IMPLEMENTASI FILTER KALMAN PADA SISTEM TONGKAT TUNANETRA BERBASIS SENSOR KOMPAS UNTUK PENINGKATAN AKURASI ARAH

FITRIYANI
H1051221014

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

IMPLEMENTASI FILTER KALMAN PADA SISTEM TONGKAT TUNANETRA BERBASIS SENSOR KOMPAS UNTUK PENINGKATAN AKURASI ARAH

FITRIYANI
H1051221014

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Implementasi Filter Kalman Pada Sistem Tongkat Tunanetra Berbasis Sensor Kompas Untuk Peningkatan Akurasi Arah
Nama Mahasiswa	: Fitriyani
NIM	: H1051221014
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 22 Juli 2026
SK Pembimbing	: No. 1123/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/ 16 Maret 2026
SK Penguji	: No. 4537/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/ 21 Juli 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Irma Nirmala, S.T., M.T.	Dr. Dedi Triyanto, S.T., M.T.
NIP. 19840405209032015	NIP. 198112242009121003

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Suhardi, S.T., M.Eng.	Drs. Cucu Suhery, M.A.
NIP. 198606182020121006	NIP. 196108291989031002

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Irma Nirmala, S.T., M.T.	Dr. Dedi Triyanto, S.T., M.T.
NIP. 19840405209032015	NIP. 198112242009121003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Fitriyani
NIM	: H1051221014
Program Studi/ Jurusan	: Rekayasa Sistem Komputer
Fakultas	: Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 22 Juli 2026



Fitriyani

NIM. H1051221014

IMPLEMENTASI FILTER KALMAN PADA SISTEM TONGKAT TUNANETRA BERBASIS SENSOR KOMPAS UNTUK PENINGKATAN AKURASI ARAH

ABSTRAK

Sensor kompas pada sistem tongkat tunanetra masih dipengaruhi oleh *noise* dan gangguan medan magnet sehingga menghasilkan pembacaan arah yang kurang stabil dan menurunkan akurasi. Penelitian ini bertujuan menerapkan Filter Kalman untuk meningkatkan kestabilan dan akurasi pembacaan sensor kompas pada sistem tongkat tunanetra. Metode penelitian dilakukan dengan menerapkan Filter Kalman pada data pembacaan sensor kompas. Kinerja sistem dievaluasi menggunakan Standar Deviasi (SD) untuk mengetahui tingkat kestabilan penyebaran data dan Mean Absolute Error (MAE) untuk mengetahui tingkat kesalahan terhadap arah referensi. Hasil pengujian pada delapan arah mata angin menunjukkan bahwa nilai Standar Deviasi menurun dari 7,42°–9,67° menjadi 3,19°–3,98°, sedangkan nilai MAE menurun dari 3,05°–3,99° menjadi 2,13°–3,10°. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan Filter Kalman mampu mengurangi pengaruh *noise* sehingga meningkatkan kestabilan dan akurasi pembacaan sensor kompas pada sistem tongkat tunanetra.

Kata kunci: ESP32, Filter Kalman, *Noise,* Sensor Kompas, Tongkat Tunanetra.

IMPLEMENTATION OF KALMAN FILTER ON A COMPASS SENSOR BASED BLIND CANE SYSTEM TO IMPROVE DIRECTIONAL ACCURACY

ABSTRACT

The compass sensor in the blind cane system is still affected by noise and magnetic field disturbances, resulting in unstable direction readings and reduced accuracy. This study aims to implement the Kalman Filter to improve the stability and accuracy of compass sensor readings in a blind cane system. The research method was carried out by applying the Kalman Filter to the compass sensor reading data. System performance was evaluated using Standard Deviation (SD) to determine data distribution stability and Mean Absolute Error (MAE) to determine the error level compared to the reference direction. The test results on eight compass directions show that the Standard Deviation value decreased from 7.42°–9.67° to 3.19°–3.98°, while the MAE value decreased from 3.05°–3.99° to 2.13°–3.10°. These results indicate that the implementation of the Kalman Filter can reduce the influence of noise, thereby improving the stability and accuracy of compass sensor readings in the blind cane system.

