

PROPOSAL TUGAS AKHIR
PROYEK BIDANG INFORMATIKA

“ Rancang Bangun Aplikasi Navigasi Indoor Berbasis Bluetooth Low Energy (BLE) dan Algoritma Kalman Filter bagi Penyandang Tunanetra “



OLEH :

Alya Hafzah Azizah : 22343002

Dosen Pengampu :

Ahmaddul Hadi, S.Pd., M.Kom.

INFORMATIKA (NK)
TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2025

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penyandang tunanetra merupakan kelompok masyarakat yang menghadapi keterbatasan mobilitas, terutama saat berada di dalam ruangan seperti gedung, kampus, rumah sakit, atau perkantoran. Keterbatasan dalam mengandalkan indera penglihatan menyebabkan mereka mengalami kesulitan dalam mengenali arah dan posisi di lingkungan sekitarnya. Kondisi ini menimbulkan ketergantungan yang tinggi terhadap pendamping atau bantuan orang lain, sehingga mengurangi tingkat kemandirian dan efisiensi dalam beraktivitas sehari-hari.

Sistem navigasi berbasis Global Positioning System (GPS) telah banyak membantu pengguna di luar ruangan, namun tidak efektif ketika diterapkan di lingkungan dalam ruangan (indoor). Hal ini disebabkan oleh sinyal satelit yang melemah akibat terhalang oleh dinding dan struktur bangunan. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem navigasi alternatif yang dapat berfungsi secara efektif di lingkungan indoor dan mampu memberikan panduan arah yang akurat serta real-time bagi penyandang tunanetra.

Salah satu teknologi yang potensial untuk digunakan dalam sistem navigasi indoor adalah Bluetooth Low Energy (BLE) beacon. Teknologi ini memiliki kemampuan untuk memancarkan sinyal dalam jangkauan tertentu dengan konsumsi daya rendah. Dengan menempatkan beberapa beacon di area tertentu, posisi pengguna dapat diestimasi berdasarkan kekuatan sinyal yang diterima atau Received Signal Strength Indicator (RSSI). Namun, nilai RSSI sering kali berfluktuasi akibat pantulan sinyal, interferensi, serta kondisi lingkungan yang berubah-ubah, sehingga menyebabkan ketidakstabilan dalam perhitungan posisi.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, digunakan algoritma Kalman Filter yang berfungsi menyaring noise serta memperkirakan nilai sebenarnya dari sinyal yang diterima. Kalman Filter bekerja dengan menggabungkan nilai estimasi sebelumnya dan pengukuran terkini untuk menghasilkan estimasi posisi yang lebih stabil dan akurat. Dengan penerapan algoritma ini, hasil perhitungan posisi dari sinyal BLE diharapkan menjadi lebih presisi.

Selain aspek akurasi posisi, sistem navigasi bagi tunanetra juga memerlukan antarmuka yang ramah pengguna. Salah satu pendekatan yang efektif adalah penggunaan umpan balik suara (Text-to-Speech) agar instruksi arah dapat diterima secara langsung tanpa bergantung pada tampilan visual. Pendekatan berbasis suara ini memungkinkan pengguna tunanetra untuk memperoleh panduan arah secara real-time sesuai dengan posisi mereka di ruangan.

Melihat masih terbatasnya penelitian dan aplikasi di Indonesia yang mengintegrasikan teknologi BLE beacon, algoritma Kalman Filter, serta sistem umpan balik suara untuk membantu mobilitas penyandang tunanetra, maka perlu dilakukan pengembangan aplikasi navigasi dalam ruangan yang mampu menggabungkan ketiga komponen tersebut. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun aplikasi navigasi dalam ruangan berbasis Bluetooth Low Energy (BLE) dan algoritma Kalman Filter dengan panduan suara berbasis Android, yang diharapkan dapat meningkatkan kemandirian, keamanan, serta efisiensi mobilitas penyandang tunanetra di lingkungan indoor.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang menjadi dasar dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Penyandang tunanetra mengalami keterbatasan mobilitas di dalam ruangan karena tidak dapat mengandalkan indera penglihatan untuk mengenali arah dan posisi.
2. Sistem navigasi berbasis GPS tidak dapat digunakan secara efektif di lingkungan indoor karena sinyal satelit melemah akibat terhalang oleh struktur bangunan.
3. Diperlukan teknologi navigasi dalam ruangan yang dapat memberikan panduan arah secara mandiri, akurat, dan real-time bagi penyandang tunanetra.
4. Nilai sinyal BLE beacon (RSSI) sering kali berfluktuasi akibat interferensi dan pantulan sinyal di ruangan, sehingga menyebabkan ketidakstabilan dalam estimasi posisi.
5. Algoritma sederhana seperti rata-rata atau threshold belum mampu memberikan hasil estimasi posisi yang akurat.
6. Diperlukan penerapan algoritma Kalman Filter untuk menstabilkan nilai sinyal RSSI agar posisi pengguna dapat dihitung dengan presisi yang lebih baik.
7. Sistem navigasi yang dirancang perlu menyediakan umpan balik suara (Text-to-Speech) agar pengguna tunanetra dapat menerima instruksi arah tanpa bergantung pada tampilan visual.
8. Masih terbatasnya penelitian dan aplikasi yang mengintegrasikan teknologi BLE beacon, algoritma Kalman Filter, dan sistem umpan balik suara untuk membantu mobilitas penyandang tunanetra di Indonesia.

