

SKRIPSI

**ANALISIS VARIASI BERAT BEBAN PENGEMUDI DAN
VARIASI KECEPATAN TERHADAP EFISIENSI MOTOR
BLDC 4000 WATT PADA GOKART LISTRIK**



Intelligentia - Dignitas

HESTI HERMAWATI

1502621005

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI (1)

Judul : Analisis Variasi Berat Beban Pengemudi dan
Variasi Kecepatan Terhadap Efisiensi Motor
BLDC 4000 Watt pada Gokart Listrik

Penyusun : Hesti Hermawati

NIM : 1502621005

Dosen Pembimbing I : Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.

Dosen Pembimbing II : Rani Anggrainy, S.Pd., M.T.

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.
NIP. 197604222006041001

Pembimbing II



Rani Anggrainy, S.Pd., M.T.
NIP. 199201102022032005

Mengetahui,

**Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta**



Dr. Phil. Imam Mahir, M.Pd.
NIP. 198404182009121001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI (2)

Judul : Analisis Variasi Berat Beban Pengemudi dan
Variasi Kecepatan Terhadap Efisiensi Motor
BLDC 4000 Watt pada Gokart Listrik

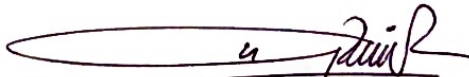
Penyusun : Hesti Hermawati

NIM : 1502621005

Tanggal Ujian : 4 Juli 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.

NIP. 197604222006041001

Pembimbing II

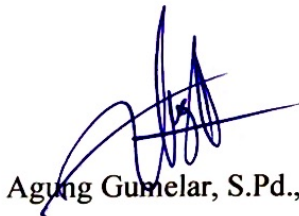


Rani Anggrainy, S.Pd., M.T.

NIP. 199201102022032005

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Dosen Ahli



Agung Gumelar, S.Pd., M.Pd.

NIP. 199502102024061002

Ketua



Drs. Tri Bambang AK., M.Pd.

NIP. 196412021990031002

Sekretaris



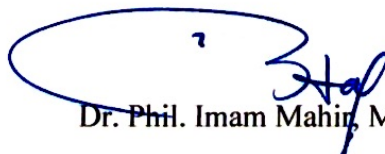
Ahmad Lubi, M.Pd., M.T.

NIP. 198501312023211014

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta



Dr. Phil. Imam Mahir, M.Pd.

NIP. 198404182009121001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hesti Hermawati
NIM : 1502621005
Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 22 Februari 2003
Alamat : Jl. Prepedan No. 128, RT 004/RW 009, Kelurahan
Kamal, Kecamatan Kalideres, Jakarta Barat, DKI
Jakarta 11810

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 16 Juli 2025



Hesti Hermawati

NIM. 1502621005



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Hesti Hermawati
NIM : 1502621005
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/ S1 Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : hermahesti22@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

“Analisis Variasi Berat Beban Pengemudi dan Variasi Kecepatan Terhadap Efisiensi Motor BLDC 4000 Watt pada Gokart Listrik”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 16 Juli 2025

Penulis

(Hesti Hermawati)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Variasi Berat Beban Pengemudi dan Variasi Kecepatan Terhadap Efisiensi Motor BLDC 4000 Watt pada Gokart Listrik” tepat pada waktunya.

Dalam penyusunan skripsi, penulis mendapat banyak bantuan, dukungan, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung, maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Phil. Imam Mahir, M.Pd., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
2. Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T., selaku Dosen Pembimbing I.
3. Rani Anggrainy, S.Pd., M.T., selaku Dosen Pembimbing II.
4. Dosen Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya.
5. Rekan-rekan Automotive Racing Team UNJ yang selalu memberikan bantuan dan dukungan.
6. Rekan-rekan Mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2021 yang selalu memberikan bantuan dan semangat.
7. Rafi Zahra Fetra dan Ijlal Khairulloh yang selalu menemani dan memberikan bantuan selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Orang tua serta anggota keluarga lainnya yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan.

Skripsi ini, penulis susun sedemikian rupa berdasarkan ilmu yang penulis dapatkan di dalam kelas maupun di luar kelas. Walaupun telah berupaya dengan sebaik mungkin untuk menyelesaikan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam skripsi tersebut. Maka dari itu, penulis sangat terbuka atas kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan segala kekurangan yang ada dalam skripsi ini.

