



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Rancang Bangun Sistem Perekam Kendaraan Listrik Menggunakan Algoritma Time Headway Berbasis ESP32 dan RPLIDAR

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana
Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Pengusul :

Yoshi Abdila Santo

NIM. 2202441024

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

Juli, 2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Rancang Bangun Sistem Perekam Kendaraan Listrik Menggunakan Algoritma Time Headway Berbasis ESP32 dan RPLIDAR

Yoshi Abdila Santo¹, Muhammad Hidayat Tullah, S.T., M.T ^{1*}, Muhammad Todaro S.T., MTr.T ¹

¹*Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425*

Email : yoshi.abdila.santo.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan kendaraan listrik mendorong kebutuhan sistem perekam data kendaraan yang mampu mencatat kondisi pengereman secara objektif dan real-time. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan sistem perekam kendaraan listrik menggunakan algoritma *time headway* berbasis ESP32 dan RPLIDAR. Sistem dikembangkan dengan mengintegrasikan sensor HC-SR04 untuk membaca perubahan posisi pedal rem, GPS Neo-6M untuk memperoleh data kecepatan dan koordinat kendaraan, serta RPLIDAR Slamtec C1 untuk membaca jarak objek di sisi kiri, depan, dan kanan kendaraan. Data dari ESP32 dan RPLIDAR diproses menggunakan Python, kemudian disinkronkan dan disimpan dalam format CSV. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian rekayasa dengan pendekatan eksperimental terapan melalui tahap perancangan perangkat keras, pemrograman, kalibrasi sensor, dan pengujian dinamis pada kendaraan listrik. Algoritma *time headway* digunakan untuk menganalisis hubungan antara kecepatan kendaraan dan jarak objek depan, sehingga karakteristik pengereman dapat dibaca secara lebih terukur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil merekam 9.062 data dengan 8 parameter utama, yaitu waktu, kecepatan, posisi pedal rem, latitude, longitude, jarak objek kiri, jarak objek depan, dan jarak objek kanan. Sistem juga menghasilkan 9.060 data GPS valid, tidak terdapat nilai kosong pada data utama, serta memiliki laju pencatatan rata-rata $\pm 1,99$ data per detik. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi pada rentang 97,12% sampai 99,92%. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu merekam data pengereman secara real-time, menyimpan data secara terstruktur, serta mendukung analisis karakteristik pengereman kendaraan listrik menggunakan algoritma *time headway*.

Kata kunci: kendaraan listrik, sistem perekam, karakteristik pengereman, time headway, ESP32, RPLIDAR, HC-SR04, GPS Neo-6M, Python, CSV.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

The development of electric vehicles has increased the need for a vehicle data recording system capable of objectively and continuously recording braking conditions in real time. This study aims to design and develop an electric vehicle recording system using a time headway algorithm based on ESP32 and RPLIDAR. The system integrates an HC-SR04 sensor to detect changes in brake pedal position, a GPS Neo-6M module to obtain vehicle speed and coordinate data, and a Slamtec C1 RPLIDAR to measure object distances on the left, front, and right sides of the vehicle. Data from the ESP32 and RPLIDAR are processed using Python, synchronized, and stored in CSV format. This research applies an engineering research method with an applied experimental approach, including hardware design, programming, sensor calibration, and dynamic testing on an electric vehicle. The time headway algorithm is used to analyze the relationship between vehicle speed and front object distance, allowing braking characteristics to be interpreted more measurably. The test results show that the system successfully recorded 9,062 data entries with 8 main parameters, namely time, speed, brake pedal position, latitude, longitude, left object distance, front object distance, and right object distance. The system also produced 9,060 valid GPS data entries, no missing values in the main data, and an average recording rate of approximately 1.99 data entries per second. Sensor calibration results indicate an accuracy range of 97.12% to 99.92%. Therefore, the developed system is capable of recording braking data in real time, storing structured data, and supporting the analysis of electric vehicle braking characteristics using the time headway algorithm.

Keywords: *electric vehicle, recording system, braking characteristics, time headway, ESP32, RPLIDAR, HC-SR04, GPS Neo-6M, Python, CSV.*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

Rancang Bangun Sistem Perekam Kendaraan Listrik Menggunakan Algoritma Time Headway Berbasis ESP32 dan RPLIDAR

Oleh:

Yoshi Abdila Santo

NIM. 2202441024

Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

(Muhammad Hidayat Tullah, S.T., M.T)

NIP. 198905262019031008

Pembimbing 2

(Muhammad Todaro S.T., MTr.T)

NIP. 199105012024061003

JAKARTA

Kepala Program Studi

Diploma IV Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

(Muhammad Todaro S.T., MTr.T)

NIP. 199105012024061003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Rancang Bangun Sistem Perekam Kendaraan Listrik Menggunakan Algoritma Time Headway Berbasis ESP32 dan RPLIDAR

Oleh:

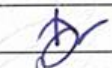
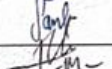
Yoshi Abdila Santo

NIM.2202441024

Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 29 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr., Fuad Zainuri, S.T., M.Si	Ketua		Jumat 03 Juli 2026
2.	Dr., Songki Prasetya, S.T., M.Sc.	Anggota		Jumat 03 Juli 2026
3.	Muhammad Todaro S.T., MTr.T	Anggota		Jumat 03 Juli 2026

Depok, 3 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

(Dr. Fuad Zainuri S.T., M.Si)

NIP: 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yoshi Abdila Santo

NIM : 2202441024

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik Sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

POLITEK
NEGERI
JAKARTA

Depok, 03 Juli 2026



Yoshi Abdila Santo

NIM. 2202441024



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan izin-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Perekam Kendaraan Listrik Menggunakan Algoritma Time Headway Berbasis ESP32 dan RPLIDAR” Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan pada program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, kesehatan, dan karunia-Nya sehingga pelaksanaan serta penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Orang tua penulis Ibu Sunita Dewi yang senantiasa memberikan dukungan moral, motivasi, serta doa tanpa henti kepada penulis.
3. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T., selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat.
5. Bapak Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama proses penyusunan skripsi.
6. Bapak Muhammad Hidayat Tullah, S.T.,M.T. yang telah memperkenankan saya mengikuti penelitiannya.
7. Adik penulis Misaki Anisa Santo yang senantiasa membantu penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
8. Seluruh rekan-rekan sesama mahasiswa pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta yang telah



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mendukung penulis selama masa perkuliahan, menemani penulis dan membantu penulis dalam menyelesaikan perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menambah wawasan dan referensi bagi para pembaca.