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas dari tujuan utama, maka batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem berfokus pada navigasi dalam ruangan menggunakan teknologi Bluetooth Low Energy (BLE) beacon sebagai sumber sinyal utama.
2. Algoritma yang digunakan terbatas pada Kalman Filter untuk menstabilkan dan memperbaiki nilai sinyal RSSI agar posisi pengguna lebih akurat.
3. Aplikasi dikembangkan menggunakan Flutter di Visual Studio Code sebagai platform utama, dengan Firebase Realtime Database sebagai penyimpanan data beacon dan konfigurasi sistem.
4. Panduan arah diberikan melalui umpan balik suara (Text-to-Speech) tanpa tampilan visual, dan sistem tidak mengintegrasikan perangkat keras tambahan selain BLE beacon dan smartphone Android.
5. Pengujian dilakukan pada area terbatas seperti satu ruangan atau koridor dalam gedung kecil, serta hanya berfungsi di area yang telah dipasang beacon BLE dengan jalur navigasi yang sudah ditentukan.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang sistem navigasi dalam ruangan yang dapat membantu penyandang tunanetra bergerak secara mandiri tanpa mengandalkan penglihatan?
2. Bagaimana penerapan algoritma Kalman Filter dapat digunakan untuk menstabilkan nilai sinyal Bluetooth Low Energy (BLE) agar posisi pengguna lebih akurat?
3. Bagaimana cara mengembangkan aplikasi berbasis Flutter yang mampu memberikan panduan arah secara real-time melalui umpan balik suara (Text-to-Speech)?
4. Bagaimana hasil pengujian sistem navigasi indoor berbasis BLE dan Kalman Filter dalam membantu pengguna tunanetra di area terbatas?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem navigasi dalam ruangan yang dapat membantu penyandang tunanetra bergerak secara mandiri dan aman tanpa mengandalkan penglihatan.
2. Menerapkan algoritma Kalman Filter untuk menstabilkan nilai sinyal Bluetooth Low Energy (BLE) sehingga posisi pengguna dapat ditentukan dengan lebih akurat.

3. Mengembangkan aplikasi berbasis Flutter yang memberikan panduan arah secara real-time menggunakan fitur suara (Text-to-Speech).
4. Melakukan pengujian terhadap sistem navigasi yang dikembangkan untuk mengetahui tingkat keakuratan, keandalan, dan kemudahan penggunaan bagi penyandang tunanetra.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan solusi teknologi yang dapat membantu penyandang tunanetra agar lebih mandiri dalam bernavigasi di dalam ruangan.
2. Menjadi referensi bagi pengembangan sistem navigasi indoor berbasis Bluetooth Low Energy (BLE) dan algoritma Kalman Filter pada penelitian selanjutnya di bidang teknologi informasi.
3. Meningkatkan pemanfaatan teknologi berbasis kecerdasan buatan dan sensor dalam menciptakan lingkungan yang lebih inklusif bagi penyandang disabilitas.
4. Memberikan pengalaman baru dalam penerapan Flutter dan Firebase sebagai platform pengembangan aplikasi berbasis Android untuk sistem navigasi cerdas.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Bluetooth Low Energy (BLE)

Bluetooth Low Energy (BLE) merupakan salah satu teknologi komunikasi nirkabel modern yang dirancang untuk memungkinkan pertukaran data dengan konsumsi daya yang sangat rendah. Teknologi ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi berbasis Internet of Things (IoT), termasuk sistem penentuan posisi dalam ruangan (Indoor Positioning System/IPS) karena efisiensi energinya dan kemampuannya untuk berintegrasi dengan perangkat mobile seperti smartphone dan tablet.

Menurut Bai, Ciravegna, Bond, dan Mulvenna (2017), sistem BLE-beacon berbasis Received Signal Strength Indicator (RSSI) dapat diterapkan dalam lingkungan indoor untuk memantau aktivitas penyandang disabilitas atau lansia. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa beacon BLE memiliki kestabilan sinyal yang cukup baik dalam mendeteksi posisi pengguna di dalam ruangan. Penelitian oleh Gong et al. (2021) juga memperkuat hal tersebut dengan menunjukkan bahwa pengukuran RSSI pada BLE versi 5.0 dan 4.2 dapat mencapai akurasi hingga kurang dari 10 cm dalam kondisi ideal, terutama bila orientasi antena dan faktor lingkungan diperhitungkan dengan cermat.

