

**ANALISA PENYEBAB KERUSAKAN BAN *SCRAP*
UNTUK MERANCANG REKOMENDASI PERBAIKAN BAN
PADA ALAT BERAT DI PT ZGA**

TESIS



Oleh

ATHORIQIN TEGSU SYAHPUTRA

NIM.24.111.012

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
PEMINATAN MANAJEMEN INDUSTRI**

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FEBRUARI

2026

**ANALISA PENYEBAB KERUSAKAN BAN *SCRAP*
UNTUK MERANCANG REKOMENDASI PERBAIKAN BAN
PADA ALAT BERAT DI PT ZGA**

TESIS

Diajukan kepada
Institut Teknologi Nasional Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Menyelesaikan Program Studi Magister Teknik Industri
Peminatan Manajemen Industri

Oleh:

**ATHORIQIN TEGSU SYAHPUTRA
NIM.24.111.012**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
PEMINATAN MANAJEMEN INDUSTRI**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FEBRUARI
2026**

Tesis oleh Athoriqin Tegsu Syahputra 24111012, ini telah diperiksa dan disetujui dalam ujian.

Malang, 18 Februari 2026

Pembimbing I



Ir. Fourry Handoko, ST., SS., MT., PhD., IPU
NIP. Y. 1030100359

Pembimbing II

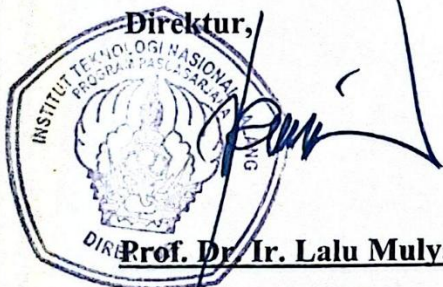


Dr. Prima Vitasari, SIP., MPd., MT
NIP. P. 1031200464

Mengetahui,
Institut Teknologi Nasional Malang
Program Pascasarjana

PPs ITN Malang

Direktur,



Prof. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT.
NIP. Y. 1018700153

Magister Teknik Industri

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Ir. Julianus Hutabarat, MSIE
NIP. Y. 10185000942



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN TESIS

PROGRAM STUDI : MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

Nama : Athoriqin Tegsu Syahputra
NIM : 24111012
JURUSAN : Teknik Industri
PEMINATAN : Manajemen Industri
JUDUL : Analisa Penyebab Kerusakan Ban Scrap untuk Merancang
Rekomendasi Perbaikan Ban pada Alat Berat di PT ZGA

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Tesis Jenjang Program Studi
Pascasarjana Magister Teknik (S2).

Pada Hari : Rabu
Tanggal : 18 Februari 2026
Dengan Nilai : 4.0 (A)

Panitia Ujian Tesis

KETUA

Ir. Fourry Handoko, ST., SS., MT., PhD., IPU
NIP. Y. 1030100359

SEKRETARIS

Dr. Prima Vitasari, SIP., MPd., MT
NIP. P. 1031200464

Penguji 1

Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT
NIP. Y. 1030000357

Penguji 2

Ir. Fuad Achmadi MSc., PhD
NIP. P. 1031300471

PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur PLAGIASI, saya bersedia Tesis ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (Magister Teknik) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 18 Februari 2026



