



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS KERUSAKAN DUDUKAN FLEKSIBEL OLI
TRANSMISI PADA UNIT KRDI K3 3 09 09–12 DI PT
KAI (PERSERO) DIVRE II SUMBAR**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Iqbal Fernandi Putra

NIM. 2302311065

**PROGRAM STUDI D -III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS KERUSAKAN DUDUKAN FLEKSIBEL OLI
TRANSMISI PADA UNIT KRDI K3 3 09 09–12 DI PT KAI
(PERSERO) DIVRE II SUMBAR**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Iqbal Fernandi Putra
NIM. 2302311065

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KERUSAKAN DUDUKAN FLEKSIBEL OLI TRANSMISI PADA
UNIT KRDI K3 3 09 09-12 DI PT KAI (PERSERO) DIVRE II SUMBAR**

Oleh:

Iqbal Fernandi Putra

NIM. 2302311065

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir sudah di setujui oleh pmbimbing

Pembimbing 1

Asep Apriana, S.T., M.Kom.

NIP. 196211101989031004

Pembimbing 2

Dhea Tisane Ardhan, S.Hum., M.Hum.

NIP. 199703082022032018

Kepala Program Studi

Diploma Teknik Mesin

Nabila Yudisha, S.T., M.T.

NIP : 199311302023212045



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KERUSAKAN DUDUKAN FLEKSIBEL OLI TRANSMISI PADA
UNIT KRDI K3 3 09 09-12 DI PT KAI (PERSERO) DIVRE II SUMBAR**

Oleh:

Iqbal Fernandi Putra

NIM. 2302311065

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 27 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Asep Apriana S.T., M.Kom.	Ketua		27/7.26
2	Ir. Sepriandi Parningotan, S.T., M.T., IPM.	Anggota		31/7/26
3	Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T.	Anggota		31/7/26

Depok, 27 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri S.T., M.Si
NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanggung jawab di bawah ini:

Nama : Iqbal Fernandi Putra

NIM : 2302311065

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 27 Juli 2026



Iqbal Fernandi Putra
NIM. 2302311065



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS KERUSAKAN DUDUKAN FLEKSIBEL OLI TRANSMISI PADA UNIT KRDI K3 3 09 09–12 DI PT KAI (PERSERO) DIVRE II SUMBAR

Iqbal Fernandi Putra

¹⁾Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus
UI Depok, 16424

E-mail : iqbal.fernandi.putra.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Dudukan fleksibel oli transmisi merupakan komponen pendukung pada sistem pelumasan transmisi Kereta Rel Diesel Indonesia (KRDI) yang berfungsi menjaga kestabilan posisi selang fleksibel selama kereta beroperasi. Berdasarkan hasil observasi di PT Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi Regional II Sumatera Barat, ditemukan permasalahan berupa pergeseran dudukan fleksibel yang berpotensi menyebabkan gesekan pada selang, mempercepat keausan, serta meningkatkan risiko kebocoran oli transmisi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi akar penyebab pergeseran dudukan fleksibel oli transmisi dan menyusun usulan modifikasi desain untuk meningkatkan kestabilan konstruksi. Penelitian menggunakan metode deskriptif melalui observasi lapangan, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur. Analisis dilakukan menggunakan Fishbone Diagram, 5 Whys, dan Root Cause Analysis (RCA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama pergeseran dudukan adalah desain *existing* yang belum memiliki kekakuan struktur yang memadai, distribusi beban yang belum optimal, serta belum mempertimbangkan pengaruh getaran selama operasi. Berdasarkan hasil analisis tersebut, diusulkan modifikasi desain berupa peningkatan kekakuan konstruksi, optimalisasi distribusi beban, dan penguatan sistem pengikat. Usulan modifikasi ini diharapkan dapat meningkatkan kestabilan dudukan fleksibel, mengurangi potensi pergeseran dan kebocoran oli transmisi, serta mendukung peningkatan keandalan sistem pelumasan pada KRDI.