Namun demikian, teknologi BLE juga memiliki tantangan signifikan. Nilai RSSI yang menjadi dasar estimasi jarak bersifat fluktuatif karena dipengaruhi oleh multipath, penghalang fisik seperti tembok, furnitur, maupun keberadaan manusia, serta interferensi elektromagnetik dari perangkat lain. Studi “BLE-Based Indoor Localization: Analysis of Some Solutions” (2024) mencatat bahwa walaupun BLE 5.0 menawarkan efisiensi energi lebih baik dan jangkauan sinyal yang lebih luas dibanding versi sebelumnya, kinerjanya tetap sangat bergantung pada kondisi ruang dan tata letak beacon.

Dalam konteks navigasi untuk penyandang tunanetra, BLE menawarkan dua keunggulan utama. Pertama, kompatibilitas luas dengan smartphone modern menjadikannya solusi yang ekonomis tanpa perlu perangkat tambahan. Kedua, kemudahan penempatan beacon di titik strategis ruangan memungkinkan sistem untuk memperkirakan posisi pengguna secara berkelanjutan. Namun, untuk mendapatkan hasil estimasi posisi yang andal, diperlukan pemrosesan sinyal tambahan seperti penerapan algoritma penyaring (filtering algorithm) guna menstabilkan nilai RSSI agar lebih konsisten dan akurat. Dengan kombinasi BLE dan algoritma penyaring, sistem navigasi indoor dapat mencapai tingkat akurasi yang memadai untuk mendukung mobilitas penyandang tunanetra.

B. Algoritma Kalman Filter

Kalman Filter merupakan salah satu algoritma matematis yang digunakan untuk memperkirakan nilai variabel yang tidak dapat diukur secara langsung dengan memanfaatkan model prediksi dan pembaruan berdasarkan data pengukuran yang mengandung noise. Algoritma ini banyak digunakan pada sistem lokalisasi dan navigasi karena kemampuannya untuk menyaring fluktuasi sinyal dan memberikan estimasi yang lebih stabil.

Menurut Frončová dan Prazák (2020), Kalman Filter bekerja dengan dua tahap utama, yaitu prediksi (prediction) dan pembaruan (update). Tahap prediksi memperkirakan nilai variabel berdasarkan model sistem, sedangkan tahap pembaruan menyesuaikan hasil prediksi berdasarkan pengukuran aktual yang diterima. Dengan demikian, Kalman Filter mampu memberikan estimasi state yang optimal meskipun terdapat ketidakpastian pada data pengukuran.

Dalam konteks sistem lokalisasi indoor berbasis BLE, Bai et al. (2017) mengembangkan metode kombinasi antara trilaterasi dan Kalman filtering untuk menentukan posisi pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa integrasi kedua metode tersebut mampu meningkatkan akurasi hingga kurang dari satu meter. Selain itu, penelitian “Indoor Localization: BLE, Machine Learning, and Kalman Filtering for Resource-Constrained Devices” (2022) juga menegaskan bahwa algoritma Kalman sangat cocok untuk diterapkan pada perangkat dengan sumber daya terbatas seperti smartphone, karena efisiensi komputasinya yang tinggi.

Dalam sistem navigasi untuk penyandang tunanetra, peran Kalman Filter menjadi sangat penting. Estimasi posisi yang stabil menjadi dasar bagi sistem untuk memberikan panduan arah dan instruksi suara yang tepat waktu. Tanpa penyaringan yang memadai, perubahan nilai RSSI yang fluktuatif dapat menyebabkan kesalahan posisi dan membingungkan pengguna. Oleh karena itu, penggunaan Kalman Filter tidak hanya meningkatkan keakuratan posisi, tetapi juga menjamin keamanan dan kenyamanan navigasi pengguna tunanetra di lingkungan dalam ruangan.

C. Navigasi Dalam Ruangan (Indoor Navigation System)

Navigasi dalam ruangan (Indoor Navigation System) adalah sistem yang dirancang untuk membantu pengguna menentukan posisi dan rute di area tertutup seperti gedung, kampus, rumah sakit, atau pusat perbelanjaan, di mana sistem berbasis satelit seperti GPS mengalami keterbatasan jangkauan sinyal. Menurut Kunhoth (2019), sistem navigasi berbasis BLE beacon mampu memberikan panduan arah verbal serta rute dalam lingkungan indoor melalui integrasi antarmuka suara dan pemetaan rute manual, sehingga menjadi solusi yang sangat bermanfaat bagi penyandang tunanetra.

Mustafa (2021) menjelaskan bahwa penerapan sistem navigasi indoor berbasis BLE dapat mencapai akurasi rata-rata sekitar 2,2 meter pada kondisi pengguna yang sedang bergerak, terutama setelah penerapan algoritma penyaring dan prediksi posisi.

Hal ini menunjukkan bahwa sistem navigasi indoor berbasis BLE telah mencapai tahap kematangan yang memungkinkan penerapan nyata di berbagai lingkungan tertutup.

Dalam konteks navigasi untuk tunanetra, sistem tidak hanya berfungsi untuk menghitung posisi pengguna, tetapi juga harus mampu memberikan rute yang mudah diikuti, informasi arah secara real-time, serta mengidentifikasi hambatan struktural di sekitarnya. Oleh karena itu, sistem navigasi indoor biasanya dirancang untuk area terbatas dengan beacon yang dipasang secara strategis dan jalur yang telah dipetakan sebelumnya. Dengan pengaturan seperti ini, sistem dapat memberikan umpan balik posisi dan instruksi arah secara konsisten, aman, dan mudah dipahami oleh pengguna tunanetra.

D. Text-to-Speech (Umpan Balik Suara)

Text-to-Speech (TTS) merupakan teknologi yang mengubah teks menjadi suara sintetis agar informasi dapat disampaikan secara lisan kepada pengguna. Teknologi ini memiliki peran penting dalam sistem berbasis aksesibilitas, terutama bagi penyandang tunanetra yang mengandalkan informasi auditif. Menurut Ganz (2012), sistem navigasi berbasis Android yang mengintegrasikan TTS dapat memberikan panduan arah dan informasi lokasi secara verbal, sehingga pengguna tidak perlu melihat layar perangkat untuk memahami instruksi navigasi.

Gotlib (2025) menambahkan bahwa penerapan TTS dalam aplikasi bantu tunanetra mampu meningkatkan aksesibilitas, kemandirian, dan kenyamanan pengguna. Dalam penelitian yang mengembangkan aplikasi Audio-Map WUT, fitur TTS diintegrasikan dengan peta audio untuk membantu pengguna “mendengar” representasi ruang di sekitarnya. Hasilnya, pengguna tunanetra dapat menavigasi ruangan dengan lebih percaya diri.

Dalam penelitian ini, TTS digunakan sebagai komponen utama antarmuka pengguna, yang bertugas memberikan umpan balik suara secara langsung. Sistem diharapkan mampu menyampaikan instruksi seperti “maju lima langkah”, “belok kiri di ujung koridor”, atau “Anda telah sampai di tujuan”. Integrasi antara estimasi posisi yang akurat dari algoritma Kalman Filter dan penyampaian instruksi suara secara real-time dari TTS menjadi kunci utama dalam menciptakan pengalaman navigasi yang inklusif dan adaptif bagi penyandang tunanetra.

E. Aplikasi Berbasis Android dengan Flutter dan Firebase

Android merupakan sistem operasi berbasis Linux yang dikembangkan oleh Google dan dirancang untuk perangkat bergerak seperti smartphone dan tablet. Android menjadi platform yang paling banyak digunakan di dunia karena bersifat open-source, mudah dikustomisasi, serta memiliki dukungan luas terhadap berbagai bahasa pemrograman seperti Java, Kotlin, maupun framework lintas platform seperti Flutter. Menurut Nasution (2020), Android sering dipilih dalam penelitian dan pengembangan aplikasi karena kemampuannya dalam mengintegrasikan berbagai sensor, konektivitas

Bluetooth, dan pemrosesan data secara real-time yang dibutuhkan dalam sistem navigasi atau Internet of Things (IoT).

Dalam penelitian ini, aplikasi dikembangkan menggunakan Flutter di Visual Studio Code (VS Code) sebagai platform utama pengembangan. Flutter merupakan framework open-source yang dikembangkan oleh Google menggunakan bahasa pemrograman Dart. Framework ini memungkinkan pengembangan aplikasi lintas platform (Android dan iOS) menggunakan satu basis kode yang sama. Menurut Prayogo et al. (2024), Flutter menawarkan berbagai keunggulan seperti fitur hot reload yang mempercepat proses pengujian, arsitektur berbasis widget yang fleksibel, serta rendering antarmuka yang cepat karena dikompilasi langsung ke kode native. Gunawan (2024) juga menambahkan bahwa Flutter dibangun dengan kombinasi bahasa C, C++, Dart, dan Skia untuk menghasilkan performa tinggi dan tampilan antarmuka pengguna (UI) yang halus.

Lingkungan pengembangan Visual Studio Code dipilih karena ringan, fleksibel, dan memiliki dukungan ekstensi yang luas untuk Flutter serta integrasi Git. Dengan memanfaatkan VS Code, proses pengkodean, debugging, hingga pengujian aplikasi dapat dilakukan dengan efisien. Selain itu, sistem ini juga menggunakan Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan utama untuk menyimpan data beacon BLE dan konfigurasi sistem navigasi. Firebase, yang dikembangkan oleh Google, menawarkan layanan *database* berbasis cloud dengan kemampuan sinkronisasi data secara real-time, sehingga aplikasi dapat memperbarui informasi lokasi atau status beacon dengan cepat tanpa perlu sinkronisasi manual. Menurut Ramadhani (2023), Firebase Realtime Database sangat cocok digunakan pada sistem IoT dan aplikasi berbasis lokasi karena mendukung komunikasi data yang cepat, aman, dan efisien.

Dalam konteks sistem navigasi indoor untuk penyandang tunanetra, kombinasi antara Flutter, VS Code, dan Firebase memungkinkan pengembangan aplikasi yang interaktif, portabel, dan mudah dikembangkan lebih lanjut. Flutter bertugas sebagai frontend utama yang mengatur antarmuka pengguna dan komunikasi dengan sensor BLE pada smartphone, sementara Firebase berperan sebagai backend cloud untuk menyimpan dan mengelola data posisi beacon. Dengan arsitektur ini, sistem menjadi lebih stabil, mudah dipelihara, dan siap dikembangkan ke platform lain jika dibutuhkan.

Secara keseluruhan, pemanfaatan Flutter dan Firebase pada sistem berbasis Android menjadikan proses pengembangan lebih cepat, efisien, serta mendukung kinerja real-time dalam menampilkan data navigasi. Dengan dukungan komunitas dan dokumentasi yang luas, teknologi ini menjadi pilihan ideal untuk implementasi sistem navigasi indoor berbasis BLE dan algoritma Kalman Filter, sekaligus mendukung integrasi fitur Text-to-Speech (TTS) guna memberikan panduan suara bagi pengguna tunanetra secara langsung dan responsif.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem Navigasi Dalam Ruangan untuk Tunanetra berbasis Android menggunakan Bluetooth Low Energy (BLE) beacon dan Kalman Filter.

Pendekatan yang digunakan adalah Prototyping, karena penelitian ini masih berfokus pada tahap perancangan dan pembuatan model awal aplikasi berdasarkan kebutuhan pengguna. Dengan metode ini, model sistem dapat diuji secara bertahap, dievaluasi, dan diperbaiki sebelum menjadi versi final yang siap digunakan.

B. Analisis

1. Analisis Algoritma

Algoritma utama yang digunakan adalah Kalman Filter, yaitu metode estimasi yang mampu memprediksi posisi pengguna dengan menyaring noise dari sinyal BLE yang fluktuatif.

Alasan pemilihan Kalman Filter:

- a. Kalman Filter mampu menyaring nilai RSSI yang tidak stabil untuk estimasi posisi lebih akurat.
- b. Algoritma ini cepat dan efisien sehingga cocok untuk aplikasi real-time.
- c. Fleksibel untuk integrasi dengan sensor lain di smartphone, misalnya accelerometer dan gyroscope.

Relevansi dengan system Kalman Filter akan menerima input berupa nilai RSSI dari BLE beacon yang terpasang di ruangan. Algoritma ini akan memproses fluktuasi sinyal dan memprediksi posisi pengguna secara kontinu. Posisi ini kemudian dikirim ke modul Text-to-Speech untuk memberikan panduan arah secara suara kepada pengguna tunanetra.

C. Metode Pengembangan Sistem

1. Analisis Kebutuhan Sistem

a. Analisis Sistem yang Sedang Berjalan

Berdasarkan observasi dan studi literatur, kondisi mobilitas tunanetra di dalam ruangan saat ini memiliki karakteristik:

- 1) Proses Manual: Navigasi masih mengandalkan bantuan manusia.
- 2) Ketergantungan pada Pendamping: Pengguna membutuhkan teman atau staf untuk berpindah ruangan.
- 3) Risiko Keselamatan: Navigasi tanpa panduan berisiko menyebabkan benturan atau tersesat.
- 4) Kurangnya Dokumentasi Jalur: Tidak ada catatan posisi atau rute yang terekam.
- 5) Informasi Tidak Terstruktur: Peta atau petunjuk jalur jarang tersedia secara digital.
- 6) Keterbatasan Akses Teknologi: Aplikasi navigasi indoor untuk tunanetra masih jarang di Indonesia.

b. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan permasalahan tersebut, sistem yang dikembangkan harus memenuhi kebutuhan berikut:

Fungsional:

- 1) Manajemen Pengguna
 - a) Registrasi dan login pengguna.
 - b) Penyimpanan profil pengguna.
- 2) Navigasi dan Panduan Suara
 - a) Penerimaan input posisi dari sensor BLE.
 - b) Pemrosesan posisi menggunakan Kalman Filter.
 - c) Panduan arah diberikan melalui suara (Text-to-Speech).
 - d) Update posisi secara real-time sesuai jalur yang sudah ditentukan.
- 3) Riwayat Navigasi
 - a) Menyimpan jalur yang sudah dilalui pengguna.

- b) Menampilkan riwayat jalur untuk evaluasi dan perbaikan sistem.

Non-Fungsional:

- 1) Kemudahan Penggunaan: Antarmuka sederhana dan fokus pada suara.
- 2) Kinerja: Respon sistem real-time, posisi diperbarui setiap beberapa detik.
- 3) Keamanan: Data posisi dan riwayat navigasi tersimpan aman di database.

c. Analisis Input – Proses – Output

1) Input

- a) Posisi pengguna dari BLE beacon.
- b) Data konfigurasi ruangan (peta beacon).
- c) Data sensor tambahan (accelerometer/gyroscope).

2) Proses

- a) Autentikasi pengguna.
- b) Pembacaan dan normalisasi sinyal BLE.
- c) Estimasi posisi menggunakan Kalman Filter.
- d) Perhitungan rute dan panduan arah.
- e) Penyimpanan riwayat navigasi ke database.

