



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS EMISI KARBON SEPEDA MOTOR LISTRIK
KONVERSI DENGAN METODE TES JALAN DAN
PENGARUH KOEFISIEN GESEK**



TESIS

**AHMAD IKWAL
55824010001**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA**



**ANALISIS EMISI KARBON SEPEDA MOTOR LISTRIK
KONVERSI DENGAN METODE TES JALAN DAN
PENGARUH KOEFISIEN GESEK**

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Studi Magister Teknik Mesin**

OLEH

AHMAD IKWAL

55824010001

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ahmad Ikwal
NIM : 55824010001
Jurusan : Magister Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tesis berjudul: “Analisis Emisi Karbon Sepeda Motor Listrik Konversi Dengan Metode Tes Jalan Dan Pengaruh Koefisien Gesek” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 20 Agustus 2026



(Ahmad Ikwal)

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN

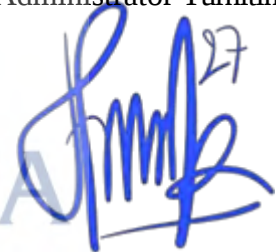
Nama : Ahmad Ikwal
NIM : 55824010001
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : Analisis Emisi Karbon Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi Dengan Metode Tes Jalan dan Pengaruh Koefisien Gesek

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Senin, 24 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **17 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 24 Agustus 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Ahmad Ikwal
NIM : 55824010001
Fakultas/Program Studi : Teknik / Magister Teknik Mesin
Judul Tesis : Analisis Emisi Karbon Sepeda Motor Listrik
Konversi Dengan Metode Tes Jalan dan Pengaruh
Koefisien Gesek

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 10 Agustus 2026 di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

(Ir. Hadi Pranoto, S.T., M.T., Ph.D.)

NIDN: 0302077304

Jakarta, 20 Agustus 2026

Mengetahui,

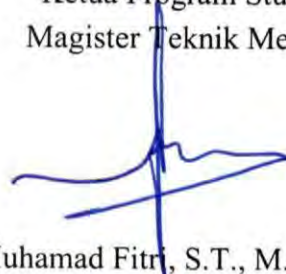
Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi
Magister Teknik Mesin



(Ir. Muhamad Fitri, S.T., M.Si., Ph.D.)

NIDN : 1013126901

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, kesehatan, kekuatan, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Analisis Emisi Karbon Sepeda Motor Listrik Konversi dengan Metode Tes Jalan dan Pengaruh Koefisien Gesek” dengan baik.

Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana. Dalam proses penelitian dan penyusunan tesis ini, penulis memperoleh bantuan, bimbingan, arahan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama proses perkuliahan, penelitian, hingga penyelesaian tesis ini.

Semoga segala bantuan, dukungan, dan doa yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang terbaik dari Allah SWT. Adapun ucapan terima kasih tersebut penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M. Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta
3. Dr. Muhamad Fitri, S.T, M.Si selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta
4. Ir. Hadi Pranoto, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing laporan tesis ini.

5. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan.
6. Ibu Kasri Yanti, selaku ibunda tercinta, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, dan motivasi kepada penulis. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, keberkahan, dan rahmat-Nya..
7. Istri tercinta, Wanda Srinita yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, dan motivasi kepada penulis selama proses penelitian dan penyelesaian tesis ini.
8. Seluruh rekan-rekan Magister Teknik Mesin Angkatan 2024 Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi selama proses perkuliahan, penelitian, serta penyelesaian tesis ini.
9. Pimpinan, seluruh rekan-rekan guru, dan tenaga kependidikan SMK Yadika 3 Jakarta yang senantiasa memberi dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini
10. Semua pihak yang telah memberikan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik mesin, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan keberkahan kepada semua pihak yang telah membantu penulis.

Jakarta, 20 Agustus 2026

Penulis



(Ahmad Ikwal)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS

AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Ikwal
NIM : 55824010001
Fakultas/Program Studi : Teknik/ Magister Teknik Mesin
Judul Tesis : Analisis Emisi Karbon Sepeda Motor Listrik
Konversi Dengan Metode Tes Jalan Dan Pengaruh
Koefisien Gesek

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 20 Agustus 2026

Yang menyatakan,



(Ahmad Ikwal)