Athoriqin Tegsu Syahputra
NIM. 24111012

ABSTRAK

Pertambangan batu bara dengan sistem terbuka (*open pit*) menggunakan *haul truck* yang merupakan *unit wheel* sebagai alat angkut material hasil tambang dari *front loading* menuju *dumping point* dengan biaya operasional 50% - 60%. Perawatan ban OTR yang tidak optimal dapat mengakibatkan kerusakan dengan dampak: mengurangi umur pakai dan meningkatkan biaya operasional, sehingga target yang telah ditentukan dalam bentuk KPI tidak tercapai. Biaya operasional penggunaan ban menempati urutan kedua dalam industri pertambangan. Biaya ban terbuang pada penelitian ini mencapai Rp. 1.383.090.656,87 akibat terjadinya *premature scrap* dengan 12 jenis kerusakan ban *scrap*. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi aktor penyebab kerusakan ban berdasarkan jenis kerusakannya untuk meningkatkan masa pakai ban dan mengurangi biaya operasional di industri pertambangan terbuka. Penelitian menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Data diperoleh dari laporan internal, studi pustaka, kuesioner responden ahli, dan *Focus Group Discussion* (FGD) dengan tim *tyre*. FTA mengidentifikasi lima faktor penyebab ban *scrap* yaitu *tyre awareness* operator kurang (8%), habit operator (6%), mengejar target produksi (4%), *tyre awareness* *tyreman* kurang (4%), dan ketersediaan unit (4%) dari 121 faktor penyebab. Terdapat 11 dari 12 jenis kerusakan didominasi oleh *tyre awareness* operator kurang. Analisis FMEA dengan nilai RPN tertinggi yaitu kerusakan *Inner Liner Separation* sebesar 343. Rekomendasi perbaikan yang dirancang untuk mengurangi terjadinya kerusakan ban *Inner Liner Separation* khususnya menghindari terjadinya *premature scrap* yaitu meningkatkan perawatan tekanan angin pada ban agar sesuai standar dan perhitungan, meningkatkan perawatan rim dan komponen, pengoperasian unit yang baik, dan meningkatkan *housekeeping*/perawatan area kerja. Pencapaian umur pakai ban tidak hanya menjadi tanggung jawab tim *tyre* akan tetapi menjadi tanggung jawab bersama semua departemen.

Kata kunci: *awareness*, FMEA, FTA, OTR, RCM, RPN, *tyre*.

ABSTRACT

Open-pit coal mining operations utilize haul trucks, which are wheel-type units serving as material transport equipment to convey mined material from the front-loading area to the dumping point, accounting for 50%-60% of operational costs. Suboptimal maintenance of OTR tyres can lead to damage that reduces tyre lifespan and increases operational expenses, thereby hindering the achievement of predetermined Key Performance Indicators (KPIs). Operational costs of tyre use rank second in the mining industry. Tyre waste in this research reached IDR 1,383,090,656.87 due to premature scrap occurrences involving 12 types of tyre damage. This research aims to identify contributing factors of tyre damage based on damage classification to extend tyre lifespan and reduce operational costs in open-pit mining operations. The research employs Reliability Centered Maintenance (RCM) methodology with Fault Tree Analysis (FTA) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Data were obtained from internal reports, literature review, expert respondent questionnaires, and Focus Group Discussion (FGD) sessions with the tyre team. FTA identified five contributing factors of tyre scrap: inadequate operator tyre awareness (8%), operator habits (6%), production target pressure (4%), inadequate tyre technician awareness (4%), and unit availability constraints (4%) out of 121 total contributing factors. Eleven of the twelve damage types were predominantly attributed to inadequate operator tyre awareness. FMEA analysis revealed the highest Risk Priority Number (RPN) value of 343 for Inner Liner Separation damage. Improvement recommendations designed to reduce Inner Liner Separation tyre damage and prevent premature scrap include: maintaining proper tyre pressure inflation according to standards and calculations, enhancing rim and component maintenance, implementing appropriate unit operation practices, and improving work area housekeeping and maintenance. Achieving tyre lifespan targets is not solely the responsibility of the tyre team but requires commitment from all departments.

Keywords: awareness, FMEA, FTA, OTR, RCM, RPN, tyre.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat Rahmat-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tesis dengan judul: Analisa Penyebab Kerusakan Ban *Scrap* untuk Merancang Rekomendasi Perbaikan pada Alat Berat di PT ZGA.

Laporan tesis ini selain merupakan salah satu syarat akademis yang harus ditempuh oleh mahasiswa program pasca sarjana, juga untuk menambah ilmu bagi penulis dan pembaca.

Melalui kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT, selaku Direktur Program Pascasarjana Institut Teknologi Malang
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Julianus Hutabarat, MSIE, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Peminatan Manajemen Teknik Industri Institut Teknologi Malang.
3. Bapak Ir. Fourry Handoko, ST.,SS.,MT.,PhD.,IPU, selaku dosen Pembimbing I.
4. Ibu Dr. Prima Vitasari, SIP., MPd., MT, selaku dosen Pembimbing II.
5. Bapak dan Ibu dosen Program Pasca Sarjana Program Studi Teknik Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Bapak dan Ibu bagian administrasi Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan.
8. PT ZGA site FOF sebagai tempat penelitian tesis.
9. Rekan – rekan tim *tyre* PT ZGA khususnya dari site FOF.
10. Teman – teman Magister Teknik Industri Angkatan 2024 atas bantuan, dukungan dan kebersamaannya.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang sifatnya membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan,

guna kesempurnaan tesis ini dan dapat berguna bagi penelitian – penelitian selanjutnya.

Akhirnya penulis mohon maaf kepada semua pihak yang terkait jika ada kesalahan kata atau perbuatan selama penulis belajar di Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Nasional Malang. Semoga tesis ini dapat membarikan manfaat dalam menambah pengetahuan dan wawasan kepada kita semua.

Malang, 18 Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN	
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS	i
ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Perawatan Ban Alat Berat	7
2.1.1 Ban Truk Alat Berat Pertambangan	7
2.1.2 Jenis Kerusakan Ban Truk Alat Berat Pertambangan	9
a. <i>Bead Damage</i>	9
b. <i>Bead Rupture/Burst</i>	10
c. <i>Bulging</i>	10
d. <i>Chafer Damage</i>	11
e. <i>Impact Sidewall</i>	13
f. <i>Inner Liner Separation</i>	14
g. <i>Repair Failure</i>	14

h.	<i>Run Flat</i>	15
i.	<i>Shoulder Separation</i>	16
j.	<i>Sidewall Cut</i>	17
k.	<i>Sidewall Separation</i>	19
l.	<i>Tread Separation Lifting</i>	20
2.1.3	Performa Ban	22
2.2	FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>).....	24
2.3	FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>).....	25
2.3.1.	Tahapan Pembuatan FMEA	26
2.3.2.	<i>Risk Priority Number (RPN)</i>	26
2.4	Penelitian Terdahulu	28
2.4.1.	Saadaari dkk (2024)	28
2.4.2.	Mamani dkk (2024).....	29
2.4.3.	Malakoutikhah dkk (2022).....	29
2.4.4.	Galatia (2020).....	29
2.4.5.	Sari (2020).....	30
2.5	Peta Penelitian.....	30
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1	Rancangan Penelitian	32
3.2	Instrumen Penelitian.....	33
3.2.1.	Jenis Kerusakan Ban <i>Scrap</i> di PT ZGA site FOF dan faktor penyebabnya	33
3.2.2.	<i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	34
3.2.3.	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	34
3.2.4.	<i>Focus Group Discussion (FGD)</i>	42
3.3	Pengumpulan Data	42
3.4	Analisis Data	43
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1	Deskripsi Objek Penelitian.....	45
4.2	<i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	45
4.3	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	102
4.4	Rekomendasi Perbaikan	109

4.5	Pembahasan.....	111
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		117
5.1	Kesimpulan	117
5.2	Saran.....	118
DAFTAR PUSTAKA		119
LAMPIRAN.....		121

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Rincian Performa Ban Scrap 27.00R49 2025	3
Tabel 2.1 Pengurangan Umur Rata – Rata Ban <i>Scrap</i>	23
Tabel 2.2 Simbol <i>Gate</i> FTA.....	24
Tabel 2.3 Kriteria Severity FMEA.....	27
Tabel 2.4 Kriteria <i>Occurance</i> FMEA	27
Tabel 2.5 Kriteria <i>Detection</i> FMEA	28
Tabel 2.6 Peta Penelitian.....	31
Tabel 3.1 Faktor Penyebab Kerusakan Ban Scrap	33
Tabel 3.2 Kategori Penilaian <i>Severity</i>	34
Tabel 3.3 Kategori Penilaian <i>Occurance</i>	35
Tabel 3.4 Kategori Penilaian <i>Detection</i>	36
Tabel 3.5 Faktor Penyebab Kerusakan Ban <i>Scrap</i>	36
Tabel 4.1 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Pengereman ataupun Akselerasi Mendadak.....	46
Tabel 4.2 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Berbelok dengan Kecepatan Tinggi	46
Tabel 4.3 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Kecepatan Tinggi (Over Speed) .	46
Tabel 4.4 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Pengoperasian Unit yang Tidak Baik	47
Tabel 4.5 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Menyisir Pembatas Jalan	47
Tabel 4.6 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Ban Tidak Duduk Sempurna di Rim	47
Tabel 4.7 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Spinning.....	47
Tabel 4.8 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Kurang Hati – Hati saat Bongkar Pasang Ban ke Rim	48
Tabel 4.9 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Sliding	48
Tabel 4.10 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Kegagalan Produk pada Konstruksi Ban	49

Tabel 4.11 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Benturan Keras dengan Material	49
Tabel 4.12 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Penggunaan Peralatan yang Tidak Tepat.....	50
Tabel 4.13 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Problem pada Rim dan Komponen (Deformasi, Karat, dll)	50
Tabel 4.14 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Ban Kontak dengan Material Tajam	51
Tabel 4.15 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Rim Komponen yang Tidak Sesuai	51
Tabel 4.16 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Nilai TKPH (Ton Kilometer per Hour) Site Lebih dari Nilai TKPH Ban (Spesifikasi Ban Tidak Sesuai dengan Area Kerja).....	52
Tabel 4.17 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Perawatan Tekanan Angin Ban Buruk.....	52
Tabel 4.18 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Penyimpanan Ban yang Tidak Baik	52
Tabel 4.19 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Tikungan Tajam	52
Tabel 4.20 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Area Kerja Tergenang Air	53
Tabel 4.21 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Beban berlebih pada ban (Overload)	53
Tabel 4.22 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Kegagalan Perbaikan Ban	53
Tabel 4.23 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Kualitas Perbaikan Ban yang Kurang Baik	53
Tabel 4.24 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Panas Berlebih Hasil Pengereman dari <i>Brake Drum</i>	54
Tabel 4.25 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Udara Terjebak (<i>Air Trap</i>) Saat Proses Perbaikan	55
Tabel 4.26 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Undulasi (Jalan Bergelombang)	55
Tabel 4.27 Rangkuman Hasil Wawancara FTA <i>Valve</i> Bermasalah	55
Tabel 4.28 Rangkuman Hasil Wawancara FTA <i>Housekeeping</i> /Perawatan Area Kerja Buruk.....	57

Tabel 4.29 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Batu Terperangkap di <i>Dual Fitment</i>	58
Tabel 4.30 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Objek Asing Terperangkap Antara <i>Bead</i> dan <i>Flange</i>	59
Tabel 4.31 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Panas Berlebih pada Ban Akibat Operasi	64
Tabel 4.32 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Tekanan Angin Ban Berlebih (<i>Over Pressure</i>)	70
Tabel 4.33 Rangkuman Hasil Wawancara FTA <i>Flexing</i> Berlebih pada Ban	77
Tabel 4.34 Rangkuman Hasil Wawancara FTA <i>O-Ring</i> Bermasalah.....	81
Tabel 4.35 Rangkuman Hasil Wawancara FTA Tekanan Angin Ban Kurang (<i>Low Pressure</i>)	86
Tabel 4.36 Faktor Penyebab setiap Jenis Kerusakan Ban <i>Scrap</i>	102
Tabel 4.37 Perhitungan <i>Risk Priority Number</i>	104
Tabel 4.38 Perancangan Rekomendasi Perbaikan	110
Tabel 4.39 Proyeksi Umur Ban <i>Scrap</i> Hasil Perbaikan	114
Tabel 4.40 Proyeksi Performa Ban <i>Scrap</i> Berdasarkan Spesifikasi	114
Tabel 4.41 Proyeksi Performa Ban <i>Scrap</i> Berdasarkan Tindakan Perbaikan	115

