



**ANALISIS SENSITIVITAS GRID EMISI CO₂ PADA SEPEDA
MOTOR LISTRIK HASIL KONVERSI**

TUGAS AKHIR

RAHMAD HIDAYAT

41324110022

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
(2025)**



**ANALISIS SENSITIVITAS GRID EMISI CO₂ PADA SEPEDA
MOTOR LISTRIK HASIL KONVERSI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

RAHMAD HIDAYAT

41324110022

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
(2025)**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmad Hidayat
NIM : 41324110022
Fakultas/Program Studi : Teknik / S.1 Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“Analisis Sensitivitas Grid Emisi CO₂ Pada Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi.” 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, 13 Februari 2026

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Rahmad Hidayat.

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I., BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **Rahmad Hidayat**
NIM : **41324110022**
Program Studi : **Teknik Mesin**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **Analisis Sensitivitas Grid Emisi CO₂ Pada Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Rabu, 18 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **21 %** 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, 18 Februari 2026

Administrator Turnitin.



Itmam Haidi Syarif

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rahmad Hidayat
NIM : 41324110022
Fakultas/Program Studi : Teknik / S.1 Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Sensitivitas Grid Emisi CO₂ Pada Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 30 Januari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi S.1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

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

NIDN : 0302077304

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

Jakarta, 13 Februari 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T)

NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



(Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T)

NIDN : 0005087502

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Dr. Eng. Imam Hidayat S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin
4. Ir. Hadi Pranoto S.T, M.T, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Aulia Mardianti R.M sebagai istri yang selalu mendukung dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Orang tua, mertua serta keluarga yang selalu mendukung dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini
7. Pihak-pihak lainnya yang ikut membantu membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 13 Februari 2026



Rahmad Hidayat

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

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

Nama : Rahmad Hidayat
NIM : 41324110022
Fakultas/Program Studi : Teknik / S.I Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Sensitivitas Grid Emisi CO₂ Pada Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi

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.

Jakarta, 13 Februari 2026
Yang menyatakan,
MERCU BUANA



(Rahmad Hidayat)

Analisis Sensitivitas Grid Emisi CO₂ Pada Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi

Rahmad Hidayat

ABSTRAK

Polusi udara merupakan salah satu masalah global yang telah menjadi perhatian serius bagi masyarakat Indonesia maupun dunia. Kendaraan bermotor dengan tipe mesin pembakaran dalam atau konvensional tidak hanya menghasilkan emisi gas buang yang berbahaya, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer. Salah satu cara untuk mengurangi emisi yang diakibatkan oleh transportasi darat khususnya kendaraan bermotor adalah dengan beralih ke kendaraan listrik atau *Electric Vehicle* (EV). Namun demikian, kendaraan listrik tetap memiliki emisi tidak langsung yang berasal dari sumber energi listrik yang digunakan untuk mengisi daya baterai. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis terhadap tingkat efisiensi terhadap biaya operasional dan emisi CO₂ serta melakukan analisis sensitivitas grid antara sepeda motor listrik hasil konversi dan motor konvensional. Metode penelitian yang dilakukan adalah pengujian langsung di jalan raya menggunakan sepeda listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sepeda motor listrik hasil konversi dengan daya baterai 1,4169 kWh dapat menempuh jarak sejauh 30,893 km dengan kecepatan rata-rata 32,4 km/jam untuk 1 kali pengisian baterai. Sepeda motor ini mengkonsumsi daya sebesar 4,25 kWh untuk setiap 92,678 kilometer atau 0,0459 kWh/km, dan menghasilkan emisi 3,34 kgCO₂ setiap 92,678 kilometer atau 0,036 kgCO₂/km. Sepeda motor listrik hasil konversi memiliki tingkat efisiensi biaya operasional sebesar 77,9 % lebih hemat dibandingkan BBM subsidi dan 81,9% lebih hemat dibandingkan BBM non subsidi. Selain itu juga memiliki efisiensi emisi CO₂ mencapai 48,99% lebih rendah terhadap sepeda motor konvensional. Analisis sensitivitas grid emisi CO₂ menunjukkan bahwa titik impas atau BEP berada pada angka 1,539. Dengan mempertimbangan faktor emisi listrik di Indonesia sebesar 0,7848 kgCO₂/kWh, maka dapat disimpulkan bahwa sepeda motor listrik hasil konversi mampu menghasilkan lebih sedikit emisi CO₂ selama tahap operasional dibandingkan motor konvensional. Analisis ini juga menguatkan bahwa penggunaan sepeda motor listrik berbasis baterai memberikan keuntungan lingkungan melalui penurunan emisi langsung selama pemakaian.

Kata Kunci : EV, CO₂, Sensitivitas Grid, BEP

Grid Sensitivity Analysis of CO₂ Emissions on Electric Motorcycles Conversion Results

Rahmad Hidayat

ABSTRACT

Air pollution is a global problem that has become a serious concern for Indonesian and international communities. Motorized vehicles with internal combustion engines or conventional types not only produce harmful exhaust emissions, but also contribute to the increase in Greenhouse Gases (GHG) in the atmosphere. One way to reduce emissions caused by land transportation, especially motorized vehicles, is to switch to electric vehicles or Electric Vehicles (EVs). However, electric vehicles still have indirect emissions originating from the electrical energy source used to charge the battery. This study aims to analyze the level of efficiency in terms of operational costs and CO₂ emissions and to conduct a grid sensitivity analysis between converted electric motorcycles and conventional motorcycles. The research method used is direct testing on the highway using an electric bicycle. The test results show that the converted electric motorcycle with a battery capacity of 1.4169 kWh can cover a distance of 30.893 km with an average speed of 32.4 km/h for 1 battery charge. This motorcycle consumes 4.25 kWh of power for every 92.678 kilometers or 0.0459 kWh/km, and produces 3.34 kgCO₂ emissions for every 92.678 kilometers or 0.036 kgCO₂/km. The converted electric motorcycle has an operational cost efficiency level of 77.9% more economical than subsidized fuel and 81.9% more economical than non-subsidized fuel. In addition, it also has CO₂ emission efficiency reaching 48.99% lower than conventional motorcycles. The CO₂ emission grid sensitivity analysis shows that the break-even point or BEP is at 1.539. By considering the electricity emission factor in Indonesia of 0.7848 kgCO₂/kWh, it can be concluded that the converted electric motorcycle is able to produce fewer CO₂ emissions during the operational phase compared to conventional motorcycles. This analysis also confirms that the use of battery-based electric motorcycles provides environmental benefits through reduced direct emissions during use

Keywords: EV, CO₂, Grid Sensitivity, BEP

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Konversi Kendaraan Mesin Pembakaran Dalam ke Kendaraan Listrik ...	9
2.2.1 Kendaraan Konvensional	9
2.2.2 Kendaraan Listrik.....	10
2.3 Emisi Pada Kendaraan	11
2.3.1 Emisi Pada Kendaraan Konvensional	11
2.3.2 Emisi Pada Kendaraan Listrik	14

2.4	Pengaruh Polusi Udara Terhadap Kesehatan Manusia	15
2.5	Regulasi Emisi di Indonesia.....	16
2.6	Tujuan Pembangunan Berkelanjutan	17
2.7	Faktor Emisi.....	18
2.7.1	Faktor Emisi Kendaraan Konvensional	18
2.7.2	Faktor Emisi Kendaraan Listrik.....	19
2.8	Analisis Sensivitas Grid.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		24
3.1	Diagram Alir Penelitian	24
3.2	Alat dan Bahan.....	26
3.2.1	Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi	26
3.2.2	Kalkulator Emisi	28
3.3	Langkah-Langkah Pengujian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		30
4.1	Hasil Pengujian Jarak Tempuh	30
4.2	Analisis Konsumsi Energi Kendaraan Listrik dan Konvensional.....	33
4.3	Analisis Emisi CO ₂ Kendaraan Listrik dan Konvensional.....	37
4.4	Analisis Sensitivitas Grid.....	39
BAB V PENUTUP		42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....		44
LAMPIRAN.....		47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. 2 Parameter Faktor Emisi Kendaraan Konvensional	19
Tabel 3. 1 Spesifikasi Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi.....	27
Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengujian 1	30
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Pengujian 2	31
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Pengujian 3	31
Tabel 4. 4 Tabel Analisis Jarak Tempuh.....	32
Tabel 4. 5 Tabel Sensitivitas Grid.....	39



U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perkiraan Kematian di Indonesia Akibat Polusi Udara.....	15
Gambar 2. 2 Faktor Emisi Kendaraan Listrik	21
Gambar 2. 3 Analisis Sensitivitas Grid	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3. 2 Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi.....	26
Gambar 3. 3 Spesifikasi Baterai.....	27
Gambar 3. 4 Kalkulator Emisi	28
Gambar 3. 5 Stopwatch.....	28
Gambar 4.1 Perbandingan Biaya Operasional Tahunan Kendaraan Listrik dan Konvensional.....	36
Gambar 4. 2 Perbandingan Emisi CO ₂ Kendaraan Listrik dan Konvensional	38
Gambar 4. 3 Grafik Sensitivitas Grid.....	41



DAFTAR SINGKATAN

No	Singkatan	Keterangan
1.	ICE	<i>Internal Combustion Engine</i>
2.	EV	<i>Electric Vehicle</i>
3.	kWh	Kilowatt-hour
4.	CO ₂	Karbon Dioksida
5.	NO _x	Nitrogen Oksida
6.	CO	Karbon Monoksida
7.	PM ₁₀	Partikulat Matter
8.	HC	Hidrokarbon
9.	SO _x	Oksida Sulfur
10.	RON	<i>Research Octane Number</i>
11.	BBM	Bahan Bakar Minyak
12.	TPB	Tujuan Pembangunan Berkelanjutan
13.	SDGs	<i>Sustainable Development Goals</i>
14.	PBB	Perserikatan Bangsa-Bangsa
15.	UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
16.	TNT	<i>Thomas Nationwide Transport</i>
17.	BEP	<i>Break Even Point</i>



UNIVERSITAS
MERCU BUANA