ABSTRAK

Sektor transportasi merupakan salah satu penyumbang utama emisi karbon di Indonesia, terutama dari penggunaan sepeda motor berbahan bakar fosil dengan sistem *Internal Combustion Engine* (ICE). Tingginya ketergantungan terhadap bahan bakar fosil meningkatkan emisi karbon dioksida (CO₂) serta berdampak terhadap kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat. Salah satu upaya untuk mengurangi emisi tersebut adalah melalui konversi sepeda motor berbahan bakar fosil menjadi sepeda motor listrik berbasis baterai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis emisi karbon sepeda motor listrik hasil konversi menggunakan metode tes jalan, menentukan nilai *emission saving* dibandingkan sepeda motor konvensional, serta menganalisis pengaruh kondisi lintasan jalan terhadap konsumsi energi dan emisi karbon. Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif melalui pengujian langsung pada kondisi operasional nyata. Pengujian dilakukan pada dua kondisi lintasan, yaitu jalan datar dan jalan menanjak dengan sudut kemiringan 6°. Data diperoleh menggunakan kalkulator emisi berbasis GPS yang mengacu pada metode *United Nations Environment Programme* (UNEP) & TNT. Variabel yang dianalisis meliputi konsumsi energi, emisi karbon, serta pengaruh hambatan kendaraan yang direpresentasikan melalui kondisi lintasan jalan dan koefisien gesek permukaan jalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi jalan datar, sepeda motor listrik hasil konversi menghasilkan konsumsi energi sebesar 0,0459 kWh/km dan emisi karbon sebesar 0,0385 kgCO₂/km. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa koefisien gesek permukaan jalan sebesar 0,30 menghasilkan gaya gesek teoritis sebesar 503,25 N pada jalan datar dan 500,50 N pada jalan menanjak 6°. Pada kondisi jalan menanjak, konsumsi energi meningkat menjadi 0,0685 kWh/km atau sebesar 49,24%, sedangkan emisi karbon meningkat menjadi 0,0575 kgCO₂/km atau sebesar 49,35% dibandingkan kondisi jalan datar. Kebutuhan daya juga meningkat dari 0,166 kW pada jalan datar menjadi 1,184 kW pada jalan menanjak. Berdasarkan pendekatan *Well-to-Wheel* (WTW), sepeda motor listrik hasil konversi mampu menghasilkan *emission saving* sebesar 0,0456 kgCO₂/km dengan persentase reduksi emisi karbon sebesar 54,2% dibandingkan sepeda motor konvensional berbahan bakar bensin.

Kata kunci: Emisi Karbon, Sepeda Motor Listrik Konversi, Tes Jalan, Koefisien Gesek, *Emission Saving*.

ABSTRACT

The transportation sector is one of the major contributors to carbon emissions in Indonesia, particularly from the use of fossil fuel-powered motorcycles with Internal Combustion Engine (ICE) systems. The high dependence on fossil fuels increases carbon dioxide (CO₂) emissions and has impacts on environmental quality and public health. One effort to reduce these emissions is the conversion of fossil fuel-powered motorcycles into battery-based electric motorcycles. This study aims to analyze the carbon emissions of a converted electric motorcycle using the road test method, determine the emission saving compared with a conventional motorcycle, and analyze the effect of road conditions on energy consumption and carbon emissions. The study employed an experimental method with a quantitative approach through direct testing under real operating conditions. Testing was conducted under two road conditions, namely a flat road and an uphill road with a slope angle of 6°. Data were obtained using a GPS-based emission calculator referring to the United Nations Environment Programme (UNEP) & TNT method. The analyzed variables included energy consumption, carbon emissions, and the effect of vehicle resistance represented by road conditions and the coefficient of friction of the road surface. The results showed that under flat-road conditions, the converted electric motorcycle had an energy consumption of 0.0459 kWh/km and carbon emissions of 0.0385 kgCO₂/km. The calculation results showed that a road surface friction coefficient of 0.30 resulted in a theoretical friction force of 503.25 N on the flat road and 500.50 N on the 6° uphill road. Under uphill conditions, energy consumption increased to 0.0685 kWh/km, representing an increase of 49.24%, while carbon emissions increased to 0.0575 kgCO₂/km, representing an increase of 49.35% compared with the flat-road condition. The power requirement also increased from 0.166 kW on the flat road to 1.184 kW on the uphill road. Based on the Well-to-Wheel (WTW) approach, the converted electric motorcycle achieved an emission saving of 0.0456 kgCO₂/km, with a carbon emission reduction of 54.2% compared with a conventional gasoline-powered motorcycle.