Demikian skripsi ini dibuat, semoga dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Jakarta, 16 Juli 2025

Penulis



Hesti Hermawati

NIM. 1502621005



ANALISIS VARIASI BERAT BEBAN PENGEMUDI DAN VARIASI KECEPATAN TERHADAP EFISIENSI MOTOR BLDC 4000 WATT PADA GOKART LISTRIK

Hesti Hermawati

**Dosen Pembimbing: Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T. & Rani Anggrainy,
S.Pd., M.T.**

ABSTRAK

Balap gokart merupakan salah satu bidang otomotif yang mengalami perkembangan signifikan. Gokart listrik kini menjadi alternatif menarik yang lebih ramah lingkungan dibandingkan gokart berbahan bakar bensin. Efisiensi energi menjadi faktor utama yang mempengaruhi performanya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi berat beban pengemudi (55 kg, 65 kg, 75 kg) dan variasi kecepatan (40 km/jam, 50 km/jam, 60 km/jam) terhadap efisiensi motor BLDC 4000 watt pada gokart listrik. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Data diperoleh dari hasil pengujian lapangan dan dianalisis menggunakan Uji *Two Way ANOVA*. Hasil menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari berat beban pengemudi ($\text{sig.} = <0,001 < 0,05$), kecepatan ($\text{sig.} = <0,001 < 0,05$), serta interaksi keduanya ($\text{sig.} = <0,001 < 0,05$) terhadap efisiensi motor. Efisiensi tertinggi sebesar 95,45% diperoleh pada beban 55 kg di kecepatan 40 km/jam. Sedangkan, efisiensi terendah sebesar 62,49% diperoleh pada beban 75 kg di kecepatan 60 km/jam. Temuan ini menunjukkan pentingnya pengaturan beban pengemudi dan kecepatan dalam mengoptimalkan efisiensi daya. Implikasi penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan gokart listrik kompetitif yang efisien, khususnya untuk tim balap dan institusi pendidikan.

Kata Kunci: Efisiensi, Motor BLDC, Gokart Listrik, Variasi Beban, Variasi Kecepatan.

ANALYSIS OF THE VARIATIONS IN DRIVER WEIGHT AND SPEED ON THE EFFICIENCY OF A 4000 WATT BLDC MOTOR IN ELECTRIC GO-KARTS.

Hesti Hermawati

Advisors: Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T. & Rani Anggrainy, S.Pd., M.T.

ABSTRACT

Go-kart racing is one of the automotive fields that has experienced significant development. Electric go-karts are now an attractive alternative that is more environmentally friendly than gasoline-fueled go-karts. Energy efficiency is the main factor that affects its performance. This study aims to analyze the effect of variations in driver weight (55 kg, 65 kg, 75 kg) and speed variations (40 km/h, 50 km/h, 60 km/h) on the efficiency of a 4000 watt BLDC motor on electric go-karts. This research uses an experimental method with a quantitative approach. Data obtained from field testing results and analyzed using the Two Way ANOVA test. The results show that there is a significant effect of the driver's weight ($\text{sig.} = <0.001 <0.05$), speed ($\text{sig.} = <0.001 <0.05$), and the interaction of the two ($\text{sig.} = <0.001 <0.05$) on motor efficiency. The highest efficiency of 95.45% was obtained at 55 kg load at 40 km/h speed. Meanwhile, the lowest efficiency of 62.49% was obtained at a load of 75 kg at a speed of 60 km/h. This finding shows the importance of driver load and speed regulation in optimizing power efficiency. The implications of this research can be a reference in the development of efficient competitive electric go-karts, especially for racing teams and educational institutions.

Keywords: *Efficiency, BLDC Motor, Electric Go-Kart, Weight Variation, Speed Variation.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI (1).....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI (2).....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Perumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Mobil Listrik	8
2.2 Gokart.....	12
2.3 Motor Listrik	15
2.4 Motor <i>Brushless</i> DC.....	26
2.5 Baterai	35
2.6 <i>Controller</i>	39

2.7 Daya	40
2.8 Torsi	40
2.9 Efisiensi	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	45
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	45
3.2 Metode Penelitian.....	45
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	46
3.3 Diagram Alir Penelitian	48
3.4 Variabel Penelitian	49
3.5 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	51
3.6 Teknik Analisis Data	53
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	56
4.1 Pelaksanaan Penelitian	56
4.2 Data Hasil Pengujian.....	59
4.3 Pengolahan Data.....	62
4.4 Penyajian Data.....	77
4.5 Analisis Data Hasil Pengujian.....	80
4.6 Pembahasan Hasil Penelitian	84
BAB V KESIMPULAN.....	88
5.1 Kesimpulan.....	88
5.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	90
LAMPIRAN.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Motor <i>Brushless</i> DC dengan Motor <i>Brushed</i> DC	33
Tabel 2. 2 Perbandingan Motor <i>Brushless</i> DC dengan Motor Induksi	34
Tabel 3. 1 Rencana Kegiatan Penelitian.....	45
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan	46
Tabel 3. 3 ANOVA Dua Arah dengan Interaksi	55
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian pada Beban Pengemudi 55 Kg dengan Variasi Kecepatan.....	60
Tabel 4. 2 Rata-rata pada Beban Pengemudi 55 Kg.....	60
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian pada Beban Pengemudi 65 Kg dengan Variasi Kecepatan.....	61
Tabel 4. 4 Rata-rata pada Beban Pengemudi 65 Kg.....	61
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian pada Beban Pengemudi 75 Kg dengan Variasi Kecepatan.....	62
Tabel 4. 6 Rata-rata pada Beban Pengemudi 75 Kg.....	62
Tabel 4. 7 Spesifikasi Motor BLDC QS 4000 Watt.....	63
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan pada Beban Pengemudi 55 Kg dengan Variasi Kecepatan.....	78
Tabel 4. 9 Rata-rata Hasil Perhitungan pada Beban Pengemudi 55 Kg.....	78
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan pada Beban Pengemudi 65 Kg dengan Variasi Kecepatan.....	79
Tabel 4. 11 Rata-rata Hasil Perhitungan pada Beban Pengemudi 65 Kg.....	79
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan pada Beban Pengemudi 75 Kg dengan Variasi Kecepatan.....	80
Tabel 4. 13 Rata-rata Hasil Perhitungan pada Beban Pengemudi 75 Kg.....	80
Tabel 4. 14 Hasil Uji Normalitas.....	81
Tabel 4. 15 Hasil Uji Homogenitas	82
Tabel 4. 16 Hasil Uji Hipotesis menggunakan Uji ANOVA Dua Arah.....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mobil Listrik Rancangan Thomas Edison Tahun 1913.....	8
Gambar 2. 2 Jenis Kendaraan Listrik	9
Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Mobil Listrik.....	12
Gambar 2. 4 Gokart Pertama Oleh Art Ingles Tahun 1956	12
Gambar 2. 5 Gokart Listrik.....	14
Gambar 2. 6 Gokart Mesin 2-langkah	14
Gambar 2. 7 Gokart Mesin 4-langkah	15
Gambar 2. 8 Arah Gerak Kawat Berarus.....	17
Gambar 2. 9 Prinsip Kerja Motor Arus Searah (DC)	17
Gambar 2. 10 Konsep Dasar Kerja Motor Listrik	18
Gambar 2. 11 Klasifikasi Utama Motor Listrik.....	19
Gambar 2. 12 Sumber Tegangan Motor DC.....	20
Gambar 2. 13 Karakteristik Motor DC Seri	21
Gambar 2. 14 Karakteristik Motor DC Tipe <i>Shunt</i>	22
Gambar 2. 15 Karakteristik Motor DC Tipe Campuran.....	23
Gambar 2. 16 Motor Sinkron.....	24
Gambar 2. 17 Motor Induksi	25
Gambar 2. 18 Motor BLDC.....	26
Gambar 2. 19 Stator Motor BLDC	28
Gambar 2. 20 Rotor Motor BLDC	29
Gambar 2. 21 Letak Sensor <i>Hall Effect</i> pada Motor BLDC.....	29
Gambar 2. 22 Pengaturan <i>Driver</i> pada Motor BLDC	30
Gambar 2. 23 Lilitan Kawat Stator Motor BLDC 3 Fasa.....	31
Gambar 2. 24 Lilitan Kawat pada Stator Membentuk Elektromagnet	31
Gambar 2. 25 Gaya Tarik Menarik antara Lilitan Stator dengan Medan Magnet Rotor.....	32
Gambar 2. 26 Urutan Komutasi Motor BLDC	32
Gambar 2. 27 Baterai <i>Lithium Ion</i>	37
Gambar 2. 28 Baterai <i>Lithium Polymer</i> (Li-Po)	37
Gambar 2. 29 Baterai <i>Lead Acid</i> (Accu).....	38
Gambar 2. 30 Baterai <i>Nickel-Metal Hydride</i>	39

Gambar 2. 31 <i>Controller</i> Motor BLDC.....	40
Gambar 2. 32 Perputaran Roda akibat Pengaruh Gaya yang Diberikan	41
Gambar 2. 33 Diagram Gaya pada Gokart dengan Penggerak Roda Belakang ..	41
Gambar 2. 34 Prinsip Kerja Motor Listrik	43
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	48
Gambar 4. 1 Kalibrasi Alat Ukur	57
Gambar 4. 2 Skema Kelistrikan Gokart Listrik.....	58
Gambar 4. 3 <i>Layout</i> Komponen Utama Gokart Listrik.....	59
Gambar 4. 4 Grafik Rata-Rata Efisiensi Motor BLDC	86



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Daya Listrik	40
Persamaan 2.2 Torsi	41
Persamaan 2.3 Gaya	42
Persamaan 2.4 Percepatan	42
Persamaan 2.5 Efisiensi Motor Listrik	42
Persamaan 2.6 Daya Masuk	43
Persamaan 2.7 Daya Keluar	43
Persamaan 2.8 Kecepatan Sudut	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Proses Pemasangan Bahan	94
Lampiran 2. Dokumentasi Pengambilan Data Berat Beban Pengemudi.....	95
Lampiran 3. Dokumentasi Hasil Pengujian Alat Ukur Wattmeter.....	96
Lampiran 4. Data Hasil Perhitungan	99

