ANALISIS KEKUATAN RANGKA PROTOTIPE KENDARAAN LISTRIK *E-NIAGA* RODA TIGA

TARUNA NANDO SATMOKO
NIM:41317010024

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARATA 2021

http://digilib.mercubuana.ac.id/

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEKUATAN RANGKA PROTOTIPE KENDARAAN LISTRIK *E-NIAGA* RODA TIGA

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh

Nama : Taruna Nando Satmoko
NIM : 41317010024
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA 1 (S1)
(DESEMBER 2021)

http://digilib.mercubuana.ac.id/

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KEKUATAN RANGKA PROTOTIPE KENDARAAN LISTRIK *E-NIAGA* RODA TIGA

Disusun oleh

Nama : Taruna Nando Satmoko

NIM : 41317010024

Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 02/03/2022

Telah dipertahankan di depan penguji.

Pembimbing TA	Penguji Sidang I
(Hadi Pranoto, S.T., M.T., Ph.D.)	(Subekti, S.T, M.T)
NIP. 216910097	NIP. 0323117307
Penguji Sidang II	Penguji Sidang III
(Muhammad Fitri, ST., M.Si., PhD.)	(Dedik Romahadi, S.T, M.Sc)
NIP.118690617	NIP. 116910542

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin	Koordinator Tugas Akhir
Muhammad Fitri, ST., M.Si., PhD.	Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng
NIP.118690617	NIP. 216910097

UNIVERSITAS MERCU BUANA

http://digilib.mercubuana.ac.id/

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	: Taruna Nando Satmoko
NIM	: 41317010024
Jurusan	: Teknik Mesin
Fakultas	: Teknik
Judul Tugas Akhir	: ANALISIS KEKUATAN RANGKA PROTOTIPE KENDARAAN LISTRIK *E-NIAGA* RODA TIGA

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 02-03-2022

Taruna Nando Satmoko

http://digilib.mercubuana.ac.id/

PENGHARGAAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT., atas segala limpahan berkat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikanTugas Akhir tepat waktu dan dapat menyusun laporan Tugas Akhir. Penyusunan laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir dan sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujianjenjang Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam proses melaksanakan kegiatan dan penyusuan laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara moral dan langsung.

Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ngadino Surip Selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Mawardi Amin, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
3. Dr. Hadi Pranoto, ST, MT. Selaku Wakil Dekan Bidang Inovasi dan Kemahasiswaan sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan penulis hingga menyelesaikan laporanTugas Akhir.
4. Bapak Muhamad Fitri, ST., M.Si., Ph. D. selaku ketua Program Studi Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Kedua Orang Tua penulis yang telah memberikan dorongan semangat yang tak henti untuk menyelesaikan laporan tugas akhir .
6. Teman-teman Tugas Akhir dan teman-teman satu angkatan lainya yang telah membantu dalam segala hal.
7. Keluarga besar Teknik Mesin dan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang selama ini memberikan bantuan dan dukungan.
8. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Cabang Jakarta Barat yang selalu memberikan dukungan spiritual dalam rangka mewujudkan tatanan masyarakat yang diridhoi Allah Subhanahuwata'ala
9. Semua pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir yangtidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

http://digilib.mercubuana.ac.id/

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan dan jauh dari kata sempurna. Hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yangbersifat membangun agar laporan ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis danpembaca.

Jakarta, 02 Maret 2022

Truna Nando Satmoko

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

http://digilib.mercubuana.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL		**i**
HALAMAN JUDUL		**ii**
HALAMAN PENGESAHAN		**iii**
HALAMAN PERNYATAAN		**iv**
HALAMAN PENGHARGAAN		**v**
ABSTRAK		**vii**
ABSTRACT		**viii**
DAFTAR ISI		**ix**
DAFTAR GAMBAR		**xii**
DAFTAR TABEL		**xv**
DAFTAR SIMBOL		**xvi**
BAB I	**PENDAHULUAN**	**1**
1.1	LATAR BELAKANG	1
1.2	RUMUSAN MASALAH	3
1.3	TUJUAN	4
1.4	MANFAAT	4
1.5	BATASAN MASALAH	4
1.6	SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II	**TINJAUAN PUSTAKA**	**6**
2.1	PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2	*CHASSIS*	12
2.3	JENIS - JENIS *CHASSIS*	13
	2.3.1 *Ladder Frame*	13
	2.3.3 *Tubular Space Frame*	14
	2.3.4 *Backbone Chassis*	15
2.4	SPESIFIKASI MATERIAL RANGKA	15
	2.4.1 Spesifikasi Material *Galvanized Steel*	15
	2.4.2 Spesifikasi ASTM A36	16
	2.4.3 Spesifikasi AISI 4130	16
2.5	HUKUM NEWTON	17

http://digilib.mercubuana.ac.id/

2.5.1 Hukum Newton 1 17
2.5.2 Hukum Newton 2 18
2.5.3 Hukum Newton 3 18
2.6 BEBAN 18
2.6.1 Beban Terpusat 19
2.6.2 Beban Terdistribusi 19
2.7 TEGANGAN 20
2.8 KONSEP GAYA INTERNAL DAN MOMEN LENTUR 22
2.9 TAHANAN MOMEN 23
2.10 TAHANAN GESER 23
2.11 MOMEN TEKUK (*BENDING MOMENT)* 23
2.12 TEGANGAN GESER MAKSIMAL 25
2.13 PRINCIPAL STRESS 26
2.14 TEORI KEGAGALAN VON MISES 26
2.15 FAKTOR KEAMANAN (*SAFETY OF FACTOR)* 27
2.16 SOLIDWORKS 28
2.17 SIMULASI 28
2.17.1 Finite Element Analysis 29
2.17.2 Meshing 30
2.17.3 Simulasi Statis 30
2.17.4 Langkah-langkah Analisis dalam *Solidworks* 31
2.18 PERENCANAAN PEMBEBANAN PADA DESAIN RANGKA 33
2.18.1 Beban Statis 33
2.18.2 Beban Dinamis 33

BAB III METODOLOGI 35
3.1 DIAGRAM ALIR 35
3.2 ALAT DAN BAHAN 57

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 58
4.1 PENDAHULUAN 58
4.2 PEMILIHAN DESAIN 58
4.3 PERHITUNGAN TEORITIS *VON MISES STRESS* 59
4.3.1 Perhitungan Analitik 60

UNIVERSITAS MERCU BUANA
http://digilib.mercubuana.ac.id/

4.3.2 Diagram Bebas Benda (DBB) 61
4.3.3 Perhitungan Gaya Pada Rangka 62
4.3.4 Perhitungan Gaya Internal dan Momen Lentur 63
4.3.5 Menentukan Daerah Kritis Pada Rangka 76
4.3.6 Penerapan *Principal Stress* 78
4.3.7 Perhitungan Teori Kegagalan Von Mises Stress 78
4.4 SIMULASI *VON MISES STRESS* PADA DESAIN RANGKA 79
4.5 SIMULASI *DISPLACEMENT* PADA DESAIN RANGKA 84
4.6 SIMULASI *SAFETY OF FACTOR* 90
4.7 PENGOLAHAN DATA 95

BAB V PENUTUP 98
5.1 KESIMPULAN 98
5.2 SARAN 98

DAFTAR PUSTAKA 100
LAMPIRAN 103

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

http://digilib.mercubuana.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ladder Frame 13
Gambar 2.2 Monocoque Chassis 14
Gambar 2.3 Turbular Space Frame 14
Gambar 2.4 Backbone Chassis 15
Gambar 2.5 Beban Terpusat 19
Gambar 2.6 Beban terdistribusi 19
Gambar 2.7 Tegangan normal akibat gaya aksial 20
Gambar 2.8 Tegangan normal akibat momen lentur 21
Gambar 2.9 Solidworks 28
Gambar 2.10 Contoh skema FEA 29
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 35
Gambar 3.2 Proses awal pendesainan 37
Gambar 3.3 Tools Solidworks 37
Gambar 3.4 Tampak isometric desain 1 rangka kendaraan e-niaga 38
Gambar 3.5 Tampak atas desain 1 rangka kendaraan e-niaga 38
Gambar 3.6 Tampak samping desain 1 rangka kendaraan e-niaga 39
Gambar 3.7 Tampak depan desain 1 rangka kendaraan e-niaga 39
Gambar 3.8 Tampak isometric desain 2 rangka kendaraan e-niaga 40
Gambar 3.9 Tampak atas desain 2 rangka kendaraan e-niaga 40
Gambar 3.10 Tampak samping desain 2 rangka e-niaga 40
Gambar 3.11 Tampak depan desain 2 rangka kendaraan e-niaga 41
Gambar 3.12 Tampak isometric desain 3 rangka kendaraan e-niaga 41
Gambar 3.13 Tampak atas desain 3 rangka kendaraan e-niaga 42
Gambar 3.14 Tampak samping desain 3 rangka kendaraan e-niaga 42
Gambar 3.15 Tampak depan desain 3 rangka kendaraan e-niaga 43
Gambar 3.16 Pengujian Statik pada rangka kendaraan listrik e-niaga 50
Gambar 3.17 Diagram Alir Simulasi 52
Gambar 3.18 Langkah new study pada solidworks 53
Gambar 3.19 proses pemilihan material pada perangkat lunak 54
Gambar 3.20 Proses pemilihan Geometry 54
Gambar 3.21 Penentuan pada tools external loads 55
Gambar 3.22 Penentuan besar force pada benda 55

http://digilib.mercubuana.ac.id/

Gambar 3.23 Proses meshing saat simulasi pada perangkat lunak solidworks 56
Gambar 3.24 Hasil meshing dari solidworks 2020 56
Gambar 3.25 Proses run static simulation solidworks 2020 57
Gambar 4.1 Posisi Pembebanan 60
Gambar 4.2 Center of Gravity 61
Gambar 4.3 Diagram Bebas Benda 62
Gambar 4.4 Ukuran Diagram Bebas Benda 62
Gambar 4.5 Konsep Gaya Internal dan Momen pada rangka 64
Gambar 4.6 Gaya internal pada Momen W1 64
Gambar 4.7 Gaya Internal dan Momen pada W2 67
Gambar 4.8 Gaya Internal dan Momen pada W3 70
Gambar 4.9 Diagram v vs x pada chassis 74
Gambar 4. 10 Diagram M vs x pada chassis 76
Gambar 4.11 Ilustrasi Principal Stress 78
Gambar 4.12 Gambar hasil simulasi stress desain 1 dengan material galvanized 80
Gambar 4.13 Gambar hasil simulasi stress desain 1 dengan material ASTM A36 80
Gambar 4.14 Gambar hasil simulasi stress desain 1 dengan material AISI 4130 81
Gambar 4.15 Gambar hasil simulasi stress desain 2 dengan material galvanized 81
Gambar 4.16 Gambar hasil simulasi stress desain 2 dengan material ASTM A36 82
Gambar 4.17 Gambar hasil simulasi stress desain 2 dengan material AISI 4130 82
Gambar 4. 18 Gambar hasil simulasi stress desain 3 dengan material galvanized 83
Gambar 4.19 Gambar hasil simulasi stress desain 3 dengan material ASTM A36 83
Gambar 4.20 Gambar hasil simulasi stress desain 3 dengan material AISI 4130 84
Gambar 4.21 Hasil simulasi displacement desain 1 material galvanized steel 84
Gambar 4.22 Hasil simulasi displacement desain 1 material ASTM A36 85
Gambar 4.23 Hasil simulasi displacement desain 1 material AISI 4130 85
Gambar 4.24 Hasil simulasi displacement desain 2 material galvanized steel 86
Gambar 4.25 Hasil simulasi displacement desain 2 material ASTM A36 87
Gambar 4.26 Hasil simulasi displacement desain 2 material AISI 4130 87
Gambar 4.27 Hasil simulasi displacement desain 3 material galvanized steel 88
Gambar 4.28 Hasil simulasi displacement desain 3 material ASTM A36 88
Gambar 4.29 Hasil simulasi displacement desain 3 material AISI 4130 89
Gambar 4.30 Factor of safety variasi desain rangka 1 material galvanized steel 90