Keywords: *ESP32, Kalman Filter, Noise, Compas Sensor, Smart Cane.*

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Implementasi Filter Kalman pada Sistem Tongkat Tunanetra Berbasis Sensor Kompas untuk Peningkatan Akurasi Arah"**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Universitas Tanjungpura.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tidak sedikit kendala yang dihadapi. Mulai dari proses pengumpulan data, perancangan sistem, hingga tahap penyusunan laporan. Namun, berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, semua kendala tersebut dapat dilalui dengan baik.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Untuk cinta pertama penulis, Bapak Helmi. Terima kasih atas setiap perjuangan, doa, dan pengorbanan yang selalu menyertai langkah penulis hingga sampai di titik ini. Terima kasih karena telah mengajarkan arti kerja keras, tanggung jawab, dan ketulusan melalui setiap usaha yang bapak lakukan.
2. Untuk Ibu Suyanti, perempuan hebat sekaligus pintu surga bagi penulis. Terima kasih atas kasih sayang, dan pengorbanan yang tidak pernah habis. Terima kasih karena selalu menjadi tempat pulang dan sumber kekuatan bagi penulis dalam setiap keadaan. Sampai di titik ini, penulis menyadari bahwa banyak hal dapat dilalui berkat doa dan ketulusan ibu.
3. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
4. Ibu Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak.
5. Bapak Tedy Rismawan, S.Kom., M.Cs., selaku dosen pembimbing akademik penulis selama masa perkuliahan. Terima kasih atas arahan, nasihat, dan kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk berbagi cerita selama menjalani masa perkuliahan di setiap semester.

6. Ibu Irma Nirmala, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pertama. Terima kasih karena telah menerima penulis sebagai mahasiswa bimbingan serta meluangkan waktu, dan pikiran dalam membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Ibu juga selalu memberikan perhatian dan kemudahan bagi penulis dalam setiap proses bimbingan.
7. Bapak Dr. Dedi Triyanto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing kedua. Terima kasih karena telah membimbing penulis dengan memberikan banyak ilmu, saran, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Bapak Suhardi, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji pertama. Terima kasih atas masukan, kritik, dan saran yang telah diberikan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
9. Bapak Drs. Cucu Suhery. M.A., selaku dosen penguji kedua. Terima kasih atas perhatian serta saran yang telah diberikan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
10. Untuk saudara penulis, kakak Sumi Atik, S.Pd., terima kasih telah menjadi salah satu motivasi penulis dalam menyelesaikan studi ini, serta selalu menjadi tempat penulis bercerita di setiap keadaan. Terima kasih juga kepada adik penulis, Muhammad Khaikal, yang selalu hadir dan sigap membantu penulis setiap kali dibutuhkan.
11. Untuk seluruh keluarga besar penulis. Terima kasih atas segala perhatian dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
12. Untuk NIM H1051221093. Seseorang yang selalu ada dalam kehidupan penulis sejak awal masa perkuliahan. Terima kasih karena telah hadir dan tetap memilih untuk bertahan sampai sejauh ini, dari awal penulis memulai langkah sebagai mahasiswa baru, hingga sampai titik penyelesaian skripsi ini. Terima kasih atas semua waktu, dukungan, serta kesabaran dalam menghadapi sikap penulis selama ini.
13. Untuk Cahaya, Firda, Izza, dan Rifka. Terimakasih atas kebersamaan, dukungan, serta bantuan yang telah diberikan selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini, termasuk dalam pengurusan berbagai

berkas dan keperluan administrasi. Meskipun kebersamaan kita terbilang singkat, penulis sangat bersyukur dapat mengenal dan menjadi bagian dari perjalanan selama di Siskom Serta kisah Al, El, Dul, dan Jaden yang turut menjadi bagian cerita selama perkuliahan.

