



PROYEK TUGAS AKHIR

TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN

**ANALISA PENYEBAB KERETAKAN CYLINDER *HEAD*
MAIN ENGINE: PENDEKATAN *ROOT CAUSE ANALYSIS*
(RCA) PADA KM. GUNUNG DEMPO**

Diajukan untuk memenuhi sebagai persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Terapan

Disusun oleh :

Khayeisa Alzena Zaida

40040421650033

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2025

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Khayeisa Alzena Zaida

NIM : 40040421650033

Judul Tugas
ANALISA PENYEBAB KERETAKAN *CYLINDER*
: *HEAD MAIN ENGINE: PENDEKATAN ROOT CAUSE*
ANALYSIS (RCA) PADA KM.GUNUNG DEMPO

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, dan pemaparan asli saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena Tugas Akhir ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Diponegoro.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Semarang, 23 Juni 2025

Yang membuat pernyataan

Khayeisa Alzena Zaida

40040421650033

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENYEBAB KERETAKAN *CYLINDER HEAD MAIN ENGINE*:
PENDEKATAN *ROOT CAUSE ANALYSIS* (RCA) PADA
KM. GUNUNG DEMPO**

Oleh :

Khayeisa Alzena Zaida

40040421650033

Diajukan pada

Sidang Laporan Tugas Akhir

Tanggal 2025

Dinyatakan Lulus / ~~Tidak Lulus~~

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Dr. Zulfaidah Ariany, ST., MT.

Pembimbing

Dr. Aulia Windyantari, S.T., M.T.

Penguji 1

Dr. Mohd. Ridwan, S.T., M.T.

Penguji 2

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Dr. Mohd Ridwan, S.T., M.T.
NIP 197008271999031002

ABSTRAK

Cylinder head merupakan salah satu komponen paling vital dalam sistem kerja *main engine* kapal karena berfungsi untuk menutup ruang bakar serta memastikan proses pembakaran berlangsung secara optimal. Kerusakan pada komponen ini dapat berdampak serius terhadap kinerja mesin dan keseluruhan operasional kapal. Pada kapal KM. Gunung Dempo, ditemukan kasus kerusakan berulang pada *cylinder head* dalam kurun waktu enam bulan terakhir, meskipun perbaikan telah dilakukan. Hal ini menimbulkan pertanyaan terkait efektivitas proses rekondisi yang diterapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab kerusakan *cylinder head* menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA), dengan pendekatan 5 *Whys* dan diagram *Fishbone*. Metode ini dipilih karena mampu menggali penyebab mendasar secara sistematis dan menyeluruh. Pengumpulan data dilakukan melalui studi lapangan, wawancara teknisi, observasi langsung, dan dokumentasi rekondisi sebelumnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama keretakan berulang pada *cylinder head* adalah ketidaksesuaian prosedur rekondisi yang tidak mengikuti standar teknis. Hal ini menyebabkan komponen hasil perbaikan menjadi tidak tahan lama dan mengalami kerusakan dalam waktu singkat setelah digunakan. RCA terbukti efektif dalam mengidentifikasi faktor-faktor teknis, manusia, material, dan metode kerja yang berkontribusi terhadap kegagalan komponen, sehingga menghasilkan solusi tidak hanya bersifat korektif tetapi juga preventif. Dari sisi ekonomi, jika rekondisi dilakukan sesuai prosedur, biaya per unit hanya mencapai Rp93.747.000, jauh lebih efisien dibanding biaya rekondisi berulang sebesar Rp281.241.000 maupun penggantian unit baru sebesar Rp986.000.000.

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa metode RCA efektif digunakan dalam mengidentifikasi akar permasalahan teknis dan sangat berguna dalam pengambilan keputusan perawatan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Rekomendasi yang diberikan meliputi penegakan prosedur teknis rekondisi serta pengawasan kualitas yang lebih ketat. Diharapkan, penerapan rekomendasi ini dapat meningkatkan keandalan sistem mesin, menekan biaya operasional, serta mendukung keberlangsungan operasional kapal secara optimal.

Rekomendasi dari penelitian ini meliputi penerapan rekondisi sesuai standar teknis, pengawasan mutu yang lebih ketat, serta pelaksanaan program perawatan preventif berbasis jam operasi. Penggunaan suku cadang asli, pengujian teknis pascarekondisi, dan keterlibatan teknisi yang kompeten juga disarankan guna meningkatkan keandalan sistem mesin, menekan biaya operasional, serta mencegah kerusakan berulang secara berkelanjutan.