Kata kunci: Kereta Rel Diesel Indonesia (KRDI), dudukan fleksibel, sistem pelumasan transmisi, Root Cause Analysis (RCA), Fishbone Diagram, 5 Whys, modifikasi desain.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analysis of Transmission Oil Flexible Mount Failure on KRDI Unit K3 3 09 09–12 at PT KAI (Persero) Regional Division II West Sumatra

Iqbal Fernandi Putra

¹⁾Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus
UI Depok, 16424

E-mail : iqbal.fernandi.putra.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

The transmission oil flexible bracket is a supporting component of the transmission lubrication system in the Indonesian Diesel Railcar (Kereta Rel Diesel Indonesia/KRDI), serving to maintain the stability of the flexible oil hose during train operation. Based on observations conducted at PT Kereta Api Indonesia (Persero) Regional Division II West Sumatra, the flexible bracket was found to experience displacement, which may cause hose friction, accelerate wear, and increase the risk of transmission oil leakage. This study aims to identify the root causes of the transmission oil flexible bracket displacement and to propose a design modification to improve its structural stability. The research employed a descriptive method through field observations, interviews, documentation, and literature review. Data were analyzed using the Fishbone Diagram, 5 Whys, and Root Cause Analysis (RCA) methods. The results indicate that the primary cause of the bracket displacement is the existing design, which lacks sufficient structural rigidity, has inadequate load distribution, and does not adequately consider the effects of operational vibration. Based on these findings, a design modification is proposed by increasing structural rigidity, optimizing load distribution, and strengthening the fastening system. The proposed design is expected to improve the stability of the flexible bracket, reduce the potential for displacement and transmission oil leakage, and enhance the reliability of the transmission lubrication system in the KRDI.

Keywords: Indonesian Diesel Railcar (KRDI), transmission oil flexible bracket, transmission lubrication system, Root Cause Analysis (RCA), Fishbone Diagram, 5 Whys, design modification.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Modifikasi Dudukan Fleksibel Oli Transmisi Pada Unit KRDI K3 3 09 09–12 DI PT KAI (Persero) DIVRE II SUMBAR”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga kegiatan Penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang kepada penulis.
3. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Asep Apriana, S.T, M.Kom., selaku dosen pembimbing 1 Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Dhea Tisane Ardhan, S.Hum, M.Hum., selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan dan memberi masukan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Diri sendiri yang telah berjuang dalam menyelesaikan studi selama 3 tahun. Dengan beragam DINAMIKA yang ada di dalam nya sehingga ada di titik sekarang.
8. Kelas ME-2C 2023, dan juga teman seperjuangan penulis kelas “Maintenance 2023” selama masa berkuliah penulis di Politeknik Negeri Jakarta.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9. Keluarga M23 yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, terimakasih banyak atas seluruh kesempatan hingga penulis bisa ada di sini.
10. Teman teman sekolah penulis yg pernah menempuh studi yang sama selama 3 tahun di SMK HUTAMA BEKASI, yang selalu *men-support* penulis selama masa penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, diharapkan adanya kritik dan saran untuk perbaikan kedepannya.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi mahasiswa untuk pengembangan di dunia industri.

Depok, 27 Juli 2026

Iqbal Fernandi Putra
NIM. 2302311065

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematis Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Kereta Rel Diesel Indonesia (KRDI)	8
2.1.1. Sistem Penggerak (<i>Drive System / Engine</i>).....	10
2.1.2. Sistem Transmisi (<i>Transmission System</i>).....	11
2.1.3. Sistem Pengereman (<i>Braking System</i>)	12
2.1.4. Sistem Suspensi (<i>Suspension System</i>) gambar blm.....	13
2.1.5. Sistem Kelistrikan (<i>Electrical System</i>)	13
2.2 Sistem Transmisi.....	14
2.2.1. Menyalurkan Tenaga Mesin.....	14
2.2.2. Mengatur Torsi dan Kecepatan	15
2.2.3. Menyesuaikan Putaran Roda.....	15
2.2.4. Menjaga Efisiensi Tenaga	15
2.3 Sistem Pelumasan Oli Transmisi.....	16