Hormat Penulis,

Yoshi Abdila Santo

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3. Pertanyaan Penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan Skripsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Karakteristik Pengereman Berkendara	6
2.2. Perilaku Pengereman Pengemudi	6
2.3. Hubungan Kecepatan, Jarak Objek dan Respons Pengereman	7
2.4. Rumus Evaluasi Pengukuran Sensor	10
2.5. Parameter Karakteristik Pengereman yang Direkam	11
2.6. Sistem Perekam Data Berbasis Mikrokontroler dan Sensor	13
2.6.1. ESP 32	13
2.6.2. RPLIDAR Slamtec C1	15
2.6.3. Sensor Ultrasonik HC-SR04	18
2.6.4. GPS Sensor	21
2.6.5. Akuisisi, Sinkronisasi, dan Penyimpanan Data Real-Time	23
2.7. Kajian Literatur	26



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.8.	Kerangka Pemikiran.....	29
2.9.	Tolak Ukur Keberhasilan Sistem.....	30
2.10.	Hipotesis Teknis Penelitian.....	31
BAB III METODE PENELITIAN		32
3.1.	Diagram Alir	32
3.1.1.	Observasi Awal dan Identifikasi Kebutuhan Alat.....	34
3.1.2.	Studi Literatur	34
3.1.3.	Penentuan Parameter Pengukuran	35
3.1.4.	Perancangan, Perakitan, dan Pemrograman Sistem.....	36
3.1.5.	Sinkronisasi Data dan Penandaan Waktu	37
3.1.7.	Kalibrasi dan Validasi Awal.....	39
3.2.	Jenis Penelitian	39
3.3	Objek Penelitian	40
3.4.	Lokasi dan Cakupan Pengambilan Data	41
3.5.	Ruang Lingkup Teknis	41
3.6.	Alat dan Bahan Penelitian	42
3.7.	Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	43
3.8.	Perancangan Sistem Perekam	44
3.8.1.	Perancangan Perangkat Keras.....	44
3.8.2.	Perancangan Perangkat Lunak.....	50
3.8.3.	Struktur Data CSV	59
3.9.	Metode Pengumpulan Data Penelitian	60
3.9.1.	Pengujian Statis.....	61
3.9.2.	Pengujian Dinamis.....	61
3.10.	Kalibrasi dan Validasi Sensor	63
3.10.1.	Kalibrasi Sensor HC-SR04.....	63
3.10.2.	Validasi GPS Neo-6M.....	64
3.10.3.	Kalibrasi RPLIDAR Slamtec C1.....	65
3.10.4.	Validasi File CSV dan Konsistensi Timestamp.....	66
3.11.	Metode Analisis Data	67
3.11.1.	Rumus Analisis Sensor dan Data.....	67
3.11.2.	Analisis Karakteristik Pengereman.....	69
3.11.3.	Analisis Performa Sistem Perekam.....	70



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.12.	Indikator Keberhasilan Penelitian	70
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	72
4.1	Hasil Realisasi Sistem perekam Karakteristik Perekaman.....	72
4.2	Hasil Kalibrasi Sensor.....	73
4.3	Hasil Pengujian Alat	78
4.3.1.	Pengujian Dinamis Sistem Perekam Karakteristik Pengereman	78
4.3.2.	Hasil Pembacaan Kecepatan Kendaraan	79
4.3.3.	Hasil Pembacaan Sensor Pedal Rem HC-SR04	79
4.3.4.	Hasil Pembacaan RPLIDAR Slamtec C1	80
4.3.5.	Hasil Penyimpanan Data CSV	80
4.4	Pembahasan Hasil Pengujian Kondisi Riil	81
4.4.1.	Analisis <i>Time Headway</i> pada Data Pengujian Dinamis	82
4.4.2.	Hubungan Kecepatan Kendaraan dan Posisi Pedal Rem	86
4.4.3.	Hubungan Kecepatan Kendaraan, Jarak Objek dan <i>Time Headway</i>	88
4.4.4.	Lokasi Pengambilan Data GPS	89
4.5.	Evaluasi Kinerja Sistem terhadap Tujuan Penelitian	90
4.6.	Pembahasan Keterbatasan Hasil Pengujian.....	91
BAB V	PENUTUP.....	93
5.1.	Kesimpulan.....	93
5.2.	Saran	95
DAFTAR PUSTAKA.....		97
LAMPIRAN.....		102



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Uno	14
Gambar 2.2 RPLIDAR Slamtec C1	16
Gambar 2.3 Pembagian Pembacaan RPLidar Slamtec C1	17
Gambar 2.4 Sensor HC-SR04	18
Gambar 2.5 Posisi sensor HC-SR04 dalam membaca perubahan pedal rem.....	21
Gambar 2.6 GPS Module	22
Gambar 2.7 Alur akuisisi dan sinkronisasi data multisensor	24
Gambar 2.8 Kerangka pemikiran penelitian	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3.2 Kerangka Sistem Perekam Karakteristik Pengereman.....	37
Gambar 3.3 Alur Sinkronisasi Data Multisensor.....	38
Gambar 3.4 Skema Penempatan Sensor pada Kendaraan Uji.....	45
Gambar 3.5 Pin Terminal ESP32.....	46
Gambar 3.6 Pin Sensor HC-SR04	47
Gambar 3.7 Pin GPS Neo 6m	48
Gambar 3.8 RPLidar Slamtec C1	49
Gambar 3.9 Skematik Alat Kerja.....	50
Gambar 3.10 Tampilan program ESP32 pada Arduino IDE	52
Gambar 3.11 Urutan Skenario Pengujian Sistem	62
Gambar 3.12 Kalibrasi Sensor HC SR-04	63
Gambar 3.13 Kalibrasi Sensor RPLidar Slamtec C1	65
Gambar 3.1 Rangkaian Keseluruhan Alat	72
Gambar 4.2 Hasil file CSV data pengereman.....	81
Gambar 4.3 Lokasi Pengambilan Data GPS pada Koordinat -6.271741, 106.877253	90



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi ESP32	14
Tabel 2.2 Spesifikasi RPLIDAR Slamtec C1	16
Tabel 2.3 Sensor HC-SR04	19
Tabel 2.4 Spesifikasi GPS Module	23
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu	26
Tabel 4.1 Penentuan Terminal pada ESP32	46
Tabel 4.2 Penentuan Terminal pada Sensor HC-SR04	47
Tabel 4.3 Penentuan Terminal pada Modul GPS	48
Tabel 4.4 Penentuan Terminal pada RPLIDAR Slamtec C1	49
Tabel 4.5 Potongan Program Arduino IDE pada ESP32	52
Tabel 4.6 Potongan Program Setup ESP32	53
Tabel 4.7 Potongan Program Pembacaan Sensor HC-SR04	53
Tabel 4.8 Potongan Program Pembacaan GPS	54
Tabel 4.9 Potongan Program Pengiriman Data Serial	55
Tabel 4.10 Potongan Program Python untuk Konfigurasi Port	55
Tabel 4.11 Potongan Program Python untuk Pembuatan File CSV	56
Tabel 4.12 Potongan Program Python untuk Header CSV	56
Tabel 4.13 Potongan Program Python untuk Koneksi RPLIDAR dan ESP32	57
Tabel 4.14 Potongan Program Python untuk Membaca Data ESP32	57
Tabel 4.15 Potongan Program Python untuk Pembacaan RPLIDAR	58
Tabel 4.16 Potongan Program Python untuk Penyimpanan Data	58
Tabel 4.17 Potongan Program Kalibrasi Sensor HC-SR04	64
Tabel 4.18 Potongan Program Validasi Data GPS	64
Tabel 4.19 Potongan Program Kalibrasi Sudut RPLIDAR	66
Tabel 4.20 Potongan Program Filter Jarak RPLIDAR	66
Tabel 4.21 Hasil Kalibrasi Sensor	76
Tabel 4.22 Hasil Kalibrasi Sensor	77
Tabel 4.23 Hasil Rekapitulasi Pengujian Sistem	79
Tabel 4.24 Hasil Pembacaan Kecepatan Kendaraan	79
Tabel 4.25 Hasil Pembacaan Sensor HC-SR04	79
Tabel 4.26 Hasil Pembacaan RPLIDAR Slamtec C1	80
Tabel 4.27 Struktur Data CSV	81
Tabel 4.28 Hasil Pengujian	81



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik Hubungan Kecepatan dan Pedal Rem	86
Grafik 4.2 Grafik Hubungan Kecepatan dan Jarak LiDAR	88





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Perkembangan kendaraan listrik mendorong kebutuhan sistem monitoring yang mampu merekam kondisi kendaraan secara objektif, terutama pada aspek keselamatan berkendara dan efisiensi penggunaan energi. Pada kendaraan listrik, proses pengereman tidak hanya berkaitan dengan perlambatan kendaraan, tetapi juga berhubungan dengan sistem *regenerative braking* yang memanfaatkan energi kinetik saat kendaraan mengalami deselerasi [1]. Efisiensi pengereman regeneratif juga dipengaruhi oleh pola berkendara, terutama pada kondisi lalu lintas perkotaan yang sering menuntut kendaraan untuk melambat dan berhenti [2]. Salah satu aspek penting yang perlu diamati adalah proses pengereman, karena tindakan pengemudi dalam menekan pedal rem berkaitan langsung dengan kecepatan kendaraan [3], jarak terhadap objek di sekitar kendaraan, serta kondisi lalu lintas yang sedang dihadapi [4]. Dalam observasi awal, proses pengereman kendaraan masih sulit diamati secara objektif apabila hanya mengandalkan pengamatan langsung, karena pengamat tidak dapat mengetahui secara bersamaan kapan pengemudi menekan pedal rem, berapa kecepatan kendaraan, di mana posisi kendaraan, dan seberapa dekat objek yang berada di sekitar kendaraan.

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah belum tersedianya alat perekam sederhana yang mampu menggabungkan data kecepatan kendaraan, perubahan posisi pedal rem, koordinat GPS, waktu pengambilan data, serta jarak objek di sisi kiri, depan, dan kanan kendaraan dalam satu sistem pencatatan. Padahal, sistem monitoring berbasis mikrokontroler dapat digunakan untuk mencatat parameter perilaku berkendara secara real-time, seperti kecepatan, akselerasi, pengereman, dan manuver kendaraan [5]. Data tersebut dibutuhkan untuk melihat karakteristik pengereman secara lebih terukur. Misalnya, ketika kendaraan berada pada jarak tertentu terhadap objek di depan, data pedal rem dan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kecepatan dapat menunjukkan apakah pengemudi melakukan pengereman secara bertahap atau langsung menekan pedal rem lebih dalam.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan mengembangkan alat perekam karakteristik pengereman kendaraan listrik berbasis ESP32 dan Python. Sistem menggunakan sensor HC-SR04 untuk membaca perubahan posisi pedal rem, GPS Neo-6M untuk merekam kecepatan, koordinat, dan waktu, serta RPLIDAR Slamtec C1 untuk membaca jarak objek di sekitar kendaraan. Sensor HC-SR04 digunakan karena mampu membaca jarak berdasarkan prinsip gelombang ultrasonik [6], GPS Neo-6M digunakan untuk memperoleh data posisi dan kecepatan kendaraan [7] [8], sedangkan RPLIDAR Slamtec C1 digunakan karena mampu melakukan pemindaian jarak objek dengan sudut 360 derajat [9]. ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler karena mendukung pembacaan sensor dan sistem tertanam berbasis IoT [10]. Data dari sensor kemudian digabungkan menggunakan Python dan disimpan dalam format CSV agar dapat dianalisis kembali. Pengujian dilakukan pada kendaraan listrik dalam kondisi jalan nyata di area Makasar, Jakarta Timur, sehingga penelitian ini tidak hanya berfokus pada pembuatan alat, tetapi juga pada pembuktian bahwa alat mampu merekam data pengereman secara *real-time*.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perekaman karakteristik pengereman kendaraan listrik belum dapat dilakukan secara objektif dan *real-time* apabila hanya mengandalkan pengamatan langsung, sehingga diperlukan alat perekam yang mampu mencatat data pengereman dengan interval sekitar 0,5 detik per data dan menyimpannya dalam format CSV.
2. Karakteristik pengereman kendaraan listrik belum dapat dianalisis secara terukur apabila hubungan antara kecepatan kendaraan, respons pedal rem, dan jarak objek tidak diolah menggunakan pendekatan analitis, salah satunya melalui algoritma *time headway*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Ketepatan pembacaan sistem perekam masih perlu ditingkatkan melalui proses kalibrasi sensor agar data yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi di atas 90% dan layak digunakan untuk analisis karakteristik pengereman.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, pertanyaan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan merealisasikan alat perekam karakteristik pengereman kendaraan listrik yang mampu merekam data secara *real-time* dengan interval sekitar 0,5 detik per data serta menyimpannya dalam format CSV?
2. Bagaimana karakteristik pengereman kendaraan listrik dapat dianalisis berdasarkan hubungan antara kecepatan kendaraan, respons pedal rem, dan jarak objek yang terekam selama pengujian jalan nyata menggunakan algoritma *time headway*?
3. Bagaimana proses kalibrasi sensor dilakukan untuk meningkatkan ketepatan pembacaan sistem hingga mencapai akurasi di atas 90%?

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin di capai dalam penyusunan proposal ini sebagai berikut:

1. Merancang dan merealisasikan alat perekam karakteristik pengereman kendaraan listrik yang mampu merekam data secara *real-time* dengan interval sekitar 0,5 detik per data, serta menyimpan data dalam format CSV.
2. Menganalisis karakteristik pengereman kendaraan listrik berdasarkan hubungan antara kecepatan kendaraan, respons pedal rel, dan jarak objek yang terekam selama pengujian jalan nyata dengan algoritma *time headway*.
3. Meningkatkan ketepatan pembacaan sistem melalui proses kalibrasi sensor sampai mencapai akurasi di atas 90%.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pengembangan sistem perekam karakteristik pengereman kendaraan listrik berbasis sensor, mikrokontroler, dan pengolahan data.

1.5.1. Manfaat bagi Politeknik Negeri Jakarta

1. Penelitian ini dapat menjadi referensi akademik bagi Politeknik Negeri Jakarta, khususnya Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, dalam pengembangan penelitian terkait kendaraan listrik, sistem monitoring kendaraan, penggunaan sensor, serta pengolahan data berbasis ESP32 dan Python.
2. Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan rujukan bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian sejenis, terutama mengenai perekaman data pengereman, kalibrasi sensor, dan analisis karakteristik pengereman kendaraan listrik.

1.5.2. Manfaat bagi Penulis

1. Penelitian ini bermanfaat untuk meningkatkan kemampuan dalam merancang, merakit, dan menguji alat perekam karakteristik pengereman kendaraan listrik secara langsung.
2. Penelitian ini juga memberikan pengalaman dalam penggunaan ESP32, GPS Neo-6M, HC-SR04, RPLIDAR Slamtec C1, Python, penyimpanan data CSV, serta proses kalibrasi sensor untuk memperoleh hasil pembacaan yang lebih akurat.

1.6. Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan disusun untuk memudahkan pembaca dalam memahami isi dan alur pembahasan dalam skripsi ini. Dalam penyusunannya, laporan skripsi ini dibagi ke dalam lima bab, dengan susunan sebagai berikut:

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang penelitian, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penelitian, serta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sistematika penulisan skripsi sebagai gambaran umum isi penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori dasar dan kajian literatur yang relevan dengan topik penelitian. Pada bab ini juga diuraikan konsep, definisi, serta hasil penelitian terdahulu yang menjadi landasan dalam penyusunan skripsi ini.

BAB III

METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode dan tahapan penelitian yang digunakan, meliputi perancangan sistem, prosedur pengumpulan data, serta teknik analisis yang diterapkan dalam penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil dari perancangan dan pengujian sistem yang telah dilakukan, disertai dengan analisis dan pembahasan terhadap data yang diperoleh.

BAB V

PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan yang ditarik berdasarkan hasil penelitian serta saran yang diberikan sebagai bahan evaluasi dan rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan rangkaian, pemrograman, dan pengujian sistem perekam karakteristik pengereman kendaraan listrik, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat perekam karakteristik pengereman kendaraan listrik berbasis ESP32 dan Python telah berhasil dirancang dan direalisasikan. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai unit pembacaan awal untuk sensor HC-SR04 dan GPS Neo-6M, sedangkan RPLIDAR Slamtec C1 diproses melalui Python pada laptop. Data dari kedua jalur pembacaan tersebut kemudian digabungkan, ditampilkan, dan disimpan dalam format CSV. Dengan rancangan tersebut, alat mampu merekam data pengereman secara real-time dan dapat digunakan sebagai sistem perekam awal untuk membaca hubungan antara kondisi kendaraan, respons pedal rem, dan jarak objek di sekitar kendaraan.
2. Parameter yang digunakan untuk merepresentasikan karakteristik pengereman kendaraan listrik terdiri dari waktu pengambilan data (s), kecepatan kendaraan (km/h), jarak pedal rem (cm), latitude, longitude, jarak objek sisi kiri (m), jarak objek sisi depan (m), dan jarak objek sisi kanan (m). Parameter tersebut dipilih karena mampu menggambarkan hubungan antara kondisi kendaraan, respons pengereman pengemudi, posisi kendaraan, serta kondisi objek di sekitar kendaraan. Oleh karena itu, parameter yang digunakan dalam sistem ini telah sesuai untuk merepresentasikan karakteristik pengereman kendaraan listrik secara real-time, sebagaimana tujuan penelitian yang mencakup kecepatan kendaraan, jarak pedal rem, koordinat GPS, waktu, dan jarak objek di sisi depan, kanan, serta kiri kendaraan.
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merekam 9.062 baris data selama 1 jam 15 menit 54 detik dengan delapan parameter utama. Data



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

utama tidak memiliki nilai kosong, sedangkan data GPS valid berjumlah 9.060 data atau 99,98% dari seluruh data yang terekam. Hasil pembacaan kecepatan kendaraan berada pada rentang 0 sampai 99 km/jam dengan rata-rata 42,84 km/jam. Pembacaan posisi pedal rem berada pada rentang 2,40 cm sampai 7,70 cm dengan rata-rata 7,43 cm. Sementara itu, rata-rata jarak objek yang terbaca oleh RPLIDAR adalah 8,19 m pada sisi kiri, 8,50 m pada sisi depan, dan 7,76 m pada sisi kanan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem telah mampu membaca, menyinkronkan, dan menyimpan data dari beberapa sensor dalam satu struktur data yang dapat dianalisis lebih lanjut.

4. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa sensor yang digunakan memiliki tingkat akurasi dan presisi yang memadai untuk kebutuhan perekaman data penelitian. LiDAR sisi depan memiliki error sebesar 2,88% dengan akurasi 97,12% dan presisi 99,60%. LiDAR sisi kiri memiliki error sebesar 0,18% dengan akurasi 99,82% dan presisi 98,31%. LiDAR sisi kanan memiliki error sebesar 0,18% dengan akurasi 99,82% dan presisi 99,40%. Sensor HC-SR04 memiliki error sebesar 0,08% dengan akurasi 99,92% dan presisi 99,70%. Nilai standar deviasi LiDAR depan sebesar 0,0206 m, LiDAR kiri 0,0841 m, LiDAR kanan 0,0240 m, dan HC-SR04 0,0887 cm. Berdasarkan hasil tersebut, alat dapat dinyatakan cukup andal sebagai alat perekam karakteristik pengereman, meskipun masih memerlukan pengembangan apabila akan digunakan untuk sistem peringatan keselamatan atau pengukuran tekanan pengereman secara langsung.
5. Pada segmen pengujian dinamis, data yang terekam menunjukkan bahwa perubahan kecepatan kendaraan dapat dibaca bersama perubahan posisi pedal rem dan jarak objek di sekitar kendaraan. Ketika kendaraan mengalami perlambatan dari 18 km/jam menjadi 7 km/jam, nilai jarak pedal rem mengalami perubahan dari sekitar 7,6 cm menjadi 4,8 sampai 4,9 cm. Perubahan ini menunjukkan adanya input pengereman pada pedal rem. Akan tetapi, penelitian ini belum menyimpulkan tingkat agresivitas atau kualitas pengereman pengemudi karena alat belum membaca tekanan pedal rem, gaya pengereman, kondisi jalan, dan reaksi pengemudi secara langsung. Oleh



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sebab itu, hasil penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai pengembangan alat perekam data karakteristik pengereman, bukan sebagai alat penilai perilaku pengereman pengemudi secara final

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan sensor tekanan atau *load cell* pada pedal rem agar sistem tidak hanya membaca perubahan jarak pedal rem, tetapi juga dapat mengetahui besar tekanan yang diberikan pengendara saat melakukan pengereman.
2. Penggunaan GPS sebaiknya dilengkapi dengan modul yang memiliki tingkat akurasi dan pembaruan data lebih tinggi agar pembacaan kecepatan, koordinat, dan waktu kendaraan menjadi lebih stabil, terutama saat kendaraan bergerak dalam kecepatan tinggi atau berada di area dengan sinyal GPS yang kurang baik.
3. Posisi pemasangan RPLIDAR Slamtec C1 perlu diperhatikan dan dikalibrasi kembali agar pembacaan jarak objek pada sisi kiri, depan, dan kanan kendaraan dapat lebih konsisten. Hal ini penting karena posisi sensor sangat berpengaruh terhadap hasil pembacaan jarak objek di sekitar kendaraan.
4. Sistem penyimpanan data CSV dapat dikembangkan dengan tampilan antarmuka yang lebih mudah dibaca, misalnya menggunakan dashboard sederhana untuk menampilkan data kecepatan, jarak pedal rem, koordinat GPS, dan jarak objek secara real-time.
5. Pengujian sistem sebaiknya dilakukan pada beberapa kondisi berkendara yang lebih bervariasi, seperti jalan lurus, jalan padat, jalan menanjak, jalan menurun, serta kondisi lalu lintas yang berbeda. Dengan demikian, data karakteristik pengereman yang diperoleh dapat lebih lengkap dan mewakili kondisi berkendara sebenarnya.
6. Penelitian selanjutnya juga dapat mengembangkan sistem ini menjadi sistem peringatan dini atau sistem keselamatan aktif kendaraan listrik. Data jarak

