

**ANALISA PENGUJIAN DAYA TANJAK 15° , 20° , 30° TERHADAP GAYA
PENEREMAN HIDROLIK PADA MOBIL LISTRIK GENI BIRU**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

JAKARTA 2020

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGUJIAN DAYA TANJAK 15^o, 20^o, 30^o TERHADAP GAYA
PENGGEREMAN HIDROLIK PADA MOBIL LISTRIK GENI BIRU**

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Mesin Jenjang Pendidikan Strata Satu (S1)



UNIVERSITAS

UNIVERSITAS **MERCU BUANA**

MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Aswan Ilham Yugaspurwo

NIM : 41316320067

Program Studi : Teknik Mesin

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2020

HALAMAN PENGESAHAN**ANALISA PENGUJIAN DAYA TANJAK 15⁰, 20⁰, 30⁰ TERHADAP GAYA
PENGGEREMAN HIDROLIK PADA MOBIL LISTRIK GENI BIRU**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Aswan Ilham Yugaspurwo

NIM : 41316320067

Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada Tanggal: 5 Februari 2021

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

(Dr. Hadi Pranoto S.T., M.T)

NIP. 114730437

Koordinator Tugas Akhir

(Fajar Anggara, S.T., M.Eng)

NIP. 217910157

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Aswan Ilham Yugaspurwo

NIM : 41316320067

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul : ANALISA PENGUJIAN DAYA TANJAK 15⁰, 20⁰, 30⁰
TERHADAP GAYA Pengereman Hidrolik pada Mobil Listrik Geni Biru

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta , 1 Februari 2021



Aswan Ilham Yugaspurwo

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “ANALISA PENGUJIAN DAYA TANJAK 15° , 20° , 30° TERHADAP GAYA Pengereman Hidrolik pada Mobil Listrik Geni Biru” ini yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa laporan tugas akhir ini tidak akan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ngadiyo Surip selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, MT Selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, ST., MT., Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin
4. Bapak Fajar Anggara, ST., MT, Selaku Sekretaris Program Studi dan Dosen Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
5. Bapak Dr. Hadi Pranoto, ST., MT, Selaku Pembimbing, Koordinator Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan masukan, waktu dan persetujuan dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
7. Keluargaku yang selalu mendukung dan memotivasi ku selama menempuh proses Pendidikan di Universitas Mercu Buana.
8. Kawan-kawan sesama Mahasiswa Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir ini

9. Dan semua pihak yang turut membantu secara langsung dan tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu tanpa mengurangi besar rasa terimakasih dan hormat saya
10. Bengkel Petrik Bike yang telah bersedia membantu untuk menyediakan tempat dan peralatan serta bimbingan sehingga mobil listrik E-Falco dapat selesai tepat waktu

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan selalu mencurahkan hidayah serta rahmanya, Aamiin Ya Rabbalalamin.



Jakarta , 1 Februari 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Aswan Ilham Yugaspurwo'. The signature is fluid and cursive, with the first letter 'A' being particularly large and stylized.

Aswan Ilham Yugaspurwo

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Kendaraan mobil terdiri dari berbagai *system* yang mendukung agar bisa bekerja secara maksimal. Salah satunya yang sangat penting akan keselamatan bagi penumpangnya adalah Sistem rem. Rem merupakan komponen paling penting dalam setiap kendaraan otomotif yang merupakan sebuah sistem keamanan dalam berkendara dan bekerja dengan maksimal agar jarak pengereman tidak berlebihan. Sistem rem bertujuan untuk mengurangi dan memberhentikan sebuah kendaraan dengan cara mengatur laju kendaraan sehingga kendaraan dapat dikendalikan. Kegagalan sistem rem memiliki dampak yang sangat fatal bagi pengendara maupun pengguna jalan lain. Sistem rem ini menggunakan sistem hidrolis dengan aliran selang fluida berskema T, selang ini menyalurkan cairan bertekanan ke Kaliper ban depan dan belakang begitu juga dengan roda belakang bertujuan agar jika salah satu rem tidak berfungsi maka rem yang lain masih bisa bekerja dan tidak mengakibatkan rem blong. Penelitian ini adalah menguji rem pada pengujian variasi kemiringan 15°, 20°, 30° hasil dari pengujian sistem rem ini setelah di injak pedal rem mampu menahan beban kendaraan selama 35 detik ditiap-tiap bidang miring yang berbeda. Sehingga Sistem rem hidrolis dapat bekerja dengan baik dengan beberapa sudut kemiringan. Dan dapat diketahui besarnya tekanan hidrolis 178.4 kgf/m^2 mampu untuk membuat mobil terhenti dikemiringan 20°. Kampas Rem Bekerja dengan baik dari berbagai pengujian variasi kemiringan. Mampu membuat mobil terhenti dari pengaruh daya dorong gravitasi dan sesuai dengan ketentuan perlombaan di Kompetisi Mobil Listrik Indonesia.

Kata Kunci : Sistem rem, Pengujian Daya Tanjak, *system* rem hidrolis , Kemiringan jalan

ABSTRACT

Car vehicles consist of various systems that support them to work optimally. One of them that is very important for the safety of its passengers is the brake system. Brakes are the most important component in every automotive vehicle which is a safety system in driving and works optimally so that the braking distance is not excessive. The brake system aims to reduce and stop a vehicle by regulating the vehicle speed so that the vehicle can be controlled. Brake system failure has a very fatal impact on motorists and other road users. This brake system uses a hydraulic system with a fluid flow hose with a T scheme, this hose delivers pressurized fluid to the front and rear tire calipers as well as the rear wheels so that if one of the brakes does not work, the other brake can still work and does not cause the brake to fail. This research is to test the brakes on the test of 15o, 20o, 30o tilt variations. The results of this brake system test, after stepping on the brake pedal, are able to withstand the vehicle's load for 35 seconds in each different inclined plane. So that the hydraulic brake system can work well with several tilt angles. And it can be seen that the amount of hydraulic pressure 178.4 kgf / m ^ 2 is able to make the car stop at a gradient of 20o. Brake Pads Work well from multiple tilt variation tests. Able to make the car stop from the influence of the thrust of gravity and in accordance with the competition provisions in the Indonesian Electric Car Competition

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Keywords: Brake system, Gradeability Test, hydraulic brake system, Road grade

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	2
HALAMAN PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR RUMUS.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 MOBIL LISTRIK.....	5
2.2 JENIS MOBIL LISTRIK	5
2.3 TERMINOLOGI DASAR	10
2.3.1 Hukum Newton I	10
2.3.2 Hukum Newton II.....	10
2.3.3 Hukum Newton III.....	12
2.3.4 Benda Bergerak Pada Bidang Miring	13
2.4 HUKUM PASCAL	14
2.5 GAYA GESEK.....	15
2.5.1 Jenis Gaya Gesek.....	16
2.6 DEFINISI REM	17
2.7 DASAR Pengereman	17

2.7.1 Energi Gerak Pada saat Pengereman	17
2.7.2 Jarak Berhenti dan Efisiensi	18
2.7.3 Prinsip Rem Cakram.....	18
2.7.4 Tahanan Kelandaian (<i>Grade Resistence</i>).....	20
2.7.5 Tahanan Gelinding (<i>Rolling Resistence</i>)	20
2.8 JENIS-JENIS REM.....	21
2.8.1 Rem Tromol.....	21
2.8.2 Rem Cakram	24
2.9 KOMPONEN REM.....	25
2.9.1 Pedal/Handle Rem	25
2.9.2 Master Silinder.....	26
2.9.3 Boster Rem	26
2.9.4 Katup pengimbang (<i>Propotional Valve</i>).....	27
2.9.5 Kaliper Rem.....	27
2.9.6 Saluran Rem/ Brake Line.....	28
2.9.7 Disk rotor	28
2.10 PRINSIP KERJA REM.....	29
2.11 SKEMATIS REM.....	29
2.12 KARAKTERISTIK MINYAK REM	30
2.12.1 Titik Didih.....	30
2.12.2 Mencegah Karat Pada Logam.....	30
2.13 METODE PERHITUNGAN	30
2.14 KAJIAN PENELITIAN TERKAIT	32
2.15 STUDI KASUS REM	33
BAB III	35
METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1 DIAGRAM ALIR.....	35
3.2 STUDI LITERATUR.....	37
3.3 PENGUMPULAN DATA TEKNIS.....	37
1) Metode Observasi.....	37
2) Metode Experimen	37
3.4 KOMPONEN YANG DI SIAPKAN.....	37
3.5 KOMPONEN YANG DIGUNAKAN	38

3.5.1	<i>Master Cylinder</i>	38
3.5.2	<i>Caliper</i>	38
3.5.3	<i>Disc Brake</i>	39
3.5.4	Pedal Rem	39
3.5.5	Kampas Rem.....	40
3.6	ALAT DAN BAHAN YANG DIBUTUHKAN	40
3.7	RENCANA ALIRAN POLA FLUIDA	41
3.8	PENGUJIAN REM	43
3.9	SPESIFIKASI MOBIL	44
	BAB IV	46
	PEMBAHASAN DAN ANALISA	46
4.1	ALAT DAN TEMPAT PENGUJIAN Pengereman	46
4.2	PERHITUNGAN HIDROLIK REM	50
4.2.1	Perhitungan Hidrolik <i>Grading</i> 15°.....	51
4.2.2	Perhitungan Hidrolik <i>Grading</i> 20°.....	52
4.2.3	Perhitungan Hidrolik <i>Grading</i> 30°.....	53
4.2.4	Perhitungan Tekanan yang dibutuhkan Pada Bidang Miring	55
4.2.5	Tabel dan Grafik	56
4.2.6	Menghitung Tekanan Gaya dengan 5 Variasi Pedal.....	58
	BAB V	60
	KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1	KESIMPULAN	60
5.2	SARAN	60
	DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR GAMBAR

No Gambar		Halaman
Gambar 2.1	Arsitektur dan Komponen BEV.....	6
Gambar 2.2	Arsitektur dan komponen HEV	8
Gambar 2.3	Arsitektur dan komponen PHEV	9
Gambar 2.4	Cara Kerja Hukum Newton II (Arifin, 2017)	10
Gambar 2.5	Pasangan Aksi Reaksi (Arifin, 2017)	13
Gambar 2.6	Benda bergerak pada bidang miring (Braun, 2012).....	13
Gambar 2.7	Hukum Pascal (Arifin, 2017).....	15
Gambar 2.8	Gesekan statis	16
Gambar 2.9	Tata letak Cakram dan Bantalan.....	19
Gambar 2.10	<i>Drum Brake</i> dan <i>Disk Brake</i>	21
Gambar 2.11	Rem Tromol Hidrolik	21
Gambar 2.12	Silinder Roda	22
Gambar 2.13	<i>Brake shoe</i>	23
Gambar 2.14	<i>Return Spring</i>	23
Gambar 2.15	<i>Backing Plate</i>	23
Gambar 2.16	Rem cakram hidrolik (Arifin, 2017).....	24
Gambar 2.17	<i>Sliding</i> dan <i>Fixed Caliper</i> (Arifin, 2017)	25
Gambar 2.18	Pedal Rem/ <i>Handle</i> Rem	25
Gambar 2.19	Master Silinder.....	26
Gambar 2.20	Boster rem.....	26
Gambar 2.21	<i>Propotional Valve</i>	27
Gambar 2.22	Kaliper rem	27
Gambar 2.23	Selang Rem.....	28
Gambar 2.24	Disk Rotor.....	28
Gambar 2.25	Prinsip Kerja Rem.....	29
Gambar 2.26	Skema Rem.....	29
Gambar 2.27	Perhitungan pada piston rem	30
Gambar 2.28	Perhitungan Rem Hidrolik.....	31

Gambar 2.29 Rem Hidrolik (Hemat et al., 2018)	33
Gambar 2.30 Minyak Rem habis	34
Gambar 2.31 <i>Vapour Lock</i>	34
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 3.2 T sistem.....	38
Gambar 3.3 <i>Master rem</i> (Dokumen Geni Biru)	38
Gambar 3.4 <i>Caliper</i> (Dokumen Geni Biru).....	39
Gambar 3.5 <i>Disc Brake</i> (Dokumen Geni Biru)	39
Gambar 3.6 Pedal Rem (Dokumen Geni Biru)	40
Gambar 3.7 <i>Brake Pad</i> (Dokumen Geni Biru).....	40
Gambar 3.8 Rencana Pola Aliran Fluida.....	42
Gambar 3.9 Mobil Listrik Geni Biru E-Falco	44
Gambar 4.1 Lokasi Pengujian	46
Gambar 4. 2 Force Gauge.....	47
Gambar 4. 3 Alat Uji	47
Gambar 4. 4 Mobil Listrik.....	48
Gambar 4.5 Pengujian Grade 15°	48
Gambar 4.6 Pengujian Grade 20°	49
Gambar 4.7 Pengujian Grade 30°	49
Gambar 4.8 Grafik Tekanan Hidrolik Didalam Caliper Brake dan Gaya Tekan Piston.....	57
Gambar 4.9 Mobil Listrik.....	57
Gambar 4. 10 Grafik Variasi Tekanan Pedal 10, 20, 30, 40, 45.....	59

DAFTAR TABEL

No Tabel	Halaman
Tabel 3.1 Komponen yang dibutuhkan Tugas Akhir	41
Tabel 3.2 Alat yang dibutuhkan	41
Tabel 3.3 Pengujian system rem di tanjakan	43
Tabel 3.4 Spesifikasi Mobil.....	44
Tabel 3.5 Rencana Anggaran Biaya	45
Tabel 4. 1 Parameter Untuk Perhitungan	50
Tabel 4. 2 Parameter Pengujian.....	56
Tabel 4. 3 Variasi Pedal.....	59



DAFTAR RUMUS

No Halaman	Halaman
2.1 Hukum Newton II	10
2.2 Massa dan Berat	11
2.3 Hukum Newton III	13
2.4 Benda Bergerak Pada Bidang Miring	13
2.5 Gaya Gesek Statis	14
2.6 Gaya Gesek Kinetis	14
2.7 Hukum Pascal	15
2.8 Energi Gerak pada saat pengereman	17
2.9 Gaya yang dilakukan membuat kendaraan berhenti	17
2.10 Gaya Rata rata pengereman	18
2.11 Jarak berhenti dan Efisiensi	18
2.12 Gaya Resultan Cakram	18
2.13 Torsi Pengereman	19
2.14 Tahanan Kelandaian	20
2.15 Tahanan Gelinding	20
2.16 Perbandingan Gaya Pedal	31
2.17 Gaya yang dikeluarkan dari pedal rem	31
2.18 Tekanan Hidrolis	32
2.19 Gaya yang menekan kampas rem	32
2.20 Gaya Gesek Pengereman	32