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3.1. Tangki Oli (<i>Oil Sump / Reservoir Tank</i>).....	16
2.3.2. Pipa Saluran Oli (<i>Oil Lines / Piping</i>).....	16
2.3.3. Pompa Oli (<i>Oil Pump</i>).....	17
2.3.4. Filter Oli (<i>Oil Filter</i>).....	17
2.3.5. Dudukan Fleksibel (<i>Mounts / Anti-Vibration Rubber</i>).....	17
2.4 Dudukan Fleksibel Oli Transmisi	18
2.4.1. Kebocoran Oli	18
2.4.2. Kerusakan Sambungan Pipa (<i>Pipe Joint Failure</i>).....	18
2.4.3. Penurunan Efisiensi Transmisi.....	19
2.4.4. Gangguan Operasional Kereta	19
2.5 Getaran Mekanik.....	19
2.5.1. Beban Dinamis (<i>Dynamic Load</i>).....	20
2.5.2. Ketidakseimbangan Putaran (<i>Rotational Unbalance</i>).....	20
2.5.3. Kondisi Rel (<i>Track Conditions</i>).....	20
2.6 Penelitian menggunakan <i>Root Cause Analysis</i> (RCA)	21
2.6.1 Diagram <i>Fishbone</i>	21
2.6.2 5 <i>Whys</i>	22
2.6.3 <i>Failure Tree Analysis</i>	22
2.7 Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2 Penjelasan Langkah – Langkah Penelitian.....	26
3.2.1 Mulai	26
3.2.2 Identifikasi Masalah.....	26
3.2.3 Studi Literatur	26
3.2.4 Studi Lapangan.....	27
3.2.5 Proses Pengumpulan Data.....	27
3.2.6 Proses Analisis Data.....	28
3.2.7 Pembuatan Laporan.....	31
3.2.8 Selesai	31
BAB IV	32



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Hasil Observasi Lapangan.....	32
4.1.1 Kondisi Dudukan Fleksibel Oli Transmisi.....	32
4.2 Analisis Dibantu Menggunakan <i>Failure Tree Analysis</i> (FTA).....	32
4.3 Analisis Fishbone Diagram	34
4.4 Analisis 5 Whys.....	42
4.5 <i>Root Cause Analysis</i> (RCA).....	42
4.6 Usulan Tindakan Perbaikan	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 KESIMPULAN.....	45
5.2 SARAN	47
LAMPIRAN.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	52

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Unit KRDI.....	9
Gambar 2. 2 Cummins N14 R.....	10
Gambar 2. 3 Voith Turbo T211re4 (2 speed).....	11
Gambar 2. 4 Sistem Pengereman KRDI	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Diagram Fishbone: Faktor Man	35
Gambar 4.2 Diagram Fishbone: Faktor Machine.....	36
Gambar 4.3 Diagram Fishbone: Faktor Material	37
Gambar 4.4 Diagram Fishbone: Faktor Method	38
Gambar 4.5 Diagram Fishbone: Faktor Measurement.....	39
Gambar 4.6 Diagram Fishbone: Faktor Environment.....	40





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	24
Tabel 4. 1 Tabel Analisis 5 Whys	42





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan salah satu sektor penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi, mobilitas masyarakat, serta distribusi barang dan jasa. Di Indonesia, transportasi kereta api menjadi salah satu moda transportasi yang memiliki tingkat efisiensi tinggi karena mampu mengangkut penumpang dalam jumlah besar dengan tingkat keselamatan yang baik serta biaya operasional yang relatif rendah dibandingkan moda transportasi lainnya. (Ayunia, 2021)

PT. Kereta Api Indonesia (Persero) sebagai perusahaan penyedia layanan transportasi kereta api terus melakukan peningkatan terhadap kualitas sarana dan prasarana guna mendukung kelancaran operasional dan meningkatkan pelayanan kepada masyarakat. Salah satu bentuk pengembangan tersebut adalah penggunaan Kereta Rel Diesel Indonesia (KRDI) sebagai sarana transportasi penumpang pada beberapa wilayah operasional. (Ruland, 2016)