14. Teman-teman rusun, Giat, Ikfal, Reja, dan Taqim. Rusun menjadi rumah bersama dalam pengerjaan skripsi ini. Terima kasih atas waktu, kebersamaan, dukungan, dan segala bantuan yang diberikan dalam berbagai keadaan selama menjalani masa perkuliahan.
15. Dea Ramadanti, teman SMA penulis. Terima kasih karena telah meluangkan begitu banyak waktu untuk menemani penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih karena selalu bersedia menemani penulis ke mana pun diperlukan, dengan sabar menunggu hingga setiap urusan dan proses penyusunan skripsi selesai. Kehadiran, perhatian, dan kebersamaan yang diberikan sangat berarti bagi penulis.
16. Keluarga besar Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, khususnya angkatan 2022 (*cytigon*), yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih atas pengalaman, kenangan, dan kebersamaan yang telah diberikan.
17. *And last but not least*, untuk anak tengah yang keras kepala, Fitriyani. Terima kasih karena telah bertahan sejauh ini. Terima kasih karena selalu kuat dan terus melangkah meskipun tidak selalu mudah. Penulis telah melewati berbagai proses, menghadapi banyak rintangan, serta sempat berada di titik lelah, ragu, bahkan hampir menyerah, namun tetap memilih untuk melanjutkan hingga sampai pada titik ini. Terima kasih dan apresiasi sebesar-besarnya untuk diri sendiri yang tidak berhenti di tengah jalan dan tetap percaya bahwa setiap usaha akan ada hasilnya.

Pontianak, 22 Juli 2026

Fitriyani

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR KODE PROGRAM xv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB 2 LANDASAN TEORI 6
2.1. Perbandingan Terhadap Penelitian Terdahulu 6
2.2. Filter Kalman 7
2.3. Standar Deviasi 10
2.4. Mean Absolute Error (MAE) 10
2.5. ESP32 11
2.6. Sensor Kompas HMC5883L 12
2.7. Sensor Ultrasonik HC-SR04 13
2.8. Buzzer 13
2.9. Baterai 14
2.10. Tongkat 15
2.11. Arduino IDE 15
BAB 3 METODE PENELITIAN 16
3.1 Studi Literatur 16
3.2 Analisis Kebutuhan 17

3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras 17
3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 17
3.3 Perancangan Sistem 18
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras 18
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak 18
3.4 Implementasi Sistem 18
3.5 Pengujian Sistem 19
3.6 Kesimpulan dan Saran 19
BAB 4 PERANCANGAN 20
4.1 Deskripsi Sistem 20
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 21
4.3 Perancangan Perangkat Keras 21
4.3.1 Perancangan Sensor Kompas HMC5883L 22
4.3.2 Perancangan Sensor Ultrasonik HC-SR04 23
4.3.3 Perancangan Buzzer 24
4.3.4 Perancangan Keseluruhan Perangkat Keras 25
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 25
4.4.1 Perancangan Metode Filter Kalman 26
4.4.2 Perancangan Program Pada ESP32 27
4.4.3 Perancangan Antarmuka *Website* 28
4.5 Perancangan Basis Data 30
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN 31
5.1 Implementasi Sistem 31
5.2 Implementasi Perangkat Keras 31
5.2.1 Implementasi Sistem Pembacaan Arah 31
5.2.2 Implementasi Sistem Peringatan Jarak 32
5.2.3 Implementasi Keseluruhan Sistem Perangkat Keras 32
5.3 Implementasi Perangkat Lunak 33
5.3.1 Implementasi Halaman Grafik Perbandingan 33
5.3.2 mplementasi Halaman Data 34
5.4 Kode Program 35
5.4.1 Kode Program Pembacaan Sensor Kompas HMC5883L 35
5.4.2 Kode Program Inisialisasi Filter Kalman 35
5.4.3 Kode Program Filter Kalman 36