Keywords: Carbon Emissions, Converted Electric Motorcycle, Road Test, Coefficient of Friction, Emission Saving.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUD	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Batasan Masalah	5
1.7. Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Emisi Karbon	9
2.2. Jenis-Jenis Gas Rumah Kaca	10
2.3. Dampak Emisi Karbon.....	11
2.4. Kontribusi Transportasi Terhadap Emisi Karbon	12
2.7. Kebijakan Konversi Kendaraan di Indonesia	16
2.8. Standar Emisi	17
2.9. Faktor yang Mempengaruhi Emisi Karbon.....	18
2.9.1. Faktor Emisi Karbon Pada Kendaraan <i>ICE</i>	18
2.9.2. Faktor Emisi pada Kendaraan <i>EV</i>	20

2.10. Pengaruh Kondisi Jalan terhadap Konsumsi Energi <i>EV</i>	21
2.11. Hambatan Dinamis Kendaraan	24
2.12. Analisis Perhitungan Emisi CO ₂	27
2.13.1. <i>Well-to-Tank (WTT)</i>	32
2.13.2. <i>Tank-to-Wheel (TTW)</i>	32
2.14. Penelitian Terdahulu	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	37
3.1. Metode Penelitian	37
3.2. Variabel Penelitian	37
3.3. Diagram Alir Penelitian.....	39
3.4. Pengumpulan Data.....	40
3.4.1. Pengumpulan Data Primer.....	40
3.4.2. Pengumpulan Data Sekunder.....	41
3.5. Persiapan Pengujian	42
3.6. Pengujian.....	43
3.7. Metode Perhitungan Emisi Karbon	45
3.7.1. Perhitungan Emisi Kendaraan Listrik (<i>EV</i>)	46
3.7.2. Perhitungan Emisi Kendaraan Konvensional (<i>ICE</i>)	46
3.7.3. Pengaruh Koefisien Gesek terhadap Konsumsi Energi Kendaraan	47
3.8. Analisis Data	48
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	49
4.1. Hasil Pengujian Tes Jalan.....	49
4.2. Hasil Pengujian Jalan Datar	49
4.2.1. Perhitungan Hambatan Jalan Datar	50
4.2.2. Perhitungan Daya Jalan Datar	51
4.2.3. Perhitungan Konsumsi Energi Jalan Datar	52
4.3. Hasil Pengujian Jalan Menanjak	54
4.3.1. Perhitungan Hambatan Jalan Tanjakan.....	55
4.3.2. Perhitungan Hambatan Total dan Daya Jalan Menanjak	56
4.3.3. Perhitungan Konsumsi Energi Jalan Menanjak	57
4.3.4. Perhitungan Emisi Karbon Jalan Menanjak	59
4.4. Analisis Koefisien Gesek terhadap Kondisi Operasional Kendaraan	60

4.4.1. Jalan Datar	60
4.4.2. Jalan Menanjak 6°	61
4.5. Perbandingan Hasil Pengujian	63
4.6. Analisis Emission Saving.....	68
BAB V PENUTUP	70
5.1. Kesimpulan	70
5.2. Saran	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	81



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Efisiensi <i>ICE</i> dan <i>EV</i> (Charoen-Amornkitt, P 2023).....	15
Tabel 2. 2 Parameter Faktor Emisi Kendaraan <i>ICE</i> (UNEP & TNT, (2009) dalam Arviansyah 2025)	19
Tabel 2. 3 Koefisien Gesek (Pasaribu, 2024; Pasaribu et al., 2018).....	23
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu.....	33
Tabel 3. 1 Variabel Penelitian	38
Tabel 3. 2 Data Sepeda Motor Listrik Konversi.....	41
Tabel 4.1 Parameter Pengujian.....	49
Tabel 4.2 Data Pengujian Jalan Datar	50
Tabel 4.3 Data Pengujian Jalan Menanjak	53
Tabel 4.4 Analisis Koefisien Gesek dan Hambatan Kendaraan	61
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Pengujian Jalan Datar dan Jalan Menanjak	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Emisi Karbon Dioksida di Indonesia Tahun 2000 – 2022 (Rahayu, A. S. (2025)).....	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	39
Gambar 3. 2 Sepeda Motor Listrik Konversi Berbasis Baterai	40
Gambar 3. 3 Motor penggerak BLDC 2 Kw	40
Gambar 3. 4 Baterai Lithium Ion 72 V / 20 Ah.....	41
Gambar 3. 5 Alat Kalkulator Emisi.....	42
Gambar 3. 6 Lokasi pengujian jalan datar.....	43
Gambar 3. 7 Lokasi pengujian jalan menanjak	43
Gambar 3. 8 Skema Pengujian	45
Gambar 3. 9 Tampilan Layar LCD Kalkulator Emisi	45
Gambar 4. 1 Perbandingan Hasil Pengujian Jalan Datar dan Jalan Menanjak	62
Gambar 4. 2 Perbandingan Konsumsi Energi	64
Gambar 4. 3 Perbandingan Emisi Karbon.....	65
Gambar 4. 4 Perbandingan Hambatan dan Daya.....	66

