

**PENGEMBANGAN ALAT UKUR GAYA Pengereman
MENGUNAKAN *DATA LOGGER* PADA KENDARAAN
ANGKUTAN BARANG**

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH :

SHADYA ARYADIVA ADHYATMA

2101024

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI OTOMOTIF**

2024

**PENGEMBANGAN ALAT UKUR GAYA Pengereman
MENGUNAKAN *DATA LOGGER* PADA KENDARAAN
ANGKUTAN BARANG**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Studi

Program Studi D-III Teknologi Otomotif

Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik



DISUSUN OLEH :

SHADYA ARYADIVA ADHYATMA

2101024

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI OTOMOTIF**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

KERTAS KERJA WAJIB

**PENGEMBANGAN ALAT UKUR GAYA Pengereman
MENGUNAKAN *DATA LOGGER* PADA KENDARAAN
ANGKUTAN BARANG**

Disusun Oleh :

SHADYA ARYADIVA ADHYATMA

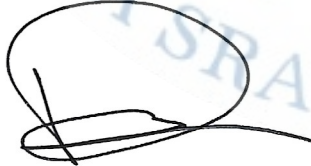
2101024

Disetujui untuk diajukan pada Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib

Program Studi D-III Teknologi Otomotif

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I



Adrian Pradana, S.T., M.Si.

NIP. 19900130 201012 1 005

Tanggal : 15 Juli 2024

DOSEN PEMBIMBING II



Riz Rifai Oktavianus Sasue, S.T., M.Eng.

NIP. 19861014 201902 1 002

Tanggal : 15 Juli 2024

Ditetapkan di : Tabanan

HALAMAN PERSETUJUAN
PROPOSAL KERTAS KERJA WAJIB

**PENGEMBANGAN ALAT UKUR GAYA Pengereman
MENGUNAKAN DATA LOGGER PADA KENDARAAN
ANGKUTAN BARANG**

Disusun Oleh :

SHADYA ARYADIVA ADHYATMA

2101024

Telah diuji dalam seminar proposal
dan telah memenuhi syarat untuk diterima
Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif

Menyetujui


DOSEN PENGUJI I

DOSEN PENGUJI II


Rahmat Ahmad, S.Pd., M.T.

NIP. 19851111 201902 1 002

Tanggal : 4 JULI 2024


Surya Aji Ermanto, M.Si.

NIP. 19910207 201902 1 002

Tanggal : 4 JULI 2024

Ditetapkan di : Tabanan

HALAMAN PENGESAHAN

KERTAS KERJA WAJIB

**PENGEMBANGAN ALAT UKUR GAYA Pengereman
MENGUNAKAN *DATA LOGGER* PADA KENDARAAN
ANGKUTAN BARANG**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh :

SHADYA ARYADIVA ADHYATMA

2101024

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL 18 JULI 2024

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Tim Penguji



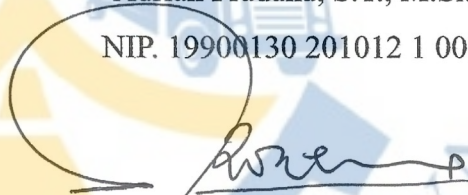
Rahmat Ahmad, S.Pd., M.T.
NIP. 19851111 201902 1 002



Adrian Pradana, S.T., M.Si.
NIP. 19900130 201012 1 005



Surya Aji Ermanto, M.Si.
NIP. 19910207 201902 1 002



Riz Rifai Oktavianus Sasue, S.T., M.Eng.
NIP. 19861014 201902 1 002

Mengetahui,

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI OTOMOTIF**



Adrian Pradana, S.T., M.Si.

NIP. 19900130 201012 1 005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, SHADYA ARYADIVA ADHYATMA, Notar. 2101024, menyatakan bahwa Kertas Kerja Waji dengan Judul **“PENGEMBANGAN ALAT UKUR GAYA Pengereman Menggunakan *DATA LOGGER* Pada KENDARAAN ANGKUTAN BARANG”** merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas Kerja Wajib ini merupakan hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis didalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, tidak ada bagian dari Kertas Kerja Wajib ini yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik atau kesarjanaan maupun sertifikat Akademik di suatu Perguruan Tinggi.

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Darat Bali.

Tabanan, 12 Juli 2024

Penulis,



SHADYA ARYADIVA ADHYATMA

Notar. 2101024

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Lamun Siro Sekti, Ojo Mateni

Lamun Siro Banter, Ojo Ndhisiki

Lamun Siro Pinter, Ojo Minteri

Punakawan

Padi Tumbuh Tak Berisik

Tan Malaka

Normality is a paved road

It's comfortable to walk, but no flowers grow

Vincent Van Gogh

Dengan penuh kerendahan hati dan rasa syukur, saya persembahkan Kertas Kerja Wajib ini kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, kekuatan, dan ketabahan selama proses penyusunan. Kepada Ayah, Suyadi, yang menjadi teladan dan penopang dengan doa serta dorongannya yang tak pernah henti. Kepada Almarhumah Ibu tercinta, Sudarti, yang meski telah berpulang, semangat dan cintanya tetap hidup dalam setiap langkah saya. Kepada kakak, Shivy Aura Adhyatma, yang dukungan dan kasih sayangnya menguatkan saya di saat-saat tersulit. Kepada seseorang spesial, Tambang, yang kehadirannya selalu memberikan semangat dan motivasi. Kepada para dosen prodi D-III Teknologi Otomotif, yang tak henti-hentinya mencurahkan ilmunya. Kepada rekan-rekan angkatan 2 dan adik-adik angkatan 3 dan 4, yang saran dan bantuannya sangat berarti. Kertas kerja wajib ini adalah bukti nyata bahwa setiap dukungan, cinta, dan pengorbanan yang telah diberikan adalah pijakan kuat menuju keberhasilan.