3) Output

- a) Panduan suara arah yang akurat.
- b) Estimasi posisi pengguna.
- c) Riwayat navigasi di ruangan.
- d) Peringatan bila ada rute tidak valid atau pengguna mendekati halangan.

- d. Peemodelan Sistem
- 2. Perancangan Prototype
 - a. Splash Screen

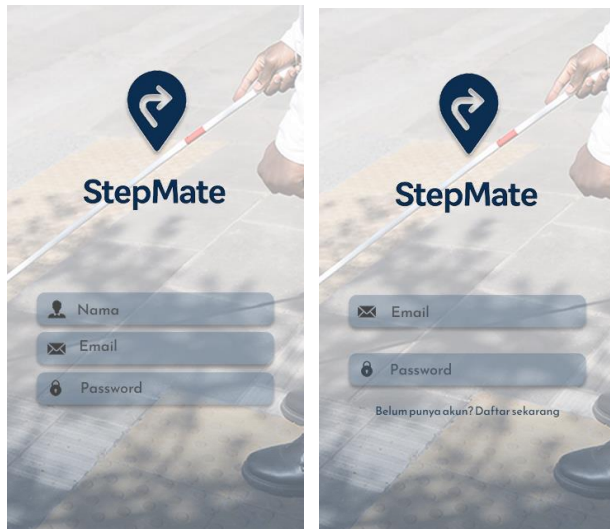


Halaman splash screen merupakan tampilan awal yang muncul saat aplikasi StepMate dijalankan. Pada halaman ini ditampilkan logo aplikasi berbentuk ikon arah, nama aplikasi StepMate, serta teks deskriptif yang berbunyi “Teman setia navigasi indoor bagi penyandang tunanetra” dan “Temukan arah dan fasilitas penting dengan panduan suara real-time.” Latar belakang halaman menampilkan gambar seseorang dengan tongkat penuntun yang sedang berjalan di jalur pemandu, untuk menggambarkan fungsi utama aplikasi yang membantu mobilitas penyandang tunanetra di dalam ruangan.

Halaman ini berfungsi sebagai pengenalan awal terhadap identitas dan tujuan aplikasi sebelum pengguna masuk ke halaman berikutnya. Saat aplikasi dijalankan, splash screen akan muncul secara otomatis selama beberapa detik, yaitu sekitar tiga hingga lima detik. Selama waktu tersebut, sistem text-to-speech (TTS) akan aktif dan membacakan teks yang ada pada layar, seperti “Selamat datang di StepMate, teman setia navigasi indoor bagi penyandang tunanetra.” Setelah durasi selesai, halaman akan otomatis berpindah ke halaman login atau beranda utama tanpa perlu interaksi pengguna.

Melalui tampilan ini, pengguna mendapatkan kesan pertama tentang fungsi StepMate sebagai aplikasi panduan navigasi berbasis suara yang ramah bagi tunanetra. Selain itu, halaman splash screen juga menjadi penanda bahwa sistem suara dan navigasi sudah siap digunakan sejak aplikasi pertama kali dibuka.

b. Login Dan Register



Halaman login dan register pada aplikasi StepMate berfungsi sebagai pintu masuk utama bagi pengguna sebelum dapat mengakses fitur navigasi di dalam aplikasi. Kedua halaman ini dirancang dengan memperhatikan kebutuhan penyandang tunanetra agar proses autentikasi tetap dapat dilakukan secara mandiri maupun dengan bantuan pendamping. Pada halaman login, pengguna diminta untuk memasukkan email dan kata sandi yang telah terdaftar. Untuk memudahkan, sistem dilengkapi dengan fitur input suara sehingga pengguna dapat mengucapkan alamat email atau kata sandi yang kemudian akan dikonversi secara otomatis menjadi teks.

Selain itu, tersedia pula opsi bagi pendamping untuk mengisi data secara manual melalui papan ketik jika diperlukan. Navigasi antar kolom dilakukan dengan menekan tombol volume pada perangkat, di mana tombol volume atas berfungsi untuk berpindah ke kolom berikutnya dan tombol volume bawah untuk kembali ke kolom sebelumnya. Setiap kali kolom berpindah, sistem akan membacakan nama kolom menggunakan text-to-speech agar pengguna mengetahui posisi input yang sedang aktif.

Pada halaman register, pengguna baru dapat membuat akun dengan mengisi kolom nama lengkap, email, kata sandi, dan konfirmasi kata sandi. Mekanisme inputnya sama seperti halaman login, yaitu dapat menggunakan suara maupun bantuan pendamping. Sistem juga akan memberikan panduan audio berupa instruksi dan konfirmasi, misalnya saat pengguna berhasil menyelesaikan pendaftaran. Dengan adanya kombinasi antara input suara, bantuan pendamping, dan navigasi berbasis tombol volume, halaman login dan register StepMate diharapkan dapat memberikan pengalaman yang inklusif, mudah diakses, dan ramah bagi penyandang tunanetra.