5.4.4 Kode Program Pembacaan Sensor Ultrasonik HC-SR04 37
5.4.5 Kode Program Sistem Peringatan Buzzer 38
5.4.6 Kode Program Pengiriman Data Ke *Website* 38
5.5 Pengujian Sistem 39
5.5.1 Pengujian Pembacaan Sensor Kompas HMC5883L 39
5.5.2 Pengujian Metode Filter Kalman pada Arah Utara 42
5.5.3 Pengujian Metode Filter Kalman pada Arah Timur Laut 45
5.5.4 Pengujian Metode Filter Kalman pada Arah Timur 49
5.5.5 Pengujian Metode Filter Kalman pada Arah Tenggara 53
5.5.6 Pengujian Metode Filter Kalman pada Arah Selatan 56
5.5.7 Pengujian Metode Filter Kalman pada Arah Barat Daya 60
5.5.8 Pengujian Metode Filter Kalman pada Arah Barat 64
5.5.9 Pengujian Metode Filter Kalman pada Arah Barat Laut 68
5.5.10 Pengujian Pembacaan Sensor Ultrasonik HC-SR04 72
5.6 Pembahasan 73
BAB 6 PENUTUP 75
6.1 Kesimpulan 75
6.2 Saran 75
DAFTAR PUSTAKA 76
LAMPIRAN 78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ESP32 12
Gambar 2.2 Sensor Kompas HMC5883L 12
Gambar 2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04 13
Gambar 2.4 Buzzer 14
Gambar 2.5 Baterai 14
Gambar 2.6 Tongkat 15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 16
Gambar 4.1 Perancangan Sistem Tongkat Tunanetra 20
Gambar 4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 21
Gambar 4.3 Perancangan Sensor Kompas HMC5883L 22
Gambar 4.4 Perancangan Sensor Ultrasonik HC-SR04 23
Gambar 4.5 Buzzer ke ESP32 24
Gambar 4.6 Perancangan Keseluruhan Perangkat Keras 25
Gambar 4.7 Diagram Alir Metode Filter Kalman 26
Gambar 4.8 Diagram Alir Sistem Pada ESP32 27
Gambar 4.9 Antarmuka Halaman Grafik 29
Gambar 4.10 Antarmuka Halaman Data 29
Gambar 5.1 Implementasi Sistem Pembacaan Arah 31
Gambar 5.2 Implementasi Sistem Peringatan Jarak 32
Gambar 5.3 Implementasi keseluruhan sistem perangkat keras 33
Gambar 5.4 Implementasi Grafik Perbandingan 34
Gambar 5.5 Implementasi Halaman Data 34
Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Arah Utara 45
Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Arah Timur Laut 48
Gambar 5.8 Grafik Perbandingan Arah Timur 52
Gambar 5.9 Grafik Perbandingan Arah Tenggara 56
Gambar 5.10 Grafik Perbandingan Arah Selatan 60
Gambar 5.11 Grafik Perbandingan Arah Barat Daya 63
Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Arah Barat 67
Gambar 5.13 Grafik Perbandingan Arah Barat Laut 71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Terhadap Penelitian Terdahulu 6
Tabel 4.1 Penggunaan Pin ESP32 dengan Modul Sensor Kompas HMC5883L .. 22
Tabel 4.2 Penggunaan Pin ESP32 dengan Modul Sensor Ultrasonik HC-SR04 .. 23
Tabel 4.3 Penggunaan Pin ESP32 dengan Buzzer 24
Tabel 4.4 Tabel sensor_data 30
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Sensor Kompas HMC5883L 40
Tabel 5.2 Nilai Kebutuhan Perhitungan Filter Kalman Arah Utara 42
Tabel 5.3 Perhitungan Filter Kalman Arah Utara 43
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Arah Utara 44
Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan MAE 45
Tabel 5.6 Nilai Kebutuhan Perhitungan Arah Timur Laut 46
Tabel 5.7 Perhitungan Filter Kalman Timur Laut 46
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Arah Timur Laut 47
Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan MAE 49
Tabel 5.10 Nilai Kebutuhan Perhitungan Filter Kalman Arah Timur 50
Tabel 5.11 Perhitungan Filter Kalman Arah Timur 50
Tabel 5.12 Hasil Pengujian Arah Timur 51
Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan MAE 53
Tabel 5.14 Nilai Kebutuhan Perhitungan Filter Kalman Arah Tenggara 53
Tabel 5.15 Perhitungan Filter Kalman Arah Tenggara 54
Tabel 5.16 Hasil Pengujian Arah Tenggara 55
Tabel 5.17 Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan MAE 56
Tabel 5.18 Nilai Kebutuhan Perhitungan Filter Kalman Arah Selatan 57
Tabel 5. 19 Perhitungan Filter Kalman Arah Selatan 57
Tabel 5.20 Hasil Pengujian Arah Selatan 58
Tabel 5.21 Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan MAE 60
Tabel 5.22 Nilai Kebutuhan Perhitungan Filter Kalman Barat Daya 61
Tabel 5.23 Perhitungan Filter Kalman Arah Barat Daya 61
Tabel 5.24 Hasil Pengujian Arah Barat Daya 62
Tabel 5.25 Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan MAE 64
Tabel 5. 26 Nilai Kebutuhan Perhitungan Filter Kalman Arah Barat 65