http://digilib.mercubuana.ac.id/

Gambar 4.31 Factor of safety variasi desain rangka 1 material ASTM A36 91
Gambar 4. 32 Factor of safety variasi desain rangka 1 material AISI 4130 91
Gambar 4.33 Factor of safety variasi desain rangka 2 material galvanized steel 92
Gambar 4.34 Factor of safety variasi desain rangka 2 material ASTM A36 92
Gambar 4.35 Factor of safety variasi desain rangka 2 material AISI 4130 93
Gambar 4.36 Factor of safety variasi desain rangka 3 material galvanized steel 94
Gambar 4. 37 Factor of safety variasi desain rangka 3 material ASTM A36 94
Gambar 4.38 Factor of safety variasi desain rangka 3 material AISI 4130 95

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

http://digilib.mercubuana.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu 6
Tabel 2.2 Spesifikasi material galvanized steel 16
Tabel 2.3 Spesifikasi material ASTM A36 16
Tabel 2.4 Spesifikasi material AISI 4130 17
Tabel 3.2 Tabel alat dan bahan 57
Tabel 4.1 v vs x pada W1 65
Tabel 4.2 Perhitungan M dengan x 66
Tabel 4.3 v vs x pada W2 68
Tabel 4.4 Perhitungan M dengan x 69
Tabel 4.5 Perhitungan v vs x pada W3 71
Tabel 4.6 Perhitungan M dengan x 73
Tabel 4.7 v vs x pada chassis 74
Tabel 4.8 M vs x pada chassis 75
Tabel 4.9 Daerah Kritis Pada Rangka 76
Tabel 4.10 Hasil simulasi variasi desain rangka 96

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

http://digilib.mercubuana.ac.id/

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$\sum F_X$	Gaya pada sumbu x (N)
$\sum F_y$	Gaya pada sumbu y (N)
$\sum M$	Momen (Nm)
ω	Beban terdistribusi (N/m)
L	Panjang beban (m)
σ	Tegangan/ gaya per satuan luas (N/m²)
F	Beban/ Gaya (N)
A	Luas penampang (m²)
M	Momen lentur (Nm)
I	Momen inersia (m^4)
y	Jarak sumbu netral (m)
σ_{max}	Tegangan makimum (N/mm² atau MPa)
b	Lebar balok (m)
H	Tinggi balok (m)
τ_{avg}	Tegangan geser rata rata (N/mm² atau MPa)
v	Gaya geser/ gaya internal (N)
τ_{max}	Tegangan geser maksimal (N/mm² atau MPa)
$\sigma_{1,2}$	Tegangan 1 dan tegangan 2 (N/mm² atau MPa)
σ_x	Tegangan pada sumbu x (N/mm² atau MPa)
σ_y	Tegangan pada sumbu y (N/mm² atau MPa)
σ_{xy}	Tegangan geser (N/mm² atau MPa)
$\sigma_{von\ mises}$	*Von mises stress* / tegangan tarik unaksial (MPa)
SF	*Safety factor*
Error	Persentase tingkat kepresisian perhitungan *von mises*

http://digilib.mercubuana.ac.id/