

SKRIPSI SARJANA TERAPAN
ANALISIS KEANDALAN SISTEM PERANGKAI KERETA
PENUMPANG TERHADAP *CRACK COUPLER*
BODY TYPE E



Intelligentia - Dignitas

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur

Oleh:

MUHAMAD RIZKI

NIM: 1526422027

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
2026

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
BENTUK: SKRIPSI SARJANA TERAPAN

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
BENTUK: SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Nama Mahasiswa : Muhamad Rizki
NIM : 1526422027
Judul : Analisis Keandalan Sistem Perangkai Kereta Penumpang
Terhadap *Crack Coupler Body Type E*

Ini telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian tugas akhir.

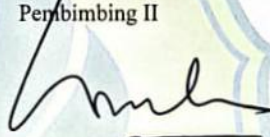
Jakarta, Juli 2026

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Siska Triik Dwiwati, M.T.

NIDN. 0012127803


Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T.

NIDN. 0001087704



LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

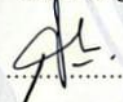
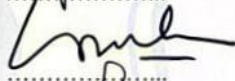
BENTUK: SKRIPSI SARJANA TERAPAN

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

BENTUK: SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Nama Mahasiswa : Muhamad Rizki
NIM : 1526422027
Program Studi/Fakultas : Teknologi Rekayasa Manufaktur/Teknik
Judul : Analisis Keandalan Sistem Perangkai Kereta
Penumpang Terhadap *Crack Coupler Body Type E*

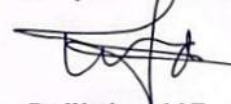
Ini telah dipertahankan di hadapan dewan penguji dan dinyatakan Lulus/ Tidak Lulus)* Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 24 Juli 2026

	Nama	Tanda Tangan
Dosen Pembimbing 1	<u>Dr. Siska Titik Dwiwati, M.T.</u> NIDN. 0012127803	
Dosen Pembimbing 2	<u>Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T.</u> NIDN. 0001087704	
Ketua Penguji	<u>Dr. Wardoyo, M.T.</u> NIDN. 0018087904	
Sekretaris Penguji	<u>Muhammad Fatihuddin, S.Pd., M.T.</u> NIP. 199409272025061003	
Dosen Ahli	<u>Dr. Sugeng Priyanto, M.sc.</u> NIDN. 0015096307	

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi
Rekayasa Manufaktur


Dr. Wardoyo, M.T.
NIDN. 0018087904

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Nama Mahasiswa : Muhamad Rizki
NIM : 1526422027
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Fakultas : Teknik
Judul : Analisis Keandalan Sistem Perangkai Kereta
Penumpang Terhadap *Crack Coupler Body Type E*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta, Juli 2026

Yang menyatakan



Muhamad Rizki

NIM.1526422027

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhamad Rizki
NIM : 1526422027
Fakultas/Prodi : Teknik / D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur
Alamat email : muhamadrizki200410@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Analisis Keandalan Sistem Perangkai Kereta Penumpang Terhadap Crack
Coupler Body Type E

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 10 Agustus 2026

Penulis

(Muhamad Rizki)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi penelitian di PT KAI UPT BalaiYasa Manggarai dengan judul **“Analisis Keandalan Sistem Perangkai Kereta Penumpang Terhadap Crack Coupler Body Type E.”** Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan tahapan Pendidikan Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur di Universitas Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan lancar tanpa adanya bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Wardoyo, M.T. selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur Universitas Negeri Jakarta.
2. Ibu Siska Titik Dwiwati, M.T. selaku Dosen Pembimbing I
3. Ibu Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T. selaku Dosen Pembimbing II
4. Bapak Drs. Wardoyo, M.T. selaku Pembimbing Akademik Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur Universitas Negeri Jakarta.
5. Untuk keluarga tercinta terutama Ibu penulis Ibu Aminah terimakasih atas segala doa dan dukungannya sehingga penulis bisa terus bersemangat.
6. Bapak Mursid selaku mentor di PT KAI UPT BalaiYasa Manggarai.
7. Bapak Luthfi selaku pembimbing lapangan di PT KAI UPT BalaiYasa Manggarai.
8. Seluruh karyawan PT KAI UPT BalaiYasa Manggarai khususnya di unit *quality control* yang telah membantu dalam kelancaran penelitian ini.
9. Kepada teman-teman seperjuangan penulis yaitu Immanuel Stewart P.S, dan Fajar Nugroho yang selalu kebersamai dalam proses skripsi ini, saling menguatkan dan berbagi tawa serta air mata. Terima kasih untuk cerita, pelukan hangat, dan semangat yang tak pernah padam.

Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif terhadap disiplin ilmu di program studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, serta bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan sebagai referensi maupun bahan pembelajaran. Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi

ini dapat memberikan manfaat, baik bagi institusi pendidikan, maupun PT KAI
UPT BalaiYasa Manggarai.

Jakarta, Januari 2026

Muhamad Rizki
NIM. 1526422027



ANALISIS KEANDALAN SISTEM PERANGKAI KERETA PENUMPANG TERHADAP *CRACK COUPLER BODY TYPE E*

Muhamad Rizki

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Siska Titik Dwiwati, M.T.

Dosen Pembimbing 2 : Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T.

ABSTRAK

Sistem perangkat kereta merupakan komponen penting yang berfungsi menghubungkan antar kereta serta meneruskan gaya tarik dan tekan selama operasional. Pada kereta penumpang di PT Kereta Api Indonesia UPT Balai Yasa Manggarai ditemukan kerusakan berupa *crack* pada *coupler type E* yang berpotensi menurunkan keandalan dan keselamatan operasional kereta api. Kerusakan tersebut diduga disebabkan oleh pembebanan berulang, kelelahan material (*fatigue*), benturan operasional, serta faktor lingkungan dan kualitas material. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keandalan sistem perangkat, mengidentifikasi penyebab terjadinya *crack*, serta mengetahui karakteristik kegagalan pada *coupler type E*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif, kuantitatif dengan pendekatan *failure analysis* dan analisis keandalan menggunakan distribusi *Weibull*. Data penelitian diperoleh melalui observasi lapangan, dokumentasi kerusakan, wawancara, dan data riwayat perawatan komponen. Analisis dilakukan menggunakan diagram *fishbone* untuk menentukan faktor penyebab kerusakan serta perhitungan keandalan untuk mengetahui probabilitas kegagalan dan estimasi umur pakai komponen. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam menentukan strategi perawatan yang lebih efektif guna meningkatkan keselamatan dan keandalan operasional kereta api.

Kata kunci: *Coupler, Crack, Distribusi Weibull, Failure Analysis, Keandalan*

ABSTRACT

The train coupling system is a critical component that connects train cars and transmits tensile and compressive forces during operation. In passenger trains at PT Kereta Api Indonesia UPT BalaiYasa Manggarai, damage in the form of cracks was found on Type E couplers, which has the potential to reduce the reliability and operational safety of trains. This damage is suspected to be caused by repeated loading, material fatigue, operational impacts, as well as environmental factors and material quality. This study aims to analyze the reliability level of the coupling system, identify the causes of the cracks, and determine the failure characteristics of Type E couplers. The research methods employed include qualitative and quantitative approaches, utilizing failure analysis and reliability analysis based on the Weibull distribution. Research data were obtained through field observations, damage documentation, interviews, and component maintenance history records. Analysis was performed using a fishbone diagram to determine the factors causing damage, as well as reliability calculations to determine the probability of failure and estimate the service life of the components. The results of this study are expected to serve as a basis for determining more effective maintenance strategies to improve railway safety and operational reliability.

Keywords: Coupler, Crack, Failure Analysis, Reliability, Weibull Distribution

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iii
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II KAJIAN TEORI	4
2.1 Landasan Teori	4
2.1.1 Sistem Perangkai Kereta (<i>Coupling Devices</i>)	4
2.1.2 Pengertian dan Material <i>Coupler</i>	6
2.1.3 Prinsip Kerja <i>Coupler</i> pada Sistem Perangkai Kereta	10
2.1.4 Klasifikasi Proses <i>Maintenance</i> pada <i>Coupler</i> Semi Otomatis.....	11
2.1.5 <i>Magnetic Particle Inspection</i> (MPI)	15
2.2 Analisis Keandalan.....	18

