

KERTAS KERJA WAJIB
RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DURASI
ISTIRAHAT MENGENEMUDI BERBASIS MIKROKONTROLER
DENGAN FITUR PENUNJUK LOKASI *REST AREA*

` Ditujukan untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh gelar Ahli
Madya



Disusun oleh :

DHITO PHANDU DEWANATA

22031041

PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
2025

HALAMAN PERSETUJUAN

**(RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DURASI
MENGEMUDI BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN FITUR
PENUNJUK LOKASI *REST AREA*)**

*(DESIGN OF MICROCONTROLLER BASED DRIVING DURATION WARNING
SYSTEM WITH REST AREA LOCATION INDICATOR FEATURE)*

disusun oleh :

DHITO PHANDU DEWANATA

22031041

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



Siti Shofiah, S.Si., M.Sc.
NIP. 198909192019022001

11 Juli 2025
Tanggal.....

Pembimbing 2



Faris Humami, S.Pd., M.Eng.
NIP. 199011102019021002

21/7 25
Tanggal.....

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DURASI MENGENUDAI BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN FITUR PENUNJUK LOKASI *REST AREA*

*(DESIGN OF MICROCONTROLLER BASED DRIVING DURATION WARNING SYSTEM
WITH REST AREA LOCATION INDICATOR FEATURE)*

Disusun oleh :

DHITO PHANDU DEWANATA

22031041

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal24.....Juli.....2025

Ketua Sidang

Tanda tangan

Buang Turasno, A.TD., M.T.
NIP. 196502201988031007



Tanda tangan

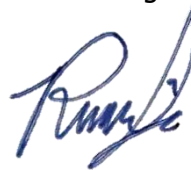
Penguji 1



Siti Shofiah, S.Si., M.Sc.
NIP. 198909192019022001

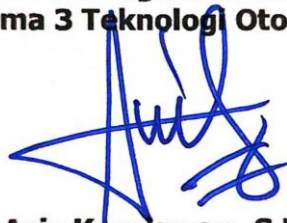
Tanda tangan

Penguji 2



Raka Pratindy, S.T., M.T.
NIP. 198508122019021001

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Diploma 3 Teknologi Otomotif



Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T
NIP. 199210092019021002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dhito Phandu Dewanata
Notar : 222031041
Program Studi : Diploma 3 Teknologi Otomotif

menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib dengan judul **"RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DURASI MENGENAL BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN FITUR PENUNJUK LOKASI *REST AREA*"** ini tidak terdapat unsur bagian karya ilmiah yang diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/Lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan ini saya menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila laporan Kertas Kerja Wajib ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 10 Juli 2025

Yang Menyatakan



Dhito Phandu Dewanata

KATA PENGANTAR

Segala puji dan Syukur yang kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat, nikmat, serta petunjuk-Nya, karena berkat karunia-Nya kami mampu menyelesaikan Kertas Kerja Wajib dengan judul **"RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DURASI MENGEMUDI BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN FITUR PENUNJUK LOKASI *REST AREA*"** dengan baik dan tepat waktu. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.Si.T.,M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan;
2. Bapak Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Otomotif;
3. Ibu Siti Shofiah, S.Si.,M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I;
4. Bapak Faris Humami, S.Pd., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II;
5. Orang tua yang selalu memberikan semangat dan doa yang tiada henti selama proses penulisan tugas akhir;
6. Seluruh dosen pengajar dan jajarannya Civitas Akademik Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal atas ilmu yang telah diberikan;
7. Semua pihak yang telah membantu baik moril maupun materil di dalam penyelesaian Kertas Kerja Wajib ini.

Semoga Allah membalas kebaikan dengan balasan yang setimpal. Penulis memahami bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik konstruktif. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib nanti sampai kedepannya dilancarkan.

Tegal, 10 Juli 2025

Yang menyatakan



Dhito Phandu Dewanata

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	xii
LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Batasan Masalah	2
I.4 Tujuan Penelitian	3
I.5 Manfaat Penelitian.....	3
I.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Pengertian Sistem	5
II.2 Pengertian Peringatan	6
II.3 Pengertian Pengemudi.....	6
II.4 Pengertian Waktu Istirahat Pengemudi.....	7
II.5 Keselamatan Lalu Lintas	7
II.6 Lalu Lintas.....	8
II.7 Sistem <i>Starter</i>	8
II.8 <i>Global Positioning System</i> (GPS).....	9
II.9 Koordinat <i>Latitude</i> dan <i>Longitude</i>	9
II.10 <i>Geofencing</i>	9
II.11 <i>Haversine Formula</i>	10
II.12 Aplikasi Telegram.....	10
II.13 <i>Uninterruptible Power Supply</i> (UPS)	11
II.14 <i>Battery Management System</i> (BMS)	11

II.15 Landasan Teori	11
II.15.2 Komponen Elektronika	12
II.15.3. Mikrokontroler	13
II.15.4. <i>Analog to Digital Converter</i> (ADC)	13
II.16 Penelitian Relevan	14
BAB III METODE PENELITIAN	17
III.1 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian.....	17
III.2 Alat dan Bahan.....	18
III.3 Prosedur Penelitian	19
III.4 Teknik Pengumpulan Data	21
III.5 Model Pengembangan	21
III.6 Perancangan Alat.....	24
III.6.1 Skema Rangkaian Alat.....	24
III.6.2 Perakitan Alat.....	24
III.6.3 Desain Alat.....	25
III.6.4 Desain Peletakan Alat.....	26
III.6.5 Diagram Blok Alat	27
III.6.6 Diagram Cara Kerja Alat	28
III.7 Pengujian Alat	30
III.8 Analisis Data	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
IV.1 Perakitan Alat	41
IV.1.1 Pemasangan Komponen.....	41
IV.1.2 Instalasi Kabel	43
IV.1.3 Pemasangan Komponen Pada <i>Project Box</i> Alat	43
IV.2 Pemasangan Alat Pada Mobil	50
IV.3 Hasil Pengujian Kalibrasi	55
IV.3.1 Uji Kalibrasi Komponen GPS	55
IV.3.2 Uji Kalibrasi Sensor Infrared	58
IV.4 Hasil Pengujian Fungsi Komponen.....	61
IV.4.1 Uji Fungsi Komponen RFID, Speaker, Relay, & Telegram ..	61
IV.4.2 Uji Waktu <i>Lock</i> GPS Beitian BN-220.....	66
IV.4.3 Uji Waktu Respon Pesan Telegram.....	69
IV.5 Hasil Pengujian Alat.....	71

