

**ANALISIS KEGAGALAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE FMEA
DAN FTA UNTUK MENENTUKAN PERAWATAN *UNDERCARRIAGE*
PADA KENDARAAN LISTRIK E-NIAGA GENI BIRU TIGA RODA**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

TONY HENDRATMOKO
NIM: 41318310037

**PROGAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2022**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEGAGALAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA UNTUK MENENTUKAN PERAWATAN *UNDERCARRIAGE* PADA KENDARAAN LISTRIK E-NIAGA GENI BIRU TIGA RODA



Disusun Oleh:

Nama : Tony Hendratmoko
NIM : 41318310037
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA
KULIAH TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2022**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KEGAGALAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE FMEA
DAN FTA UNTUK MENENTUKAN PERAWATAN *UNDERCARRIAGE*
PADA KENDARAAN LISTRIK E-NIAGA GENI BIRU TIGA RODA**

Disusun Oleh:

Nama : Tony Hendratmoko
NIM : 41318310037
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 06 April 2022

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA


Hadi Pranoto, ST., MT, Ph.D.
NIP. 114730437

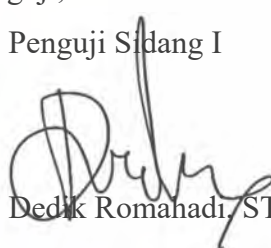
Penguji Sidang II


Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D.
NIP. 118690617


Kaprodi Teknik Mesin


Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D.
NIP. 118690617

Penguji Sidang I

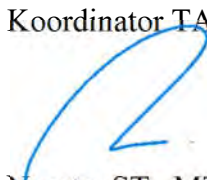

Dedik Romahadi, ST., M.Sc.
NIP. 116910542

Penguji Sidang III


Fajar Anggara, ST., M.Eng
NIP. 118910610

Mengetahui,

Koordinator TA


Nurato, ST., MT
NIP. 114730438

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Tony Hendratmoko

NIM : 41318310037

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : ANALISIS KEGAGALAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA UNTUK MENENTUKAN PERAWATAN *UNDERCARRIAGE* PADA KENDARAAN LISTRIK E-NIAGA GENI BIRU TIGA RODA

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya 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.

Bekasi, 15 April 2022

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



(Tony Hendratmoko)

PENGHARGAAN

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya laporan tugas akhir berjudul “Analisis Kegagalan Untuk Menentukan Perawatan *Undercarriage* Pada Kendaraan Listrik E-Niaga Geni Biru Tiga Roda”, dapat diselesaikan. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan mata kuliah tugas akhir. Dalam penyelesaian penulisan laporan tugas akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, atas segala bentuk bantuan yang telah diberikan, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Harwikarya, M.T. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhamad Fitri ST, M.Si., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Hadi Pranoto ST., M.T, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Universitas Mercu Buana.
5. Seluruh Dosen Pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, Ilmu yang kalian berikan adalah harta yang sangat berharga.
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doanya.
7. Teman-teman yang telah memberikan dukungan dan arahan, kebersamaan yang kita alami pasti akan terkenang sampai tua nanti.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan yang dibuat baik disengaja maupun tidak disengaja, dikarenakan keterbatasan ilmu pengetahuan dan wawasan serta pengalaman yang penulis miliki. Untuk itu penulis memohon maaf atas segala kekurangan tersebut. Penulis tidak menutup diri terhadap segala saran dan kritik serta masukan yang membangun bagi diri penulis.

Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan masyarakat luas. Aamiin.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PENGHARGAAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. STATISTIK KENDARAAN LISTRIK E-NIAGA	5
2.1.1. PENGERTIAN KENDARAAN	5
2.1.2. STATISTIK KENDARAAN di INDOESIA	6
2.1.3. REGULASI PERATURAN PEMERINTAH No. 55 TAHUN 2012 TENTANG KENDARAAN	8
2.2. SEPEDA MOTOR LISTRIK	9
2.2.1. Teori Dasar Sepeda Motor Listrik	9
2.2.2. Jenis – Jenis Motor Listrik	10
2.3. KOMPONEN E-NIAGA GENI BIRU TIGA RODA	21
2.3.1. Motor Listrik	21
2.3.2. Gardan atau <i>Differential</i>	22

2.3.3.	Baterai	23
2.3.4.	Kontroler	24
2.3.5.	Rangka	24
2.3.6.	<i>Bearing</i>	26
2.4.	PERAWATAN	29
2.4.1.	<i>Predictive Maintenance</i>	29
2.4.2.	Metode Perawatan Prediksi	29
2.5.	DIAGRAM PARETO	33
2.6.	<i>FAULT TREE ANALISYS (FTA)</i>	34
2.6.1.	Pengertian <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	34
2.6.2.	Contoh Penggunaan FTA	39
2.7.	FMEA (<i>FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS</i>)	42
2.7.1.	Pengertian FMEA	43
2.7.2.	Tipe FMEA	44
2.7.3.	Tujuan Penerapan FMEA	45
2.7.4.	Keuntungan FMEA	46
2.7.5.	Variabel FMEA	46
2.8.	RPN (<i>RISK PRIORITY NUMBER</i>)	49
2.9.	PENELITIAN TERDAHULU	50
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		53
3.1.	DIAGRAM ALIR	53
3.2.	SPEKIFIKASI KENDARAAN	54
3.2.1.	Spesifikasi Kendaraan Listrik E-Niaga	54
3.2.2.	Kegiatan Pembuatan Kendaraan Listrik E-Niaga	58
3.2.3.	Langkah-langkah Pengujian	60
3.3.	ALAT dan BAHAN	61
3.3.1.	Alat	61
3.3.2.	Bahan	62
3.4.	METODE PENGUMPULAN DATA METODE FMEA	62
3.5.	METODE PENGOLAHAN DATA <i>FAULT TREE ANALYSIS</i>	67
3.6.	PERHITUNGAN DISTRIBUSI BEBAN	69
3.7.	SPEKIFIKASI <i>BEARING</i>	71

3.7.1.	<i>Bearing</i> Roda Depan	71
3.7.2.	<i>Bearing</i> Roda Belakang	75
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA HASIL		77
4.1.	METODE FMEA dan FTA	77
4.2.	PERHITUNGAN DISTRIBUSI BEBAN	78
4.3.	PERHITUNGAN UMUR <i>BEARING</i> RODA DEPAN	79
4.4.	PERHITUNGAN UMUR <i>BEARING</i> RODA BELAKANG	80
4.5.	PEMBAHASAN	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		83
5.1.	KESIMPULAN	83
5.2.	SARAN	83
DAFTAR PUSTAKA		84
LAMPIRAN		87



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jenis Kendaraan BBM	6
Gambar 2.2. Diagram Grafik Kendaraan	6
Gambar 2.3. Proyeksi Penjualan Kendaraan Listrik	7
Gambar 2.4. Motor Listrik	10
Gambar 2.5. Jenis Motor Listrik	11
Gambar 2.6. Motor AC	11
Gambar 2.7. Konsep Motor Induksi	12
Gambar 2.8. Struktur Motor Induksi	13
Gambar 2.9. Putaran Motor Induksi	14
Gambar 2.10. Diagram Torsi Keluaran Motor Induksi	15
Gambar 2.11. Aturan Tangan Kiri Flemming	17
Gambar 2.12. Gambar Motor BLDC	19
Gambar 2.13. Lilitan Pada Stator Motor BLDC	20
Gambar 2.14. Gambar Rotor Motor BLDC	21
Gambar 2.15. Motor 3000 watt	21
Gambar 2.16. Gardan	22
Gambar 2.17. Baterai	23
Gambar 2.18. model sasis E-Niaga Geni Biru 3 Roda	24
Gambar 2.19. Jarak sumbu dengan center beban	25
Gambar 2.20. Free body diagram	26
Gambar 2.21. Bearing	27
Gambar 2.22. Beban Bearing	27
Gambar 2.23. Diagram Pareto	34
Gambar 2.24. Gerbang OR	37
Gambar 2.25. Gerbang AND	37
Gambar 2.26. Gambar FTA	38
Gambar 2.27. Diagram FTA	41
Gambar 3.1. Diagram Alir	53
Gambar 3.2. Rancangan Dimensi Kendaraan Listrik E-Niaga	54
Gambar 3.3. Desain kabin E-Niaga	55
Gambar 3.4. Desain Pembuatan Rangka Kendaraan E-Niaga	55

Gambar 3.5. Kendaraan Listrik E-Niaga Geni Biru Tiga Roda	56
Gambar 3.6. Motor 3000 W	58
Gambar 3.7. Rencana Proses Pekerjaan Pembuatan Kendaraan Listrik E-Niaga	59
Gambar 3.8. Perkembangan Proses Pembuatan Kendaraan E-Niaga	60
Gambar 3.9. Lokasi Bengkel dan Lokasi Pengujian	61
Gambar 3.10. Pengujian Kendaraan	63
Gambar 3.11. Diagram Pareto Kerusakan	67
Gambar 3.12. Diagram FTA kegagalan bearing	68
Gambar 3.13. Dimensi Motor Listrik	70
Gambar 3.14. Free Body Diagram	70
Gambar 3.15. Gambar bearing 6202 Z	72
Gambar 3.16. Bearing Rusak dan Karat	73
Gambar 3.17. Ukuran Diameter luar	74
Gambar 3.18. Ukuran Diameter Dalam Standar	74
Gambar 3.19. Ukuran Diameter Yang Over	74
Gambar 3.20. Ukuran Diameter Bola	75
Gambar 3.21. Ukuran Diameter Yang Rusak	75
Gambar 3.22. Bearing roda belakang	76
Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Ukuran Bearing	81
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Umur Bearing	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Regulasi PP No. 55 Tahun 2012	8
Tabel 2.2. Perbandingan Jenis Bantalan Berdasarkan Beban yang Diterima	28
Tabel 2.3. Simbol Dalam FTA	35
Tabel 2.4. Data hasil suvei	39
Tabel 2.5. Contoh Tabel FMEA	43
Tabel 2.6. Tingkat Severity	47
Tabel 2.7. Tingkat <i>Occurrence</i>	47
Tabel 2.8. Tingkat <i>Detection</i>	48
Tabel 2.9. Tabel RPN	49
Tabel 2.10. Penelitian Terdahulu	50
Tabel 3.1. Spesifikasi Kendaraan Listrik E-Niaga	56
Tabel 3.2. Deskripsi Motor	57
Tabel 3.3. Nilai Severity	63
Tabel 3.4. Nilai Occurrence	64
Tabel 3.5. Nilai Detection	64
Tabel 3.6. Tabel FMEA Komponen E-Niaga	65
Tabel 3.7. Urutan komponen kritis	66
Tabel 3.8. Data Penyebab Kerusakan	68
Tabel 3.9. Berat komponen kendaraan	69
Tabel 3.10. Spesifikasi bearing Koyo	72
Tabel 3.11. Spesifikasi Bearing	76
Tabel 4.1. Basic event	77
Tabel 4.2. Nilai Event	77
Tabel 4.3. Gaya reaksi roda	78
Tabel 4.4. Beban distribusi roda	78
Tabel 4.5. Umur bearing	79
Tabel 4.6. Prediksi kerusakan	79
Tabel 4.7. Umur bearing	80
Tabel 4.8. Prediksi kerusakan	80
Tabel 4.9. Perbandingan ukuran kerusakan	81
Tabel 4.10. Perhitungan Umur Bearing	82

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
θ	Besar Sudut yang Terbentuk
\emptyset	Besar Diameter
ω	Kecepatan Sudut
η	Nilai efisiensi



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
LCGC	<i>Low-Cost Green Car</i>
FTA	<i>Fault Tree Analisis</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analisis</i>
RPN	<i>Risk Priority Number</i>
UU	Undang-undang
BBM	Bahan Bakar Minyak
SPKLU	Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum
ESDM	Energi dan Sumber Daya Mineral
CNN	<i>Cable News Network</i>
BPS	Badan Pusat Statistik
BLDC	<i>Brushless DC motor</i>
mAH	<i>Mili Ampere Hours</i>
FRF	<i>Frequency Response Function</i>
IoT	<i>Internet of Thing</i>
PAS	<i>Pedal Assit System</i>

UNIVERSITAS
MERCU BUANA