2.2.1 Diagram Fishbone	18
2.2.2 Distribusi <i>Weibull</i>	20
2.2.3 <i>Median Rank</i>	23
2.2.4 Metode Regresi Linear	23
2.2.5 <i>Reliability</i>	25
2.2.6 <i>Unreliability</i>	25
2.2.7 <i>Failure rate</i>	26
2.2.8 <i>Mean Time To Failure</i>	26
2.2.9 Perhitungan Beban Dinamis Pada Coupler Body Type E	27
2.3 Kerangka Pemikiran.....	29
2.4 Penelitian Terdahulu.....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Tempat, dan Waktu Penelitian.....	33
3.2 Bahan dan Materi Penelitian	33
3.3 Metode Penelitian.....	37
3.4 Alur Penelitian	38
3.5 Pengumpulan Data	40
3.6 Teknik Analisis Data	40
3.6.1 Analisis Pembebanan Menggunakan SolidWorks <i>Simulation</i>	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Pengumpulan Data	42
4.2 Analisis Kerusakan Menggunakan Diagram <i>Fishbone</i>	44
4.3 Melakukan Perhitungan Menggunakan Distribusi <i>Weibull</i>	46
4.4 Menentukan Nilai <i>Reliability</i>	49
4.5 Menentukan Nilai <i>Unreliability</i>	50
4.6 Menentukan Nilai <i>Failure Rate</i>	51

4.7 Menentukan Nilai <i>Mean Time To Failure</i> (MTTF).....	57
4.8 Analisis Beban Dinamis <i>Coupler</i> Menggunakan <i>Finite Element Method</i> ..	58
4.8.1 Percepatan (<i>Acceleration</i>)	58
4.8.2 Kecepatan (<i>Velocity</i>).....	60
4.8.3 Gaya Traksi (<i>Tractive Force</i>)	62
4.8.4 Perlambatan (<i>Deceleration</i>).....	64
4.8.5 Gaya Impak (<i>Impact Load</i>)	66
4.9 Strategi Perawatan <i>Coupler Body Type E</i>	68
BAB V KESIMPULAN.....	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	76
RIWAYAT HIDUP.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Material <i>Coupler Type E</i>	7
Tabel 2.2 Toleransi <i>Crack</i>	17
Tabel 2.3 Data Perhitungan Beban Dinamis	28
Tabel 2.4 Distribusi Massa Pada Setiap <i>Coupler</i>	28
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu	30
Tabel 3.1 Data Komponen <i>Crack Coupler Body Type E</i>	34
Tabel 3.2 Variabel Penelitian	35
Tabel 3.3 Parameter Simulasi	41
Tabel 4.1 Data Nilai Kerusakan	42
Tabel 4.2 Indikasi <i>Crack</i>	43
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Menentukan <i>Median Rank</i>	47
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Regresi Linear	47
Tabel 4.5 Nilai <i>Reliability, Unreliability, Failure Rate</i>	52
Tabel 4.6 Data Percepatan Dinamis Kereta (<i>Acceleration</i>)	58
Tabel 4.7 Data Kecepatan Dinamis Kereta (<i>Velocity</i>)	60
Tabel 4.8 Data Gaya Traksi Lokomotif CC206	62
Tabel 4.9 Data Pembebanan Dinamis <i>Coupler</i> Saat Pengereman	64
Tabel 4.10 Data Gaya Impak <i>Coupler (Impact Load)</i>	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Perangkai Kereta <i>Type AAR E</i>	4
Gambar 2.2 <i>Coupling Devices</i>	5
Gambar 2.3 Contoh <i>Crack</i> Pada <i>Coupler Body Type E</i> P/N 18016	6
Gambar 2.4 <i>AAR E Type Coupler Body</i>	7
Gambar 2.5 Klasifikasi <i>Coupler</i> Semi Otomatis.....	8
Gambar 2.6 Prinsip Kerja <i>Coupler</i>	10
Gambar 2.7 Prinsip Kerja <i>Coupler</i>	11
Gambar 2.8 Diagram Perawatan <i>Coupler</i>	13
Gambar 2.9 <i>Magnetic Particle Inspection (MPI)</i>	15
Gambar 2.10 Area Pemeriksaan NDT <i>BODY COUPLER AAR M-211</i>	16
Gambar 2.11 <i>Diagram Fishbone</i>	18
Gambar 2.12 Grafik Pengaruh <i>Shape Parameter</i>	21
Gambar 2.13 Grafik Pengaruh <i>Scale Parameter</i>	22
Gambar 2.14 Ilustrasi Distribusi Beban Tarik Pada <i>Coupler</i>	27
Gambar 2.15 Kerangka Pemikiran.....	29
Gambar 3.1 Sampel <i>Coupler Body Type E</i>	34
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	38
Gambar 4.1 Diagram <i>Fishbone</i>	44
Gambar 4.2 Perbandingan (a) Nilai <i>Reliability</i> dengan (b) Penelitian Lertsumruai, (2023).....	54
Gambar 4.3 Perbandingan (a) Nilai <i>Unreliability</i> dengan (b) Penelitian Lertsumruai, (2023).....	55
Gambar 4.4 Perbandingan (a) Nilai <i>Failure Rate</i> dengan (b) Penelitian Lertsumruai, (2023).....	56
Gambar 4.5 Grafik Percepatan Kereta Terhadap Waktu	59
Gambar 4.6 Simulasi Massa Total <i>Acceleration</i>	59
Gambar 4.7 Grafik Kecepatan (<i>Velocity</i>) Kereta Terhadap Waktu	61
Gambar 4.8 Simulasi Massa Total <i>Velocity</i>	61
Gambar 4.9 Grafik Gaya Traksi Lokomotif CC206.....	63
Gambar 4.10 Simulasi Massa Total <i>Tractive Force</i>	63
Gambar 4.11 Grafik Pembebanan Dinamis Perlambatan.....	65

