

KERTAS KERJA WAJIB
ANALISIS STABILITAS DINAMIS KENDARAAN LISTRIK
TERHADAP RISIKO SKID DAN ROLLOVER SAAT
MANUVER BERBELOK

Diajukan untuk memenuhi kertas kerja wajib pada Program Studi Teknologi Otomotif



Disusun oleh:

JANU SAKTI KISMANTORO

23.03.1012

PROGRAM DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2026

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS STABILITAS DINAMIS KENDARAAN LISTRIK TERHADAP RISIKO SKID DAN ROLLOVER SAAT MANUVER BERBELOK

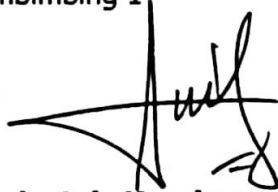
*(DYNAMIC STABILITY ANALYSIS OF ELECTRIC VEHICLES AGAINST SKID AND
ROLLOVER RISK DURING TURNING MANEUVERS)*

Disusun oleh:

JANU SAKTI KISMANTORO
23.03.1012

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T. Tanggal *26 Mei 2026*
NIP. 19921009 201902 1 002

Pembimbing 2



Siti Shofiah, S.Si., M.Sc. Tanggal *19 Mei 2026*
NIP. 19890919 201902 2 001

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS STABILITAS DINAMIS KENDARAAN LISTRIK TERHADAP RISIKO SKID DAN ROLLOVER SAAT MANUVER BERBELOK

*(DYNAMIC STABILITY ANALYSIS OF ELECTRIC VEHICLES AGAINST SKID AND
ROLLOVER RISK DURING TURNING MANEUVERS)*

disusun oleh:

JANU SAKTI KISMANTORO

23.03.1012

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal xxxx

Ketua Sidang

Riza Phahlevi Marwanto, M.T

NIP. 19850716 201902 1 001

Penguji 1

Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T.

NIP. 19921009 201902 1 002

Penguji 2

R. Arief Novianto, ST., M.SC

NIP. 19741129 200604 1 001

Mengetahui,

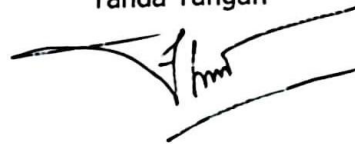
Ketua Program Studi

Diploma 3 Pengujian Kendaraan Bermotor

Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T.,

NIP. 19921009 201902 1 002

Tanda Tangan



Tanda Tangan



Tanda Tangan



HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Janu Sakti Kismantoro

Notar : 23.03.1012

Program Studi : D-III Teknologi Otomotif

menyatakan bahwa Kertas Kerja wajib dengan judul "ANALISIS STABILITAS DINAMIS KENDARAAN LISTRIK TERHADAP RISIKO SKID DAN ROLLOVER SAAT MANUEVER BERBELOK" adalah hasil karya saya sendiri. Semua sumber yang saya gunakan dalam penelitian ini telah saya sebutkan dengan jelas dan rinci dalam daftar Pustaka dan identifikasi dengan tepat dalam teks skripsi ini.

Saya menyatakan bahwa ini belum pernah diajukan sebagai karya yang sama untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumber lengkap dalam daftar Pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa laporan KKW ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila laporan KKW ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil penulisan lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 24 April 2026

Yang Menyatakan



METERAI
TEMPEL
478E3AOX055960677

Janu Sakti Kismantoro

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Kertas kerja wajib dengan judul "ANALISIS STABILITAS DINAMIS KENDARAAN LISTRIK TERHADAP RISIKO SKID DAN ROLLOVER SAAT MANUVER BERBELOK" ini. Penyusunan laporan ini adalah proses pembelajaran yang sangat berharga dalam menambah wawasan dan keterampilan penulis. Serta untuk memenuhi kewajiban dan syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknologi Otomotif.

Penulisan menyadari bahwa Kertas Wajib ini belum sempurna. Proses penyusunan penelitian ini penuh akan tantangan, hambatan dan gangguan. Atas bantuan, bimbingan, dan nasihat dari beberapa pihak, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Kertas Kerja Wajib ini. Penulis ini ingin mengucapkan banyak-banyaknya terimakasih tulus kepada:

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR RUMUS	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah.....	3
I.3. Batasan Masalah	3
I.4. Tujuan Penelitian	3
I.5. Manfaat penelitian	4
I.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1. Penelitian Relevan	6
II.2. Kendaraan Listrik	11
II.3. Dinamika Kendaraan	15
II.4. Titik Berat Kendaraan (<i>Center of Gravity</i>)	18
II.5. Posisi Tinggi Titik	20
II.6. Perilaku <i>Ackerman</i> Kendaraan	21
II.7. Permukaan Jalan terhadap Perilaku Arah Kendaraan	23
II.8. Mengukur Perilaku arah Kendaraan.....	24
II.8.1. Analisis <i>Skid</i> pada jalan datar	24
II.8.2. Analisa <i>Rollover</i>	25
II.9. Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas lateral kendaraan.....	27
II.9.1. Kecepatan Kendaraan	27
II.9.2. Radius Tikungan.....	28

II.9.3.	Koefisien adhesi ban-jalan.....	30
II.9.4.	Tinggi pusat gravitasi	31
II.9.4.	Lebar <i>track</i> kendaraan	32
II.10.	Kerangka Berfikir Penelitian	33
BAB III METODE PENELITIAN.....		36
III.1.	Jenis dan Pendekatan Penelitian	36
III.2.	Lokasi, Objek, dan Waktu Penelitian	37
III.2.1.	Lokasi penelitian.....	37
III.2.2.	Obejek Penelitian	37
III.2.3.	Waktu Penelitian	37
III.3.	Variabel Penelitian	37
III.3.1.	Variable Bebas.....	38
III.3.2.	Variable Terikat	38
III.3.3.	Variable Kontrol.....	39
III.4.	Data yang Diperlukan.....	39
III.4.1.	Data primer	39
III.4.2.	Data Sekunder	40
III.4.3.	Rekapitulasi Data Penelitian	40
III.5.	Prosedur Penelitian.....	42
III.6.	Diagram Alir Penelitian.....	44
III.7.	Prosedur Perhitungan.....	45
III.8.	Teknik Pengolahan dan Analisis data Menggunakan MATLAB..	47
III.8.2.	Penyajian dan Analisis Hasil	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		49
IV.1.	Data Hasil Pengukuran dan Parameter Kendaraan	50
IV.2.	Perhitungan Radius Belok <i>Ackerman</i>	57
IV.3.	Analisis Kecepatan Kritis <i>Skid</i>	59
IV.4.1.	Analisis Kecepatan Kritis <i>Skid</i> pada Jalan Aspal Kering	59
IV.4.2.	Analisis Kecepatan Kritis <i>Skid</i> pada Jalan Aspal Basah	60
IV.4.	Analisis Kecepatan Kritis <i>Rollover</i>	60
IV.5.	Analisis Pengaruh Variabel Sudut Belok, <i>Skid</i> dan <i>Rollover</i>	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		70

DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN I	75
LAMPIRAN 2.....	90
LAMPIRAN 3.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 SAE vehicle axis system	16
Gambar 2. 2 Kendaraan Posisi Datar	19
Gambar 2. 3 Kendaraan Posisi Miring	20
Gambar 2. 4 Perilaku Arah Belok Ackerman	22
Gambar 4. 1 Objek Penelitian (Mitsubishi L 100 EV) (a) Tampak samping objek kendaraan. (b) Tampak depan objek kendaraan. (c) Tampak belakang objek kendaraan.....	50
Gambar 4. 2 Dokumentasi Pengambilan Data Berat (a) hasil pengukuran berat S1 (b) Pengukuran berat S1 (c) nilai pengukuran berat S2 (d) Pengukuran berat S2.	52
Gambar 4. 3 Dokumentasi Pengambilan Data Berat S1 (Posisi Miring) (a) mengukur berat S1 pada posisi miring (b) hasil pengukuran berat S1.....	53
Gambar 4. 4 Dokumentasi Pengambilan Data untuk Menentukan Posisi Sudut Miring (a) proses melakukan penyesuaian <i>water pass</i> di S2 (b) penyesuaian <i>water pass</i> di S1 (c) pengukuran hasil tinggi permukaan jalan miring (d) Hasilnya	54
Gambar 4. 5 Cetak biru <i>Matlab</i> Proses hasil dari pengukuran CoG, radius belok <i>Ackerman</i> , <i>Skid</i> – aspal basah dan kering, dan <i>Rollover</i>	55
Gambar 4. 6 Cetak Biru Perhitungan CoG (<i>Matlab</i>)	57
Gambar 4. 7 Cetak Biru Perhitungan Radius Belok <i>Ackerman</i>	58
Gambar 4. 8 Cetak Biru Perhitungan <i>Matlab</i> Kecepatan Kritis <i>Skid</i>	60
Gambar 4. 9 Cetak Biru <i>Matlab</i> Perhitungan Kecepatan Kritis <i>Rollover</i>	62
Gambar 4. 10 Proses Pengambilan Data untuk Menentukan Sudut Belok Maksimal (a) Alat Bantu (b) Objek Penelitian (c) Pemasangan bandul pada roda (d) Menandai titik bandul pada permukaan jalan – roda normal (e) Menandai titik bandul – roda belok maksimal (f) Pengukuran jarak antara roda normal – roda belok maksimal.....	64
Gambar 4. 11 sketsa penggambaran pemodelan roda normal ke roda maksimal	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Relevan	6
Tabel 2. 2 Tabel koefisien adhesi ban-permukaan jalan (Harsyawina & Sutantra, 2017)	23
Tabel 3. 1 Tabel Parameter Data (Primer,Skunder dan Input Simulasi)	41
Tabel 3. 2 Pengumpulan Data Kendaraan.....	45
Tabel 4. 1 Spesifikasi Data Objek Penelitian.....	51
Tabel 4. 2 Data Berat Kendaraan Posisi Datar dan Miring.....	51
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan <i>rollover dan skid</i> aspal basah kering.....	62
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Data Sudut Maksimal Objek Penelitian.....	66
Tabel 4. 5 Variasi sudut belok dengan Radius Belok Ackerman	67
Tabel 4. 6 Hasil Kecepatan Kritis <i>skid</i> dan <i>rollover</i> sesuai beberapa variabel sudut belok	68
Tabel 4. 7 Tabel Perbandingan Sudut Belok....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR RUMUS

(2. 1) Gaya Sentrifugal & Gaya Sentripetal.....	16
(2. 2) Gaya Gesek.....	17
(2. 3) CoG Horizontal	19
(2. 4) CoG Vertikal	20
(2. 5) Rumus (h)	21
(2. 6) Radius Belok <i>Ackerman</i>	23
(2. 7) Percepatan Sentripetal	24
(2. 8) Rumus Gaya (F).....	25
(2. 9) Rumus $m \frac{v^2}{R}$	25
(2. 10) Rumus $\frac{v^2}{R}$	25
(2. 11) Rumus Kecepatan Kritis <i>Skid</i>	25
(2. 12) <i>Static Stability factor</i>	26
(2. 13) Rumus (ssf)	26
(2. 14) Rumus ay	26
(2. 15) Rumus $\frac{Tg}{2h}$	26
(2. 16) Rumus (v^2)	26
(2. 17) Rumus Kecepatan Kritis <i>Rollover</i>	27
(3. 1) Fungsi Trigonometri.....	45
(3. 2) Menentukan (θ)	45

INTISARI

Sektor kendaraan listrik di Indonesia tengah mengalami pertumbuhan yang pesat, didorong oleh program nasional percepatan adopsi kendaraan bermotor listrik berbasis baterai. Kendati kendaraan listrik menawarkan sejumlah keunggulan seperti efisiensi energi yang lebih baik dan posisi pusat gravitasi yang cenderung lebih rendah daripada kendaraan berbahan bakar konvensional, risiko kehilangan kendali saat melakukan manuver menikung tetap tidak dapat diabaikan. Dua kondisi ketidakstabilan yang kerap dijumpai dalam situasi tersebut adalah *skid* dan *rollover*. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan batas kecepatan kritis terjadinya *skid* dan *rollover*, sekaligus mengidentifikasi fenomena ketidakstabilan mana yang lebih dahulu muncul pada kendaraan listrik Mitsubishi L100 EV.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan analitis-eksperimental. Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran langsung terhadap bobot kendaraan, distribusi beban pada setiap sumbu, dimensi fisik kendaraan, sudut kemiringan, serta sudut belok roda depan. Seluruh parameter tersebut kemudian dimanfaatkan untuk menentukan posisi pusat gravitasi (CoG), menghitung radius belok *Ackerman*, serta memodelkan kecepatan kritis *skid* dan *rollover* secara matematis menggunakan perangkat lunak MATLAB. Pengujian dilaksanakan pada dua kondisi permukaan jalan, yakni aspal kering dan aspal basah, dengan sudut belok acuan sebesar 25°.

Berdasarkan hasil analisis, pada radius belok Ackermann senilai 5,129 m, kecepatan kritis *skid* tercatat sebesar 22,84 km/jam untuk kondisi aspal kering dan 18,06 km/jam untuk kondisi aspal basah. Adapun kecepatan kritis *rollover* diperoleh sebesar 23,85 km/jam. Temuan ini memperlihatkan bahwa *skid* secara konsisten mendahului *rollover* dengan selisih kecepatan kritis sebesar 1,01 km/jam. Analisis terhadap variasi sudut belok turut membuktikan bahwa semakin besar sudut belok yang diterapkan, semakin kecil radius tikungan yang terbentuk, sehingga kecepatan kritis untuk kedua jenis ketidakstabilan tersebut ikut menurun. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Mitsubishi L100 EV bersifat *skid-prone*, yakni kehilangan daya cengkram lateral merupakan moda ketidakstabilan yang paling dominan ketika kendaraan melakukan manuver menikung.

Kata kunci: kendaraan listrik, Mitsubishi L100 EV, stabilitas dinamis, *skid*, *rollover*, radius Ackermann.

ABSTRAK

Indonesia's electric vehicle sector has witnessed remarkable growth, driven by national programs aimed at accelerating the adoption of battery-powered electric vehicles. Although electric vehicles offer notable benefits—including superior energy efficiency and a relatively lower center of gravity compared to their conventional counterparts—the risk of vehicle instability during cornering maneuvers remains a critical concern. Skid and rollover represent two of the most prevalent forms of such instability. This study seeks to establish the critical speeds at which skid and rollover occur, as well as to determine which instability mode manifests first in the Mitsubishi L100 EV.

A quantitative approach combining analytical and experimental methods was employed in this research. Data collection involved direct field measurements of vehicle weight, axle load distribution, vehicle dimensions, inclination angle, and front wheel steering angle. These parameters were subsequently utilized to determine the center of gravity (CoG) position, compute the Ackermann turning radius, and develop mathematical models for predicting critical skid and rollover speeds using MATLAB software. The analysis was performed under two road surface conditions—dry and wet asphalt—at a reference steering angle of 25°.

The findings revealed that at an Ackermann turning radius of 5.129 m, the critical skid speed reached 22.84 km/h on dry asphalt and 18.06 km/h on wet asphalt, while the critical rollover speed was determined to be 23.85 km/h. These results consistently demonstrate that skid precedes rollover, with a critical speed difference of 1.01 km/h between the two phenomena. The steering angle variation analysis further confirmed that larger steering angles produce smaller turning radii, consequently lowering the critical speeds for both skid and rollover. In conclusion, the Mitsubishi L100 EV exhibits a skid-prone behavior, wherein lateral adhesion loss constitutes the dominant mode of instability during cornering maneuvers.

Keywords: *electric vehicle, Mitsubishi L100 EV, dynamic stability, skid, rollover, Ackermann radius*