

**ANALISIS GAYA PENGEMERMAN MOBIL LISTRIK 3 RODA
DENGAN BEBAN 1200 NEWTON DI KEMIRINGAN 20° 25° 30°
SESUAI REGULASI KMHE**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA 2021**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS GAYA PENGEMERMAN MOBIL LISTRIK 3 RODA
DENGAN BEBAN 1200 NEWTON DI KEMIRINGAN 20° 25° 30°
SESUAI REGULASI KMHE



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh:

Nama : Eko Yunianto
NIM : 41316110003
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JULI 2021

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS GAYA PENEREMAN MOBIL LISTRIK 3 RODA DENGAN BEBAN 1200 NEWTON DI KEMIRINGAN 20° 25° 30° SESUAI REGULASI KMHE

Disusun Oleh

Nama : Eko Yunianto
NIM : 41316110003
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 30 Juli 2021

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA

(Hadi Pranoto,ST.,MT.,Ph.D)

NIP: 609730016

Penguji Sidang II

(Dr. Eng Imam Hidayat, ST.,MT)

NIK: 112750348



(Dr. Muhamad Fitri, M.Si)

NIP: 118690617

Mengetahui

NIP: 196660199

Koordinator TA

(Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng)

NIP: 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Eko Yunianto
NIM : 41316110003
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Analisis Gaya Penggereman Mobil Listrik 3 Roda Dengan Beban 1200 Newton di Kemiringan 20° 25° 30° Sesuai Regulasi KMHE

Dengan ini menyatakan bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka penulis bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi yang berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

MERCU BUANA

Demikian, pernyataan ini penulis buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Jakarta, 30 Juli 2021



Eko Yunianto

PENGHARGAAN

Alhamdulillah puji syukur ke hadirat Allah swt yang telah memberikan rahmat hidayah dan anugrah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada nabi Muhammad saw, beserta keluarganya para sahabatnya dan umatnya hingga akhir zaman.

Tugas akhir ini merupakan tahap akhir dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Dalam penulisan tugas akhir ini penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak maka dari itu sudah sepantasnya penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir Ngadino Surip, M.S., selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Hadi Pranoto ST., MT., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Alief Avicenna Luthfie ST., M.Eng, selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin.
6. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
7. Kedua orang tua tercinta serta adik atas doa yang selalu kalian curahkan kepada penulis dan dukungan materi maupun non materi serta semangat yang selalu diberikan kepada penulis.
8. Serta teman-teman seperjuangan yang membantu dalam segi moril tanpa materil.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Sekian dan terima kasih

Jakarta, 30 Juli 2021



Eko Yunianto

ABSTRAK

Sistem pengereman adalah sistem yang ada pada kendaraan yang berfungsi untuk memperlambat dan menghentikan laju kendaraan. Sistem pengereman pada mobil listrik harus sangat diperhatikan, terutama saat melakukan pengereman di kemiringan jalan yang membutuhkan tekanan pengereman yang lebih besar dibandingkan pada jalan yang lurus atau normal. Pada penelitian kali ini saya mereview tentang sistem rem yang terdapat pada mobil listrik 3 roda ini, apakah sistem rem yang terdapat pada mobil listrik ini bekerja dengan baik atau tidak. Manfaat dari penelitian saya kali ini yaitu mengetahui apakah sistem rem yang terdapat pada mobil listrik 3 roda KMHE ini mampu menghentikan kendaraan di 3 kemiringan derajat yang berbeda.

Tujuan diadakannya penelitian ini untuk mengetahui berapa gaya pengeremannya, berapa tekanan pada pedal rem, dan berapa nilai tekanan kanvas rem yang dibutuhkan mobil listrik 3 roda untuk dapat berhenti di kemiringan 20° , 25° , dan 30° dengan berat total kendaraan dan pengemudi 1200 N.