Tabel 5.27 Perhitungan Filter Kalman Arah Barat 65
Tabel 5.28 Hasil Pengujian Arah Barat..... 66
Tabel 5.29 Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan MAE..... 68
Tabel 5.30 Nilai Kebutuhan Perhitungan Filter Kalman Arah Barat Laut 69
Tabel 5.31 Perhitungan Filter Kalman Arah Barat Laut..... 69
Tabel 5.32 Hasil Pengujian Arah Barat Laut 70
Tabel 5.33 Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan MAE..... 71
Tabel 5.34 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04..... 72

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 Pembacaan Sensor Kompas HMC5883L 35
Kode Program 5.2 Inisialisasi Filter Kalman..... 36
Kode Program 5.3 Filter Kalman..... 37
Kode Program 5.4 Pembacaan Sensor Ultrasonik HC-SR04..... 38
Kode Program 5.5 Sistem Peringatan Buzzer..... 38
Kode Program 5.6 Pengirimana Data ke Website..... 39

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tunanetra merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan kondisi seseorang yang mengalami gangguan penglihatan hingga tidak mampu melihat secara normal akibat adanya gangguan pada mata. Kondisi tunanetra menyebabkan keterbatasan dalam kemampuan mengenali arah dan lingkungan, sehingga banyak penyandang tunanetra mengalami kesulitan dalam berjalan atau berpindah tempat serta berisiko bertabrakan dengan benda-benda di sekitarnya (Purwanto & Wahid, 2023). Berdasarkan kondisi di lapangan, masih banyak penyandang tunanetra yang tidak menggunakan tongkat sebagai alat bantu mobilitas dan lebih mengandalkan bantuan keluarga, sahabat, atau orang terdekat untuk mencapai tujuan tertentu. Kondisi ini menyebabkan penyandang tunanetra kurang memiliki kemandirian dalam orientasi dan mobilitas serta berpotensi menimbulkan ketergantungan terhadap orang lain. (Lestari, 2022). Selain itu, tongkat sebagai alat bantu mobilitas berfungsi untuk meraba dan mendeteksi benda di sekitar, namun masih memiliki keterbatasan karena hanya mampu mendeteksi rintangan dalam jarak dekat melalui sentuhan langsung.

Keterbatasan kemampuan penyandang tunanetra dalam mengenali arah dan lingkungan menunjukkan bahwa alat bantu mobilitas tidak hanya dibutuhkan untuk mendeteksi keberadaan benda di sekitar, tetapi juga untuk membantu orientasi arah saat berjalan. Tongkat tunanetra konvensional umumnya hanya berfungsi sebagai alat peraba untuk mendeteksi rintangan dalam jarak dekat, sehingga belum mampu memberikan informasi arah secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan tongkat tunanetra yang dilengkapi dengan teknologi pendukung, salah satunya sensor kompas digital. Sensor kompas HMC5883L merupakan kompas digital yang digunakan sebagai sensor navigasi dengan tingkat akurasi pembacaan sudut sekitar 1° hingga 2° (Purwiyanti et al., 2025). Integrasi sensor kompas pada tongkat tunanetra diharapkan dapat membantu penyandang tunanetra dalam mengenali orientasi arah saat bergerak.

Selain itu, untuk meningkatkan keselamatan mobilitas, diperlukan sistem yang mampu mendeteksi rintangan secara lebih dini. Tongkat konvensional hanya mendeteksi objek melalui sentuhan langsung sehingga pengguna berpotensi terlambat menghindari halangan. Oleh karena itu, penambahan sensor ultrasonik diperlukan karena mampu mendeteksi jarak objek tanpa kontak langsung. Sensor ultrasonik tipe HC-SR04 dapat mengukur jarak antara pengguna dengan penghalang pada rentang 5 cm hingga 200 cm serta memiliki tingkat akurasi yang tinggi (Lestari, 2022).

Namun, pembacaan sensor kompas masih dipengaruhi oleh *noise* dan gangguan lingkungan sehingga diperlukan metode Filter Kalman untuk meningkatkan kestabilan dan keakuratan data arah. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Filter Kalman. Filter Kalman merupakan metode estimasi yang digunakan untuk meningkatkan akurasi pembacaan data sensor dengan cara meminimalkan pengaruh *noise* pada sinyal pengukuran. Metode ini bekerja melalui dua tahap utama, yaitu prediksi dan koreksi, sehingga mampu menghasilkan estimasi yang lebih mendekati nilai sebenarnya. Penerapan Filter Kalman telah terbukti dapat meningkatkan akurasi pembacaan sensor pada berbagai sistem berbasis sensor (Supriyadi et al., 2023). Oleh karena itu, Filter Kalman diterapkan pada pengolahan data sensor kompas dalam sistem tongkat tunanetra untuk menghasilkan informasi arah yang lebih stabil.

Beberapa penelitian terkait telah dilakukan, salah satunya yang berjudul "Rancang Bangun Alat Bantu Tunanetra Berupa Tongkat Berbasis Mikrokontroler dan Sensor Arah Kiblat" (Irfandi, 2024). Penelitian tersebut membahas perancangan sebuah tongkat tunanetra berbasis mikrokontroler yang dilengkapi sensor kompas untuk membantu penyandang tunanetra dalam menentukan arah kiblat. Sistem ini juga didukung oleh sensor ultrasonik dan sensor water level untuk mendeteksi rintangan serta kondisi lingkungan sekitar. Informasi yang diperoleh dari sensor disampaikan kepada pengguna melalui keluaran berupa isyarat suara dan getaran.

Penelitian selanjutnya berjudul *"Extended Kalman Filter Design for Compass Navigation Tool on Visual Impaired Person"* (Solihin et al., 2024). Penelitian ini membahas pengembangan kompas bicara sebagai alat bantu navigasi

bagi penyandang tunanetra. Sistem ini menggunakan sensor kompas GY-26 yang datanya diproses menggunakan *Extended Kalman Filter* untuk mengurangi *noise* dan meningkatkan akurasi pembacaan arah sehingga informasi yang dihasilkan menjadi lebih stabil.

Penelitian selanjutnya berjudul "Perancangan Tongkat Cerdas sebagai Alat Bantu Mobilitas Penyandang Tunanetra Berbasis *Internet of Things* (IoT)" (Aulia et al., 2024). Penelitian ini membahas pengembangan tongkat cerdas berbasis ESP32 yang dilengkapi sensor ultrasonik dan sensor water level untuk mendeteksi rintangan serta genangan air. Sistem ini juga menggunakan GPS untuk memperoleh koordinat lokasi pengguna yang dikirimkan secara *real-time* melalui aplikasi Telegram sebagai penerapan konsep IoT.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dilakukan penelitian dengan judul "Implementasi Filter Kalman pada Sistem Tongkat Tunanetra Berbasis Sensor Kompas untuk Peningkatan Akurasi Arah". Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Filter Kalman pada proses pengolahan data sensor kompas digital yang terintegrasi pada sistem tongkat tunanetra guna meningkatkan kestabilan dan keakuratan informasi arah yang dihasilkan. Penerapan Filter Kalman diharapkan mampu mengurangi pengaruh *noise* serta fluktuasi data arah yang disebabkan oleh gangguan lingkungan dan medan magnet di sekitar pengguna, sehingga informasi arah yang dihasilkan menjadi lebih stabil.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa peningkatan kestabilan data arah sensor kompas sebelum dan sesudah penerapan metode Filter Kalman?
2. Berapa tingkat akurasi pembacaan arah sensor kompas setelah penerapan metode Filter Kalman?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem berfokus pada pengolahan data arah menggunakan sensor kompas.

2. Sensor ultrasonik hanya digunakan sebagai pendeteksi rintangan dan tidak menjadi fokus utama penelitian.
3. Metode yang digunakan adalah Filter Kalman tanpa membandingkan dengan metode lain.
4. Informasi arah dan peringatan hanya diberikan melalui buzzer tanpa menggunakan keluaran suara atau media lainnya.
5. Aplikasi yang dikembangkan berbasis *website*.
6. Pengujian dilakukan pada kondisi lingkungan tertentu yang memiliki gangguan magnet terbatas.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui peningkatan kestabilan data arah sensor kompas sebelum dan sesudah penerapan metode Filter Kalman.
2. Mengetahui tingkat akurasi pembacaan arah sensor kompas setelah penerapan metode Filter Kalman.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat berupa tersedianya informasi arah yang lebih stabil dan akurat bagi penyandang tunantera, sehingga membantu dalam menjaga orientasi saat bergerak serta mengurangi risiko kesalahan arah. Selain itu, penelitian ini mendukung pengembangan sistem navigasi berbasis sensor kompas dan mikrokontroler ESP32 dengan penerapan metode Filter Kalman untuk mengurangi *noise* pada data sensor, sehingga hasil pembacaan menjadi lebih stabil dan dapat dianalisis untuk peningkatan kinerja sistem.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari 6 bab yang disusun sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisi latar belakang yang menjelaskan alasan penelitian ini dilakukan, rumusan masalah sebagai fokus penelitian, batasan masalah agar

pembahasan tidak melebar, tujuan penelitian yang ingin dicapai, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab landasan teori berisi penjelasan mengenai dasar teori pendukung yang digunakan dalam tugas akhir. Adapun landasan teori pada bab ini berupa perbandingan dengan penelitian terdahulu metode Filter Kalman, sensor kompas sensor ultrasonik, mikrokontroler ESP32, serta komponen lainnya seperti buzzer, baterai, tongkat, dan Arduino IDE sebagai perangkat lunak pemrograman.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab metode penelitian menjelaskan langkah-langakah yang dilakukan penelitian, mulai dari studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian, kesimpulan dan saran.

BAB 4 PERANCANGAN

Bab perancangan berisi penjelasan mengenai tahap-tahap perancangan sistem yang meliputi deskripsi sistem, arsitektur sistem, serta perangkat keras dan perangkat lunak. Pada bagian perangkat keras, dijelaskan susunan alat yang digunakan. Sedangkan pada bagian perangkat lunak, mencakup program pada mikrokontroler, pengolahan data sensor kompas menggunakan Filter Kalman, serta perancangan *website* dan database untuk menampilkan dan menyimpan data.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab implementasi, pengujian, dan pembahasan berisi penjelasan mengenai penerapan sistem yang sudah dirancang, mulai dari tahap implementasi, pengujian, hingga pembahasan hasilnya. Implementasi dilakukan berdasarkan perancangan yang telah dibuat, kemudian dilanjutkan dengan pengujian sistem, baik pada perangkat keras maupun perangkat lunak. Hasil dari pengujian tersebut kemudian dibahas untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dibuat.

BAB 6 PENUTUP

Bab penutup berisi kesimpulan dari hasil penelitian berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, serta saran yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.