KATA PENGANTAR

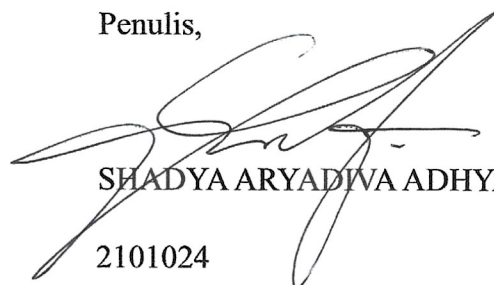
Segala puji syukur atas rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya sehingga Kertas Kerja Wajib yang berjudul “**Pengembangan Alat Ukur Gaya Pengereman Menggunakan *Data Logger* Pada Kendaraan Angkutan Barang**” dapat diselesaikan. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan yang sangat baik ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan keluarga yang selalu ada untuk mendukung
2. Dr. Ir. I Made Suraharta. S.T., S.Si.T., M.T., IPM. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali
3. Bapak Adrian Pradana, S.T., M.Si. dan Bapak Riz Rifai Oktavianus Sasue, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing saya yang telah memberikan bimbingan hingga Kertas Kerja Wajib ini dapat terselesaikan dengan baik
4. Dosen-dosen Program Studi Teknologi Otomotif yang telah memberikan bimbingan selama menjalani pendidikan
5. Rekan Mahasiswa/i Politeknik Transportasi Darat Bali Angkatan II

Penulis menyadari Kertas Kerja Wajib ini banyak kekurangan, sehingga saran dan masukan sangat diharapkan bagi kesempurnaan penulisan. Akhir kata, penulis berharap agar Kertas Kerja Wajib ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Tabanan, 12 Juli 2024

Penulis,



SHADYA ARYADIVA ADHYATMA

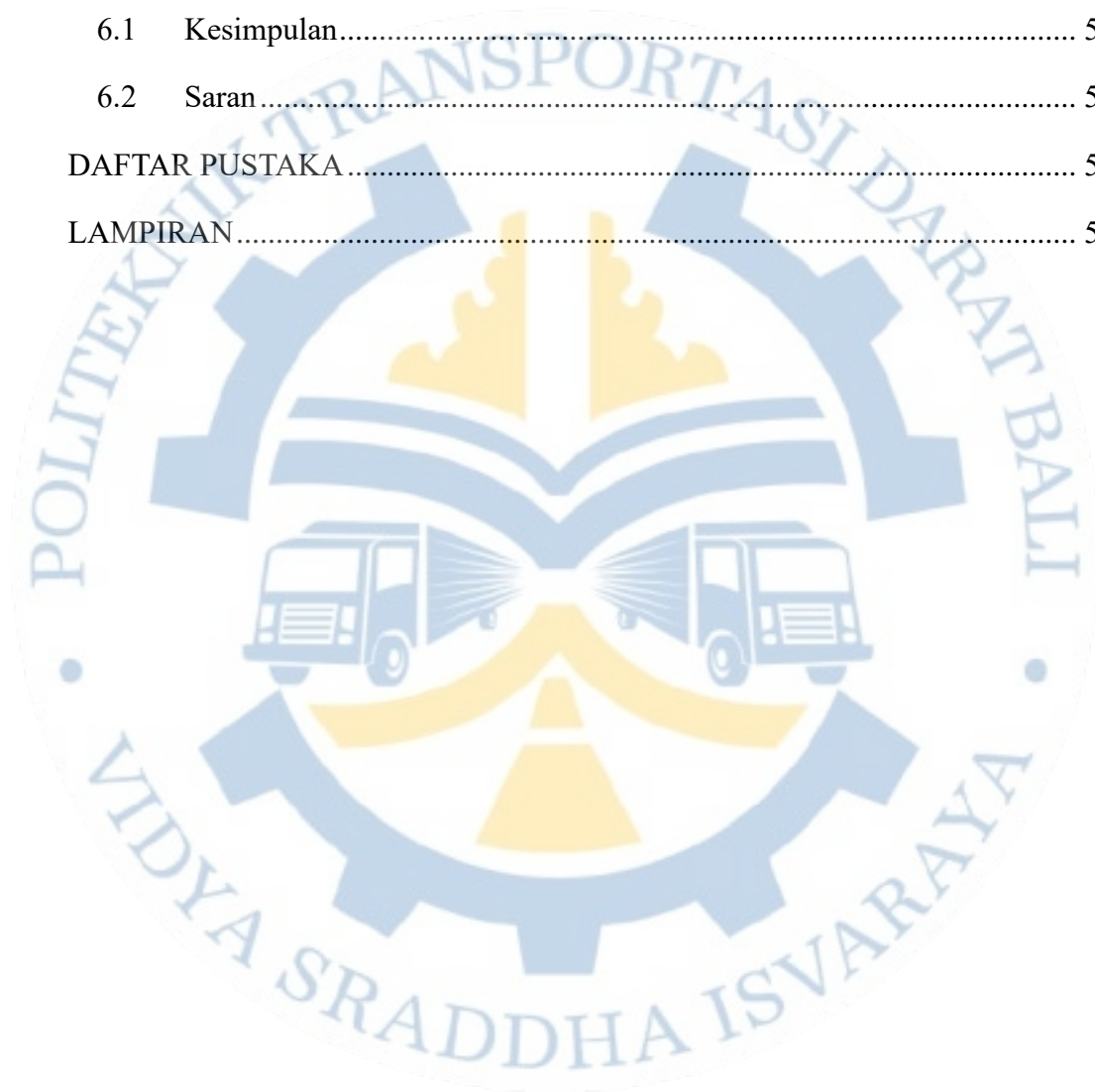
2101024

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II GAMBARAN UMUM.....	6
2.1 Kondisi Wilayah.....	6
2.2 Kondisi Objek.....	6
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	9
3.1 Sistem Pengereman dan Gaya Pengereman.....	9
3.2 Gaya Gravitasi (<i>G-Force</i>).....	10
3.3 Akselerasi dan Deselerasi pada Kendaraan Angkutan Barang.....	11
3.4 <i>Global Positioning System</i> (GPS).....	12
3.5 Arduino Mega 2560.....	13
3.6 <i>Thin-Film Transistor Liquid Crystal Display</i> (TFT LCD).....	14

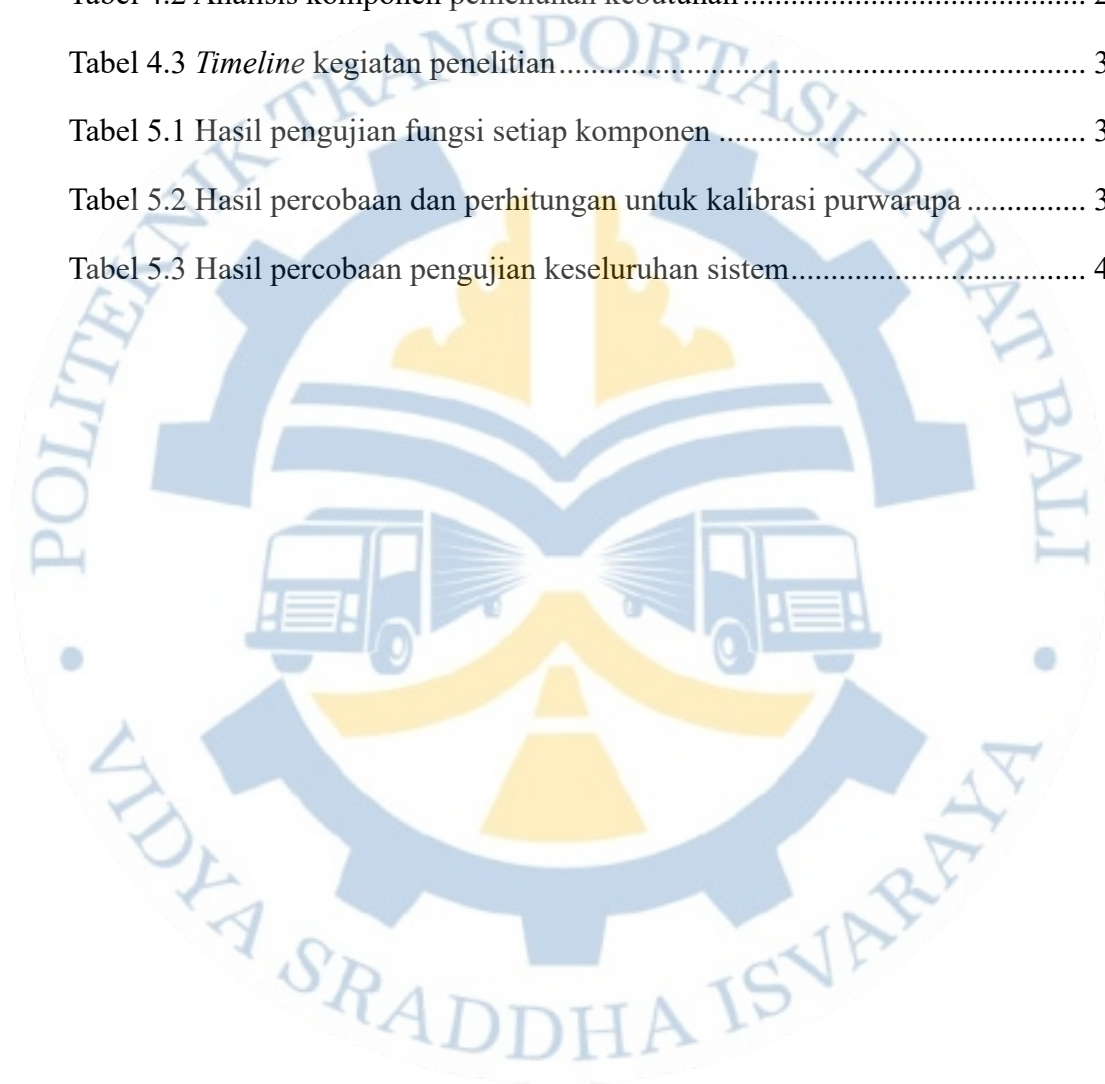
3.7	<i>Data logger</i>	15
3.8	Sensor <i>Accelerometer</i>	16
3.9	Penelitian Terdahulu	17
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		18
4.1	Metode Penelitian.....	18
4.2	Tahapan Penelitian.....	19
4.2.1	Studi literatur.....	19
4.2.2	Penyusunan konsep desain (<i>pre-design</i>)	19
4.2.3	Penyusunan daftar kebutuhan	19
4.2.4	Analisis pemenuhan daftar kebutuhan	19
4.2.5	Pembuatan purwarupa.....	20
4.2.6	Pengujian purwarupa dan analisa kinerja purwarupa.....	20
4.2.7	Penarikan simpulan	22
4.3	Perancangan Alat.....	22
4.3.1	Konsep dan gagasan.....	22
4.3.2	Penyusunan daftar kebutuhan	23
4.3.3	Analisis pemenuhan daftar kebutuhan	24
4.3.4	Perancangan perangkat lunak.....	25
4.3.5	Perancangan perangkat keras	28
4.4	<i>Timeline</i> Kegiatan.....	32
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		33
5.1	Hasil Perancangan Perangkat Lunak	33
5.2	Hasil Perancangan Perangkat Keras	33
5.3	Pengujian Purwarupa.....	37
5.3.1	Pengujian fungsi purwarupa.....	37

5.3.2	Kalibrasi purwarupa	38
5.3.3	Pengujian keseluruhan sistem	40
5.4	Implementasi Purwarupa	48
BAB VI PENUTUP		52
6.1	Kesimpulan.....	52
6.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN.....		59



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Penelitian Terdahulu.....	17
Tabel 4.1 Tabel daftar kebutuhan	23
Tabel 4.2 Analisis komponen pemenuhan kebutuhan	25
Tabel 4.3 <i>Timeline</i> kegiatan penelitian.....	32
Tabel 5.1 Hasil pengujian fungsi setiap komponen	37
Tabel 5.2 Hasil percobaan dan perhitungan untuk kalibrasi purwarupa	39
Tabel 5.3 Hasil percobaan pengujian keseluruhan sistem.....	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik penyebab kecelakaan lalu lintas tahun 2023	1
Gambar 2. Jenis kendaraan gagal uji pada pengujian rem UPPKB Pulo Gadung ..	7
Gambar 3. Klasifikasi ambang batas akselerasi dan deselerasi	12
Gambar 4. Konfigurasi pin I/O Arduino Mega 2560	14
Gambar 5. TFT LCD <i>Screen</i> 2.4 inch	15
Gambar 6. Bentuk fisik dan orientasi sensor <i>accelerometer</i>	16
Gambar 7. Bagan alir penelitian.....	18
Gambar 8. Lintasan latihan pengereman Poltrada Bali	21
Gambar 9. Diagram alir program	27
Gambar 10. Diagram blok sistem	28
Gambar 11. Skematik diagram <i>charger</i> 6,5 V	29
Gambar 12. <i>Interface</i> GPS	30
Gambar 13. Konfigurasi komunikasi data <i>accelerometer</i>	30
Gambar 14. Konfigurasi komunikasi data modul <i>micro-SD card</i>	31
Gambar 15. <i>Listing</i> pemrograman pada Arduino IDE	33
Gambar 16. Skematik diagram rangkaian keseluruhan sistem	34
Gambar 17. Proses perakitan perangkat keras	35
Gambar 18. Pemrograman perangkat keras	36
Gambar 19. <i>Display</i> hasil instalasi purwarupa.....	36
Gambar 20. Grafik deviasi saat kalibrasi dan setelah kalibrasi	47
Gambar 21. Ekstraksi <i>data logger</i>	48
Gambar 22. Implementasi purwarupa pada kendaraan angkutan barang	49
Gambar 23. Hasil ekstraksi data pembacaan purwarupa	50

Gambar 23. Grafik ekstraksi data implementasi purwarupa..... 51



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Kegiatan Penelitian	59
Lampiran 2 <i>Link Spreadsheet</i> data hasil pembacaan alat pada implementasi Tabanan – Gilimanuk	63
Lampiran 3 Lembar Asistensi	64



INTISARI

Pengembangan Alat Ukur Gaya Pengereman Menggunakan Data Logger Pada Kendaraan Angkutan Barang

Oleh

SHADYA ARYADIVA ADHYATMA

2101024

Faktor yang mempengaruhi keselamatan berkendara yang bersumber dari perilaku dan keputusan pengemudi salah satunya adalah kebiasaan pengereman yang dilakukan pengemudi saat berkendara. Untuk itu dilakukan penelitian yang merekonstruksi alat ukur kehalusan pengereman tersebut dan menambahkan fitur *data logger* yang akan mencatat data pengereman yang dilakukan pengemudi selama perjalanan sehingga nantinya dapat digunakan sebagai bahan evaluasi terhadap pola pengereman yang dilakukan pengemudi.

Penelitian ini menggunakan metode terapan (*applied research*) guna mengetahui bagaimana cara melakukan pengembangan pada alat ukur gaya pengereman yang ditambahkan dengan *data logger* sebagai media pencatat data dan dilakukan implementasi langsung guna mengetahui keakuratan, ketahanan, dan kemudahan penggunaan.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa alat ukur gaya pengereman dengan *data logger* pada kendaraan angkutan barang yang telah dikembangkan memiliki akurasi pembacaan alat sebesar 91 % dibandingkan dengan hasil hitung gaya pengereman secara manual. Didapatkan juga ketahanan alat dapat melakukan pencatatan data sebanyak 13.683 data selama implementasi yang dilakukan pada rute Tabanan - Gilimanuk. Dengan kemudahan penggunaan alat yang hanya diletakkan pada *dashboard* sehingga tidak mengganggu pengemudi.

Kata Kunci : Gaya pengereman, *data logger*, evaluasi kebiasaan pengemudi

ABSTRACT

Development of a Braking Force Measurement Tool Using a Data Logger for Freight Transportation

By

SHADYA ARYADIVA ADHYATMA

2101024

One of the factors that affect driving safety, which stems from the behavior and decisions of the driver, is the braking habits employed by the driver while driving. Therefore, some research was conducted to reconstruct a measurement tool for braking smoothness and to add a data logger feature that records the braking data performed by the driver during the trip. This data can later be used to evaluate the braking patterns of the driver.

This study used the applied research method to determine how to develop a braking force measurement tool equipped with a data logger as a data recording. The tool was then directly implemented to assess its accuracy, durability, and ease of use.

The research results show that the developed braking force measurement tool with a data logger for freight vehicles has a reading accuracy of 91% compared to the manual calculation of braking force. The tool demonstrated durability by recording 13.683 data points during the implementation on the Tabanan - Gilimanuk route. The tool's ease of use is highlighted by the fact that it can simply be placed on the dashboard, thus not disturbing the driver.

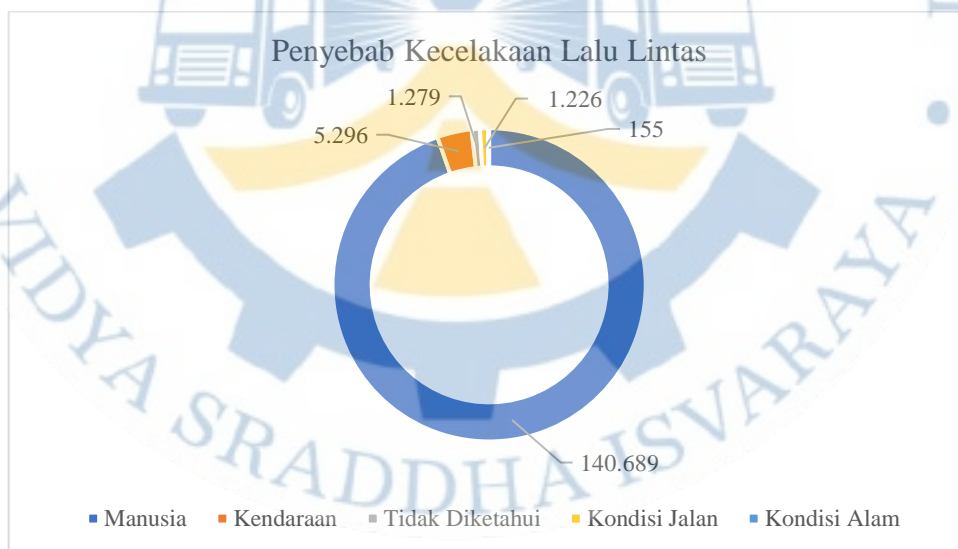
Keywords : Braking force, data logger, driving behaviour evaluation

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah kasus kecelakaan lalu lintas di Indonesia menunjukkan tren peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Kepolisian Republik Indonesia, jumlah kasus kecelakaan lalu lintas di Indonesia pada tahun 2023 mencapai angka 148.645. Dari jumlah tersebut, sekitar 22.180 korban dinyatakan meninggal dunia, sementara sisanya mengalami luka berat maupun luka ringan (Pusiknas Polri, 2024). Kecelakaan lalu lintas umumnya terjadi karena adanya beberapa faktor yang berpadu secara bersamaan sehingga memperburuk situasi dan meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas. Berikut grafik penyebab kecelakaan lalu lintas yang dimiliki oleh Pusat Informasi Kriminal Nasional Polri (Pusiknas):



(Sumber: https://pusiknas.polri.go.id/laka_lantas)

Gambar 1. Grafik penyebab kecelakaan lalu lintas tahun 2023

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa faktor manusia menjadi faktor dominan penyebab kecelakaan lalu lintas di Indonesia. Faktor yang mempengaruhi keselamatan berkendara yang bersumber dari perilaku dan keputusan pengemudi salah satunya adalah kebiasaan pengereman yang dilakukan pengemudi saat berkendara (Ivers, et al., 2009).

Kebiasaan pengemudi yang melakukan pengereman yang tidak tepat, seperti pengereman yang terlalu keras dan mendadak dapat menciptakan situasi yang berpotensi bahaya. Kebiasaan pengereman yang buruk tidak hanya meningkatkan risiko kecelakaan, tetapi juga dapat menyebabkan kerusakan komponen-komponen pengereman. Dimana sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan Reupublik Indonesia Nomor PM 19 Tahun 2021 tentang Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor pasal 11 dan 12, sistem rem dan kemampuan rem menjadi salah satu persyaratan teknis dan laik jalan kendaraan untuk beroperasi di jalan raya. Unit Pengelola Pengujian Kendaraan (UPPKB) Pulo Gadung sebagai salah satu unit pelaksana pengujian kendaraan bermotor di wilayah Jakarta, mencatat bahwa pengujian rem menjadi penyebab gagal uji paling banyak pada bulan April dan Mei 2024 dan jenis kendaraan yang paling banyak gagal uji pada pengujian rem di UPPKB Pulo Gadung adalah kendaraan angkutan barang, data diperoleh dari arsip UPPKB Pulo Gadung tahun 2024. Hal ini menegaskan pentingnya menjaga dan mempraktikkan pengereman yang aman.

Banyak studi telah dilakukan untuk mempelajari perilaku pengereman guna memberikan tindakan preventif sebagai salah satu upaya untuk mengurangi risiko kecelakaan. Salah satunya pada penelitian yang dilakukan oleh (Pradana, et al., 2023) telah dilakukan pengembangan alat ukur kehalusan pengereman yang dapat mendeteksi seberapa besar gaya pengereman yang dilakukan oleh pengemudi dengan menampilkan gaya pengereman yang terdeteksi oleh alat pada layar secara *real-time*. Penelitian tersebut ditujukan sebagai fasilitas penunjang diklat pengemudi angkutan massal dimana para pengemudi angkutan massal nantinya akan mengetahui seberapa halus pengereman yang mereka lakukan saat mengemudi.

Berdasarkan permasalahan diatas penulis melakukan sebuah penelitian dengan merekonstruksi alat ukur kehalusan pengereman tersebut dan menambahkan fitur *data logger* untuk pemenuhan Kertas Kerja Wajib dengan judul “Pengembangan Alat Ukur Gaya Pengereman Menggunakan *Data logger* Pada Kendaraan Angkutan Barang”. Fitur *data logger* yang ditambahkan kedalam alat ukur gaya pengereman ini akan mencatat data pengereman yang dilakukan pengemudi selama perjalanan sehingga nantinya dapat digunakan sebagai bahan evaluasi terhadap pola pengereman yang dilakukan pengemudi. Penulis berharap bahwa pengembangan alat ini dapat menjadi solusi untuk menangani masalah perilaku pengemudi yang melakukan pengereman saat berkendara sehingga dapat meningkatkan tingkat keselamatan berkendara di jalan raya dan juga mengurangi angka gagal uji pada pengujian berkala kendaraan bermotor yang disebabkan oleh kegagalan pengujian rem.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka terdapat beberapa permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan alat ukur gaya pengereman menggunakan *data logger* pada kendaraan angkutan barang?
2. Bagaimana implementasi alat ukur gaya pengereman pada kendaraan angkutan barang dapat membantu dalam mendapatkan data yang akurat terkait kebiasaan pengereman yang dilakukan pengemudi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penulisan Kertas Kerja Wajib diuraikan sebagai berikut:

1. Melakukan pengembangan pada alat ukur gaya pengereman yang sudah ada sehingga dapat memperoleh data mentah yang akan diolah sehingga mendapatkan pola pengereman pada kendaraan angkutan barang.
2. Mengetahui pengaruh implementasi alat ukur pada kendaraan angkutan barang, termasuk keakuratan, ketahanan, dan kemudahan penggunaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tersebut yang berdampak bagi beberapa pihak sebagai berikut:

1. Bagi pengemudi dan perusahaan angkutan barang, informasi yang diperoleh dari alat ukur dapat digunakan untuk membantu memahami dan memperbaiki kebiasaan pengereman yang buruk sehingga dapat meningkatkan keselamatan selama berkendara. Perusahaan angkutan barang dapat mengoptimalkan efisiensi operasional, mengurangi risiko kecelakaan, memperpanjang umur pakai kendaraan, dan meningkatkan layanan juga kualitas pengiriman.
2. Bagi pemerintah khususnya Subdirektorat Manajemen Keselamatan Direktorat Sarana Transportasi Jalan dapat mengembangkan kebijakan atau regulasi yang lebih efektif untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas terutama pada kendaraan angkutan barang.
3. Bagi masyarakat umum sebagai pembaca, penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif terhadap keselamatan jalan raya secara keseluruhan, karena perilaku pengereman yang lebih baik pada kendaraan angkutan barang dapat mengurangi risiko kecelakaan, potensi konflik di jalan raya, dan mendukung distribusi logistik.

1.5 Batasan Masalah

1. Pengembangan alat dilakukan dengan penambahan fitur *data logger*.
2. Pengambilan data dilakukan pada kendaraan angkutan barang.
3. Data yang diekstrak dari alat meliputi data kecepatan kendaraan, gaya pengereman yang dilakukan, akselerasi, deselerasi, gaya *rolling* dan gaya *pitching*.
4. Data direkam dalam pembacaan per detik selama kendaraan angkutan barang melakukan perjalanan.



BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Wilayah

Subdirektorat Manajemen Keselamatan merupakan subdirektorat yang berada di bawah naungan Direktorat Sarana Transportasi Jalan yang bertanggung jawab pada program pengembangan keselamatan lalu lintas dan angkutan jalan serta sistem manajemen keselamatan perusahaan angkutan umum.

Subdirektorat Manajemen Keselamatan mencatat sebanyak 4.848 Perusahaan Angkutan Umum yang terdaftar pada website Sistem Perizinan Online Angkutan Darat dan Multimoda (SPIONAM) namun hanya sekitar 1.7 % dari total perusahaan angkutan umum yang dinyatakan lulus dan memiliki SMK PAU sesuai dengan ketentuan (data dari Subdirektorat Manajemen Keselamatan per Januari 2024).

Kondisi wilayah kedua dimana sebagai lokasi magang II penulis yaitu di Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor (UPPKB) Pulo Gadung sebagai unit penyelenggara pengujian teknis dan laik jalan kendaraan bermotor yang bertanggung jawab kepada Dinas Perhubungan Provinsi Daerah Khusus Jakarta.

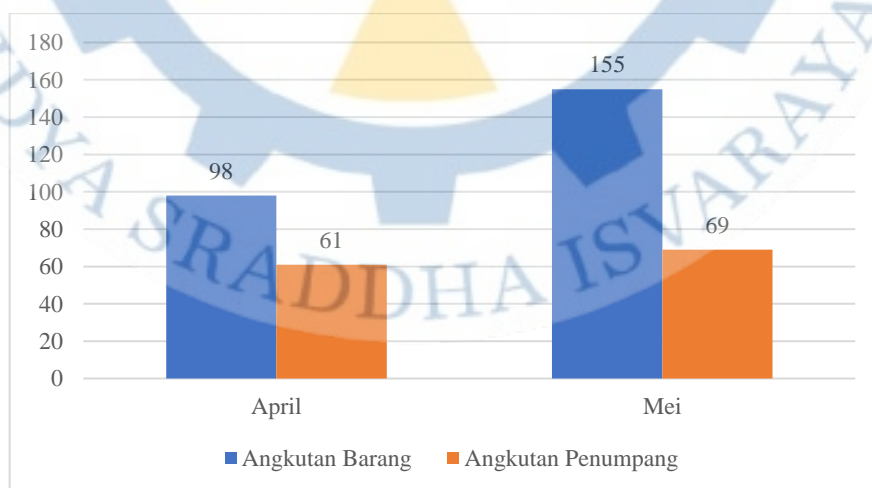
Pada UPPKB Pulo Gadung ditemukan bahwa item pemeriksaan persyaratan teknis dan laik jalan yang menjadi penyebab gagal uji paling banyak adalah pengujian rem. Dimana jenis kendaraan paling banyak gagal pada pengujian rem ini adalah jenis angkutan barang.

2.2 Kondisi Objek

Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah pencatatan gaya pengereman yang dilakukan oleh pengemudi angkutan barang dengan menggunakan alat ukur gaya pengereman dengan *data logger* pada *micro-SD card*

sebagai media yang mencatat hasil pembacaan gaya pengereman. Angkutan barang sendiri merujuk pada aktivitas pengiriman atau pemindahan barang dari satu lokasi ke lokasi lain yang memungkinkan distribusi barang secara efisien dan tepat waktu untuk memenuhi kebutuhan pasar. Angkutan barang pada umumnya selalu membawa beban yang berat dalam satu kali perjalanan, hal ini mengharuskan pengemudi angkutan barang harus melakukan pengereman dengan jarak yang lebih panjang untuk mengurangi kecepatan atau menghentikan kendaraan sepenuhnya. Namun karena kondisi di lapangan, angkutan barang kerap melakukan pengereman kasar atau *hard braking* karena jarak pengereman yang tidak terpenuhi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh situasi lalu lintas atau pun kondisi jalan yang tidak merata. Selain itu, faktor lingkungan seperti cuaca buruk, jalan yang licin, atau jarak penglihatan yang terbatas juga dapat memaksa pengemudi angkutan barang untuk melakukan pengereman keras untuk menghindari kecelakaan.

Disamping itu data dari hasil pengujian berkala kendaraan bermotor UPPKB Pulo Gadung selama bulan April s/d Mei 2024 menunjukkan bahwa jenis kendaraan paling banyak mengalami gagal uji pada pengujian rem adalah kendaraan angkutan barang. Data jenis kendaraan yang mengalami gagal uji pada pengujian rem dapat dilihat pada grafik berikut:



(Sumber: Arsip UPPKB Pulo Gadung)

Gambar 2. Jenis kendaraan gagal uji pada pengujian rem UPPKB Pulo Gadung

Akibat dari angkutan barang sebagai jenis kendaraan dimana pengemudinya kerap melakukan pengereman keras atau *hard braking* untuk memenuhi jarak pengereman pada kondisi jalan raya dengan beban yang berat berdampak pada menurunnya kinerja komponen pada sistem pengereman kendaraan yang mengakibatkan ketidaklulusan uji efisiensi rem utama pada uji berkala. Untuk itu diperlukannya dilakukan evaluasi mengenai kebiasaan pengereman yang dilakukan oleh pengemudi angkutan barang dengan mengambil data dari alat ukur gaya pengereman menggunakan *data logger*.



BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Sistem Pengereman dan Gaya Pengereman

Sistem pengereman merupakan sebuah perangkat yang memperlambat atau menghentikan putaran roda dengan bertujuan mengurangi kecepatan kendaraan. Komponen ini memiliki peranan penting dan krusial dalam kendaraan karena berfungsi sebagai alat pengaman untuk keselamatan pengguna jalan (Maulana, et al., 2019). Gaya pengereman, terutama dalam konteks pengereman keras atau *hard braking* telah menjadi fokus utama dalam upaya untuk meningkatkan keselamatan pengemudi dan penumpang.

Pengemudi yang sering melakukan berkendara ekstrem seperti *hard braking* dan melakukan belokan tajam memiliki risiko yang lebih besar untuk terlibat dalam kecelakaan (Gitelman, et al., 2018; Williams, 1996). Namun cara mengemudi seseorang tidak hanya bergantung pada pilihan mereka dalam mengemudi (misalnya mengemudi secara agresif) melainkan terkait dengan kemahiran mengemudi yang dimiliki (Martinussen, et al., 2014; Taubman, et al., 2004). Salah satu keahlian yang harus dimiliki oleh pengemudi adalah persepsi mengenai bahaya yang dimana dapat diartikan sebagai kewaspadaan terhadap situasi berbahaya saat berkendara (Borowsky, et al., 2010). Bahkan pihak berwenang di Inggris dan beberapa negara bagian Australia menetapkan bahwa tes persepsi mengenai bahaya atau *Hazard Preception Test* (HPT) menjadi salah satu persyaratan untuk memperoleh surat izin mengemudi (Horswill, et al., 2011).

3.2 Gaya Gravitasi (*G-Force*)

Gaya gravitasi atau *g-force* adalah parameter yang mengukur percepatan gravitasi yang timbul saat sebuah kendaraan melakukan pengereman. Ketika kendaraan melakukan pengereman, gaya gravitasi menyebabkan percepatan yang mendorong kendaraan ke depan tetapi gaya pengereman bertentangan dengan gerakan tersebut menyebabkan perlambatan atau deselerasi yang menyebabkan kendaraan melambat atau berhenti. Gaya *g* yang dialami oleh kendaraan berbanding lurus dengan deselerasi yang dihasilkan oleh pengereman yang dilakukan oleh kendaraan (Limpert, 2011). Notasi "*g*" digunakan untuk menotasikan gaya gravitasi yang merupakan pengukuran jenis gaya per satuan massa atau biasanya diasumsikan sebagai percepatan yang menyebabkan pergeseran berat sebesar gaya *g* (1 *g*) atau setara dengan percepatan gravitasi bumi sekitar 9,8 m/s, dalam kata lain *g-force* merupakan gaya gravitasi yang disetarakan dengan gaya dorong dari setiap akselerasi/percepatan (*g*) maupun deselerasi/perlambatan (*-g*).

Dalam konteks pengereman *g-force* muncul karena terjadi perubahan kecepatan, sehingga nilai ukuran deselerasi gravitasi dapat diperoleh dengan mengacu pada persamaan gerak lurus berubah beraturan yang apabila diterapkan kedalam keadaan umum dan ideal dimana kecepatan mula-mula suatu benda (v_0) dan kecepatan benda setelah bergerak (v_t) selama periode waktu tertentu (t) maka percepatan rata-rata suatu benda (a) dapat ditulis sebagai berikut:

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} \quad (3.1)$$

Dimana,

a = Akselerasi (m/s^2)

v_t = Kecepatan akhir (m/s)

v_0 = Kecepatan awal (m/s)

t = Waktu (s)

Untuk mendapatkan nilai gaya dorong dari setiap akselerasi (g) maupun deselerasi/perlambatan (-g) dengan percepatan gravitasi bumi setara 9,8 m/s dapat diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$g - force = \frac{v_t - v_0}{t} \times \frac{1}{9,8} \quad (3.2)$$

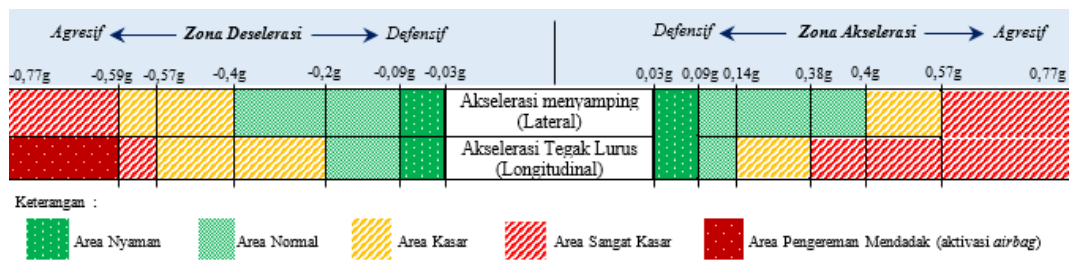
Sehingga,

$$g - force = \frac{v_t - v_0}{t \cdot 9,8} \quad (3.3)$$

Ambang batas pengereman keras atau *hard braking* dianggap memiliki nilai pada rentang 0,25 – 0,6 g. Ambang batas ini ditentukan dengan memperhitungkan proporsi kejadian pengereman keras dengan koefisien skor tes persepsi mengenai bahaya atau *Hazard Preception Test* (HPT) (Botzer, et al., 2019).

3.3 Akselerasi dan Deselerasi pada Kendaraan Angkutan Barang

Akselerasi dan deselerasi pada kendaraan angkutan barang mempengaruhi keamanan dan kenyamanan pengemudi serta barang yang diangkut, dimana akselerasi dan deselerasi dengan nilai tertentu akan menyebabkan hentakan karena pergeseran gaya berat yang timbul karena percepatan maupun perlambatan. Pergeseran gaya berat ini bisa secara lurus (longitudinal) yang muncul karena pengereman dan akselerasi kendaraan, serta pergeseran gaya berat menyamping (lateral) yang biasanya muncul saat bermanuver di tikungan (Graaf & Weperen, 1997). Tingginya gaya pengereman pada kendaraan dapat menyebabkan ketidakstabilan yang signifikan, meningkatkan risiko *rolling* dan *pitching*. Ketidakstabilan ini berpengaruh pada kontrol kendaraan dan kenyamanan pengendara (Mirzaei & Mirzaeinejad, 2017). Berdasarkan beberapa penelitian yang relevan dapat diperoleh ambang batas nilai akselerasi (Elbanhawi, et al., 2015; Turner & Griffin, 1999; Martin & Litwhiler, 2008; Bosetti, et al., 2014; Bae, et al., 2019). Untuk memperoleh hubungan antara akselerasi dan gaya gravitasi (*g-force*) dilakukan konversi ambang batas seperti yang ditampilkan pada Gambar 3. berikut:



(Sumber: (Sasuc, et al., 2024))

Gambar 3. Klasifikasi ambang batas akselerasi dan deselerasi

Dengan mengacu pada gambar diatas dapat diketahui bahwa ambang batas *g-force* longitudinal untuk akselerasi gerak maju yang aman bagi kendaraan angkutan barang adalah 0,4 g dan batasan deselerasi yang aman sebesar -0,2 g. Sedangkan untuk *g-force* saat manuver menikung memiliki ambang batas yang aman adalah senilai 0,4 g.

3.4 *Global Positioning System (GPS)*

Global Positioning System (GPS) atau *Navigation System for Timing and Ranging (NAVSTAR)* adalah sistem navigasi yang perpatokan pada satelit dan orbitnya. Untuk dapat mengetahui posisi suatu objek diperlukan perangkat penerima (*GPS reciever*) untuk menerima sinyal yang dikirim melalui satelit, sinyal tersebut berupa data atau informasi posisi yang kemudian diterjemahkan menjadi titik posisi koordinat lintang dan bujur (*waypoint*) (Enge, 1994).

Saat ini GPS telah dioperasikan secara penuh dan memenuhi kriteria yang telah ditetapkan pada tahun 1960-an untuk sistem penentuan posisi yang optimal handal. Sistem ini memberikan informasi posisi dan kecepatan tiga dimensi yang akurat, berkelanjutan, meluas secara global, kepada pengguna dengan peralatan penerima yang sesuai (Kaplan & Hegarty, 2006).

Mengacu pada topologinya secara umum GPS terdiri dari 3 (tiga) segmen utama: Segmen Ruang Angkasa (*Space*), Segmen Kontrol (*Control*), dan Segmen Pengguna (*User*) (French, 1996). Segmen luar angkasa dan kontrol dioperasikan

oleh Militer Amerika Serikat (AS) dan dikelola oleh Komando Luar Angkasa dan Angkatan Udara. Pada dasarnya, segmen kontrol menjaga integritas satelit dan data yang ditransmisikan. Segmen luar angkasa terdiri dari konstelasi satelit secara keseluruhan yang saat ini berada di orbit, termasuk unit operasional, cadangan, dan tidak dapat dioperasikan. Satelit merupakan bagian terpenting dalam GPS yang membantu menemukan posisi dengan menyiarkan sinyal yang digunakan oleh penerima, saat melewati gedung, gunung dan halangan lain sinyal satelit harus dikunci untuk itu objek yang dideteksi haruslah terus bergerak untuk mendapatkan penerimaan yang jelas. Segmen pengguna merupakan pengguna akhir yang telah membeli salah satu dari berbagai *receiver* yang tersedia secara komersial.

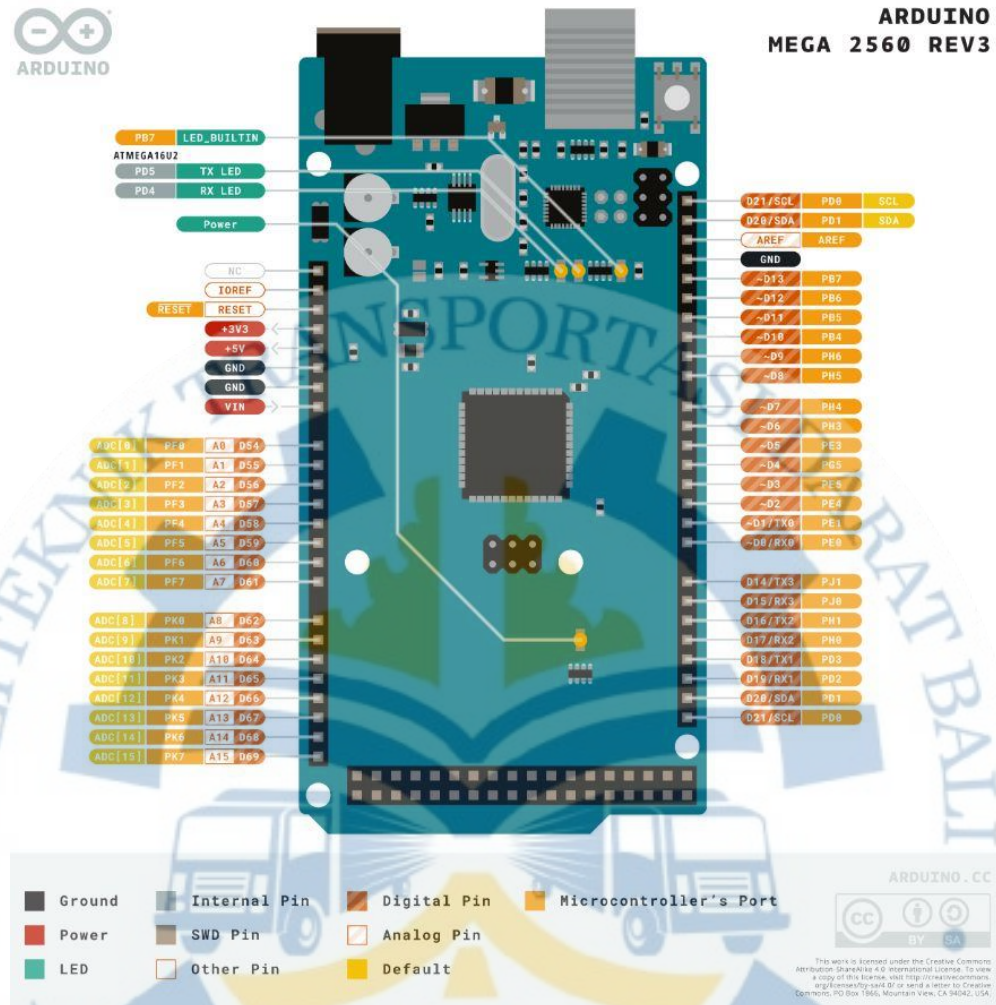
3.5 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah salah satu varian dari pengendali mikro berbasis chip ATmega 2560 dimana merupakan pengembangan dari papan Arduino Mega sebelumnya yang hanya menggunakan chip ATmega 1280. Arduino Mega 2560 dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pengendalian sistem elektronik yang dikembangkan secara *open-source* dan telah sampai revisi ke 3 dengan penggunaan chip ATmega16u2 sebagai fungsi *Universal Serial Bus* (USB) ke *Serial Converter*-nya.

Arduino Mega 2560 memiliki pin *Input/Output* (I/O) digital sebanyak 54 pin (15 pin diantaranya adalah *Pulse Width Modulation* (PWM)), pin I/O analog 16 pin, dan 4 pin *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART). Selain itu Arduino Mega 2560 juga dilengkapi 16 MHz kristal osilator, sebuah *port* USB, *power jack* DC, *ICSP header*, dan tombol *reset* (Frianto, et al., 2016) . Adapun konfigurasi pin I/O Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Gambar 4.



ARDUINO
MEGA 2560 REV3



(Sumber: <https://pisolns.com/products/arduino-mega-r3>)

Gambar 4. Konfigurasi pin I/O Arduino Mega 2560

3.6 Thin-Film Transistor Liquid Crystal Display (TFT LCD)

TFT LCD (*Thin-Film Transistor Liquid Crystal Display*) adalah tipe LCD yang datar dengan tiap-tiap *pixel* dikontrol oleh satu hingga empat transistor. Layar TFT sering disebut juga *active-matrix* LCD yang menyediakan resolusi terbaik dari teknik panel data. Layarnya dapat menampilkan gambar kaya warna dengan permukaan yang sensitif terhadap sentuhan. TFT LCD dapat dilihat pada Gambar 5.



(Sumber: <http://surl.li/rwzknb>)

Gambar 5. TFT LCD Screen 2.4 inch

3.7 *Data logger*

Data logger merupakan perangkat elektronik berbasis prosesor digital yang merekam data dari waktu ke waktu sehubungan dengan lokasi, baik dengan menggunakan instrumen atau sensor internal maupun eksternal. Penggunaan *data logger* pada penelitian ini dikarenakan *data logger* mampu mencatat, memindai, dan mengambil data dengan kecepatan tinggi dan efisiensi yang lebih besar selama pengujian (Badhiye, et al., 2011). Informasi yang direkam dapat diprogram berdasarkan kebutuhan. Pencatatan data berdasarkan sinyal elektronik seperti tegangan atau arus berasal dari sensor yang kemudian diubah menjadi data biner yang kemudian dianalisis oleh perangkat lunak dan disimpan.

Pada penelitian ini menggunakan *micro-SD card reader module* untuk menyimpan data ke dalam *micro-SD card* dengan pemrograman yang dilakukan melalui Arduino IDE pada alat pengukur gaya pengereman yang telah dikembangkan sebelumnya.

3.8 Sensor Accelerometer

Sensor *accelerometer* mengukur perpindahan massa dengan rangkaian antarmuka pengukur posisi (*position measuring interface circuit*). Pengukuran tersebut kemudian diubah menjadi sinyal listrik digital melalui *Analog to Digital Converter* (ADC) untuk selanjutnya diolah secara digital. Melalui rangkaian antarmuka pengukur posisi dapat dilakukan pengukuran percepatan linier sepanjang satu sumbu (*single axis*) atau beberapa sumbu (*multi axis*), atau gerakan sudut pada satu atau beberapa sumbu sebagai masukan untuk mengontrol suatu sistem dengan pengukuran. Namun pada penelitian ini digunakan sensor *accelerometer* yang dapat mengukur orientasi 3 sumbu yaitu sumbu x, y dan z. Sensor *accelerometer* dapat dilihat pada Gambar 6.



(Sumber: (Mirelez-Delgado, et al., 2020))

Gambar 6. Bentuk fisik dan orientasi sensor *accelerometer*

3.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 3.1 Penelitian Terdahulu

No	Sumber	Tujuan	Hasil
1	(Botzer, et al., 2019)	Mengetahui hubungan antara hasil <i>hazard preception test</i> dengan penerapan <i>hard braking</i> pada saat mengemudi	Penilaian kemampuan pengemudi dalam mengenali persepsi bahaya dapat membantu dalam menanggapi <i>hard braking</i> yang berlebihan dalam mengemudi
2	(Hill, et al., 2019)	Mengetahui hasil <i>computer-based hazard preception test</i> terhadap frekuensi terjadinya <i>hard braking</i> selama mengemudi sehari-hari	Pengemudi dengan presentasi <i>hard braking</i> tinggi memiliki respon terhadap pengenalan persepsi bahaya yang lebih lambat
3	(Pradana, et al., 2023)	Mengembangkan alat ukur kehalusan pengereman pada mobil bus sebagai penunjang diklat pengemudi angkutan massal	Alat ukur kehalusan pengereman yang bereaksi terhadap pengereman yang kasar sebagai pengingat pengemudi angkutan massal