

TUGAS AKHIR
ANALISIS KERUSAKAN PADA SISTEM REM *FULL AIR*
***BRAKE* MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA**
(STUDI KASUS: PT SAFARI DHARMA SAKTI)

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh :

DANANG ADI WIBOWO

20021010

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2024

TUGAS AKHIR
ANALISIS KERUSAKAN PADA SISTEM REM *FULL AIR*
***BRAKE* MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA**
(STUDI KASUS: PT SAFARI DHARMA SAKTI)

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh :

DANANG ADI WIBOWO

20021010

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2024

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KERUSAKAN PADA SISTEM REM *FULL AIR BRAKE*
MENGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA
(STUDI KASUS: PT SAFARI DHARMA SAKTI)**

*ANALYSIS OF FAILURES IN FULL AIR BRAKE SYSTEM
USING FMEA AND FTA METHODS
(CASE STUDY: PT SAFARI DHARMA SAKTI)*

disusun oleh :

**DANANG ADI WIBOWO
20021010**

Telah disetujui oleh :

Pembimbing



**Helmi Wibowo, S.Pd., M.T
NIP. 199006212019021001**

Tanggal 21 Juni 2024..

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS KERUSAKAN PADA SISTEM REM *FULL AIR BRAKE*
MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA
(STUDI KASUS: PT SAFARI DHARMA SAKTI)

ANALYSIS OF FAILURES IN FULL AIR BRAKE SYSTEM USING FMEA AND FTA
METHODS (CASE STUDY: PT SAFARI DHARMA SAKTI)

Disusun oleh :

DANANG ADI WIBOWO
20021010

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal 4 Juli 2024

Ketua Sidang

Tanda tangan

Ethys Pranoto, S.T., M.T
NIP. 198006022009121001



Penguji 1

Tanda tangan

Faris Humami, M.Eng
NIP. 199011102019021002



Penguji 2

Tanda tangan

Helmi Wibowo, S.Pd., M.T
NIP. 199006212019021001



Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknologi Rekayasa Otomotif



Ery Muthoriq, S.T., M.T
NIP.198307042009121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Danang Adi Wibowo

Notar : 20021010

Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir dengan judul "ANALISIS KERUSAKAN PADA SISTEM REM *FULL AIR BRAKE* MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA (STUDI KASUS: PT SAFARI DHARMA SAKTI)" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa laporan tugas akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 20 Juni 2024

Yang menyatakan,



Danang Adi Wibowo

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya serta segala kemudahan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr selaku direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan;
2. Bapak Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T selaku ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif;
3. Bapak Helmi Wibowo, S.Pd., M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan serta bimbingannya;
4. Kedua orang tua, Bapak Alm. Dwi Raharjo dan Ibu Haryani Utari Wulan serta Kakak, Adik dan Keponakan yang selalu memberikan semangat, doa restu serta dukungannya;
5. Seluruh dosen dan jajarannya Civitas Akademika Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan atas segala ilmu serta pengalaman yang telah diberikan;

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima dengan senang hati apabila terdapat kritik dan saran yang berkenaan dengan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT.

Tegal, 20 Juni 2024

Yang menyatakan,



Danang Adi Wibowo

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
INTISARI	x
<i>ABSTRACT</i>	<i>xi</i>
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Batasan Masalah	4
I.5 Manfaat Penelitian	4
I.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	6
II.2 Kendaraan	8
II.3 Sistem Rem	10
II.4 Metode <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA)	22
II.5 Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	24
II.6 Penelitian Yang Relevan.....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	28

III.1	Tempat Penelitian.....	28
III.2	Objek Penelitian	28
III.3	Jenis Penelitian	28
III.4	Diagram Alir Penelitian.....	29
III.5	Teknik Pengumpulan Data.....	31
III.6	Teknik Analisis Data.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
IV.1	Pengumpulan Data	39
IV.2	Pengolahan Data	42
IV.3	Rekomendasi	84
BAB V PENUTUP		86
V.1	Kesimpulan	86
V.2	Saran	87
DAFTAR PUSTAKA		88
LAMPIRAN		91