c. Home Screen

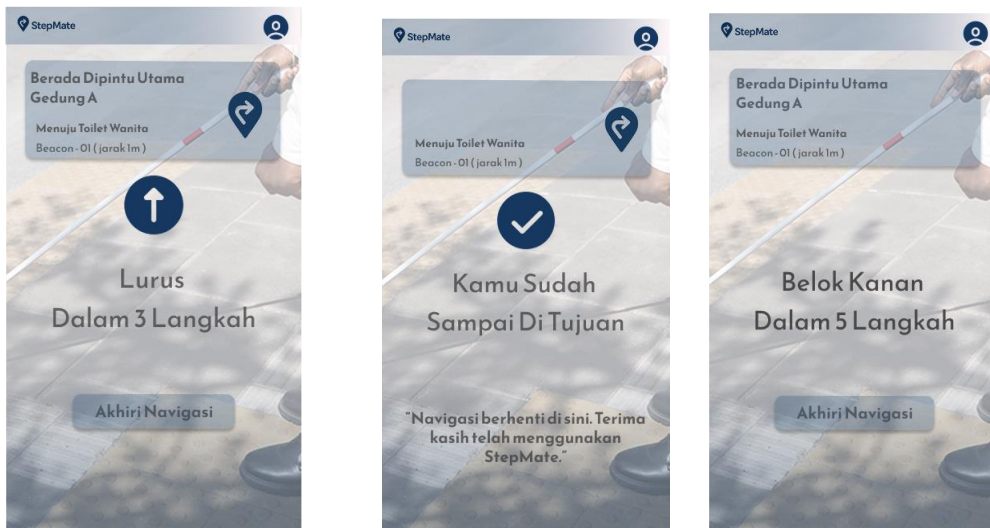


Halaman Home pada aplikasi StepMate berfungsi sebagai pusat kendali utama pengguna sebelum memulai proses navigasi. Pada tampilan ini, pengguna akan disapa oleh sistem dengan pesan suara seperti “Halo [Nama], siap menavigasi bersama StepMate,” yang dibacakan secara otomatis melalui fitur text-to-speech. Sistem kemudian memberi tahu status Bluetooth dan kesiapan untuk memindai beacon di sekitar pengguna. Aplikasi dirancang agar dapat dioperasikan tanpa perlu melihat layar, dengan memanfaatkan tombol fisik pada perangkat. Tombol volume atas digunakan untuk berpindah ke elemen berikutnya, seperti kolom input tujuan atau tombol navigasi, sedangkan tombol volume bawah digunakan untuk memilih atau mengonfirmasi perintah. Dengan demikian, pengguna tunanetra dapat berinteraksi secara mandiri tanpa harus menyentuh layar sentuh.

Pada bagian tengah halaman terdapat kolom input “Kamu Mau Kemana?” yang dapat diisi menggunakan perintah suara. Setelah tujuan disebutkan, sistem akan mengonfirmasi melalui suara dan menampilkan tombol “Mulai Navigasi.” Tombol ini dapat diaktifkan dengan menekan tombol volume bawah dua kali secara cepat.

Selain fitur utama tersebut, halaman ini juga menampilkan riwayat perjalanan terakhir seperti lokasi awal, tujuan sebelumnya, dan opsi untuk mengulangi navigasi. Di bagian bawah terdapat menu “Bantuan” yang jika diaktifkan akan membacakan panduan lengkap penggunaan StepMate secara bertahap. Secara keseluruhan, halaman Home StepMate tidak hanya berfungsi sebagai tampilan awal navigasi, tetapi juga dirancang untuk memberikan pengalaman aksesibilitas penuh bagi penyandang tunanetra melalui kombinasi suara, getaran, dan kontrol fisik perangkat.

d. Navigasi Screen



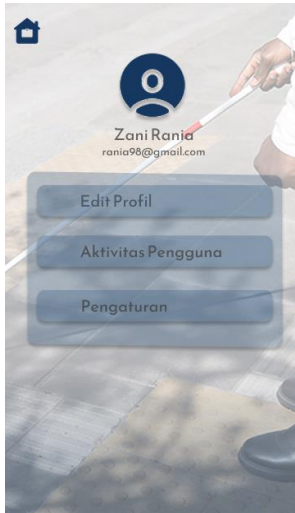
Halaman Navigasi pada aplikasi StepMate merupakan tampilan utama yang digunakan saat pengguna sedang dalam proses menuju lokasi tujuan. Halaman ini memberikan panduan arah secara real-time, seperti instruksi untuk berjalan lurus, belok kanan, atau berhenti, disertai estimasi.

Instruksi ini tidak hanya ditampilkan di layar, tetapi juga disuarakan melalui sistem text-to-speech agar dapat diakses sepenuhnya oleh penyandang tunanetra tanpa harus melihat layar. Cara kerja halaman ini memanfaatkan teknologi Bluetooth Low Energy (BLE) beacon yang ditempatkan di beberapa titik di dalam ruangan, seperti koridor, pintu, atau area penting. Setiap beacon memiliki identitas unik dan kekuatan sinyal tertentu. Ketika pengguna berjalan dengan membawa perangkat yang terhubung ke aplikasi StepMate, sensor BLE pada ponsel akan mendeteksi beacon terdekat. Berdasarkan data kekuatan sinyal (RSSI) dan posisi beacon, sistem dapat memperkirakan jarak pengguna terhadap titik tersebut.

Aplikasi kemudian membandingkan posisi pengguna dengan jalur tujuan yang telah disimpan dalam basis data. Jika beacon berikutnya terdeteksi lebih kuat, sistem akan menafsirkan bahwa pengguna telah berpindah posisi dan mengubah instruksi arah, misalnya dari “Lurus dalam 3 langkah” menjadi “Belok kanan dalam 5 langkah.” Seluruh perubahan arah ini juga disertai dengan umpan balik suara dan getaran singkat agar pengguna mengetahui adanya instruksi baru.

Ketika pengguna telah mencapai beacon terakhir yang berdekatan dengan lokasi tujuan, sistem akan memberikan notifikasi suara seperti “Kamu sudah sampai di tujuan,” dan proses navigasi dinyatakan selesai. Tombol “Akhir Navigasi” juga tersedia untuk menghentikan proses secara manual jika diperlukan. Dengan kombinasi BLE beacon, audio guidance, dan kontrol sederhana, halaman ini mampu memberikan panduan arah yang aman dan intuitif bagi pengguna tunanetra di lingkungan dalam ruangan.

a. Profil



Halaman Profil pada aplikasi StepMate berfungsi sebagai pusat informasi pribadi pengguna dan pengaturan utama aplikasi. Tampilan halaman ini dirancang sederhana dan mudah dipahami, dengan latar belakang yang konsisten agar tetap nyaman diakses oleh penyandang tunanetra. Di bagian atas terdapat identitas pengguna yang mencakup nama dan alamat email sebagai tanda bahwa akun telah terverifikasi. Aplikasi juga mendukung pembacaan otomatis menggunakan text-to-speech untuk menyebutkan nama pengguna saat halaman dibuka, sehingga pengguna mengetahui bahwa mereka berada di halaman profil.

Di bawah informasi pengguna terdapat tiga menu utama yaitu Edit Profil, Aktivitas Pengguna, dan Pengaturan. Menu Edit Profil memungkinkan pengguna atau pendamping untuk memperbarui data seperti nama, email, dan preferensi navigasi. Menu Aktivitas Pengguna berisi riwayat perjalanan yang pernah dilakukan menggunakan aplikasi, termasuk lokasi awal, tujuan, serta waktu penggunaan terakhir. Fitur ini membantu dalam memantau frekuensi navigasi dan kebiasaan pengguna. Sementara itu, menu Pengaturan berfungsi untuk menyesuaikan suara panduan, tingkat sensitivitas deteksi beacon, serta opsi bahasa yang digunakan aplikasi.

Setiap tombol di halaman ini dapat diakses melalui sentuhan layar maupun tombol fisik pada perangkat seperti tombol volume untuk berpindah pilihan dan tombol power untuk memilih menu. Sistem juga akan memberikan umpan balik suara saat tombol disentuh, agar pengguna tunanetra dapat mengetahui posisi navigasi menu tanpa harus melihat layar. Dengan desain yang inklusif dan terintegrasi dengan umpan balik suara, halaman profil ini menjadi pusat kontrol yang ramah bagi seluruh pengguna StepMate.

Daftar Pustaka

- Bai, L., Ciravegna, F., Bond, R., & Mulvenna, M. (2017). *BLE-based indoor localization for monitoring activity of the disabled and elderly*. *Journal of Ambient Intelligence*, 5(2), 45–58.
- Frončová, M., & Prazák, F. (2020). *Kalman Filter: Theory and applications in navigation systems*. *International Journal of Control and Automation*, 13(4), 321–335.
- Gong, J., Liu, Y., Zhang, X., & Wang, H. (2021). *Accuracy analysis of RSSI-based BLE indoor positioning system*. *Sensors*, 21(7), 2501.
- Gotlib, D. (2025). *Audio-based navigation systems for visually impaired users*. *Journal of Human-Computer Interaction*, 32(2), 45–60.
- Ganz, A. (2012). *Text-to-speech technology and its impact on accessibility*. *Accessibility Computing Journal*, 9(1), 15–23.
- Kunhoth, R. (2019). *Indoor navigation systems: BLE-based solutions for accessibility*. *Proceedings of the International Conference on Smart Technologies*.
- Mustafa, F. (2021). *Enhancing indoor navigation for visually impaired using BLE beacons*. *Journal of Assistive Technologies*, 15(3), 123–135.
- Nasution, A. (2020). *Pengembangan aplikasi Android berbasis Flutter dan integrasi sensor*. Bandung: ITB Press.
- Prayogo, S., et al. (2024). *Flutter: Cross-platform development for real-time applications*. Jakarta: Gramedia.
- Ramadhani, I. (2023). *Implementasi Firebase Realtime Database untuk sistem IoT dan aplikasi lokasi*. Yogyakarta: UGM Press.