



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**SIMULASI STATIS DAN SIMULASI DINAMIS PADA
RANGKA SEPEDA MOTOR LISTRIK DENGAN KONDISI
PENGGEREMAN**

PROYEK AKHIR

Yuni Kurniawati

40040221650087

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

**SEMARANG
NOVEMBER 2025**

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 : Yuni Kurniawati

NIM : 40040221650087

Tanda Tangan : 

Tanggal : 07 November 2025

SURAT TUGAS



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PRODI REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

Jalan Hayam Wuruk No. 3-4
Pleburan, Semarang, Kode Pos 50241
Telepon/Faksimile (024) 8316333
Laman: <http://me.vokasi.undip.ac.id>
Email: me.vokasi@live.undip.ac.id

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 486/PA/RPM/V/2025

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

Nama : Yuni Kurniawati
NIM : 40040221650087
Judul Proyek Akhir : Optimasi Desain Rangka Sepeda Motor Listrik
dengan Metode Simulasi Statis dan Dinamis
Dosen Pembimbing I : Susastro S.T., M. T.
NIP : 198909232018031001

Isi Tugas:

1. Mencari nilai tegangan dan defleksi maksimal rangka sepeda motor listrik pada kondisi pembebanan statis
2. Mencari grafik nilai *life cycle* rangka sepeda motor listrik yang dihasilkan pada pembebanan dinamis
3. Mencari nilai tegangan hasil simulasi pada salah satu titik kritis yang ada pada rangka sepeda motor listrik

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

Semarang, 14 Juli 2025
Ketua Program Studi,
S.Ter. Rekayasa Perancangan Mekanik

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

Tembusan:

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

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Yuni Kurniawati
NIM : 40040221650087
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Proyek Akhir

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

“Simulasi Statis Dan Simulasi Dinamis Pada Rangka Sepeda Motor Listrik Dengan Kondisi Pengereman”

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 mempublikasikan proyek 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 : 7 November 2025

Yang menyatakan



Yuni Kurniawati
40040221650087

MOTTO

"Pendidikan adalah senjata paling kuat yang bisa digunakan untuk mengubah dunia." - Nelson Mandela

"Barang siapa keluar untuk mencari sebuah ilmu, maka ia akan berada di jalan Allah hingga ia kembali." - HR Tirmidzi

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada kita semua sehingga Proposal Proyek Akhir dengan judul “SIMULASI STATIS DAN SIMULASI DINAMIS PADA RANGKA SEPEDA MOTOR LISTRIK DENGAN KONDISI Pengereman”, dapat selesai dengan baik. Proposal 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 Semarang.
2. Ibu Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Susastro, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan proyek akhir ini.
4. Orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan dalam penyelesaian penulisan proposal proyek akhir ini
5. Seluruh dosen pengajar, staff, dan karyawan Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
6. Teman-teman Rekayasa Perancangan Mekanik angkatan 2021 yang selalu memberikan dukungan dan motivasi dalam proses penyusunan proposal proyek akhir.

Meskipun demikian, penulis menyadari proposal proyek akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik sehingga proyek akhir ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Semarang, 17 Agustus 2025