IV.5.1 Hasil Pengujian Alat di Jalan Raya Dengan Melebihi Waktu 4 Jam	71
IV.5.2 Hasil Pengujian Alat di Jalan Raya Dengan Mengemudi Kurang Dari 4 Jam	73
IV.5.3 Hasil Pengujian Alat di Jalan Raya Dengan Pergantian Pengemudi	74
BAB V PENUTUP	79
V.1 Kesimpulan	79
V.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Sistem Starter Mobil	8
Gambar II. 2 Ilustrasi Sistem <i>Geofencing</i>	9
Gambar II. 3 Komponen Elektronika	12
Gambar III. 1 Laboratorium PKB PKTJ	17
Gambar III. 2 Bagan Alir Penelitian	20
Gambar III. 3 Model ADDIE	22
Gambar III. 4 Skema Rangkaian Alat.....	24
Gambar III. 5 Desain Alat Bagian Dalam.....	24
Gambar III. 6 Desain Alat Bagian Depan.....	25
Gambar III. 7 Desain Alat Bagian Belakang	25
Gambar III. 8 Desain Peletakan Sensor Infrared	26
Gambar III. 9 Desain Peletakan Alat Tampak Depan	26
Gambar III. 10 Desain Peletakan Alat Tampak Belakang	27
Gambar III. 11 Diagram Blok Alat	27
Gambar III. 12 Diagram Alir Konsep Uji Sistem	29
Gambar III. 13 Rute Simulasi Pengujian Mengemudi Melebihi Waktu 4 jam... 34	
Gambar III. 14 Lokasi Simulasi Rest Area Bundaran Kantin Kampus 2 PKTJ... 35	
Gambar III. 15 Rute Simulasi Pengujian Mengemudi Kurang Dari 4 Jam 35	
Gambar III. 16 Rute Simulasi Pengujian Dengan Pergantian Pengemudi 36	
Gambar III. 17 Rute Pengujian Mengemudi Melebihi Waktu 4 Jam 36	
Gambar III. 18 Lokasi Rest Area Teras Melati 695	37
Gambar III. 19 Rute Pengujian Mengemudi Kurang Dari 4 Jam	37
Gambar III. 20 Rute Pengujian Dengan Pergantian Pengemudi	38
Gambar IV. 1 Pemasangan ESP32 32S	41
Gambar IV. 2 Instalasi Kabel Alat.....	43
Gambar IV. 3 Pemasangan Komponen Pada Project Box Alat.....	43
Gambar IV. 4 Library Arduino IDE.....	44
Gambar IV. 5 Pengaturan Wi-Fi	44
Gambar IV. 6 Pengaturan UID RFID.....	45
Gambar IV. 7 Pengaturan LCD I2C.....	45
Gambar IV. 8 Pengaturan Lokasi Rest Area.....	46
Gambar IV. 9 Pengaturan Deteksi Lokasi Rest Area	46

Gambar IV. 10	Pengiriman Pesan Telegram.....	47
Gambar IV. 11	Pengaturan Deteksi Kecepatan	47
Gambar IV. 12	Menghubungkan ESP32 dengan USB.....	48
Gambar IV. 13	Upload Program Pada Mikrokontroler	49
Gambar IV. 14	Tampilan Aplikasi Telegram	49
Gambar IV. 15	Tampilan Lokasi <i>Google Maps</i>	50
Gambar IV. 16	Skema Pemasangan Relay Pada Uji Simulasi.....	50
Gambar IV. 17	Pemasangan Relay Pada Mobil Uji Simulasi.....	51
Gambar IV. 18	Pemasangan Sensor Infrared Pada Mobil Uji Simulasi	51
Gambar IV. 19	Pengukuran Keliling Roda Mobil Uji Simulasi	51
Gambar IV. 20	Pemasangan Sumber Daya USB <i>Port</i> Mobil Uji Simulasi.....	52
Gambar IV. 21	Pemasangan Alat Pada <i>Dashboard</i> Kendaraan Uji Simulasi	53
Gambar IV. 22	Skema Pemasangan Relay Mobil Uji di Jalan Raya	53
Gambar IV. 23	Pemasangan Relay Mobil Uji di Jalan Raya	53
Gambar IV. 24	Pemasangan Sensor Infrared Pada Mobil Uji di Jalan Raya	54
Gambar IV. 25	Pengukuran Keliling Roda Mobil Uji di Jalan Raya	54
Gambar IV. 26	Pemasangan Sumber Daya USB <i>Port</i> Mobil Uji di Jalan Raya ..	55
Gambar IV. 27	Pemasangan Alat Pada <i>Dashboard</i> Kendaraan Uji di Jalan Raya	55
Gambar IV. 28	Perbandingan tampilan lokasi <i>Google Maps</i> dengan Alat	58
Gambar IV. 29	Hasil Uji Kalibrasi Sensor Infrared.....	59
Gambar IV. 30	Tampilan Hasil Kalibrasi Sensor Infrared.....	61
Gambar IV. 31	Hasil Uji Fungsi Komponen RFID, Speaker, & Relay	62
Gambar IV. 32	Tampilan Uji Fungsi RFID	64
Gambar IV. 33	Tampilan Uji Fungsi Relay.....	65
Gambar IV. 34	Tampilan Uji Fungsi Speaker	65
Gambar IV. 35	Tampilan Uji Fungsi Pesan Telegram.....	66
Gambar IV. 36	Waktu <i>Cold Start Locking</i> GPS Beitian BN-220.....	66
Gambar IV. 37	Hasil Uji Waktu <i>Lock</i> GPS Beitian BN-220	67
Gambar IV. 38	Hasil Uji Waktu Respon Pesan Telegram.....	69
Gambar IV. 39	Tampilan Uji Waktu Respon Telegram.....	71
Gambar IV. 40	Hasil Pengujian Alat Mengemudi Melebihi Waktu 4 Jam	72
Gambar IV. 41	Tampilan <i>Error</i> Komponen LCD	72
Gambar IV. 42	Hasil Pengujian Mengemudi Kurang Dari 4 Jam.....	73

Gambar IV. 43 Hasil Pengujian Dengan Pergantian Pengemudi.....	74
Gambar IV. 44 Tampilan Hasil Identifikasi RFID	75
Gambar IV. 45 Tampilan Durasi Mengemudi	75
Gambar IV. 46 Tampilan LCD saat suara peringatan aktif.....	76
Gambar IV. 47 Tampilan Pesan Telegram.....	76
Gambar IV. 48 Tampilan Timer Istirahat	77
Gambar IV. 49 Tampilan Pergantian Pengemudi	77

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Waktu Penelitian	17
Tabel III. 2 Alat-alat penelitian	18
Tabel III. 3 Bahan-bahan penelitian	18
Tabel III. 4 Perangkat lunak penelitian	19
Tabel III. 5 Kriteria Nilai	34
Tabel III. 6 Skala Penilaian Skor	39
Tabel III. 7 <i>SUS Score Percentile Rank</i>	40
Tabel IV. 1 Pemasangan Komponen Alat.....	41
Tabel IV. 2 Uji Kalibrasi <i>Latitude</i> GPS Beitian BN-220	56
Tabel IV. 3 Uji Kalibrasi Sensor Infrared.....	60
Tabel IV. 4 Uji Fungsi Komponen Alat.....	63
Tabel IV. 5 Uji Waktu <i>Lock</i> GPS Beitian BN-220	67
Tabel IV. 6 Uji Waktu Respon Telegram.....	70
Tabel IV. 7 Nilai <i>SUS</i>	78

LAMPIRAN

Lampiran 1	Perancangan Bot Aplikasi Telegram.....	87
Lampiran 2	Pengambilan Data Kalibrasi GPS	88
Lampiran 3	Pengambilan Data Kalibrasi Sensor Infrared	106
Lampiran 4	Pengambilan Data Pengujian Fungsi Komponen	108
Lampiran 5	Hasil Uji Waktu <i>Lock</i> GPS Beitian BN-220.....	137
Lampiran 6	Hasil Uji Waktu Respon Pesan Telegram.....	140
Lampiran 7	Tabel Test Case Uji <i>Black Box</i>	149
Lampiran 8	Tabel Uji <i>Black Box</i> Mengemudi Melebihi Waktu 4 Jam.....	157
Lampiran 9	Tabel Uji <i>Black Box</i> Mengemudi Kurang Dari 4 Jam	160
Lampiran 10	Tabel Uji <i>Black Box</i> Dengan Pergantian Pengemudi	162
Lampiran 11	Pengambilan Data Pengujian Simulasi Alat.....	165
Lampiran 12	Pengambilan Data Pengujian Alat di Jalan Raya.....	168
Lampiran 13	Ketahanan Daya Baterai UPS.....	171
Lampiran 14	Pengujian Simulasi Oleh Responden.....	172
Lampiran 15	Tampilan Lokasi Google Maps.....	173
Lampiran 16	Spesifikasi Kendaraan Uji	176
Lampiran 17	Spesifikasi Alat dan Bahan.....	177
Lampiran 18	Tampilan Data SUS	190
Lampiran 19	Formulir SUS	191
Lampiran 20	Kode Program Arduino IDE	196
Lampiran 21	Daftar Riwayat Hidup	208

INTISARI

Kecelakaan lalu lintas merupakan peristiwa tak terduga yang menyebabkan korban jiwa dan/atau kerugian materi, dengan penyebab utama meliputi faktor manusia, kendaraan, jalan, dan lingkungan, sebagaimana tercantum dalam Undang-Undang Republik Indonesia Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan. Di antara faktor tersebut, kelelahan pengemudi menjadi penyebab dominan, karena dapat menurunkan konsentrasi, memperlambat respons, dan meningkatkan risiko kecelakaan, khususnya pada perjalanan panjang lebih dari 4 jam. Kurangnya kesadaran untuk mematuhi aturan waktu kerja dan istirahat yang telah diatur dalam Pasal 90 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan turut memperburuk kondisi ini. Oleh karena itu, diperlukan solusi teknologi berupa sistem peringatan waktu istirahat mengemudi yang dapat meningkatkan keselamatan dan kepatuhan pengemudi.

Sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan ketika durasi mengemudi telah melewati batas aman, menunjukkan lokasi *rest area* terdekat, serta memvalidasi pergantian pengemudi menggunakan teknologi RFID. Selain itu, sistem mengirim notifikasi secara *real-time* kepada pihak manajemen perusahaan melalui Telegram untuk meningkatkan pengawasan dan pengendalian. Konsep dasar yang dibahas meliputi komponen sistem, faktor lingkungan eksternal, mekanisme *input/output*, metode pemrosesan, serta definisi “peringatan” dalam konteks keselamatan berkendara.

Pengembangan sistem mengikuti model ADDIE yang mencakup tahap Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Eksperimen dilakukan di laboratorium PKB PKTJ Tegal, Indonesia, pada periode Januari hingga Juli 2025. Komponen utama yang digunakan meliputi mikrokontroler ESP32, sensor infrared untuk deteksi pergerakan kendaraan, modul RFID untuk identifikasi pengemudi, modul GPS untuk pelacakan lokasi dan *rest area*, LCD I2C sebagai tampilan, relay untuk manajemen daya, serta DF Player Mini dengan speaker sebagai media peringatan suara. Metodologi penelitian meliputi identifikasi masalah, studi literatur, perancangan dan perakitan sistem, pengujian menyeluruh, analisis data, hingga penarikan kesimpulan. Pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka, observasi langsung, dan dokumentasi detail.

Tahap implementasi dilakukan melalui perakitan komponen pada *breadboard*, integrasi dalam *project box* yang dirancang khusus, serta pemrograman mikrokontroler ESP32 menggunakan Arduino IDE. Fungsionalitas sistem divalidasi melalui berbagai simulasi dan pengujian di kondisi nyata, mencakup skenario mengemudi lebih dari empat jam, kurang dari empat jam, dan pergantian pengemudi. Pengujian komponen menunjukkan hasil akurasi tinggi: modul GPS Beitian BN-220 memiliki rata-rata waktu *lock* sebesar 3,30 detik dan rata-rata selisih jarak 2 titik koordinat sebesar 4,53 meter; sensor infrared memiliki akurasi 99,22% dalam deteksi kecepatan. Komponen RFID, relay, dan speaker berhasil 100% dalam 50 kali percobaan; pengiriman pesan Telegram memiliki waktu respon rata-rata cukup cepat dan stabil yaitu 2,36 detik. Pengujian fungsional secara keseluruhan menggunakan pendekatan *black box* menunjukkan tingkat validitas sebesar 99,79% dari 880 skenario uji, yang mengklasifikasikan sistem ini sebagai “sangat layak” dalam meningkatkan keselamatan berkendara melalui pemantauan akurat dan peringatan tepat waktu.

Saran untuk sistem ini meliputi perancangan ulang *project box* agar lebih ergonomis dan tidak mengganggu pandangan pengemudi, serta penggantian *breadboard* dengan PCB permanen untuk meningkatkan kestabilan koneksi. Pengembangan lanjutan disarankan dengan menambahkan fitur identifikasi pengemudi berbasis kamera, pembatas kecepatan otomatis saat durasi mengemudi selesai, serta pencatatan data (*logging*) ke SD card atau server cloud. Validasi juga perlu diperluas dengan melibatkan lebih banyak kendaraan, rute, dan pengguna agar lebih representatif terhadap kondisi nyata di lapangan.

Kata kunci: Kelelahan Pengemudi, Sistem Peringatan, Keselamatan Jalan, RFID, GPS, ESP32, Model ADDIE.

ABSTRACT

Traffic accidents were unexpected events that caused casualties and/or material losses, with main causes including human factors, vehicles, roads, and environment, as stated in the Republic of Indonesia Law Year 2009 concerning Traffic and Road Transportation. Among these factors, driver fatigue became the dominant cause, as it reduced concentration, slowed response time, and increased accident risk, especially on long journeys exceeding 4 hours. The lack of awareness to comply with work and rest time regulations established in Article 90 of Republic of Indonesia Law Number 22 Year 2009 concerning Traffic and Road Transportation worsened this condition. Therefore, a technological solution was needed in the form of a driving rest time warning system that could improve driver safety and compliance.

This system was designed to provide warnings when driving duration exceeded safe limits, showed the nearest rest area locations, and validated driver changes using RFID technology. Additionally, the system sent real-time notifications to company management through Telegram to enhance supervision and control. The basic concepts discussed included system components, external environmental factors, input/output mechanisms, processing methods, and the definition of "warning" in the context of driving safety.

System development followed the ADDIE model which included Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation phases. Experiments were conducted in the PKB PKTJ Tegal laboratory, Indonesia, from January to July 2025. The main components used included ESP32 microcontroller, infrared sensor for vehicle movement detection, RFID module for driver identification, GPS module for location tracking and rest areas, I2C LCD as display, relay for power management, and DF Player Mini with speaker as audio warning media. Research methodology included problem identification, literature study, system design and assembly, comprehensive testing, data analysis, and conclusion drawing. Data collection was conducted through literature study, direct observation, and detailed documentation.

The implementation phase was carried out through component assembly on breadboard, integration in a specially designed project box, and ESP32 microcontroller programming using Arduino IDE. System functionality was

validated through various simulations and real-condition testing, covering scenarios of driving more than four hours, less than four hours, and driver changes. Component testing showed high accuracy results: the GPS module Beitian BN-220 achieved an average satellite lock time of 3.30 seconds and an average positional error of 4.53 meters between two coordinate points; infrared sensor had 99.22% accuracy in speed detection. RFID, relay, and speaker components achieved 100% success in 50 trials; Telegram message sending had fast and stable average response time of 2.36 seconds. Overall functional testing using black box approach showed 99.79% validity level from 880 test scenarios, which classified this system as "very feasible" in improving driving safety through accurate monitoring and timely warnings.

Suggestions for this system included redesigning the project box to be more ergonomic and not obstruct driver's view, and replacing breadboard with permanent PCB to improve connection stability. Further development was recommended by adding camera-based driver identification features, automatic speed limiter when driving duration was completed, and data logging to SD card or cloud server. Validation also needed to be expanded by involving more vehicles, routes, and users to be more representative of real field conditions.

Keywords: Driver Fatigue, Warning System, Road Safety, RFID, GPS, ESP32, ADDIE Model.