objek dari RPLIDAR, data kecepatan dari GPS, dan data pedal rem dapat digunakan sebagai dasar untuk memberikan peringatan kepada pengendara ketika kendaraan berada terlalu dekat dengan objek di depannya.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. M. Szumska, "Regenerative Braking Systems in Electric Vehicles: A Comprehensive Review of Design, Control Strategies, and Efficiency Challenges," *Energies (Basel)*, vol. 18, no. 10, p. 2422, May 2025, doi: 10.3390/en18102422.
- [2] E. Szumska, "Enhancing Regenerative Braking Efficiency in Electric Vehicles through Urban Driving Pattern Analysis," *Combustion Engines*, vol. 203, no. 4, pp. 191–200, Sep. 2025, doi: 10.19206/CE-207871.
- [3] J. Boylan, W. S. Chen, and D. Meyer, "The Influence of Vehicle Characteristics on the Braking Behaviour of Young People as Measured Using Telematics," *Journal of Road Safety*, vol. 36, no. 1, 2025, doi: 10.33492/JRS-D-25-1-2468883.
- [4] I. W. Chan, S. C. Tseung, A. L. Badescu, and X. S. Lin, "Data Mining of Telematics Data: Unveiling the Hidden Patterns in Driving Behaviour," *Department of Statistical Sciences*, pp. 1–37, Apr. 2024, doi: 10.48550/arXiv.2304.10591.
- [5] R. R. O. Sasue, A. Pradana, and S. A. Ermanto, "Design and Development of A Microcontroller-Based Driving Behavior Monitoring Device as A Form of Mass Transportation Oversight," *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik*, vol. 5, no. 2, pp. 203–212, Dec. 2024, doi: 10.52920/jttl.v5i2.359.
- [6] Elecfreaks, "Ultrasonic Ranging Module HC-SR04," Elecfreaks. [Online]. Available: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>
- [7] u-blox, "NEO-6 u-blox 6 GPS Modules Data Sheet," u-blox AG, 2011. [Online]. Available: https://content.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf
- [8] Waveshare, "UART GPS NEO-6M User Manual," Waveshare, 2020. [Online]. Available: https://components.ubitap.com/datasheet/UART_GPS_NEO-6M_UserManual.pdf
- [9] Ltd. Shanghai Slamtec Co., "RPLIDAR C1 Datasheet," Shanghai Slamtec Co., Ltd., Shanghai, 2023. [Online]. Available: https://d229kd5ey79jzj.cloudfront.net/3157/SLAMTEC_rplidar_datasheet_C1_v1.0_en.pdf



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [10] E. Systems, “ESP32-WROOM-32 Datasheet Version 3.6,” Espressif Systems (Shanghai) Co., Ltd., Shanghai, 2025. [Online]. Available: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf
- [11] V. Shirole, A. K. Shahade, and P. V Deshmukh, “A comprehensive review on data-driven driver behaviour scoring in vehicles: technologies, challenges and future directions,” *Discover Artificial Intelligence*, vol. 5, p. 26, Mar. 2025, doi: 10.1007/s44163-025-00244-6.
- [12] J. Boylan, W. S. Chen, and D. Meyer, “The Influence of Vehicle Characteristics on the Braking Behaviour of Young People as Measured Using Telematics,” *Journal of Road Safety*, vol. 36, no. 1, pp. 1–10, 2025, doi: 10.33492/JRS-D-25-1-2468883.
- [13] H. Wang, M. Gu, S. Wu, and C. Wang, “A driver’s car-following behavior prediction model based on multi-sensors data,” *EURASIP J. Wirel. Commun. Netw.*, vol. 2020, p. 10, Oct. 2020, doi: 10.1186/s13638-020-1639-2.
- [14] J. Han, X. Wang, and G. Wang, “Modeling the Car-Following Behavior with Consideration of Driver, Vehicle, and Environment Factors: A Historical Review,” *Sustainability*, vol. 14, no. 13, p. 8179, Jul. 2022, doi: 10.3390/su14138179.
- [15] Q. Xue, X. Ouyang, Y. Zhao, and W. Guo, “Effect of Situation Kinematics on Drivers’ Rear-End Collision Avoidance Behaviour—A Combined Effect of Visual Looming, Speed, and Distance Analysis,” *Sustainability*, vol. 14, no. 22, p. 15103, Nov. 2022, doi: 10.3390/su142215103.
- [16] E. Papatheocharous, C. Kaiser, J. Moser, and A. Stocker, “Monitoring Distracted Driving Behaviours with Smartphones: An Extended Systematic Literature Review,” *Sensors*, vol. 23, no. 17, p. 7505, Aug. 2023, doi: 10.3390/s23177505.
- [17] M. H. Mobini Seraji *et al.*, “A state-of-the-art review on machine learning techniques for driving behavior analysis: clustering and classification approaches,” *Complex & Intelligent Systems*, vol. 11, p. 386, Jul. 2025, doi: 10.1007/s40747-025-01988-5.
- [18] Espressif Systems, “ESP32 Series Datasheet Version 5.2 2.4 GHz Wi-Fi + Bluetooth ® + Bluetooth LE SoC Including,” 2025. [Online]. Available: www.espressif.com
- [19] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntič, and O. Težak, “Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices,” *Sensors*, vol. 23, no. 15, pp. 1–20, Jul. 2023, doi: 10.3390/s23156739.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [20] S. D. Kalamaras, M. A. Tsitsimpikou, C. A. Tzenos, A. A. Lithourgidis, D. S. Pitsikoglou, and T. A. Kotsopoulos, "A Low-Cost IoT System Based on the ESP32 Microcontroller for Efficient Monitoring of a Pilot Anaerobic Biogas Reactor," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 15, no. 34, Dec. 2025, doi: 10.3390/app15010034.
- [21] Ardutech, "Mengenal ESP32 Development Kit untuk IoT (Internet of Things)," Ardutech. Accessed: Jun. 14, 2026. [Online]. Available: <https://www.ardutech.com/mengenal-esp32-development-kit-untuk-iot-internet-of-things/>
- [22] Espressif Systems, "ESP32-WROOM-32 Datasheet v3.6.," 2025.
- [23] Espressif, "ESP32 Wi-Fi & Bluetooth Modules." Accessed: Jun. 14, 2026. [Online]. Available: <https://www.espressif.com/en/products/modules/esp32>
- [24] Slamtec, "RPLIDAR C1 Low-cost 360 Degree Laser Range Scanner Introduction and Datasheet," 2023. Accessed: Jun. 14, 2026. [Online]. Available: https://d229kd5ey79jzj.cloudfront.net/3157/SLAMTEC_rplidar_datasheet_C1_v1.0_en.pdf
- [25] Y. Ran, X. Xu, Z. Tan, and M. Luo, "A Review of 2D Lidar SLAM Research," Apr. 01, 2025, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/rs17071214.
- [26] Slamtec, "RPLIDAR C1 fusion lidar: Specification," Shanghai Slamtec Co., Ltd. Accessed: Jun. 14, 2026. [Online]. Available: <https://www.slamtec.com/en/c1/spec>
- [27] Elecfreaks, "Ultrasonic Ranging Module HC-SR04." [Online]. Available: www.Elecfreaks.com
- [28] M. F. Hirzi, S. A. Pasaribu, P. C. Sabila, and M. R. Parlindungan, "Performance sensor analysis of HC-SR04 proximity sensor on distance measuring device with fuzzy logic method," *JoCoSiR Journal of Computer Science Research*, vol. 1, no. 3, pp. 92–7, May 2023, doi: <http://doi.org/10.XXXXXX/JoCoSiR.v1iss3.pp>.
- [29] T. N. Arifin, G. Febriyani Pratiwi, and A. Janrafsasih, "Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak," *Jurnal Tera*, vol. 2, no. 2, pp. 55–62, 2022.
- [30] P. S. Frima Yudha and R. A. Sani, "Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino," *EINSTEIN e-JOURNAL*, vol. 5, no. 3, Jan. 2019, doi: 10.24114/einstein.v5i3.12002.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [31] I. Zahar, P. Ananda, and P. Fadila, "Analisis Pengukuran Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino," *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Asahan*, vol. 1, no. 1, 2023.
- [32] V. Hamza, B. Stopar, O. Sterle, and P. Pavlovčič-Prešeren, "Correction: Observations and positioning quality of low-cost GNSS receivers: a review," *GPS Solutions*, vol. 28, no. 4, 2024, doi: 10.1007/s10291-024-01711-w.
- [33] Espruino, "GPS Module," Espruino. Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.espruino.com/GPS>
- [34] N. Peppes, T. Alexakis, E. Adamopoulou, and K. Demestichas, "Driving Behaviour Analysis Using Machine and Deep Learning Methods for Continuous Streams of Vehicular Data," *Sensors*, vol. 21, no. 14, p. 4704, Jul. 2021, doi: 10.3390/s21144704.
- [35] J. Xiang, O. Ghaffarpasand, and F. D. Pope, "Mapping urban mobility using vehicle telematics to understand driving behaviour," *Sci. Rep.*, vol. 14, p. 3271, 2024, doi: 10.1038/s41598-024-53717-6.
- [36] Python Software Foundation, "CSV File Reading and Writing." Accessed: Jun. 21, 2026. [Online]. Available: <https://docs.python.org/3/library/csv.html?>
- [37] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Pertama. Bandung: Alfabeta, 2017.
- [38] J. W. Creswell and C. N. Poth, *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*, Ed. 4. Michigan: Sage Publisher, 2017.
- [39] Renzo Mischianti, "DOIT ESP32 DEV KIT v1," Aug. 2026. Accessed: Jun. 21, 2026. [Online]. Available: https://mischianti.org/doit-esp32-dev-kit-v1-high-resolution-pinout-and-specs/#google_vignette
- [40] admin, "Cara Kerja Sensor HC-SR04 dan Contoh Program HC-SR04 Dengan Arduino." Accessed: Jun. 21, 2026. [Online]. Available: <https://www.nn-digital.com/blog/2019/07/31/cara-kerja-sensor-hc-sr04-dan-contoh-program-dengan-arduino/>
- [41] Elga Aris Prastyo, "Tutorial Membuat GPS Tracker menggunakan GPS NEO 6M dan SIM800L Berbasis Arduino Uno." Accessed: Jun. 21, 2026. [Online]. Available: <https://www.arduinoindonesia.id/2020/08/tutorial-membuat-gps-tracker.html>
- [42] Amazon, "SLAMTEC RPLIDAR C1M1 360 Degree Laser Radar Lidar Sensor, 12m Range, 5000 Samples/Sec, for Robot Navigation, SLAM, Obstacle Avoidance (5V, UART Interface)." Accessed: Jun. 21, 2026.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