Tim Penyusun

ABSTRAK

SIMULASI STATIS DAN SIMULASI DINAMIS PADA RANGKA SEPEDA MOTOR LISTRIK DENGAN KONDISI Pengereman

Perkembangan motor listrik menuntut desain rangka yang lebih efisiensi serta kenyamanan berkendara. Rangka berfungsi menopang beban pengendara sekaligus menerima gaya akibat kondisi jalan maupun pengereman, sehingga perlu dianalisis ketahanannya secara komprehensif. Penelitian ini mengevaluasi desain rangka sepeda motor listrik agar lebih ringan, kuat, dan aman dengan metode simulasi numerik berbasis Finite Element Analysis (FEA). Metode yang digunakan secara simulasi statis dan simulasi dinamis dengan pembebanan 80 kg. Tujuan analisis simulasi statis tersebut untuk menentukan hasil nilai tegangan *von mises*, total deformasi, dan nilai *safety factor*. Analisis simulasi dinamis dilakukan pada kondisi pengereman dengan kecepatan awal 30 km/jam dan deselerasi sebesar 6,02 m/s^2 untuk meninjau pengaruh gaya inersia serta umur kelelahan desain rangka. Selain itu, hasil dari penelitian ini didapatkan grafik *S-N curve* pada simulasi statis dan dinamis. Spesifikasi material yang digunakan adalah AISI 4130 *Steel*, dan hasil simulasi divalidasi melalui perhitungan analitik pada titik kritis. Penelitian ini menggunakan nilai acuan *safety factor* sekitar 1,25–2,0 pada simulasi statis dan 2,0–2,5 pada simulasi dinamis. Hasil analisis yang dilakukan secara statis mendapatkan nilai tegangan *Von mises* sebesar 52,99 MPa, nilai total deformasi maksimal sebesar 0,20 mm, dan nilai *safety factor* sebesar 8,6. Sedangkan analisis secara dinamis didapatkan hasil nilai tegangan *Von mises* sebesar 77,082 MPa, nilai total deformasi maksimal sebesar 0,0897 mm, dan nilai *safety factor* sebesar 5,96. Sementara itu, untuk hasil perhitungan analitik tegangan prinsipal dengan nilai *error* sebesar 4,4% dan 4,9% yang masih bisa dikatakan akurat karena nilai *error* dibawah 5%.

Kata Kunci : FEA, tegangan, deformasi, *safety factor*.

ABSTRACT

STATIC SIMULATION AND DYNAMIC SIMULATION ON ELECTRIC MOTORCYCLE FRAME WITH BRAKING CONDITIONS

The development of electric motorcycles demands a more efficient frame design and driving comfort. The frame functions to support the rider's load while also receiving forces due to road conditions and braking, so its durability needs to be analyzed comprehensively. This study evaluates the design of an electric motorcycle frame to be lighter, stronger, and safer using a numerical simulation method based on Finite Element Analysis (FEA). The method used is static simulation and dynamic simulation with a load of 80 kg. The purpose of the static simulation analysis is to determine the results of the von Mises stress value, total deformation, and safety factor value. The dynamic simulation analysis was carried out under braking conditions with an initial speed of 30 km/h and a deceleration of 6.02 m/s^2 to review the effect of inertial forces and the fatigue life of the frame design. In addition, the results of this study obtained S-N curve graphs in static and dynamic simulations. The material specifications used are AISI 4130 Steel, and the simulation results are validated through analytical calculations at critical points. This study uses a safety factor reference value of around 1.25–2.0 in static simulations and 2.0–2.5 in dynamic simulations. The results of the static analysis obtained a Von Mises stress value of 52.99 MPa, a maximum total deformation value of 0.20 mm, and a safety factor value of 8.6. While the dynamic analysis obtained a Von Mises stress value of 77.082 MPa, a maximum total deformation value of 0.0897 mm, and a safety factor value of 5.96. Meanwhile, for the results of the analytical calculation of the principal stress with an error value of 4.4% and 4.9% which can still be said to be accurate because the error value is below 5%.

Keywords: FEA, stress, deformation, safety factor.

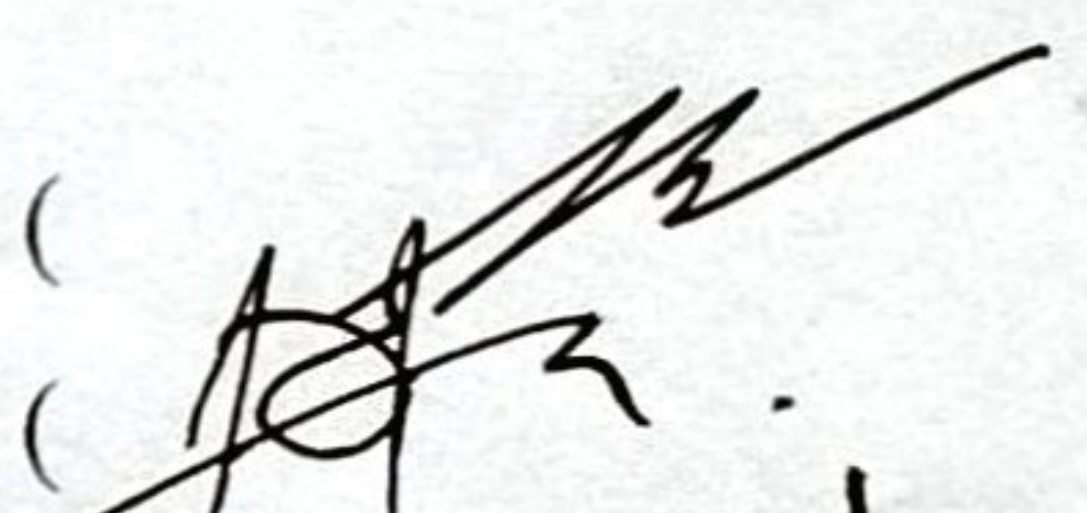
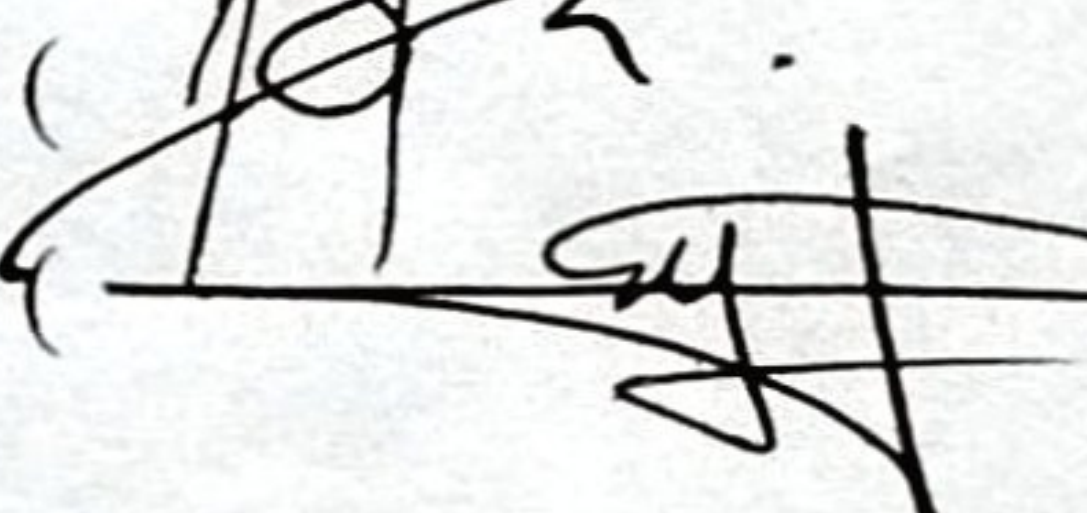
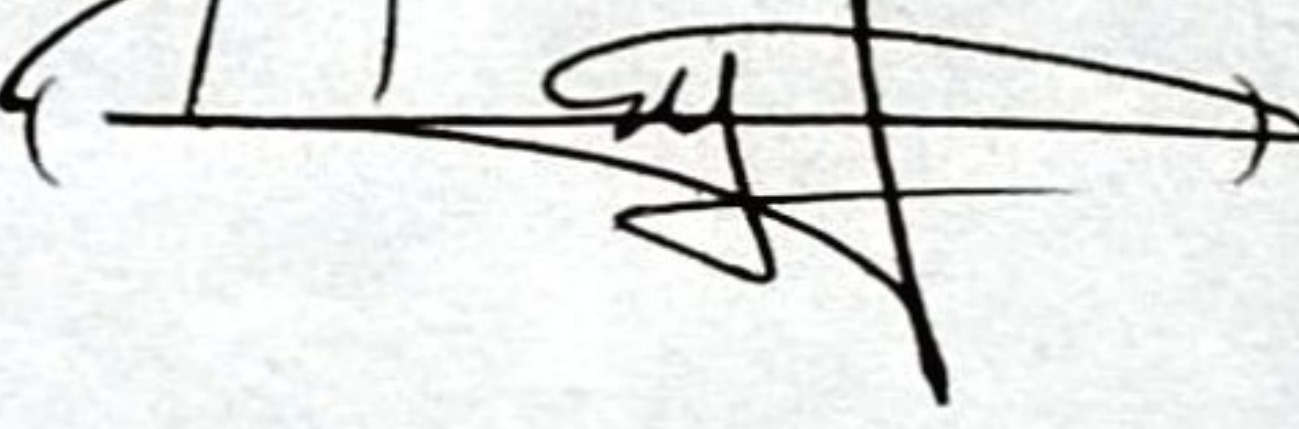
HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Yuni Kurniawati
Nim : 40040221650087
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Proyek Akhir : Simulasi Statis dan Simulasi Dinamis pada Rangka Sepeda Motor Listrik dengan Kondisi Pengereman

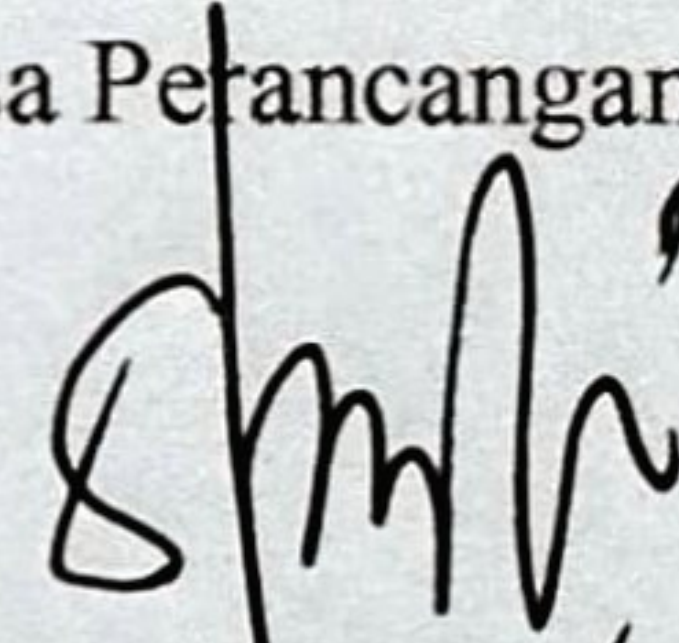
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Susastro, S.T., M.T. ()
Penguji I : Prof. Dr.Eng. Munadi S.T., M.T. ()
Penguji II : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M. Kes ()

Semarang, 24 November 2025

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik



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

NIP. 197609152003122001

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
SURAT TUGAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
HALAMAN PENGESAHAN.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	18
1.1 Latar Belakang.....	18
1.2 Rumusan Masalah.....	21
1.3 Batasan Masalah.....	22
1.4 Tujuan Proyek Akhir	23
1.5 Luaran Proyek Akhir	23
1.6 Sistematika Laporan Akhir	23
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	25
2.1 Dasar Teori	25
2.1.1 Sepeda Motor Listrik.....	25
2.1.2 Tegangan Pada Rangka Sepeda Motor Listrik	26
2.1.3 Pembebanan Pada Rangka Sepeda Motor Listrik	26
2.1.4 Kekuatan Rangka/ <i>Chassis Sepeda</i> Motor Listrik.....	27
2.1.5 Pengukuran Tegangan Rangka/ <i>Chassis Sepeda</i> Motor Listrik	50
2.1.6 Simulasi Pembebanan Pada Pengukuran Rangka / <i>Chassis Sepeda</i> Motor Listrik	54
2.1.7 Analisa Konvergensi, <i>Uji grid Independence</i> dan Mesh Quality	55
2.1.8 <i>Free Body Diagram</i>	57
2.1.9 Hukum Newton	59