Kereta Rel Diesel Indonesia (KRDI) merupakan jenis kereta yang menggunakan mesin diesel sebagai sumber tenaga penggerak utama. Sistem penggerak pada KRDI terdiri dari beberapa komponen penting seperti mesin diesel, sistem transmisi, sistem pendingin, dan sistem pelumasan. Seluruh komponen tersebut bekerja secara terintegrasi untuk menghasilkan performa operasional yang optimal. (PT Industri Kereta Api (Persero), 2014)

Sistem transmisi memiliki fungsi yang sangat penting dalam proses penyaluran tenaga dari mesin menuju roda penggerak. Sistem ini bekerja pada kondisi beban tinggi dan menerima getaran secara terus-menerus selama kereta beroperasi. Oleh karena itu, sistem transmisi membutuhkan pelumasan yang baik agar gesekan antar komponen dapat diminimalkan sehingga keausan dapat dikurangi (Londa, 2023).

Salah satu bagian penting dalam sistem pelumasan transmisi adalah saluran oli transmisi beserta dudukan fleksibelnya. Dudukan fleksibel berfungsi sebagai



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

penyangga saluran oli agar tetap berada pada posisi yang stabil selama kereta beroperasi. Selain itu,udukan fleksibel juga berfungsi untuk meredam getaran dan mengurangi beban yang diterima sambungan saluran oli.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi Regional II Sumatera Barat, ditemukan beberapa permasalahan pada dudukan fleksibel oli transmisi KRDI. Permasalahan yang ditemukan mencakup, pergeseran posisi dudukan yang disebabkan oleh beban dinamis, serta timbulnya kebocoran pada jalur oli transmisi. Kerusakan pada sistem transmisi dapat menyebabkan gangguan operasional kereta api dan meningkatkan biaya perawatan. Jika kondisi tersebut tidak segera ditangani, maka dapat mempengaruhi keandalan sarana kereta api serta menurunkan tingkat keselamatan operasional.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu upaya perbaikan melalui rancangan modifikasi dudukan fleksibel oli transmisi yang lebih kuat, stabil, dan mampu meredam getaran dengan lebih baik. Modifikasi dilakukan dengan mempertimbangkan aspek kekuatan material, distribusi beban, kemudahan perawatan, serta efisiensi pemasangan.

Rancangan modifikasi ini diharapkan mampu meningkatkan kestabilan sistem pelumasan transmisi, mengurangi risiko kebocoran oli, memperpanjang umur pakai komponen, serta meningkatkan keandalan operasional KRDI milik PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi Regional II Sumatera Barat.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan hasil rancangan dapat menjadi solusi teknis terhadap permasalahan yang terjadi pada dudukan fleksibel oli transmisi KRDI dan dapat dijadikan sebagai referensi pengembangan sistem perawatan sarana perkeretaapian di masa mendatang.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil observasi dan identifikasi permasalahan yang ditemukan pada dudukan fleksibel oli transmisi KRDI milik PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi Regional II Sumatera Barat, diketahui bahwa terdapat beberapa kendala teknis yang mempengaruhi kestabilan sistem transmisi. Permasalahan tersebut berkaitan dengan kekuatan konstruksi dudukan, pengaruh getaran selama operasional, serta potensi kerusakan pada sambungan saluran oli transmisi.

Kondisi tersebut menyebabkan perlunya dilakukan analisis dan perancangan ulang terhadap dudukan fleksibel agar mampu bekerja lebih optimal dan memiliki tingkat keandalan yang lebih baik. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada beberapa permasalahan utama yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Faktor apa saja yang menyebabkan kerusakan pada dudukan fleksibel oli transmisi?
2. Bagaimana merancang modifikasi dudukan fleksibel oli transmisi yang lebih kuat dan stabil?

1.3 Batasan Masalah

Dalam suatu penelitian diperlukan adanya batasan masalah agar pembahasan yang dilakukan lebih terarah, fokus, dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Batasan masalah juga bertujuan untuk memperjelas ruang lingkup penelitian sehingga proses analisis dan perancangan dapat dilakukan secara efektif sesuai dengan data dan kondisi di lapangan.

Pada penelitian ini, pembahasan difokuskan pada rancangan modifikasi dudukan fleksibel oli transmisi KRDI milik PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi Regional II Sumatera Barat. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada KRDI milik PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi Regional II Sumatera Barat.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Penelitian difokuskan pada dudukan fleksibel oli transmisi.
3. Pengujian dilakukan secara observasi lapangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Setiap penelitian yang dilakukan tentunya memiliki tujuan yang ingin dicapai sebagai hasil dari proses analisis dan perancangan yang dilakukan. Tujuan penelitian menjadi dasar dalam menentukan arah pembahasan serta menjadi acuan dalam penyelesaian permasalahan yang ditemukan di lapangan.

Pada penelitian ini, tujuan utama yang ingin dicapai adalah menghasilkan rancangan modifikasi dudukan fleksibel oli transmisi KRDI yang lebih kuat, stabil, dan mampu mengurangi pengaruh getaran selama operasional kereta api. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan keandalan sistem transmisi serta mempermudah proses perawatan komponen.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penyebab terjadinya kerusakan pada dudukan fleksibel oli transmisi.
2. Merancang modifikasi dudukan fleksibel oli transmisi.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis bagi berbagai pihak yang berkaitan dengan bidang perawatan dan pengembangan sarana perkeretaapian. Selain menjadi sarana penerapan ilmu pengetahuan yang diperoleh selama masa perkuliahan, penelitian ini juga diharapkan mampu memberikan solusi terhadap permasalahan yang terjadi pada sistem transmisi KRDI.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam proses perawatan, perbaikan, maupun pengembangan komponen dudukan fleksibel oli transmisi agar sistem operasional kereta api dapat berjalan dengan lebih optimal.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan, pengetahuan, dan pengalaman penulis dalam bidang teknik mesin khususnya mengenai sistem transmisi, sistem pelumasan, serta perancangan dan modifikasi komponen mekanik. Selain itu, penelitian ini juga menjadi sarana penerapan ilmu yang telah diperoleh selama proses perkuliahan ke dalam kondisi nyata di dunia industri, khususnya pada bidang perkeretaapian.

Melalui penelitian ini, penulis dapat memahami proses identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis kerusakan, hingga proses perancangan modifikasi komponen secara sistematis dan terstruktur.

2. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan dan pertimbangan bagi PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi Regional II Sumatera Barat dalam meningkatkan kualitas sistem transmisi KRDI, khususnya pada bagian dudukan fleksibel oli transmisi.

Rancangan modifikasi yang dihasilkan diharapkan mampu membantu mengurangi tingkat kerusakan komponen, mengurangi potensi kebocoran oli transmisi, meningkatkan kestabilan sistem selama operasional, serta menekan biaya perawatan akibat kerusakan yang terjadi secara berulang.

Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat mendukung peningkatan keandalan dan keselamatan operasional sarana kereta api.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Bagi Institusi Pendidikan

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi dan sumber informasi bagi institusi pendidikan, khususnya pada Program Studi Teknik Mesin, dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang perancangan dan pemeliharaan komponen mekanik.

Selain itu, laporan tugas akhir ini dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran dan acuan bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian serupa mengenai sistem transmisi, sistem pelumasan, maupun modifikasi komponen pada sarana transportasi kereta api di masa mendatang.

1.6 Sistematis Penulisan

Sistematika penulisan merupakan gambaran umum mengenai susunan dan isi dari laporan tugas akhir yang disusun secara terstruktur. Sistematika ini bertujuan untuk mempermudah pembaca dalam memahami pembahasan yang terdapat pada setiap bab serta mengetahui hubungan antar bagian dalam laporan.

Penyusunan laporan tugas akhir ini dibagi ke dalam beberapa bab yang saling berkaitan, mulai dari pendahuluan hingga kesimpulan akhir penelitian. Adapun sistematika penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari:

1. BAB I PENDAHULUAN : memuat latar belakang penelitian yang menjelaskan alasan dan dasar pemikiran dilakukannya penelitian mengenai rancangan modifikasi dudukan fleksibel oli transmisi KRDI. Pada bab ini juga diuraikan rumusan masalah yang menjadi fokus utama penelitian, batasan masalah yang digunakan untuk membatasi ruang lingkup pembahasan agar penelitian lebih terarah, serta tujuan penelitian yang ingin dicapai. Selain itu, bab ini juga memuat manfaat penelitian yang diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun dunia industri, serta sistematika penulisan yang memberikan gambaran umum mengenai susunan keseluruhan isi laporan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA menguraikan teori-teori yang relevan dan mendukung pelaksanaan penelitian, meliputi teori sistem transmisi, sistem pelumasan, dudukan fleksibel, getaran mekanik, material teknik, serta proses perancangan komponen mekanik. Pada bab ini juga disajikan hasil-hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan sebagai bahan perbandingan dan referensi ilmiah dalam proses analisis dan perancangan..
3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN menjelaskan secara rinci metode penelitian yang digunakan dalam proses perancangan modifikasi dudukan fleksibel oli transmisi KRDI. Bab ini juga menguraikan alat dan bahan yang digunakan selama penelitian berlangsung, serta tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan secara sistematis mulai dari studi literatur, pengumpulan data, proses perancangan, hingga pengujian dan evaluasi hasil rancangan.
4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN menyajikan hasil rancangan modifikasi dudukan fleksibel oli transmisi KRDI yang telah dibuat berdasarkan metodologi yang telah ditetapkan. Pada bab ini dipaparkan analisis terhadap data yang diperoleh selama proses penelitian, serta pembahasan secara mendalam mengenai temuan-temuan yang didapatkan, termasuk perbandingan antara kondisi sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi sehingga dapat diketahui efektivitas dari rancangan yang dihasilkan.
5. BAB V PENUTUP memuat kesimpulan yang merangkum secara ringkas seluruh hasil penelitian yang telah dilakukan, menjawab rumusan masalah serta tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain itu, bab ini juga memuat saran yang dapat dijadikan rekomendasi bagi penelitian selanjutnya maupun pengembangan lebih lanjut terkait modifikasi dudukan fleksibel oli transmisi KRDI di masa yang akan datang.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis kegagalan dudukan fleksibel oli transmisi pada unit KRDI K3 3 09 09–12 di PT Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi Regional II Sumatera Barat, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil observasi lapangan, ditemukan permasalahan berupa pergeseran dudukan fleksibel oli transmisi yang berpotensi menyebabkan perubahan posisi selang fleksibel, meningkatkan risiko gesekan antar komponen, mempercepat keausan, serta berpotensi menimbulkan kebocoran pada sistem pelumasan transmisi.
2. Hasil analisis menggunakan *Failure Tree Analysis* (FTA) menunjukkan bahwa pergeseran dudukan fleksibel disebabkan oleh kombinasi beberapa faktor, yaitu kondisi material yang mulai mengalami penurunan kualitas, getaran mesin dan sistem transmisi selama operasi, metode inspeksi yang belum optimal, belum adanya pengukuran kondisi dudukan secara berkala, serta pengaruh lingkungan operasi berupa getaran dan perubahan temperatur.
3. Berdasarkan Fishbone Diagram dan 5 Whys, diperoleh bahwa akar penyebab (*root cause*) pergeseran dudukan fleksibel adalah belum optimalnya proses evaluasi dan inspeksi terhadap kondisi dudukan selama operasi sehingga perubahan kondisi seperti kelonggaran baut, keausan clamp, maupun penurunan kestabilan dudukan tidak dapat terdeteksi secara dini.
4. Hasil Root Cause Analysis (RCA) menunjukkan bahwa permasalahan yang terjadi tidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor, tetapi merupakan hubungan antara faktor manusia (*Man*), mesin (*Machine*), material (*Material*), metode (*Method*), pengukuran (*Measurement*), dan lingkungan (*Environment*). Oleh karena itu, upaya perbaikan perlu dilakukan secara menyeluruh melalui



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

peningkatan sistem inspeksi, evaluasi kondisi dudukan, serta penyempurnaan tindakan pemeliharaan.

