat :

- a. Mengumpulkan informasi dari lingkungan sekitar.

- b. Mengirimkan informasi tersebut melalui jaringan internet ke sistem lain.
- c. Menerima perintah dari sistem secara otomatis untuk menjalankan fungsi tertentu (Salamah et al., 2022).

Berdasarkan pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Internet of Things (IoT)* adalah suatu teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik yang terhubung melalui jaringan internet untuk mengumpulkan, mengirimkan, dan menerima data secara otomatis sehingga dapat mendukung proses pemantauan serta pengelolaan sistem secara lebih efektif dan efisien.

4. Bot Telegram

Telegram Bot merupakan salah satu fitur yang disediakan oleh aplikasi Telegram yang memungkinkan pengguna untuk membuat sistem otomatis yang dapat berinteraksi melalui pesan. Bot ini dapat diprogram untuk menerima perintah, mengolah data, serta memberikan respon secara otomatis sesuai dengan kebutuhan sistem. Telegram Bot banyak dimanfaatkan dalam pengembangan sistem berbasis *Internet of Things (IoT)* karena mampu digunakan sebagai media komunikasi antara perangkat dan pengguna secara real time (T. Hidayat et al., 2024)

Telegram Bot bekerja dengan memanfaatkan Telegram Bot API yang memungkinkan pengembang untuk menghubungkan sistem dengan server Telegram. Dalam implementasinya, bot dapat menerima data dari perangkat seperti mikrokontroler, kemudian mengirimkan informasi

tersebut kepada pengguna dalam bentuk notifikasi. Menurut Muhaimin et al. (2022), penggunaan Telegram Bot dalam sistem berbasis *Internet of Things (IoT)* dinilai cukup efektif karena mudah diimplementasikan, ringan, serta tidak memerlukan pengembangan antarmuka tambahan seperti aplikasi khusus. Selain itu, Telegram Bot juga mendukung pengiriman pesan secara instan sehingga sangat cocok digunakan dalam sistem peringatan dini.

5. Esp 32

Menurut ESP32 merupakan mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem *Internet of Things (IoT)* karena telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi. Menurut Prasetyoutomo et al. (2022), ESP32 memiliki kemampuan untuk menghubungkan berbagai sensor dan perangkat ke jaringan internet sehingga memungkinkan proses monitoring dan pengendalian sistem secara *real time*. Selain itu, konsumsi daya yang relatif rendah menjadikan ESP32 cocok digunakan pada berbagai sistem otomatisasi dan monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)*.



Gambar 2. 1 Esp32 Dev Kit

Selanjutnya, Abdillah et al. (2026) menyatakan bahwa ESP32 merupakan mikrokontroler yang mendukung implementasi sistem monitoring dan kontrol jarak jauh berbasis *Internet of Things*. ESP32 memiliki kemampuan pemrosesan data yang baik serta konektivitas nirkabel yang memungkinkan pertukaran data secara cepat dan efisien melalui jaringan internet.

Selain itu, Noura et al. (2019) menjelaskan bahwa ESP32 merupakan mikrokontroler yang dirancang untuk mengintegrasikan sensor dan media komunikasi internet dalam suatu sistem pemantauan berbasis berbasis *Internet of Things (IoT)*. Kemampuan ESP32 dalam mengolah data sensor dan mengirimkannya melalui koneksi Wi-Fi secara periodik menjadikan mikrokontroler ini sangat sesuai digunakan pada sistem monitoring dan pelacakan secara real time.

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa ESP32 merupakan mikrokontroler yang memiliki kemampuan komputasi, konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, serta dukungan terhadap berbagai sensor sehingga sangat cocok digunakan dalam pengembangan sistem *Internet of Things (IoT)*. Dalam penelitian ini, ESP32 digunakan sebagai pengendali utama pada Tingkat Navigasi Sensorik Berbasis berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan Sistem Pelacakan Lokasi melalui Telegram untuk Penyandang Tuna Netra karena mampu mengolah data sensor, mengakses internet, dan mengirimkan informasi lokasi secara *real time*.

6. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor Sensor Ultrasonik HC-SR04 sensor yang digunakan untuk mengukur jarak suatu objek dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik melalui pin transmitter, kemudian menerima gelombang pantul melalui pin receiver untuk menghitung jarak antara sensor dan objek. Menurut Santoso (2024), sensor ultrasonik HC-SR04 mampu digunakan untuk memantau jarak dan ketinggian suatu objek dengan tingkat akurasi yang baik sehingga banyak diterapkan pada sistem monitoring dan otomatisasi berbasis mikrokontroler.