2.1.10 Gerak Lurus Berubah Beraturan.....	61
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	63
3.1 Diagram Alir.....	63
3.2 Studi Literatur.....	64
3.3 Identifikasi Masalah	65
3.4 Perhitungan dan Pengambilan Data Distribusi Massa Pengemudi dan Penumpang.....	65
3.5 Menentukan Parameter Serta Letak Boundary Condition Pada Simulasi Statis dan Simulasi Dinamis.....	66
3.6 <i>Running</i> Simulasi Statis Dan Dinamis Pada Beban 80 Kg.	69
3.6.1 <i>Free Body Diagram</i> Pada Rangka Saat Distribusi Beban	70
3.6.2 Simulasi Statis Kondisi Tanpa Pengereman	76
3.6.3 Simulasi Dinamis Kondisi Pengereman	79
3.7 Nilai <i>Safety Factor</i> dan <i>Life cycle</i>	81
3.8 Pembuatan Grafik Hasil Data Simulasi Statis Dan Simulasi Dinamis.....	81
3.9 Analisa dan Pembahasan Data.....	82
3.10 Variabel Penelitian.....	82
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	84
4.1 Validasi Simulasi <i>Ansys Static Structural</i>	84
4.1.1 Perhitungan Matematis dan Nilai <i>Error</i>	84
4.1.2 Uji <i>Grid Independence</i> dan <i>Skewness</i>	90
4.2 Simulasi Rangka Sepeda Motor Listrik Menggunakan <i>Ansys Static Structural</i>	92
4.2.1 Simulasi dengan Pembebanan Driver dengan beban sekitar 80 kg.....	92
4.3 <i>Mechanical Fatigue</i>	98
4.4 Simulasi Dinamis Kondisi <i>Deselarsi</i>	105
4.4.1 Boundary Condition Deselerasi.....	108
4.4.2 Hasil Simulasi Dinamis Kondisi Deselarsi dengan Pembebanan 80 kg	109
BAB V KESIMPULAN	114
5.1 Kesimpulan.....	114
5.2 Saran	115
DAFTAR PUSTAKA	xxiii
LAMPIRAN.....	xxv
Lampiran 1. Data Pengukuran Distribusi Massa.....	xxv

Lampiran 2. Data Variasi Pembebanan Distribusi Massa	xxv
Lampiran 3. Data Hasil Simulasi Pembebanan	xxvi
Lampiran 4. Data Perhitungan Kondisi Deselerasi	xxvii
Lampiran 5. Gambar Rakitan/ <i>Assembly</i>	xxix

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standart ukuran pipa material AISI 4130 Steel	53
Tabel 2. 2 Skewness Mesh Metrics Spectrum.....	56
Tabel 3. 1 Perhitungan distribusi massa pengemudi	66
persa 3. 2 Perhitungan distribusi massa penumpang dan beban	66
Tabel 3. 3 Tabel Mechanical Properties AISI 4130 Steel.....	67
Tabel 3. 4 Pembebanan dan Kondisi batas yang diterapkan pada rangka motor listrik untuk melakukan simulasi analisis statis.....	79
Tabel 3. 5 Variabel Penelitian.....	83
Tabel 4. 1 Uji Grid Independence	91
Tabel 4. 2 Uji kualitas skewness pada kondisi statik	92
Tabel 4. 3 Hasil data simulasi statis rangka sepeda motor listrik.....	97
Tabel 4. 4 Variasi Pembebanan pada Simulasi Statis	102
Tabel 4. 5 Variasi Pembebanan pada Simulasi Dinamis	103
Tabel 4. 6 Distribusi Massa	106
Tabel 4. 7 Nilai Deselerasi pada setiap pembebanan	106
Tabel 4. 8 Variasi Jarak Pengereman (s)	107
Tabel 4. 9 Waktu Pengereman	107
Tabel 4. 10 Data Simulasi Kondisi Deselerasi	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi sepeda motor listrik yang di simulasikan	25
Gambar 2. 2 Tegangan bengkok.....	33
Gambar 2. 3 Grafik yield point atau batas luluh	37
Gambar 2. 4 Grafik mild steel.....	38
Gambar 2. 5 Grafik low and high alloy steels.....	38
Gambar 2. 6 Defleksi balok sederhana	42
Gambar 2. 7 Syarat batas homogen untuk balok dengan EI konstan.....	44
Gambar 2. 8 Diagram endurance limit dengan stress life cycle.....	48
Gambar 2. 9 Moment inertia	49
Gambar 2. 10 Rangka/chassis kendaraan roda dua.....	51
Gambar 2. 11 Contoh titik pembebanan pada rangka kendaraan roda tiga.....	52
Gambar 2. 12 Free body diagram.....	58
Gambar 3. 1 Flowchart penelitian.....	64
Gambar 3. 2 Fix geometri rangka sepeda motor listrik pada arm dan komstir.....	68
Gambar 3. 4 Pengukuran dimensi secara aktual di viar motor	69
Gambar 3. 5 Force komstir tangan pada pengemudi.....	69
Gambar 3. 6 Force jok pada pengemudi, penumpang dan beban	70
Gambar 3. 7 Force footstep pengemudi, penumpang dan beban	70
Gambar 3. 8 Free body diagram kondisi statis.....	71
Gambar 3. 9 <i>Free body diagram</i> kondisi dinamis.....	75
Gambar 3. 10 Ansys workbench static structural.....	76
Gambar 3. 11 Ansys workbench proses engineering data.....	77

Gambar 3. 12 Ansys workbench proses meshing.....	78
Gambar 4. 1 Penentuan titik a (node A) dan titik b (node B).....	85
Gambar 4. 2 Node A dan node B.....	85
Gambar 4. 3 Letak node A dan node B	85
Gambar 4. 4 Jarak node A ke pusat gaya	86
Gambar 4. 5 Jarak node B ke pusat gaya	88
Gambar 4. 6 Grafik nilai deformation dan safety factor terhadap jumlah element pada simulasi.....	91
Gambar 4. 7 Equivalent (von mises) max di pembebanan 80 kg.....	93
Gambar 4. 8 Total deformasi pembebanan 80 kg.....	95
Gambar 4. 9 Safety factor min di pembebanan 80 kg.....	96
Gambar 4. 10 Grafik s-n curve baja aisi 4130 experiment	98
Gambar 4. 11 Grafik S-N curve baja AISI 4130 experiment dengan S-N curve baja AISI 4130 simulasi statis dan simulasi dinamis.....	98
Gambar 4. 12 Grafik S-N curve baja AISI 4130 experiment dengan Simulasi Statis	99
Gambar 4. 13 Grafik S-N curve baja AISI 4130 experiment dengan Simulasi Dinamis	99
Gambar 4. 14 Grafik S-N curve baja AISI 4130 Simulasi Statis dengan Simulasi Dinamis	100
Gambar 4. 15 Equivalent alternating stress di pembebanan 80 kg	104
Gambar 4. 16 Cycle di pembebanan 80 kg	104
Gambar 4. 17 Boundary condition kondisi deselerasi	108

Gambar 4. 18 Equivalent (von mises) max kondisi deselerasi pada 80 kg, 30 km/h	110
Gambar 4. 19 Total deformasi kondisi deselerasi pada 80 kg, 30 km/h	111
Gambar 4. 20 Safety factor min kondisi deselerasi pada 80 kg, 30 km/h.....	112

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Pertama kali muncul di halaman
σ	Tegangan (<i>stress</i>)	73
τ	Tegangan geser (<i>shear stress</i>)	73
ϵ	Regangan (<i>strain</i>)	21
E	Modulus Elastisitas	22
A	Luas Penampang	16
ΔL	Perubahan Panjang	21
L0	Panjang Awal	21
I	Inersia	73
R	Jari – jari luar	73
r	Jari – jari dalam	73
D	Diameter luar	72
d	Diameter dalam	72
c	Jarak titik pusat ke titik yang ditinjau	73
π	<i>Phi</i>	73
Σ	Jumlah Total	58
F	Gaya	57
x	Jarak dari titik pusat	73
y	Jarak ke titik beban total	73
SF	<i>Safety Factor</i>	26
m	<i>Massa</i>	57
g	<i>Gravitasi</i>	57
M	<i>Momen Inersia</i>	59
T	<i>Torsi</i>	73
l	<i>Jarak lengan</i>	73