Gambar 4.12 Simulasi Massa Total <i>Deceleration</i>	65
Gambar 4.13 Grafik <i>Impact Load</i> Terhadap Waktu	67
Gambar 4.14 Massa Total <i>Impact Load</i>	67



LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemeriksaan Komponen <i>Coupler</i> PT KAI UPT BalaiYasa Manggarai	76
Lampiran 2 Data Umur Komponen.....	78
Lampiran 3 Perhitungan Parameter Beban Dinamis <i>Coupler</i>	78
Lampiran 4 Buku Manual Perawatan <i>Coupler Body Type E</i>	79
Lampiran 5 <i>Checksheets</i> Kereta K300502	80
Lampiran 6 <i>Checksheets</i> Kereta K300504	81
Lampiran 7 <i>Checksheets</i> Kereta K301639	82
Lampiran 8 <i>Checksheets</i> Kereta K301104.....	83
Lampiran 9 <i>Checksheets</i> Kereta K309421	84
Lampiran 10 <i>Checksheets</i> Kereta KMP300701.....	85
Lampiran 11 <i>Checksheets</i> Kereta KMP300701	86
Lampiran 12 <i>Checksheets</i> Kereta K301616	87
Lampiran 13 Riwayat <i>Maintenance</i> Kereta K300502	88
Lampiran 14 Riwayat <i>Maintenance</i> Kereta K300504	88
Lampiran 15 Riwayat <i>Maintenance</i> Kereta K301639	88
Lampiran 16 Riwayat <i>Maintenance</i> Kereta K301104.....	89
Lampiran 17 Riwayat <i>Maintenance</i> Kereta K309421	89
Lampiran 18 Riwayat <i>Maintenance</i> Kereta K301640	89
Lampiran 19 Riwayat <i>Maintenance</i> Kereta K309309	89
Lampiran 20 Riwayat <i>Maintenance</i> Kereta KMP300701.....	90
Lampiran 21 Riwayat <i>Maintenance</i> Kereta MP100301.....	90
Lampiran 22 Riwayat <i>Maintenance</i> Kereta K301616	90
Lampiran 23 Surat Validasi Data Tugas Akhir dari PT KAI UPT BalaiYasa Manggarai.	91
Lampiran 24 <i>Engineering Statement</i>	92
Lampiran 25 Transkrip Wawancara	93
Lampiran 26 Log Bimbingan Skripsi.....	95