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Performa Ban <i>Scrap</i>	2
Gambar 1.2 Porsentase Pencapaian Umur Ban Tahun 2025.....	2
Gambar 1.3 Kerusakan Ban Scrap 27.00R49 Tahun 2025	3
Gambar 2.1 Bagian – Bagian Ban Radial dan Bias	8
Gambar 2.2 Keterangan Ukuran Ban dan Aspek Rasio	8
Gambar 2.3 <i>Bead Damage</i>	9
Gambar 2.4 <i>Bead Base Damage</i>	9
Gambar 2.5 <i>Bead Rupture/Burst</i>	10
Gambar 2.6 <i>Bead Break/CBU (Cord Breaking Up)</i>	10
Gambar 2.7 <i>Bulging</i>	11
Gambar 2.8 <i>Bead Bulging</i>	11
Gambar 2.9 <i>Chafer Damage</i>	11
Gambar 2.10 Kerusakan Area <i>Chafer</i>	12
Gambar 2.11 <i>Chafer Cracking</i>	12
Gambar 2.12 <i>Impact Sidewall</i>	13
Gambar 2.13 Kerusakan <i>Impact Sidewall</i>	13
Gambar 2.14 Kerusakan <i>Impact Sidewall</i> dan <i>CBU</i>	14
Gambar 2.15 <i>Inner Liner Separation/Blister</i>	14
Gambar 2.16 <i>Repair Failure</i>	15
Gambar 2.17 Kerusakan <i>Repair Failure</i>	15
Gambar 2.18 <i>Run Flat</i>	15
Gambar 2.19 Kerusakan <i>Run Flat</i>	16
Gambar 2.20 <i>Shoulder Separation</i>	16
Gambar 2.21 <i>Shoulder Belt Separation</i>	16
Gambar 2.22 TKPH Related <i>Shoulder Separation</i>	17
Gambar 2.23 Kerusakan <i>Shoulder Separation</i>	17
Gambar 2.24 <i>Sidewall Cut</i>	18
Gambar 2.25 Overdefleksi <i>Sidewall Cut</i>	18
Gambar 2.26 <i>Sidewall Rock Cut</i>	18

Gambar 2.27 Kerusakan <i>Sidewall Cut</i>	19
Gambar 2.28 <i>Sidewall Separation</i>	19
Gambar 2.29 Kerusakan <i>Sidewall Separation</i>	20
Gambar 2.30 <i>Tread Separation/Lifting</i>	20
Gambar 2.31 Jenis Kerusakan <i>Tread Separation</i>	21
Gambar 2.32 Kerusakan <i>Tread Separation</i>	22
Gambar 2.33 Muatan Berlebih Mengurangi Umur Pakai Ban	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	44
Gambar 4.1 Dokumentasi Wawancara FTA	45
Gambar 4.2 FTA <i>Bead Damage</i>	90
Gambar 4.3 FTA <i>Bead Rupture/Burst</i>	91
Gambar 4.4 FTA <i>Buging</i>	92
Gambar 4.5 FTA <i>Chafer Damage</i>	93
Gambar 4.6 FTA <i>Impact Sidewall</i>	94
Gambar 4.7 FTA <i>Inner Liner Separation</i>	95
Gambar 4.8 FTA <i>Repair Failure</i>	96
Gambar 4.9 FTA <i>Run Flat</i>	97
Gambar 4.10 FTA <i>Shoulder Separation</i>	98
Gambar 4.11 FTA <i>Sidewall Cut</i>	99
Gambar 4.12 FTA <i>Sidewall Separation</i>	100
Gambar 4.13 FTA <i>Tread Separation Lifting</i>	101
Gambar 4.14 Jabatan Responden	103
Gambar 4.15 Masa Kerja Responden	103

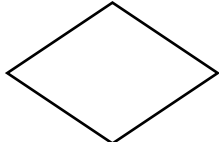
DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi Ujian Tesis.....	122
Lampiran 2. Dokumentasi Wawancara dan <i>Focus Group Discussion</i> (FGD)....	123
Lampiran 3. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Pengereman ataupun akselerasi mendadak	124
Lampiran 4. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Berbelok dengan kecepatan tinggi	125
Lampiran 5. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Kecepatan tinggi (<i>Overspeed</i>)	125
Lampiran 6. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Pengoperasian unit yang tidak baik.....	126
Lampiran 7. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Menyisir pembatas jalan ...	126
Lampiran 8. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – <i>Spinning</i>	127
Lampiran 9. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – <i>Sliding</i>	128
Lampiran 10. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Benturan keras dengan material.....	129
Lampiran 11. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Ban kontak dengan material tajam.....	130
Lampiran 12. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Ban tidak duduk sempurna di rim	131
Lampiran 13. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Penggunaan peralatan yang tidak tepat.....	132
Lampiran 14. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Kurang hati – hati saat bongkar pasang ban ke rim.....	132
Lampiran 15. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Objek asing terperangkap antara <i>bead</i> dan <i>flange</i>	133
Lampiran 16. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Kegagalan produk pada konstruksi ban	134
Lampiran 17. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Problem pada rim dan komponen (deformasi, karat, dll)	134

Lampiran 18. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Rim komponen yang tidak sesuai	135
Lampiran 19. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Panas berlebih hasil pengereman dari <i>brake drum</i>	136
Lampiran 20. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – <i>Valve</i> bermasalah	137
Lampiran 21. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – <i>O-ring</i> bermasalah	138
Lampiran 22. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Panas berlebih pada ban akibat operasi	139
Lampiran 23. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Nilai TKPH (<i>Ton Kilometer per Hour</i>) site lebih dari nilai TKPH ban (Spesifikasi ban tidak sesuai dengan area kerja)	140
Lampiran 24. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Batu terperangkap di <i>dual fitment</i>	141
Lampiran 25. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Tekanan angin ban kurang (<i>low pressure</i>).....	142
Lampiran 26. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Tekanan angin ban berlebih (<i>over pressure</i>)	143
Lampiran 27. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Perawatan tekanan angin ban buruk	144
Lampiran 28. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Penyimpanan ban yang tidak baik.....	145
Lampiran 29. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Kegagalan perbaikan ban	145
Lampiran 30. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Kualitaas perbaikan ban yang kurang baik.....	146
Lampiran 31. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Udara terjebak (<i>air trap</i>) saat proses perbaikan.....	146
Lampiran 32. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Beban berlebih pada ban (<i>Overload</i>).....	147
Lampiran 33. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – <i>Flexing</i> berlebih pada ban	148
Lampiran 34. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Tikungan tajam	148
Lampiran 35. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – <i>Houskeeping</i> /perawatan area kerja buruk	149

Lampiran 36. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Undulasi (Jalan bergelombang)	150
Lampiran 37. Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Area kerja tergenang air..	150
Lampiran 38. Ranking faktor penyebab kerusakan ban.....	151
Lampiran 39. Porsentase Faktor Penyebab Setiap Jenis Kerusakan Ban.....	156
Lampiran 40. Uji Instrumentasi Kuesioner <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	165
Lampiran 41. Respon Responden Kuesioner <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	181
Lampiran 42. Respon Responden Kuesioner <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) – Rekomendasi Perbaikan	181
Lampiran 43. Kode Respon Responden <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	184
Lampiran 44. Surat Bimbingan Tesis.....	201
Lampiran 45. Lembar Asistensi Tesis.....	202
Lampiran 46. Sertifikat TOEFL	205
Lampiran 47. Tes Plagiasi (<i>Originality Report</i>)	206
Lampiran 48. LOA (<i>Acceptance Letter</i>)	207

ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

	= Menyatakan penyebab resiko.
	= Memerlukan analisis lanjutan.
	= Menyatakan peristiwa tersebut tidak dapat dianalisis lebih lanjut karena informasi dan data tidak cukup.
	= Memerlukan analisa lanjutan diluar dari peristiwa resiko utama.
	= Resiko dapat terjadi jika seluruh input dibawahnya terjadi (<i>AND</i>).
	= Resiko dapat terjadi jika minimal salah satu input peristiwa dibawahnya terjadi (<i>OR</i>).
CBU	= <i>Cord Breaking Up</i>
FGD	= <i>Focus Group Discussion</i>
FMEA	= <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
FTA	= <i>Fault Tree Analysis</i>
KPI	= <i>Key Performance Indicator</i>
MIP	= <i>Machine Inspection Program</i>
OTR	= <i>Off the Road</i>
<i>PM Service</i>	= <i>Periodic Maintenance Service</i>
RCM	= <i>Reliability Centered Maintenance</i>
RPN	= <i>Risk Priority Number</i>
<i>Scrap</i>	= Tidak dapat dioperasikan kembali
TKPH	= <i>Ton Kilometer per Hours</i>
<i>Tyre Waste</i>	= Biaya penggunaan ban terbuang
TUR	= <i>Tread Utilization Ratio</i> (Rasio pemakaian tebal telapak ban/ <i>availability</i> ban)
<i>Premature Scrap</i>	= Tidak dapat dioperasikan kembali sebelum mencapai target KPI

LT	=	<i>Lifetime (hours)</i>
HM	=	<i>Hours Meter (hours)</i>
TUR	=	<i>Tread Utilization Ratio (%)</i>
RTD	=	<i>Remain Tread Depth (mm)</i>
OTD	=	<i>Original Tread Depth (mm)</i>
WR	=	<i>Wear Rate (hours/mm)</i>
LE	=	<i>Projection Life (hours)</i>