Gambar 2. 2 Sensor Sensor Ultrasonik HC-SR04

Selanjutnya, Hirzii et al. (2023) menyatakan bahwa HC-SR04 merupakan salah satu sensor ultrasonik yang banyak digunakan karena memiliki harga yang relatif terjangkau, mudah diimplementasikan, serta mampu mengukur jarak dalam rentang 2 cm hingga 400 cm dengan tingkat presisi mencapai 0,3 cm. Selain itu, sensor ini hanya membutuhkan tegangan kerja sebesar 5 volt dan memiliki sudut deteksi kurang dari 15°, sehingga sangat sesuai digunakan pada berbagai sistem pendeteksi jarak dan penghindar rintangan.

Selain memiliki tingkat akurasi yang baik, sensor HC-SR04 juga banyak digunakan dalam sistem monitoring jarak dan pendeteksi objek. Menurut Amri et al. (2026), sensor HC-SR04 dapat mengukur jarak objek

dengan memanfaatkan waktu tempuh gelombang ultrasonik yang dipancarkan dan diterima kembali oleh sensor. Kemampuan tersebut menjadikan HC-SR04 banyak diterapkan pada sistem instrumentasi, robotika, dan perangkat bantu navigasi berbasis mikrokontroler.

Dapat disimpulkan bahwa Sensor Ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor pendeteksi jarak yang bekerja dengan prinsip pantulan gelombang ultrasonik dan memiliki tingkat akurasi yang cukup baik. Dalam penelitian ini, sensor HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi keberadaan rintangan di depan pengguna tongkat navigasi sensorik berbasis *Internet of Things (IoT)*. Informasi jarak yang diperoleh dari sensor kemudian diolah oleh ESP32 untuk memberikan peringatan kepada penyandang tuna netra sehingga dapat membantu meningkatkan keamanan dan kemandirian pengguna dalam beraktivitas (Avisyah et al., 2023).

7. GPS Neo-6M

GPS Neo-6M merupakan modul *Global Positioning System (GPS)* yang digunakan untuk menentukan posisi suatu objek berdasarkan koordinat lintang *latitude* dan bujur *longitude* yang diperoleh dari satelit navigasi. Menurut Fajardiansyah et al. (2025), GPS Neo-6M merupakan modul penentu lokasi yang dapat diintegrasikan dengan sistem *Internet of Things (IoT)* untuk melakukan pemantauan posisi secara *real time*. Modul ini mampu mengirimkan informasi koordinat secara berkala sehingga banyak digunakan pada sistem pelacakan dan monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)*.

Selanjutnya, Andreas et al. (2025) menyatakan bahwa GPS Neo-6M memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam menentukan posisi suatu objek dengan rata-rata selisih koordinat sekitar 6,48 meter dibandingkan GPS pada smartphone. Kemampuan tersebut menjadikan GPS Neo-6M sesuai digunakan pada berbagai aplikasi pelacakan, navigasi, dan monitoring lokasi yang memerlukan informasi posisi secara akurat.



Gambar 2. 3 GPS Neo-6M

Selain itu, Nugraha et al. (2026) menjelaskan bahwa GPS Neo-6M merupakan modul GPS yang banyak digunakan pada sistem pelacak berbasis Internet of Things karena mampu memperoleh data lokasi dan mengirimkannya melalui jaringan internet menggunakan mikrokontroler seperti ESP32. Integrasi antara GPS Neo-6M dan ESP32 memungkinkan proses pemantauan lokasi dilakukan secara real time melalui perangkat smartphone.

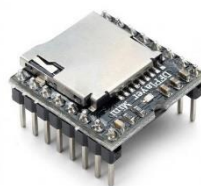
Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa GPS Neo-6M merupakan modul penentu lokasi yang mampu memperoleh data koordinat berupa latitude dan longitude dengan tingkat akurasi yang cukup baik serta dapat diintegrasikan dengan sistem *Internet of Things (IoT)*. Dalam penelitian ini, GPS Neo-6M digunakan untuk mendeteksi posisi pengguna tongkat navigasi sensorik dan mengirimkan informasi lokasi

tersebut melalui Telegram sehingga keluarga atau pendamping dapat memantau keberadaan penyandang tuna netra secara *real time*.