5. Berdasarkan hasil analisis tersebut, tindakan perbaikan yang diusulkan meliputi penyempurnaan prosedur inspeksi dudukan fleksibel, pemeriksaan kekencangan baut secara berkala, penggantian komponen yang telah mengalami keausan, evaluasi kondisi dudukan selama operasi, serta usulan penyempurnaan konstruksi dudukan sebagai rekomendasi untuk meningkatkan keandalan sistem pelumasan transmisi.





5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. PT Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi Regional II Sumatera Barat disarankan untuk menambahkan pemeriksaan kondisi dudukan fleksibel ke dalam prosedur inspeksi berkala sehingga potensi pergeseran dapat dideteksi lebih awal sebelum menyebabkan kerusakan yang lebih serius.
2. Pemeriksaan kekencangan baut (*torque checking*) dan kondisi clamp sebaiknya dilakukan secara berkala sesuai standar pemeliharaan untuk menjaga kestabilan dudukan fleksibel selama kereta beroperasi.
3. Perlu dilakukan evaluasi kondisi dudukan fleksibel secara berkala berdasarkan data hasil inspeksi maupun riwayat kerusakan sebagai dasar dalam menentukan tindakan pemeliharaan yang lebih efektif.
4. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan validasi terhadap usulan tindakan perbaikan melalui simulasi, analisis kekuatan struktur, atau pengujian eksperimental sehingga efektivitas usulan dapat dibuktikan secara kuantitatif.
5. Penelitian berikutnya juga dapat mengembangkan analisis dengan menggunakan metode keandalan lainnya, seperti *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) atau analisis getaran (*vibration analysis*), sehingga diperoleh evaluasi yang lebih komprehensif terhadap keandalan sistem transmisi KRDI.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

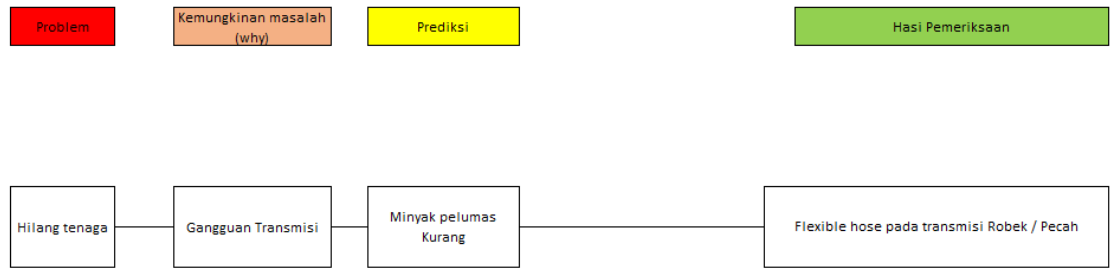


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 2 :