Kata kunci: *Cylinder Head*, *Root Cause Analysis*, Rekondisi, Main Engine, KM. Gunung Dempo, Efisiensi Biaya

ABSTRACT

The cylinder head is one of the most critical components in the main engine system of a ship, functioning to seal the combustion chamber and ensure optimal combustion. Damage to this component can significantly affect engine performance and overall vessel operations. On the KM. Gunung Dempo passenger ship, repeated cylinder head failures were reported within a six-month period, despite prior repair efforts. This raises concerns about the effectiveness of the reconditioning procedures implemented.

This study aims to identify the root cause of cylinder head damage using the Root Cause Analysis (RCA) method, employing the 5 Whys technique and Fishbone Diagram. These methods were chosen for their ability to systematically and thoroughly explore underlying causes. Data were collected through field studies, technician interviews, direct observations, and review of previous reconditioning documentation.

The results revealed that the main cause of recurring cylinder head cracks was the failure to adhere to proper reconditioning procedures based on established technical standards. As a result, the reconditioned components were not durable and suffered damage shortly after reuse. RCA proved effective in identifying technical, human, material, and procedural factors contributing to component failure, leading to solutions that are both corrective and preventive. From an economic perspective, reconditioning performed according to proper standards costs only Rp93,747,000 per unit—significantly more efficient than repeated reconditioning at Rp281,241,000 or replacing the unit with a new one at Rp986,000,000.

This study concludes that the RCA method is effective in identifying the root causes of technical issues and provides valuable insights for making more efficient and sustainable maintenance decisions. The study recommends strict adherence to technical reconditioning procedures and enhanced quality control. It is expected that these recommendations will improve engine system reliability, reduce operational costs, and support optimal ship operations.

Recommendations include applying standard-compliant reconditioning procedures, strengthening quality supervision, and implementing a preventive maintenance program based on operational hours. The use of genuine spare parts, post-reconditioning technical testing, and involvement of competent technicians are also advised to ensure engine system reliability and minimize the risk of recurring damage.

Keywords: Cylinder Head, Root Cause Analysis, Reconditioning, Main Engine, KM. Gunung Dempo, Cost Efficiency.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT. Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisa Penyebab keretakan Cylinder *Head Main Engine*: Pendekatan *Root Cause Analysis* (RCA) Pada KM. Gunung Dempo”. Tugas akhir ini disusun sebagai pemenuhan syarat untuk meraih gelar Sarjana Terapan pada Pendidikan Program studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, maupun secara langsung atau secara tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. Allah SWT. Karena atas Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal usulan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.
2. Bapak Dr. Mohd Ridwan, S.T., M.T. Selaku Ketua program studi D4 Teknologi Rekayasa Kontruksi Perkapalan, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
3. Ibu Dr. Zulfaidah Ariany, ST., MT., Selaku Pembimbing “Project Tugas Akhir” pada program studi D4 Teknologi Rekayasa Kontruksi Perkapalan, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
4. Keluarga saya yang selalu memberikan semangat dan dukungan ehingga penulis dapat mengerjakan Tugas Akhir hingga selesai.
5. Teman- teman Angkatan 2021 Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan yang telah banyak membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini
6. Ahmed Reza Falevi sebagai mentor saat melakukan magang di PT. PELNI (Persero) yang juga membantu mencari data untuk tugas akhir ini

7. Teman-teman Bandung yang berada di Tembalang yang senantiasa membantu secara moral agar termotivasi untuk mengerjakan Tugas Akhir sampai akhir.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan, dan kesalahan dalam pembuatan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis juga megharapkan kritik serta saran atas dari berbagai pihak agar dapat membangun penulis.

Semarang, 23 Juni 2025

Khayeisa Alzena Zaida
NIM 40040421650033

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian Tugas Akhir	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Relevansi atau Manfaat	4
1.6 Hipotesa	4
1.7 Luaran Tugas Akhir	4
BAB II TEORI PENUNJANG DAN KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Kapal Penumpang.....	5
2.1.2 <i>Main Engine</i>	6
2.1.3 Mesin 4 Tak	7
2.1.4 Proses Pembakaran	11
2.1.5 <i>Cylinder Head</i>	12
2.1.6 Perawatan Mesin	12
2.1.7 Keretakan	14
2.1.8 Metode <i>Root Cause Analysis</i> (RCA)	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Metodologi Penelitian.....	19