[Online]. Available: https://www.amazon.com/SLAMTEC-Navigation-Obstacle-Avoidance-Interface/dp/B0FRM8KHZF/ref=pd_day0_d_sccl_1_2/143-2733278-2409114?pd_rd_w=cQ11l&content-id=amzn1.sym.de286d99-05f6-43bf-9d9c-b57de9652232&pf_rd_p=de286d99-05f6-43bf-9d9c-b57de9652232&pf_rd_r=9





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama Lengkap : Yoshi Abdila Santo
 Nomor Induk Mahasiswa : 2202441024
 Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 05-10-2002
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Alamat : Jl Kerja Bakti II, Kel. Makasar,
 Kec. Makasar, Jakarta Timur
 E-mail : yoshiabdila20gmail.com
 Pendidikan :
 SD (2008 – 2014) : SD Negeri 01 Makasar
 SMP (2014 – 2017) : SMP Negeri 20 Jakarta
 SMK (2017 – 2021) : SMK Negeri 26 Jakarta
 Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Pemeliharaan
 Alat Berat

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Potongan oding pada Arduino IDE

```

sketch_may15a | Arduino IDE 2.3.9
File Edit Sketch Tools Help
ESP32 Dev Module

sketch_may15a
93 lat = gps.location.lat();
94 lng = gps.location.lng();
95 alt = gps.altitude.meters();
96 sat = gps.satellites.value();
97 }
98
99
100 // =====
101 // KIRIM FORMAT CSV
102 // =====
103
104 Serial.print(((int)distance));
105 Serial.print(",");
106
107 Serial.print(speed);
108 Serial.print(",");
109
110 Serial.print(lat, 6);
111 Serial.print(",");
112
113 Serial.print(lng, 6);
114 Serial.print(",");
115
116 Serial.print(alt);
117 Serial.print(",");
118
119 Serial.println(sat);
120
121 // update 0.5 detik
122 delay(500);
123
124 }

Output
indexing: 3/60
Ln 105, Col 31 ESP32 Dev Module on COM8 [not connected]

```

Lampiran 3 Coding pada Python

```

lidar_test.py.txt lidar_test.txt lidar_cl_test.txt main_system.txt data_pengiriman system_lidar.txt coding_ultrason ganteng_bange ganteng_bange rekam_d coding.txt husha.txt password seb u +
File Edit View H1 B I T S E O G L
from pyRPLidar import PyRPLidar
import serial
import time
import csv
import os
from datetime import datetime

# =====
# CONFIG
# =====
LIDAR_PORT = "COM5"
ESP32_PORT = "COM8"

# =====
# FOLDER HASIL
# =====
folder_hasil = "hasil_pengiriman"

os.makedirs(
    folder_hasil,
    exist_ok=True
)

# =====
# FILE CSV BARU SETIAP RUN
# =====
timestamp_file = datetime.now().strftime(
    "%Y%m%d_%H%M%S"
)

CSV_FILE = os.path.join(
    folder_hasil,
    f"data_pengiriman_{timestamp_file}.csv"
)

print("")
print("=====")
Ln 359, Col 13 6.400 characters Plain text 100% Windows (CRUF) UTF-8

```

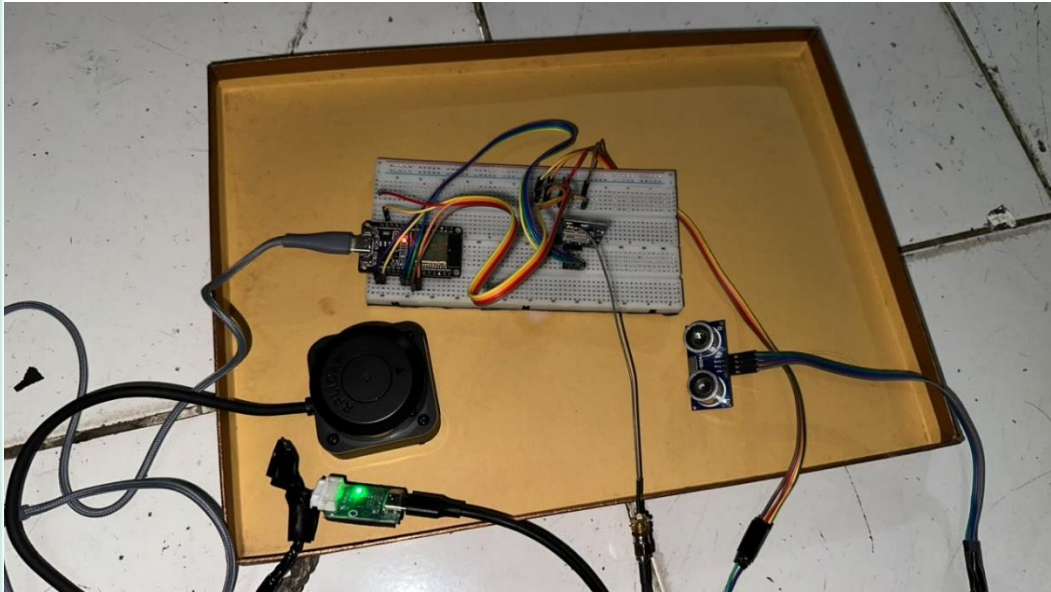


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Alat-alat yang digunakan



Lampiran 5 Pengukuran jara pedal rem mobil





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 Lokasi penempatan sensor Lidar



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA