

**ANALISIS PENGARUH VARIASI *GRADE ABILITY* TERHADAP  
KONSUMSI DAYA BATERAI MOTOR LISTRIK  
HASIL KONVERSI**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

RULLY ADITIA  
NIM: 41321120042

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH VARIASI *GRADE ABILITY* TERHADAP  
KONSUMSI DAYA BATERAI MOTOR LISTRIK  
HASIL KONVERSI**



Disusun oleh:

Nama : Rully Aditia  
NIM : 41321120042  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
JUNI 2023

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS PENGARUH VARIASI *GRADE ABILITY* TERHADAP KONSUMSI DAYA BATERAI MOTOR LISTRIK HASIL KONVERSI

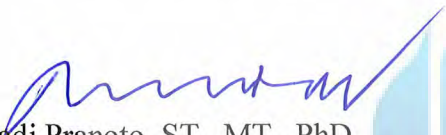
Disusun oleh:

Nama : Rully Aditia  
NIM : 41321120042  
Program Studi : Teknik Mesin


Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 17 Juni 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA

  
Hadi Pranoto, ST., MT., PhD  
NIK/NIP . 113730437

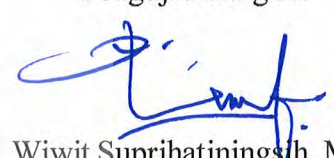
Penguji Sidang 1

  
Dafit Feriyanto, Ph.D  
NIK/NIP . 11890063

Penguji sidang II


  
Gian Villany Golwa., ST., M.Si  
NIK/NIP. 1975801149

Penguji sidang III


  
Wiwit Suprihatiningsih, M.Si  
NIK/NIP . 119800641

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin

  
Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT  
NIK/NIP. 112750348

Koordinator TA

  
Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T  
NIK/NIP. 221900211

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rully Aditia

NIM : 41321120042

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Kerja Praktik : Analisis Pengaruh *Grade Ability* Terhadap Konsumsi Daya Baterai Motor Listrik Hasil Konversi

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan 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 mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, Juli 2023



Rully Aditia

## PENGHARGAAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh *Grade Ability* Terhadap Konsumsi Daya Baterai Motor Listrik Hasil Konversi” yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercubuana.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik, masukan dan saran dari pembaca untuk menambah kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan, bimbingan, sarana dan prasarana kepada pihak dibawah ini :

1. Bapak ProfDr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak Imam Hidayat, Dr.Eng.,ST.,MT selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST.,M.Eng selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Gian Villany Golwa, ST.,M.Si Selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin Universitas Mercubuana.
6. Bapak Hadi Pranoto, ST.,MT.,PhD Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan waktu untuk membimbing dan mengarahkan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Bambang Darmono, ST., Selaku Pembimbing lapangan.
8. Orang Tua penulis yang telah memberikan dorongan moril, material, semangat dan doa untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
9. Dan juga kepada rekan-rekan Tim Proyek Kendaraan Bermotor Konversi Energi Listrik.

Dalam hal ini penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan yang mungkin terjadi dalam penyusunan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<i>ABSTRACT</i>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	2
1.4. MANFAAT	2
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	2
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
<b>2.1. PENELITIAN TERDAHULU</b>	<b>4</b>
<b>2.2. JENIS-JENIS KENDARAAN LISTRIK</b>	<b>6</b>
2.2.1. Kendaraan Listrik <i>Battery Electric Vehicle</i> (BEV)	6
2.2.2. Kendaraan Listrik <i>Hybrid</i> Seri	6
2.2.3. Kendaraan Listrik <i>Hybrid</i> Paralel	7
2.2.4. Kendaraan Listrik <i>Hybrid</i> Seri-Paralel	7
2.2.5. Kendaraan Listrik <i>Hybrid</i> Tipe <i>Plug-in</i> (PHEV)	8
<b>2.3. SEPEDA MOTOR TENAGA LISTRIK</b>	<b>9</b>
<b>2.4. KOMPONEN SEPEDA MOTOR LISTRIK</b>	<b>9</b>

2.4.1. Konverter DC ke DC	10
2.4.2. Baterai <i>Lithium Ion</i>	10
2.4.3. Motor BLDC	10
2.4.4. Kontroler	11
2.4.5. Pengisi Daya	11
<b>2.5. PRINSIP DASAR PENGGERAK MOTOR BLDC</b>	<b>12</b>
2.5.1. Pengendalian Motor BLDC	12
<b>2.6. PEMODELAN PERHITUNGAN PADA MOTOR BLDC</b>	<b>14</b>
2.6.1. Perhitungan Voltase	14
2.6.2 Torsi	15
<b>2.7. GRADE ABILITY/ KEMAMPUAN MENDAKI</b>	<b>16</b>
2.7.1. Hambatan permukaan jalan	16
2.7.2. Hambatan percepatan (akselerasi)	17
2.7.3. Hambatan saat menanjak	17
2.7.4. Gaya hambat total saat menanjak	18
2.7.5. <i>Grade ability</i> kendaraan motor listrik hasil konversi	18
<b>2.8. KONSUMSI BATERAI YANG TERPAKAI</b>	<b>19</b>
2.8.1. Arus yang terpakai pada baterai	19
2.8.2. <i>Kilo watt hour</i> (kWh) pada baterai	19
<b>BAB III METODOLOGI</b>	<b>20</b>
3.1. DIAGRAM ALIR	20
3.2. STUDI LITERATUR	21
3.3. PENGUMPULAN DATA TEKNIS	21
3.3.1. Spesifikasi Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi	21
3.3.2. Spesifikasi Motor BLDC	22
3.3.3. Spesifikasi Baterai Lithium Ion	22
3.4. MELAKUKAN PERSIAPAN PENGUJIAN	22
3.4.1. Unit Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi	23
3.4.2. Pengujian <i>grade ability</i> motor listrik hasil konversi	23

3.5. TAHAPAN PENGOLAHAN DATA	24
3.6. DATA ANALISIS HAMBATAN DAN KONSUMSI BATERAI	25
3.6.1. Analisis Hambatan Permukaan Jalan	26
3.6.2. Analisis Hambatan Percepatan	26
3.6.3. Analisis Hambatan Saat Menanjak	27
3.6.4. Analisis Gaya Hambatan Total Gerak Menanjak	27
3.7. MENGHITUNG <i>GRADE ABILITY</i> MAKSIMAL	28
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	<b>30</b>
4.1. HASIL	30
4.2. PEMBAHASAN	30
4.3. PERHITUNGAN HAMBATAN PERMUKAAN JALAN	32
4.4. PERHITUNGAN HAMBATAN PERCEPATAN	33
4.5. PERHITUNGAN GAYA HAMBAT GERAK MENANJAK	34
4.6. PERHITUNGAN GAYA HAMBAT TOTAL SAAT MENANJAK	35
4.7. <i>GRADE ABILITY</i>	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>37</b>
5.1. KESIMPULAN	37
5.2. SARAN	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	40



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kendaraan Listrik Baterai BEV	6
Gambar 2.2 Kendaraan Listrik <i>Hybrid</i> Seri	7
Gambar 2.3 Kendaraan Listrik <i>Hybrid</i> Paralel	7
Gambar 2.4 Kendaraan Listrik <i>Hybrid</i> Seri-Paralel	8
Gambar 2.5 Kendaraan Listrik <i>Hybrid</i> Tipe <i>Plug-in</i> (PHEV)	8
Gambar 2.6 Rancangan Konversi Sepeda Motor Listrik	9
Gambar 2.7. Konverter DC ke DC	10
Gambar 2.8. Baterai <i>Lithium Ion</i>	10
Gambar 2.9 Motor BLDC 2kW BRT	11
Gambar 2.10 Kontroler Juken <i>Racing Turbo</i> BRT	11
Gambar 2.11 Pengisi Daya Baterai	11
Gambar 2.12 Urutan swicing dua kutub magnet motor BLDC	12
Gambar 2.13 Sistem pengendalian kecepatan motor BLDC	13
Gambar 2.14 Sistem pengendalian kecepatan berdasarkan arus motor	13
Gambar 2.15 Gulungan stator dua kutub motor BLDC tiga fasa	14
Gambar 3.1 Diagram Alir	20
Gambar 3.2 Motor Listrik Hasil Konversi	23
Gambar 3.3 Diagram Alir Analisis	24
Gambar 3.4 Hasil uji <i>gyrometer</i> & DC Multimeter Sistem	25
Gambar 3.5 Hasil <i>Dynotest</i> motor listrik	28
Gambar 4.1 Grafik kecepatan antara kedua kondisi	31
Gambar 4.2 Grafik gaya hambat permukaan jalan dengan roda	32
Gambar 4.3 Grafik gaya hambat percepatan	33
Gambar 4.4 Grafik gaya hambat gerak menanjak	34
Gambar 4.5 Grafik gaya hambat total menanjak	35
Gambar 4.6 Sketsa motor saat mendaki	36

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	4
Tabel 3.1 Spesifikasi Motor Konversi Listrik	21
Tabel 3.2 Spesifikasi Motor BLDC	22
Tabel 3.3 Spesifikasi Baterai	22
Tabel 3.4 Data konsumsi baterai (mAh) & kemiringan lintasan	25
Tabel 3.5 Data kecepatan menanjak pada berbagai sudut kemiringan lintasan	26
Tabel 3.6 Gaya hambat permukaan jalan dengan roda	26
Tabel 3.7 Gaya hambat percepatan	27
Tabel 3.8 Gaya hambat gerak menanjak	27
Tabel 3.9 Gaya hambat total menanjak	28
Tabel 3.10 Data <i>grade ability</i>	29



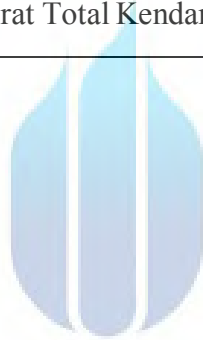
## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$\omega$	Kecepatan Sudut
$\mu$	Koefisien hambatan gelinding
$\rho$	Densitas udara
$\delta$	Koefisien transfer dari massa putar
$\alpha$	Sudut percepatan
$n$	Efisiensi transmisi
$n_m$	Efisiensi motor listrik
$P_m$	Daya motor listrik



## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
CC	<i>Cubicle Centimeter</i>
SOC	<i>State of Charge</i>
BLDC	<i>Brushless Direct Current</i>
BEV	<i>Battery Electric Vehicle</i>
PHEV	<i>Plug-in Hybrid Electric Vehicle</i>
HEV	<i>Hybrid Electric Vehicle</i>
CVT	<i>Continuously Variable Transmission</i>
DC	<i>Dirrect Current</i>
GGL	Gaya Gerak Listrik
Rtm	Rasio Transmisi
Kdf	Koefisien Diferensial
GVW	Berat Total Kendaraan berikut pengemudi



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA