



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**OPTIMASI DESAIN RANGKA MOBIL KMLI MENGGUNAKAN
METODE SIMULASI STATIS DAN DINAMIS**

PROYEK AKHIR

BAYU ARDIANSYAH

40040222650006

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
JULI 2026**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**OPTIMASI DESAIN RANGKA MOBIL KMLI MENGGUNAKAN
METODE SIMULASI STATIS DAN DINAMIS**

PROYEK AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik**

BAYU ARDIANSYAH

40040222650006

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

SEMARANG

JULI 2026

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Bayu Ardiansyah

NIM : 40040222650006

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'B' followed by 'Ardiansyah'.

Tanggal : 13 Juli 2026

SURAT TUGAS



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI

Jalan Prof. Sudarto, S.H. Tegalwang Semarang
Kode Pos 50275
Telp/Fax (024) 7471379
Laman www.vokasi.undip.ac.id
e-mail vokasi@live.undip.ac.id

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 534/PA/RPM/V/2026

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

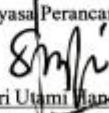
Nama : Bayu Ardiansyah
NIM : 40040222650006
Judul Proyek Akhir : Optimasi Design Rangka Mobil KMLI Menggunakan
Metode Simulasi Statis dan Dinamis
Dosen Pembimbing : Susastro S.T., M.T.
NIP : 1989092320180301001

Isi Tugas:

1. Mensimulasikan design rangka KMLI saat pengereman.
2. Mengoptimalkan design rangka mobil KML dan mensimulasikan ulang saat pengereman
3. Membuat rangka Mobil KMLI
4. Menyusun laporan akhir
5. Membuat HKI
6. Membuat draft paper internasional

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 10 Maret 2026
Ketua Prodi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik


Dr. Sri Utami Handayani S.T., M.T.
197609152003122001

Tembusan:

1. Ketua Prodi
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : Bayu Ardiansyah
NIM : 40040222650006
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Proyek Akhir : Optimasi Desain Rangka Mobil KMLI Menggunakan Simulasi Statis dan Dinamis

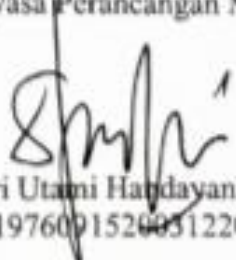
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing	: Susastro, S.T.,M.T.	()
Penguji 1	: Susastro, S.T.,M.T.	()
Penguji 2	: Bambang Setyoko, S.T., M.Eng.	()
Penguji 3	: Alaya Fadllu Hadi M., S.T., M.Eng.	()

Semarang, 13 Juli 2026

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik


Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197609152003122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bayu Ardiansyah
NIM : 40040222650006
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Proyek Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Optimasi Desain Rangka Mobil KMLI Menggunakan Metode Simulasi Statis dan Dinamis”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang,
Pada Tanggal : 13 Juli 2026

Yang menyatakan



Bayu Ardiansyah

MOTTO

“Tiada kekayaan yang lebih utama daripada akal, tiada keadaan yang lebih menyedihkan daripada kebodohan, dan tiada warisan yang lebih baik daripada pendidikan” -Ali bin Abi Thalib-

“Bagaimanapun juga merawat cita-cita tidak akan semudah berkata-kata, rencana berikutnya rajut lagi cerita merapal doa gas sekencangnya” -FSTVLST-

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada kita semua sehingga Laporan Proyek Akhir dengan judul “OPTIMASI DESAIN RANGKA MOBIL KMLI MENGGUNAKAN METODE SIMULASI STATIS DAN DINAMIS”, dapat selesai dengan baik. Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan yaitu Proyek Akhir yang merupakan salah satu mata kuliah wajib di Fakultas Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Penulis menyadari dalam penyusunan proyek akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Dr. Sri Utami Handayani, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang
3. Bapak Susastro S.T., M.T., selaku dosen pembimbing atas bimbingan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan proposal Proyek Akhir.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik.
5. Kedua orang tua serta keluarga yang telah senantiasa memberikan doa dan semangat serta dukungan.
6. Teman-teman angkatan 2022 Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu dalam penyusunan laporan ini, maka segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Penulis berharap, semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan, diberi balasan kebajikan. Amin. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca secara umum, baik dari kalangan akademis maupun yang lain.

Semarang, 13 Juli 2026

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, representing the name Bayu Ardiansyah.

Bayu Ardiansyah

ABSTRAK

OPTIMASI DESAIN RANGKA MOBIL KMLI MENGGUNAKAN METODE SIMULASI STATIS DAN DINAMIS

Rangka kendaraan listrik untuk Kompetisi Mobil Listrik Indonesia harus ringan dan mampu menahan beban secara dinamis kondisi pengereman. Masalah desain berlebih dapat mengakibatkan massa kendaraan yang berlebih, mengurangi efisiensi energi dan performa akselerasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan desain rangka mobil KMLI menggunakan simulasi dinamis dalam kondisi pengereman dengan metode *Finite Element Analysis*. Tiga varian desain rangka dianalisis menggunakan empat material yaitu, AISI 1020, AISI 4130, Al 7075-T6, dan Al 6061 T-6. Pada desain awal menghasilkan tegangan ekuivalen maksimum terkecil 48,348 Mpa, deformasi maksimum terkecil 0,45 mm, dan faktor keamanan minimum tertinggi 10,4. Proses optimasi menghasilkan desain optimasi 1 dengan hasil tegangan ekuivalent maksimum terbesar 42,869 Mpa dan deformasi maksimum terkecil 0,28 dan faktor keamanan minimum tertinggi 11,73, sementara desain optimasi 2 menghasilkan tegangan ekuivalen maksimum terendah 39,312 Mpa, deformasi maksimum terendah 0,31 mm dan faktor keamanan minimum tertinggi 12,7. Pada material aluminium massa berkurang sekitar 65% dibanding baja. Dari semua desain optimasi 2 dengan material Al 6061 T-6 mendapatkan hasil yang terbaik.

Kata kunci: Rangka mobil listrik, KMLI, Optimasi Desain, *Finite Element Analysis*

ABSTRACT

**OPTIMIZATION OF THE KMLI CAR CHASSIS DESIGN USING STATIC
AND DYNAMIC SIMULATION METHODS**

The chassis of electric vehicles for the Indonesian Electric Car Competition must be lightweight and capable of withstanding dynamic loads during braking. Overdesign can result in excessive vehicle mass, reducing energy efficiency and acceleration performance. This study aims to optimize the design of the KMLI car chassis using dynamic simulation under braking conditions with the Finite Element Analysis method. Three chassis design variants were analyzed using four materials: AISI 1020, AISI 4130, Al 7075-T6, and Al 6061-T6. Design 1 yielded the lowest maximum stress of 48.348 MPa, the smallest maximum deformation of 0.45 mm, and the highest minimum safety factor of 10.4. The optimization process yielded Optimized Design 1, which had the highest maximum stress of 42.869 MPa, the smallest maximum deformation of 0.28, and the highest minimum safety factor of 11.73, while Optimized Design 2 produced the lowest maximum stress of 39.312 MPa, the lowest maximum deformation of 0.31 mm, and the highest minimum safety factor of 12.7. Aluminum results in a mass reduction of approximately 65% compared to steel. Of all the optimized designs, Design 2 using Al 6061 T-6 material yielded the best results.

Keywords: *Electric vehicle chassis, KMLI, Design Optimization, Finite Element Analysis*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
SURAT TUGAS	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK OPTIMASI DESAIN RANGKA MOBIL KMLI MENGGUNAKAN METODE SIMULASI STATIS DAN DINAMIS.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	20
1.1 Latar Belakang	20
1.2 Rumusan Masalah	22
1.3 Batasan Masalah.....	22
1.4 Tujuan.....	23
1.5 Luaran.....	23
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	23
1.6.1 Pendahuluan	24
1.6.2 Tinjauan Pustaka	24

1.6.3	Metodologi	24
1.6.4	Hasil dan Pembahasan.....	24
1.6.5	Penutup.....	24
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....		25
2.1	Penelitian Terdahulu	25
2.2	Mobil Listrik	26
2.2.1	Rangka Mobil Listrik	26
2.3	Mobil KMLI.....	27
2.3.1	Spesifikasi Rangka KMLI.....	28
2.4	Teori Dasar Mekanika Struktur.....	29
2.4.1	Tegangan.....	30
2.4.2	Regangan.....	32
2.4.3	Deformasi.....	32
2.5	Hukum Newton	33
2.6	Gaya Hambat Aerodinamis (<i>Aerodynamic Drag Force</i>)	34
2.7	<i>Safety factor</i>	35
2.8	Optimasi Desain	36
2.9	Finite Element Analisis (FEA).....	36
2.9.1	Analisa Konvergensi, Uji Grid Independence dan Mesh Quality	37
BAB III METODOLOGI.....		39
3.1	Diagram Alir	39
3.2	Studi Literatur	41
3.3	Identifikasi Masalah	42
3.4	Menentukan <i>Boundary Condition</i> Pada Simulasi.....	42
3.4.1	<i>Material Properties</i>	42

3.4.2	Berat Komponen	44
3.4.3	Distribusi Massa Pengemudi.....	45
3.4.4	<i>Boundary Condition</i> Massa Rangka	45
3.4.5	<i>Boundary Condition</i> Statis	46
3.4.6	<i>Boundary Condition</i> Dinamis.....	47
3.5	<i>Meshing</i> dan Uji Grid Independen	50
3.6	Running Simulasi	51
3.6.1	Simulasi Dinamis Kondisi Statis.....	51
3.6.2	Simulasi Dinamis Kondisi Pengereman.....	53
3.7	Hasil Simulasi Dinamis Kondisi Pengereman	54
3.8	Manufaktur	54
3.9	Optimasi Desain Rangka Mobil KMLI	55
3.10	Simulasi Hasil Optimasi Desain Rangka Mobil KMLI.....	55
3.11	Nilai <i>Safety factor</i>	56
3.12	Grafik Hasil Simulasi Statis dan Dinamis Sebelum dan Sesudah Optimasi...	56
3.13	Analisa dan Pembahasan	57
3.14	Variabel Penelitian.....	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		57
4.1	Uji <i>Grid Independence</i> dan Skewness	57
4.2	Simulasi Dinamis Kondisi Pengereman	59
4.2.1	Tegangan Ekuivalen Maksimum.....	59
4.2.2	Deformasi.....	68
4.2.3	<i>Safety factor</i>	75
4.3	Massa Total Rangka	81
4.4	Analisis Kekuatan Spesifik Material	85

4.5 Rekomendasi Desain Rangka Mobil KMLI.....	86
BAB V PENUTUP.....	88
5.1 Kesimpulan.....	88
5.2 Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Skewness <i>mesh metrics spectrum</i>	37
Tabel 3.1 AISI 1020 material <i>properties</i>	43
Tabel 3.2 AISI 4130 material <i>properties</i>	43
Tabel 3.3 Al 7075 T-6 material <i>properties</i>	43
Tabel 3.4 Al 6061 T-6 material <i>properties</i>	43
Tabel 3.5 Berat komponen	44
Tabel 3.6 Distribusi gaya pengemudi.....	45
Tabel 3.7 Massa rangka.....	46
Tabel 3.8 Distribusi massa rangka KMLI	47
Tabel 3.9 Gaya komponen saat deselerasi	48
Tabel 3.10 Skewness <i>mesh metrics spectrum</i>	51
Tabel 3.11 Variabel penelitian	58
Tabel 4.1 Hasil uji <i>grid independence</i>	57
Tabel 4.2 Kekuatan spesifik antar material.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mobil listrik.....	26
Gambar 2.2 Sasis mobil	27
Gambar 3.1 Diagram alir.....	41
Gambar 3.2 <i>Boundary condition</i> statis.....	46
Gambar 3.3 <i>Boundary condition</i> dinamis	49
Gambar 3.4 <i>Static structural</i> pada <i>numerical software</i>	52
Gambar 3.5 Proses <i>engineering data</i>	52
Gambar 3.6 Proses <i>meshing</i>	53
Gambar 4.1 Hasil uji <i>grid independece</i>	58
Gambar 4.2 Hasil <i>meshing</i> dan rata-rata <i>skewness</i>	59
Gambar 4.3 Hasil tegangan ekuivalen desain awal material AISI 1020.....	60
Gambar 4.4 Grafik perbandingan tegangan ekuivalen maksimum desain awal terhadap material	61
Gambar 4.5 Pengurangan geometri frontal depan.....	62
Gambar 4.6 Konfigurasi rangka area samping.....	62
Gambar 4. 7 Kofigurasi rangka area tengah.....	62
Gambar 4.8 Pengurangan diameter frontal belakang.....	63
Gambar 4.9 Penambahan pipa bagian tengah	63
Gambar 4.10 Hasil tegangan ekuivalen desain optimasi 1 material AISI 1020.....	64
Gambar 4.11 Grafik perbandingan tegangan ekuivalen maksimum desain optimasi 1 terhadap material	65

Gambar 4.12 Perubahan konfigurasi pipa tengah pada desain optimasi 2.....	66
Gambar 4.13 Hasil tegangan desain optimasi 2 material AISI 1020	66
Gambar 4.14 Grafik perbandingan tegangan ekuivalen maksimum desain optimasi 2 terhadap material	67
Gambar 4.15 Grafik perbandingan tegangan ekuivalen maksimum desain dengan material.....	68
Gambar 4.16 Hasil deformasi desain awal material AISI 1020.....	69
Gambar 4.17 Grafik perbandingan deformasi maksimum desain awal terhadap material.....	70
Gambar 4.18 Hasil deformasi desain optimasi 1 material AISI 1020.....	71
Gambar 4.19 Grafik perbandingan deformasi maksimum desain optimasi 1 terhadap material.....	72
Gambar 4.20 Hasil deformasi desain optimasi 2 material AISI 1020.....	72
Gambar 4.21 Grafik perbandingan deformasi maksimum desain optimasi 2 terhadap material.....	73
Gambar 4.22 Grafik perbandingan deformasi maksimum desain dengan material ...	74
Gambar 4.23 Hasil <i>safety factor</i> minimum desain awal material AISI 1020	75
Gambar 4.24 Grafik perbandingan <i>safety factor</i> minimum desain awal terhadap material.....	76
Gambar 4.25 Hasil <i>safety factor</i> minimum optimasi 1 material AISI 1020	77
Gambar 4.26 Grafik perbandingan nilai <i>safety factor</i> minimum desain optimasi 1 terhadap material	78
Gambar 4.27 Hasil <i>safety factor</i> minimum desain optimasi 2 material AISI 1020 ...	79
Gambar 4.28 Grafik perbandingan nilai <i>safety factor</i> minimum desain optimasi 2	

terhadap material	80
Gambar 4.29 Grafik perbandingan <i>safety factor</i> minimum desain dengan material .	81
Gambar 4.30 Grafik perbandingan massa desain awal terhadap material	82
Gambar 4.31 Grafik perbandingan massa desain optimasi 1 terhadap material	83
Gambar 4.32 Grafik perbandingan massa desain optimasi 2.....	84
Gambar 4.33 Grafik perbandingan massa antar desain.....	85

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Pertama kali muncul Halaman
σ	Tegangan normal	29
F	Gaya	29
A	Luas penampang	29
σ_y	Tegangan <i>von mises</i>	29
σ	Tegangan normal	29
τ	Tegangan geser	29
V	Gaya geser	30
Q	Momen pertama bidang	30
I	Momen inersia	30
b	Lebar penampang	30
ε	Regangan	31
L_0	Panjang mula-mula	31
L	Panjang setelah diberi gaya	31
ΔL	Panjang atau penambahan panjang	31
E	Modulus elastisitas	32
m	Massa	32
a	Percepatan	32
F_D	Gaya hambat	33
ρ	Massa jenis udara	33
C_D	Koefisien hambat	33
A	Luas penampang	33
v	Kecepatan kendaraan	33
S_f	<i>Safety factor</i>	34
σ_y	Tegangan luluh material	34
σ_{actual}	Tegangan kerja aktual	34