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Regulasi Tentang Pemeriksaan Sistem Rem	19
Tabel II.2 Simbol <i>Event</i> dan <i>Gate</i> FTA	25
Tabel II.3 Penelitian Relevan	26
Tabel III.1 Pertanyaan Wawancara Identifikasi Risiko Kerusakan.....	31
Tabel III.2 Form Observasi	32
Tabel III.3 Lembar FMEA	33
Tabel III.4 Tingkat <i>Severity</i>	34
Tabel III.5 Tingkat <i>Occurrence</i>	35
Tabel III.6 Tingkat <i>Detection</i>	36
Tabel IV.1 Jenis Kerusakan Komponen Sistem Rem <i>Full Air Brake</i>	41
Tabel IV.2 Data Interval Waktu Penggunaan Komponen	42
Tabel IV.3 Fungsi pada Komponen Sistem Rem <i>Full Air Brake</i>	57
Tabel IV.4 Potensi Mode Kegagalan (<i>Failure Mode</i>).....	60
Tabel IV.5 Potensial Efek Kegagalan (<i>Effect of Failure</i>)	60
Tabel IV.6 Penyebab Kegagalan (<i>Causes of failure</i>)	64
Tabel IV.7 Nilai <i>Severity</i> , <i>Occurance</i> , <i>Detection</i> dan Perhitungan Nilai RPN	66
Tabel IV.8 Nilai RPN (<i>Risk Priority Number</i>).....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Kompresor	11
Gambar II.2 <i>Air Tank</i>	11
Gambar II.3 <i>Brake Chamber</i>	12
Gambar II.4 <i>Slack Adjuster</i>	13
Gambar II.5 <i>Brake Valve</i>	13
Gambar II.6 <i>Relay Valve</i>	14
Gambar II.7 <i>Brake Lining dan Brake Drum (Tromol)</i>	14
Gambar II.8 <i>S-cam Brake Assembly</i>	15
Gambar II.9 <i>Air dryer</i>	15
Gambar II.10 <i>Air Hose</i>	16
Gambar II.11 Mekanisme Kerja Sistem Rem <i>Full Air Brake</i>	17
Gambar III.1 Lokasi Penelitian PT Safari Dharma Sakti.....	28
Gambar III.2 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar III.3 Diagram Pohon Kesalahan	38
Gambar IV.1 Proses Perbaikan Bus PT Safari Dharma Sakti.....	39
Gambar IV.2 Interval Waktu Penggunaan Komponen	43
Gambar IV.3 Klep Katup Kompresor Mengalami Keausan	45
Gambar IV.4 <i>Ring piston</i> kompresor Mengalami Keausan.....	45
Gambar IV.5 <i>Air tank</i> mengalami Korosi dan Kebocoran Ringan	46
Gambar IV.6 Karet Diafragma <i>Brake Chamber</i> Bocor	47
Gambar IV.7 <i>Seal</i> Aus dan Bocor pada <i>Brake Valve</i>	49
Gambar IV.8 Kampas Rem Aus.....	50
Gambar IV.9 Selang Angin Mengalami Kebocoran	51
Gambar IV.10 <i>Air dryer</i> Mengalami Kebocoran.....	53
Gambar IV.11 <i>O-Ring Seal</i> Pada <i>Relay Valve</i> yang Mengalami Keausan	54
Gambar IV.12 <i>Spring</i> Pengunci yang Putus pada Komponen <i>Slack adjuster</i>	55
Gambar IV.13 Diagram FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>) Kerusakan <i>Ring piston</i> kompresor Aus.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rekomendasi SOP Pemeriksaan Bus PT Safari Dharma Sakti	92
Lampiran 2	Diagram Alir Pembaruan Sistem Pemeriksaan Bus PT Safari Dharma Sakti	94
Lampiran 3	Form Pemeriksaan Harian Komponen Sistem Rem Full air brake Bus PT Safari Dharma Sakti.....	98
Lampiran 4	Sampel Data Catatan Kerusakan Kendaraan Dari Januari 2020 – Februari 2024	108
Lampiran 5	Rekap Data Kerusakan Komponen Sistem Rem Full Air Brake Dari Tahun 2020 - 2023	124
Lampiran 6	Perhitungan Interval Waktu Penggunaan Komponen	128
Lampiran 7	Hasil Observasi	131
Lampiran 8	Dokumentasi Wawancara.....	137

INTISARI

Meningkatnya penggunaan bus berdampak pada risiko kecelakaan di jalan raya, terutama akibat kegagalan rem. KNKT menilai perlunya menganalisis penyebab dan dampak kerusakan komponen rem untuk panduan program inspeksi. Komponen sistem rem memiliki fungsi yang vital, sehingga setiap bus harus berfungsi dengan baik. Namun, perawatan komponen *full air brake* pada bus PT Safari Dharma Sakti dengan trayek seputar Pulau Jawa, Bali dan Nusa Tenggara kurang diperhatikan, karena masih terdapat kerusakan pada komponen yang mengakibatkan pengereman tidak berfungsi dengan baik. Selain itu, komponen dilakukan perbaikan setelah adanya laporan kerusakan dari pengemudi. Jika suku cadang tidak tersedia, komponen dari bus yang tidak aktif akan digunakan sebagai penggantinya. Hal ini sangat berbahaya jika kerusakan pada sistem rem terjadi saat bus sedang beroperasi.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis kerusakan komponen kritis dan mengidentifikasi akar penyebab kerusakan komponen kritis menggunakan Metode FMEA dan FTA, sehingga dapat memberikan suatu rekomendasi untuk mengurangi risiko kerusakan dan mengetahui potensi kerusakan pada komponen sistem rem jenis *Full Air Brake*. Jenis penelitian yang digunakan kualitatif dimana penelitian ini akan mendeskripsikan terkait identifikasi potensi kerusakan, penyebab dan akibat kerusakan pada komponen sistem rem jenis *Full air brake*.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan sepuluh jenis risiko kerusakan dengan nilai RPN tertinggi sebesar 72 yaitu pada komponen kompresor udara dengan jenis kerusakan *Ring piston* kompresor mengalami keausan. Penyebab dasar terjadinya kerusakan karena faktor manusia yaitu kerusakan sering tidak terdeteksi karena kurangnya kesadaran pengemudi terhadap tanda-tanda kerusakan ringan, kurangnya pemeriksaan rutin dan ketidakterersediaan suku cadang. Faktor mesin yaitu karena kurangnya pelumasan yang memadai, Kebocoran udara ringan yang tidak segera diperbaiki, penumpukan kotoran pada ring piston serta penggunaan oli yang sudah tidak layak. Rekomendasi untuk meningkatkan pemahaman dan mengurangi potensi kerusakan yaitu pemeliharaan preventif berupa *Routine Maintenance* dengan dibuatnya sistem pemeriksaan yang lebih terarah. Dengan penerapan perawatan preventif yang rutin risiko kegagalan sistem rem dapat diminimalkan dan meningkatkan keselamatan.

Kata kunci: Kegagalan rem, Rem Udara, FMEA, Risk Priority Number, FTA, Pemeliharaan preventif.

ABSTRACT

The increasing use of bus transportation has impacted the risk of road accidents, particularly due to brake failures. The National Transportation Safety Committee (KNKT) considers it necessary to analyze the causes and effects of brake component failures to guide inspection programs. Brake system components have a vital function, ensuring that each bus operates correctly. However, maintenance of the full air brake components on PT Safari Dharma Sakti buses, which operate routes around Java, Bali, and Nusa Tenggara, is often neglected. This neglect results in component failures that cause braking inefficiencies. Repairs are typically performed only after drivers report issues, and if spare parts are unavailable, components from inactive buses are used as replacements. This practice is hazardous if brake system failures occur while buses are in operation.

The purpose of this study is to identify the types of critical component failures and determine their root causes using FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) and FTA (Fault Tree Analysis) methods. The goal is to provide recommendations for reducing failure risks and understanding potential failures in full air brake system components. This qualitative research describes the identification of potential failures, their causes, and consequences in full air brake system components.

Based on the research findings, ten types of failure risks were identified, with the highest Risk Priority Number (RPN) of 72 found in the air compressor component, specifically due to piston ring wear. The root causes of these failures include human factors, such as undetected damages due to drivers' lack of awareness of minor signs of damage, insufficient routine inspections, and unavailability of spare parts. Mechanical factors include inadequate lubrication, unaddressed minor air leaks, dirt accumulation on the piston rings, and the use of degraded oil. Recommendations to enhance understanding and reduce potential failures involve implementing a more systematic routine maintenance inspection system. Routine preventive maintenance can minimize the risk of brake system failures and enhance safety.

Keywords: Brake failure, Air brakes, FMEA, Risk Priority Number, FTA, Preventive maintenance.