Metode yang saya gunakan pada penelitian saya kali ini yaitu desain terbalik (*reverse engineering*), dalam hal ini sistem rem hidrolik dengan cakram sudah ada namun belum diketahui apakah sistem rem hidrolik dengan rem cakram dapat berfungsi dengan baik pada mobil listrik ini.

Hasil pengujian yang didapatkan, mobil listrik dapat berhenti di 3 kemiringan derajat berbeda tersebut. Di kemiringan 20° sistem rem memperoleh gaya pengereman pada bidang miring sebesar 273 Newton, di kemiringan 25° mendapat gaya pengereman sebesar 364 Newton, di kemiringan 30° dengan gaya pengereman saat di kemiringan jalan sebesar 454 Newton. Dengan tekanan pedal rem di kemiringan 20° sebesar 128 Pascal, tekanan pada pedal rem di kemiringan 25° sebesar 284 Pascal, dan gaya tekan pedal rem di kemiringan 30° sebesar 314 Pascal. Dan tekanan kanvas rem untuk dapat membuat mobil listrik berhenti, didapatkan hasil di kemiringan 20° sebesar 101,3 Pascal, di kemiringan 25° sebesar 128,9 Pascal, di kemiringan 30° sebesar 133,5 Pascal.

Kata Kunci : Mobil listrik, Sistem rem hidrolik, Sudut kemiringan.



**ANALYSIS OF BRAKING FORCE 3 WHEEL ELECTRIC CAR
WITH 1200 NEWTON LOAD AT 20° 25° 30° TILLING
ACCORDING TO KMHE REGULATIONS**

ABSTRACT

The braking system is a system on the vehicle that serves to slow down and stop the vehicle. The braking system on electric cars must be considered, especially when braking on a sloped road that requires greater braking pressure than on a straight or normal road. In this study, I will review the brake system in this 3-wheel electric car, whether the brake system in this electric car works well or not. The benefit of my research this time is to find out whether the brake system contained in the KMHE 3-wheel electric car is able to stop the vehicle at 3 different degrees of inclination.

The purpose of this research is to find out how much braking force is, how much pressure is on the brake pedal, and what value of brake canvas pressure is needed for a 3-wheel electric car to be able to stop at a slope of 20°, 25°, and 30° with a total weight of the vehicle and driver of 1200 N. .

The method I use in my research this time is reverse engineering, in this case a hydraulic disc brake system already exists but it is not yet known whether a hydraulic disc brake system can function properly on this electric car.

The test results obtained, electric cars can stop at 3 different degrees of slope. At a slope of 20° the brake system gets a braking force on an inclined plane of 273 Newton, at a slope of 25° it gets a braking force of 364 Newton, at a slope of 30° with a braking force when on a road slope of 454 Newton. With the brake pedal pressure at a slope of 20° by 128 Pascal, the pressure on the brake pedal at a slope of 25° by 284 Pascal, and the pressure on the brake pedal at a slope of 30° by 314 Pascal. And the brake pad pressure to be able to make the electric car stop, the results are obtained at a slope of 20° by 101.3 Pascal, at a slope of 25° by 128.9 Pascal, at a slope of 30° by 133.5 Pascal.

Keywords : Electric car, hydraulic brake system, tilt angle.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
PENGHARGAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 MOBIL LISTRIK	6
2.2 DESAIN TERBALIK (<i>REVERSE ENGINEERING</i>)	7
2.3 REGULASI KONTES MOBIL HEMAT ENERGI	7
2.4 GAYA GESEK.	7
2.5 SISTEM PENGEMERMAN .	10
2.6 DASAR PENGEMERMAN.	11
2.6.1 Energi Gerak Saat Pengemerman	11
2.6.2 Perlambatan dan Jarak Saat Pengemerman	11
2.6.3 Gerak benda di bidang miring saat pengemerman	12
2.7 FUNGSI SISTEM PENGEMERMAN	13
2.7.1 Fungsi Rem	13

2.8	PRINSIP KERJA REM	13
2.9	TIPE REM BERDASARKAN LAYANAN	14
	2.9.1 Rem Kaki	14
	2.9.2 Rem Tangan	15
2.10	TIPE REM BERDASARKAN MEKANISME PENGGERAK	15
	2.10.1 Rem Mekanik	15
	2.10.2 Rem Hidrolik	16
2.11	JENIS-JENIS REM	17
	2.11.1 Rem Cakram	17
	2.11.2 Rem Tromol	18
2.12	BAGIAN-BAGIAN PADA REM	19
	2.12.1 Pedal Rem	19
	2.12.2 Master Silinder	19
	2.12.3 Booster Rem	20
	2.12.4 Katup Pengimbang	20
	2.12.5 Kaliper Rem	21
	2.12.6 Saluran / Selang Rem	21
	2.12.7 Disk Rotor	22
2.13	METODE PERHITUNGAN PADA BEBAN STATIS	22
2.14	KAJIAN PENELITIAN TERKAIT	24
2.15	STUDI KASUS REM HIDROLIK SEPEDA	25

U N I V E R S I T A S		
MERCU BUANA		
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27	
3.1	DIAGRAM ALIR	27
3.2	ALAT DAN BAHAN YANG DIPERLUKAN	29
3.3	CARA PENGUJIAN MOBIL LISTRIK	32
	3.3.1 Posisi Mobil listrik berada di kemiringan jalan	32
	3.3.2 Prosedur Pengujian rem di kemiringan	32
3.4	PENGAMBILAN DATA	33
3.5	PENGOLAHAN DATA	33
3.6	ANALISIS DATA	34
3.7	KESIMPULAN	34

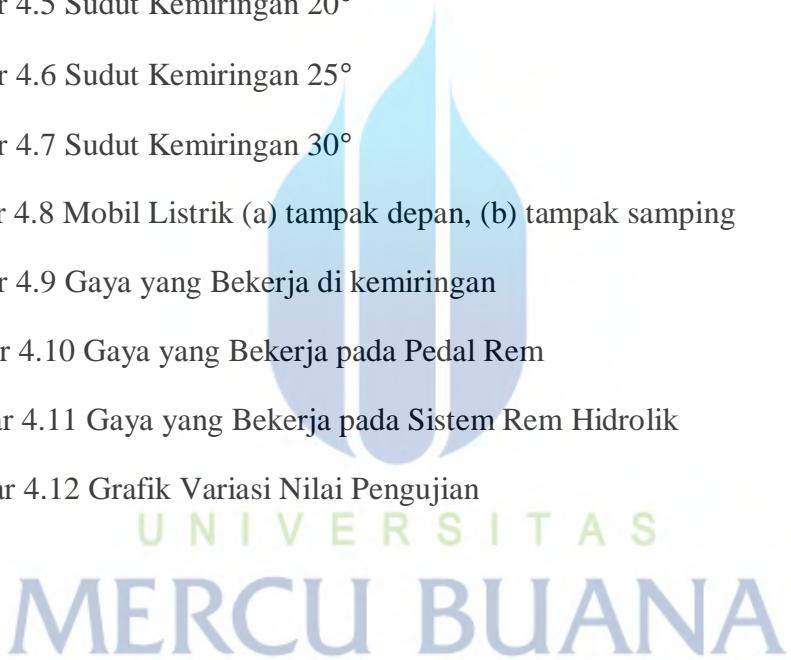
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 TEMPAT PENGUJIAN PENEREMAN	35
4.2 PENGUJIAN PENEREMAN SESUAI BEBAN TOTAL	35
4.3 HASIL PENGUKURAN REM DI KEMIRINGAN	36
4.4 PERHITUNGAN GAYA PENEREMAN DI SETIAP RODA	40
4.4.1 Perhitungan Gaya Pengereman yang Dibutuhkan Bidang Miring	41
4.4.2 Perhitungan Hidrolik Master dan Caliper di Kemiringan 20°	42
4.4.3 Perhitungan Hidrolik Master dan Caliper di Kemiringan 25°	44
4.4.4 Perhitungan Hidrolik Master dan Caliper di kemiringan 30°	45
4.4.5 Tabel dan Grafik Pengujian Rem	46
4.5 SISTEM REM YANG DIBUTUHKAN MOBIL LISTRIK	47
BAB V PENUTUP	47
5.1 KESIMPULAN	47
5.2 SARAN	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Mobil Listrik	16
Gambar 2.1 Uji Gesek Kampas Rem (Sutrisno, 1997)	20
Gambar 2.2 Gerak Benda pada Bidang Miring (Hafidh Aldiza, A.2017)	25
Gambar 2.3 Rem hidrolis dengan drive cakram & tromol kaki (Sularso, K.1997)	27
Gambar 2.4 Rem mekanis dengan drive tromol dengan tangan (Sularso, K.1997)	27
Gambar 2.5 Sistem Rem Mekanik (Heisler, 2002)	28
Gambar 2.6 Sistem Rem Hidrolik (Heisler, 2002)	29
Gambar 2.7 Rem Cakram (Heisler, 2002)	30
Gambar 2.8 Rem Tromol (Heisler, 2002)	31
Gambar 2.9 Pedal Rem (Dan et al, 2016)	32
Gambar 2.10 Master Silinder (Dan et al, 2016)	32
Gambar 2.11 Boster Rem (Dan et al, 2016)	33
Gambar 2.12 Propotional Valve (Dan et al, 2016)	33
Gambar 2.13 Kaliper Rem (Dan et al, 2016)	34
Gambar 2.14 Selang Rem (Dan et al, 2016)	34
Gambar 2.15 Disk Rotor (Dan et al, 2016)	41
Gambar 2.16 Perhitungan pada Piston Rem (Tuxuci, L, Rem, D 2015)	41
Gambar 2.17 Perhitungan rem hidrolik (Dan et al, 2016)	42
Gambar 2.18 Rem Hidrolik Sepeda (Dan et al, 2016)	44
Gambar 3.1 Diagram Alir	45
Gambar 3.2 Tool set	46
Gambar 3.3 Alat ukur meteran	46

Gambar 3.4 Force gauge	46
Gambar 3.5 Masker	46
Gambar 3.6 Kain lap	46
Gambar 3.7 Kanvas rem	46
Gambar 3.8 Disc rotor	47
Gambar 3.9 Mobil Listrik di kemiringan	47
Gambar 4.1 Lokasi Pengujian	48
Gambar 4.2 Pengujian Kemiringan 20°	49
Gambar 4.3 Pengujian Kemiringan 25°	49
Gambar 4.4 Pengujian Kemiringan 30°	49
Gambar 4.5 Sudut Kemiringan 20°	50
Gambar 4.6 Sudut Kemiringan 25°	50
Gambar 4.7 Sudut Kemiringan 30°	51
Gambar 4.8 Mobil Listrik (a) tampak depan, (b) tampak samping	51
Gambar 4.9 Gaya yang Bekerja di kemiringan	52
Gambar 4.10 Gaya yang Bekerja pada Pedal Rem	58
Gambar 4.11 Gaya yang Bekerja pada Sistem Rem Hidrolik	58
Gambar 4.12 Grafik Variasi Nilai Pengujian	58



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat yang diperlukan	42
Tabel 3.2 Bahan yang diperlukan dan diketahui	42
Tabel 3.3 Rencana pengujian sistem rem saat tanjakan	46
Tabel 4.1 Hasil pengujian sistem rem di kemiringan	52
Tabel 4.2 Hasil pengukuran dengan <i>force gauge</i>	52
Tabel 4.3 Variasi nilai pengujian	57