8. DFPlayer Mini

DFPlayer Mini modul pemutar audio MP3 berukuran kecil yang dapat diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler, seperti Arduino dan ESP32. Modul ini mampu membaca file audio berformat MP3 yang disimpan pada kartu microSD dan mengeluarkan suara melalui speaker secara langsung. Menurut Hutasuhut (2023), DFPlayer Mini merupakan modul audio yang banyak digunakan pada sistem otomatis karena mudah diimplementasikan dan mampu menghasilkan keluaran suara secara otomatis sesuai dengan perintah yang diberikan oleh mikrokontroler. Hal ini menjadikan DFPlayer Mini banyak diterapkan pada sistem peringatan dan sistem informasi berbasis suara.

Kuniati et al. (2026) menyatakan bahwa DFPlayer Mini merupakan modul audio yang dapat diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32 untuk menghasilkan sistem pemutaran suara secara otomatis dengan konsumsi daya yang relatif rendah. Selain itu, modul ini mampu menyimpan dan memutar berbagai file audio MP3 sehingga cocok digunakan pada sistem notifikasi dan sistem peringatan berbasis mikrokontroler.



Gambar 2. 4 DFPlayer Mini

Selain digunakan sebagai media pemutar audio, DFPlayer Mini juga banyak dimanfaatkan sebagai perangkat pemberi informasi suara pada sistem berbasis *Internet of Things (IoT)*. Menurut Hamdani et al. (2025), DFPlayer Mini dapat digunakan sebagai media notifikasi suara yang efektif karena mampu memberikan informasi audio secara jelas dan memiliki tingkat keandalan yang tinggi dalam sistem tertanam (embedded system). Oleh karena itu, modul ini banyak digunakan pada perangkat bantu, sistem keamanan, dan sistem peringatan dini.

Disimpulkan bahwa DFPlayer Mini merupakan modul pemutar audio MP3 yang mampu menghasilkan keluaran suara secara otomatis melalui perintah mikrokontroler dan dapat diintegrasikan dengan berbagai sistem berbasis *Internet of Things (IoT)*. Dalam penelitian ini, DFPlayer Mini digunakan sebagai media keluaran suara pada Tingkat Navigasi Sensorik Berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan Sistem Pelacakan Lokasi melalui Telegram untuk Penyandang Tuna Netra. Modul ini berfungsi untuk memberikan peringatan suara dan informasi kepada pengguna ketika sensor mendeteksi adanya rintangan sehingga dapat membantu meningkatkan keamanan dan kemudahan mobilitas penyandang tuna netra.

9. MicroSD

MicroSD *Micro Secure Digital* merupakan media penyimpanan berukuran kecil yang banyak digunakan pada perangkat elektronik dan

sistem embedded untuk menyimpan berbagai jenis data, seperti file audio, gambar, dan data hasil pembacaan sensor. Menurut Hutasuhut (2023), MicroSD merupakan media penyimpanan *non-volatile* yang mampu menyimpan data secara permanen meskipun catu daya dimatikan. Selain itu, MicroSD memiliki kapasitas penyimpanan yang cukup besar dan mudah diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler sehingga banyak digunakan pada sistem berbasis *Internet of Things (IoT)* dan perangkat otomatisasi.

Kuniati et al. (2026) menyatakan bahwa MicroSD berfungsi sebagai media penyimpanan data digital yang dapat digunakan untuk menyimpan file audio, data konfigurasi, maupun data hasil pemrosesan sistem. Penggunaan MicroSD pada sistem berbasis mikrokontroler memberikan kemudahan dalam proses penyimpanan dan pengelolaan data karena memiliki ukuran yang kecil, konsumsi daya yang rendah, serta mendukung kapasitas penyimpanan yang beragam.



Gambar 2. 5 MicroSD

Selain digunakan sebagai media penyimpanan data, MicroSD juga banyak dimanfaatkan pada sistem berbasis audio dan multimedia. Menurut Hamdani et al. (2025), MicroSD dapat digunakan sebagai media penyimpanan file suara yang kemudian diproses oleh modul audio, seperti DFPlayer Mini, untuk menghasilkan keluaran suara sesuai dengan

kebutuhan sistem. Oleh karena itu, kombinasi antara MicroSD dan DFPlayer Mini banyak diterapkan pada sistem informasi suara dan perangkat bantu berbasis mikrokontroler.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa MicroSD merupakan media penyimpanan non-volatile yang memiliki ukuran kecil, kapasitas penyimpanan yang cukup besar, serta mudah diintegrasikan dengan berbagai perangkat elektronik dan mikrokontroler. Dalam penelitian ini, MicroSD digunakan sebagai media penyimpanan file audio pada Tingkat Navigasi Sensorik Berbasis berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan Sistem Pelacakan Lokasi melalui Telegram untuk Penyandang Tuna Netra. File audio yang tersimpan pada MicroSD akan diputar oleh DFPlayer Mini untuk memberikan informasi dan peringatan suara kepada pengguna ketika sistem mendeteksi adanya rintangan.

mikrokontroler.

10. Speaker

Speaker merupakan perangkat output audio yang digunakan untuk menghasilkan suara. Menurut Wibowo et al. (2025), speaker berfungsi sebagai media output suara. Selain itu, speaker digunakan untuk menyampaikan informasi secara langsung. Menurut Nugroho et al. (2022), bahwa Speaker merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara sehingga dapat didengar oleh manusia. Dalam sistem berbasis audio, speaker memiliki peran penting sebagai media komunikasi informasi kepada pengguna.

11. Modem 4G

Modem 4G digunakan untuk menghubungkan sistem dengan jaringan internet melalui kartu SIM. Menurut Andika et al. (2024), modem 4G memungkinkan pengiriman data tanpa WiFi. Selain itu, modem 4G memiliki kecepatan transfer yang tinggi (Saputra, 2023). Menurut Bulu et al. (2024), Modem 4G merupakan perangkat komunikasi yang digunakan untuk mengakses jaringan internet melalui jaringan seluler. Penggunaan modem ini dalam sistem berbasis *Internet of Things (IoT)* memberikan fleksibilitas dalam pengiriman data secara real-time tanpa bergantung pada jaringan lokal seperti WiFi.

12. Kabel Jumper

Kabel jumper digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik dalam rangkaian. Menurut R. Hidayat et al. (2024), kabel jumper berfungsi sebagai penghubung tanpa solder. Selain itu, kabel jumper mempermudah proses pengujian rangkaian (Wibowo et al., 2025). Menurut Febrian et al. (2025), Kabel jumper merupakan komponen penting dalam proses perancangan sistem elektronik karena memberikan fleksibilitas dalam menghubungkan berbagai perangkat tanpa perlu proses permanen. Hal ini sangat membantu dalam tahap pengujian dan pengembangan sistem.

13. Push Button

Push button merupakan komponen input yang digunakan sebagai saklar. Menurut Muhaimin et al. (2022), push button digunakan untuk

perintah manual (T. Hidayat et al., 2022). Menurut Febrian et al. (2025), *Push button* merupakan komponen sederhana yang digunakan sebagai input dalam sistem elektronik. Komponen ini memungkinkan pengguna untuk memberikan perintah secara langsung sehingga sering digunakan dalam sistem kontrol sederhana.

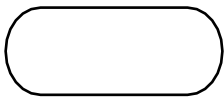
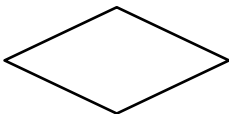
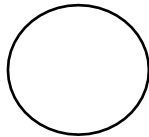
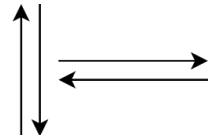
14. Flowchart

Flowchart adalah representasi langkah-langkah penyelesaian masalah yang digambarkan melalui simbol-simbol tertentu. Flowchart ini memperlihatkan alur logis dari sebuah program. Selain berfungsi sebagai media komunikasi, flowchart juga digunakan sebagai panduan yang memudahkan pemahaman terhadap komponen-komponen yang ada di dalamnya (Khesya, 2021).

Flowchart adalah diagram yang menyajikan alur proses atau tahapan kerja secara sistematis dalam menjalankan sebuah program. Melalui diagram ini, proses analisis, perancangan, hingga tahap pengkodean dapat digambarkan secara lebih jelas dan terperinci dalam kegiatan operasional. Penggunaan flowchart umumnya bertujuan untuk membantu mempermudah proses penyelesaian masalah, khususnya ketika dilakukan peninjauan atau evaluasi pada tahap selanjutnya (Listyoningrum et al., 2023).