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 3



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 4



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Ayunia, N. &. (2021). *Analysis of Logistics Technology, Logistics Infrastructure and Quality of logistics services on E-Commerce Growth*.
- Bai, E. Y. (2021). Reliability modeling of gear system considering strength degradation. . *Journal of Physics: Conference Series*,.
- Bayrakceken, H. T. (2008). *Two cases of failure in the power transmission system on vehicles: A universal joint yoke and a drive shaft*.
- Bayrakceken, T. &. (2007). Analisis kegagalan pada sistem transmisi kendaraan. *Engineering Failure Analysis*.
- Chen, D. X. (2025). Fatigue reliability evaluation of heavy-haul locomotive car body underframe based on measured strain and virtual strain. *International Journal of Fatigue*.
- Daryanto. (2013). *Teknik mesin industri*. Satu Nusa.
- Ferro, R. &. (2021). Peningkatan umur fatigue dan kekuatan dinamis bracket penyangga mesin. *Iranian Journal of Science and Technology*.
- Fudan University. (2025). Failure Analysis of Gear on Rail Transit. 20 .
- Hafis, Z. A. (2023). *LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN SYSTEM PELUMASAN PADA ENGINE 7FDL8EFI CC 206*. REPOSITORY POLITEKNIK NEGERI JAKARTA .
- Idris, M. F. (2022). *Strategy practiced by rolling stock maintenance: A case study within the urban rail*. *Pertanika Journal of Social Sciences and Humanities*. UPM PRESS.
- Jun, H. B. (2015). *On condition based maintenance policy*. *Journal of Computational Design and Engineering*. Oxford University Press.
- Khalil, A. E.-S. (2022). Thermal Performance Analysis of Automotive Transmission Lubrication Systems. *SAE International Journal of Advances and Current Practices in Mobility*.
- Lalanne, C. (2014). Fatigue damage: Mechanical vibration and shock analysis. *Wiley-ISTE*, 2nd ed., Vol. 4.
- Liu, C. J. (2023). Research on the Influence of Charging Oil Conditions on the Axial Force of Hydraulic Torque Converter. *Machines*,.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Liu, Y. e. (2023). Experimental and numerical analysis of the static–dynamic characteristics and vibration fatigue failure mechanism of railway fastening clips. *International Journal of Rail Transportation*,. 414–436 .
- Londa, M. W. (2023). *Pengaruh Jenis Oli Pelumas terhadap Laju Keausan pada Kontak Dua Jenis Material*.
- Patel, T. H. (2009). *Vibration response of misaligned rotors*. *Journal of Sound and Vibration*.
- PT Industri Kereta Api (INKA). (n.d.). *Indonesian Diesel Multiple Unit (KRDI) Product Specification*. Retrieved from https://www.inka.co.id/produk/indonesian-diesel-multiple-unit?locale=en&utm_source=chatgpt.com
- PT Industri Kereta Api (Persero). (2014). *Kereta Rel Diesel Indonesia (KRDI)*. PT INKA. Banyuwangi.
- PT Industri Kereta Api (Persero). (2014). *Kereta Rel Diesel Indonesia (KRDI)*. PT INKA. Madiun .
- Ruland. (2016). Peningkatan kinerja PT. Kereta Api Indonesia pada pelayanan keamanan dan keselamatan publik dalam rangka ketahanan nasional. *Peningkatan kinerja PT. Kereta Api Indonesia pada pelayanan keamanan dan keselamatan publik dalam rangka ketahanan nasional*., 291–310.
- Ugural, A. C. (2016). *Mechanical design of machine components*. Taylor & Francis.
- Xu, L. J. (2022). Dynamic Performance Analysis of Railway Vehicle Gear Transmission System Considering Wheel–Rail Interaction. *Vehicle System Dynamics*.
- Xu, Y. D. (2021). Torque Converter Launch and Lock with Multi-Input Multi-Output Control. *SAE International Journal of Advances and Current Practices in Mobility*.
- Yang, Y. L. (2021). Transmission Fluid Properties' Effects on Performance Characteristics of a Torque Converter: A Computational Study. *Tribology Transactions*, 1055–1063.
- Yang, Y. L. (2021). *Transmission Fluid Properties' Effects on Performance Characteristics of a Torque Converter: A Computational Study*. Tribology Transactions.
- Zhang, X. Y. (2021). *Failure analysis of fractured motor bolts in high-speed train due to cardan shaft misalignment*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Zhang, X. Y. (2021). *Failure analysis of fractured motor bolts in high-speed train due to cardan shaft misalignment.*

Zhang, X. Y. (2021). *Failure analysis of fractured motor bolts in high-speed train due to cardan shaft misalignment.*

Zhang, Y. W. (2022). Wear Debris Detection and Condition Monitoring for Lubrication Systems: A Review. 291.