3.2	Studi Literatur	19
3.3	Pengumpulan Data	19
3.4	Pengolahan Data.....	20
3.4.1	Pembuatan “ <i>why method</i> ”	21
3.4.2	Pembuatan Diagram Fishbone	22
3.4.3	Pembuatan <i>Matrix Risk</i>	23
3.4.4	Analisis Biaya perbaikan	25
3.5	<i>Flow Chart</i>	26
3.6	Hasil dan Pembahasan	28
3.7	Kesimpulan	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Data Utama Kapal dan Mesin	29
4.2	Studi Literatur	30
4.3	Observasi	31
4.4	Pengumpulan Data Sekunder	31
4.4.1	Data Kerusakan	32
4.4.2	Data PMS (<i>Planned Maintenance System</i>)	32
4.4.3	Data prosedur perawatan.....	33
4.4.4	Data Usia Penggunaan <i>Cylinder Head</i>	34
4.4.5	Data Sistem Pendingin.....	34
4.5	Analisa Perbaikan <i>Cylinder Head</i>	34
4.5.1	Pemeriksaan Awal	35
4.5.2	Pengelasan dan <i>Machining</i>	35
4.5.3	Pergantian Komponen internal	35
4.5.4	Pemasangan Dan Perakitan Kembali	36
4.5.5	Pengujian Tekanan (<i>Pressure Test</i>)	36
4.5.6	Dokumentasi dan Serah Terima	36
4.6	Wawancara	36
4.6.1	Hasil Wawancara	37
4.7	Kuisisioner Kerusakan <i>Cylinder Head Main Engine</i>	39
4.8	Hasil Wawancara ”5 <i>Whys Method</i> ”	42
4.8.1	Alur pertanyaan ”Whys”	43

4.9	<i>Fishbone Diagram</i>	45
4.10	<i>Matrix Risk Diagram</i>	47
4.11	<i>Analisis Biaya Maintanance cylinder head</i>	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1	Kesimpulan	53
a.	Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....		55
LAMPIRAN		58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal KM. Gunung Dempo	5
Gambar 2.2 Mesin 6 M 43 C.....	7
Gambar 2.3 Komponen Mesin 4 TAX.....	7
Gambar 2.4 Langkah-langkah Pembakaran	12
Gambar 2.5 Keretakan pada <i>Cylinder Head</i>	15
Gambar 3.1 Contoh 5 <i>whys</i>	21
Gambar 3.2 Contoh <i>Fishbone Diagram</i>	23
Gambar 3.3 Contoh Matrix Risk Diagram.....	24
Gambar 3.4 <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	26
Gambar 4.1 Kapal KM. Gunung Dempo	29
Gambar 4.2 <i>Main Engine</i>	30
Gambar 4.3 <i>Fishbone Diagram</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kapal KM. Gunung Dempo	29
Tabel 4.2 <i>General Data Main Engine</i>	30
Tabel 4.3 <i>Prosedur Maintenance Cylinder Head</i>	33
Tabel 4.4 Hasil kuisioner Google form terkait kerusakan <i>cylinder head</i>	40
Tabel 4.5 Tahapan Pertanyaan	43
Tabel 4.6 Kategori penyebab <i>Fishbone</i>	47
Tabel 4.1 <i>Matriks Diagram Risk</i>	49
Tabel 4. 2 Hasil akhir Perhitungan <i>Matrix Diagram Risk</i>	49
Tabel 4. 3 Analisis Perbandingan biaya.....	51
Tabel 4.4 Efisiensi biaya berdasarkan Skenario per-unit.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Form Permintaan Penilaian	58
Lampiran 2 Data Operasional Mesin KM.Gunung Dempo	63
Lampiran 3 <i>Field Service Report</i>	65
Lampiran 4 <i>Field Service Report</i> (Sumber: PT. PELNI (Persero), 2025).....	67
Lampiran 5 Data harian manual book KM. Gunung Dempo (Sumber: PT. PELNI (Persero), 2025).....	69
Lampiran 6 Data jam kerja operasional KM. Gunung Dempo (Sumber: PT. PELNI (Persero), 2025).....	72
Lampiran 7 Pertanyaan kuisisioner menggunakan <i>platform Google Form</i>	73
Lampiran 8 Penjabaran kuisisioner menggunakan <i>platform Google Form</i>	77
Lampiran 9 Wawancara Teknik “5 whys”.....	85
Lampiran 10 Anggaran perbaikan <i>cylinder head</i> (Sumber: PT. PELNI.....	88
Lampiran 11 Dokumentasi keaslian Narasumber.....	89
Lampiran 12 Lembar keaslian Narasumber.....	90
Lampiran 13 Luaran Surat encatatan Ciptaan HAKI.....	91
Lampiran 14 Luaran Jurnal internatioal.....	92