Tabel 2. 1 Simbol *Flowchart*

Simbol	Nama	Deskripsi
--------	------	-----------

	Terminal	Untuk menampilkan awal dan akhir serangkaian tahapan
	Pemrosesan	Untuk menamoiikan proses apapun yang dilakukan sistem
	Keputusan	Untuk menunjukan titik manapun dalam tahapan untuk menentukan tindakan sekanjutnya
	Konektor dalam halaman	Untuk menjalin koneksi antara elemen – elemen pada flowchart yang berlanjut di halaman yang sama
	Garis alir	Untuk Menghubungkan tanda - tanda

15. UML (Unified Modeling Language)

Menurut Prihandoyo (2018), UML adalah alat bantu pemodelan yang digunakan untuk merepresentasikan proses bisnis dan rancangan sistem dalam bentuk diagram visual, seperti *use case diagram*, *activity diagram*, dan *class diagram*. UML memungkinkan analisis kebutuhan sistem dilakukan secara rinci dan terstruktur, sehingga proses perancangan menjadi lebih terarah dan sesuai dengan tujuan fungsional sistem yang

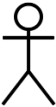
dikembangkan. Pendapat ini diperkuat dengan pernyataan bahwa *Unified Modeling Language (UML)* merupakan bahasa pemodelan perangkat lunak yang telah di standardisasi sebagai media penulisan cetak biru *blueprints* perangkat lunak *Pressman* (R. Abdillah, 2021).

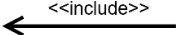
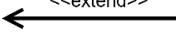
Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Mahardika et al. (2023), Unified Modeling Language (UML) adalah sebuah bahasa pemodelan grafis yang digunakan untuk merancang, mendokumentasikan, dan memahami sistem perangkat lunak yang juga menjelaskan bahwa diagram UML dapat digunakan untuk menggambarkan sistem secara visual dan mudah dimengerti oleh semua pihak terkait.

a. Use Case diagram

Use case diagram dideskripsikan sebagai interaksi antara satu atau lebih aktor atau pengguna dengan sistem informasi yang akan dibangun serta dapat menggambarkan fungsi apa saja yang ada pada sebuah sistem informasi yang dibangun (Nistrina & Sahidah, 2022).

Tabel 2. 2 Simbol *Use Case Diagram*

Simbol	Nama	Keterangan
	Aktor	Entitas yang berinteraksi dengan sistem, baik berupa manusia maupun sistem lain yang berada di luar sistem.
	Use Case	Fungsi atau layanan yang disediakan oleh sistem kepada aktor untuk mencapai tujuan tertentu

	<i>Association</i>	Hubungan antara aktor dengan use case yang menunjukkan adanya interaksi antara keduanya
	<i>Include</i>	Relasi yang menunjukkan bahwa suatu use case selalu melibatkan use case lain sebagai bagian dari proses yang harus dijalankan.
	<i>Extend</i>	Relasi yang menunjukkan adanya fungsi tambahan yang bersifat opsional dan hanya terjadi pada kondisi tertentu.

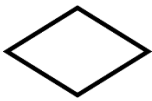
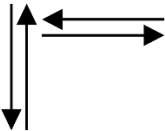
Sumber : (Siska Narulita et al., 2024)

b. Activity diagram

Activity diagram dapat diartikan sebagai diagram yang menggambarkan workflow atau aktivitas dari sebuah sistem yang ada pada perangkat lunak yang sedang berjalan (Putra & Andriani, 2021).

Tabel 2. 3 Simbol *Activity Diagram*

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Initial node</i>	Titik awal dimulainya suatu proses atau aktivitas di dalam sistem
	<i>Action</i>	Langkah atau proses yang dilakukan dalam sistem yang menggambarkan suatu kegiatan tertentu

	<i>Decision</i>	Percabangan yang digunakan untuk menentukan pilihan berdasarkan kondisi tertentu
	<i>Line</i> <i>Connector</i>	Alur yang menghubungkan antara aktivitas yang menunjukkan proses dalam sistem
	<i>Final Node</i>	Titik akhir dalam suatu proses atau aktivitas di dalam sistem

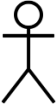
Sumber : (Siska Narulita et al., 2024)

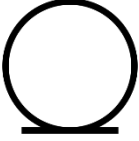
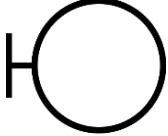
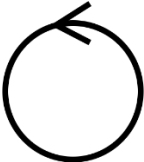
c. Sequence diagram

Sequence diagram merupakan diagram UML yang digunakan untuk menggambarkan urutan interaksi antar objek dalam suatu sistem berdasarkan waktu terjadinya proses. Diagram ini menunjukkan pesan yang dikirim dan diterima oleh setiap objek, sehingga alur kerja sistem dapat dipahami dengan lebih jelas.

Dengan adanya sequence diagram, proses komunikasi antar komponen dalam sistem dapat digambarkan secara lebih terstruktur sehingga memudahkan proses perancangan dan implementasi sistem.

Tabel 2. 4 Simbol *Sequence Diagram*

Simbol	Nama	Keterangan
	Aktor	Rutinitas yang berinteraksi dengan sistem, baik berupa manusia maupun sistem lain yang berada diluar sistem

	<i>Entity Class</i>	Komponen yang digunakan untuk menyimpan dan mengelola data dalam sistem
	<i>Boundary Class</i>	Komponen yang berfungsi sebagai antarmuka antara aktor
	<i>Control Class</i>	Mengatur jalanya proses serta mengelola logika sistem dalam menghubungkan <i>Boundary Class</i> dengan <i>Entity Class</i>

Sumber : (Siska Narulita et al., 2024)

B. Kajian Empiris

Pertama, penelitian oleh Salsabiela et al. (2025) mengembangkan sistem tongkat tunanetra berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi hambatan serta modul GPS untuk menentukan lokasi pengguna. Sistem ini juga dilengkapi dengan output suara menggunakan perangkat audio sehingga pengguna dapat menerima informasi secara langsung mengenai kondisi di sekitarnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu membantu pengguna dalam mendeteksi objek di depan secara lebih efektif dibandingkan tongkat konvensional, serta memberikan informasi lokasi secara real-time yang dapat meningkatkan keamanan dan kemandirian penyandang tunanetra.

Kedua, penelitian oleh Pristiana et al. (2025) mengembangkan alat bantu tongkat pintar berbasis *Internet of Things (IoT)* yang terintegrasi dengan modul GPS dan komunikasi berbasis kartu SIM untuk mengirimkan informasi lokasi pengguna kepada keluarga atau pendamping. Sistem ini dirancang untuk memberikan notifikasi ketika pengguna berada dalam kondisi darurat atau keluar dari area tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan data lokasi secara akurat dan real-time melalui jaringan seluler, serta memberikan respon yang cepat dalam situasi darurat sehingga meningkatkan tingkat keamanan pengguna.

Ketiga, penelitian oleh Gunawan et al. (2025) yang merancang tongkat tunanetra berbasis mikrokontroler yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik dan modul GPS untuk membantu navigasi pengguna. Sistem difokuskan pada kemampuan deteksi terhadap hambatan serta pelacakan lokasi pengguna secara real-time. Selain itu, alat yang dikembangkan menggunakan output suara untuk memberikan peringatan kepada pengguna ketika terdapat objek di sekitar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat mampu mendeteksi hambatan dengan cukup akurat serta membantu keluarga dalam memantau posisi pengguna, sehingga dapat meningkatkan keselamatan dan mobilitas penyandang tunanetra.

Kajian empiris menunjukkan bahwa penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)*, sensor ultrasonik, serta modul GPS dalam pengembangan tongkat tunanetra mampu meningkatkan fungsi alat bantu menjadi lebih modern dan responsif terhadap kondisi lingkungan. Selain itu, integrasi sistem komunikasi

berbasis jaringan seluler memungkinkan pengiriman informasi lokasi dan notifikasi darurat secara real-time kepada pihak terkait. Namun demikian, beberapa penelitian masih memiliki keterbatasan dalam aspek integrasi sistem notifikasi berbasis aplikasi seperti Telegram dan optimalisasi penggunaan jaringan seluler. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem tongkat navigasi sensorik berbasis *Internet of Things (IoT)* yang lebih terintegrasi, akurat, dan mampu memberikan notifikasi darurat melalui Telegram guna meningkatkan keamanan dan kenyamanan penyandang tunanetra

C. Kerangka Berfikir

Berdasarkan latar belakang dan kajian teori diatas maka kerangka berfikir penelitian ini adalah sebagai berikut:

