KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

ANALISIS PENYEBAB DAN DAMPAK SURGING PADA TURBOCHARGER TERHADAP KINERJA MESIN INDUK DI MT GRIYA ENIM

Oleh:

Ahmad Lukmanudin
NRP. 565221587

PROGAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

ANALISIS PENYEBAB DAN DAMPAK SURGING PADA TURBOCHARGER TERHADAP KINERJA MESIN INDUK DI MT GRIYA ENIM

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Progam Pendidikan Diploma IV

Oleh:

Ahmad Lukmanudin
NRP. 565221587

PROGAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	: Ahmad Lukmanudin
NRP	: 565221587
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Analisis Penyebab dan Dampak Surging pada Turbocharger terhadap Kinerja Mesin Induk di MT Griya Enim

Jakarta, 15 Juni 2026
Penulis

Ahmad Lukmanudin

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	: Ahmad Lukmanudin
NRP	: 565221587
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Analisis Penyebab dan Dampak Surging pada Turbocharger tehadap Kinerja Mesin Induk di MT Griya Enim

Jakarta, 25 Juni 2026

Pembimbing Utama

Dr. Abdul Rachman, M.M.
NIP. 1972010313 199809 1 001

Pembimbing Pendamping

Achmad Bashori, S.Si., MT
NIP. 19770201 200604 1 019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	: Ahmad Lukmanudin
NRP	: 565221587
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Analisis Penyebab dan Dampak Surging pada Turbocharger terhadap Kinerja Mesin Induk di MT Griya Enim

Jakarta,…. Juni 2026

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.	Meriyanti Agustinawati, M.Pd
Penata Tk. I (III/d)	Golongan x
NIP. 19800605 200812 1 001	NIP. 19890817 202321 2 052

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Diploma IV pada tahun ajaran 2025/2026 di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, serta sebagai bentuk pertanggungjawaban akademik setiap taruna dan taruni dalam menyelesaikan masa studi.

Penyusunan skripsi ini dilatarbelakangi oleh pengalaman yang penulis peroleh selama melaksanakan praktik laut (prala) selama dua belas bulan di PT Hutama Trans Kencana. Pengalaman tersebut memberikan gambaran nyata mengenai permasalahan teknis yang terjadi di atas kapal, khususnya yang berkaitan dengan sistem permesinan. Selain itu, penulisan skripsi ini juga didukung oleh ilmu pengetahuan yang telah penulis peroleh selama mengikuti perkuliahan, bimbingan dari para dosen, serta berbagai referensi literatur yang relevan dengan topik penelitian. Adapun judul skripsi yang penulis ambil adalah:

ANALISIS PENYEBAB DAN DAMPAK SURGING PADA TURBOCHARGER TERHADAP KINERJA MESIN INDUK DI MT GRIYA ENIM

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tanpa adanya dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Praktik laut yang penulis laksanakan di PT Hutama Trans Kencana, tepatnya di atas kapal MT Griya Enim, memberikan kontribusi besar dalam memperoleh data serta pemahaman terhadap permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Selain itu, materi pembelajaran selama masa pendidikan serta berbagai sumber referensi, baik buku maupun jurnal ilmiah, turut memperkaya landasan teori dalam penulisan skripsi ini.

Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Capt Tri Cahyadi, M.H., M.Mar Selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Bapak Dr. Markus Yando, S.Si.T, M.M selaku Ketua Jurusan Teknika.
3. Bapak Denny Fitrial, S.Si., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknika.

4. Bapak Dr. Abdul Rachman, M.M. selaku dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia memberikan pengarahan dan masukan dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Achmad Bashori, S.Si., MT. selaku Dosen Pembimbing Penulisan yang telah bersedia memberikan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Kepada seluruh staf pengajar dan dosen Program Studi Teknika di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Kepada seluruh kru kapal MT Griya Enim serta manajemen PT Hutama Trans Kencana yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu dan memperoleh pengalaman berharga, serta atas segala dukungan yang diberikan selama pelaksanaan Praktik Laut (Prala). *Crew List* pada (Lampiran 1)
8. Kepada kedua orang tua tercinta, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala doa, pengorbanan, kesabaran, dukungan moral maupun material, serta kasih sayang yang tiada henti sejak penulis kecil hingga mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
9. Kepada teman-teman Angkatan LXV dan rekan-rekan kamar H 102, penulis mengucapkan terima kasih atas kebersamaan, dukungan, semangat, serta kenangan indah yang telah terukir selama masa pendidikan.
10. Kepada seseorang yang tidak kalah penting, Safira Aulia Nabila. Terima kasih telah mendukung, memotivasi, memberikan semangat, dan mendengarkan keluh kesah penulis dalam menyusun skripsi ini.
11. Kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, penulis menyampaikan terima kasih yang tulus atas segala kontribusi dan dukungan yang diberikan.

Jakarta, 15 Mei 2026

Penulis

Ahmad Lukmanudin

NRP 565221587

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ii
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI iii
TANDA PENGESAHAN SKRIPSI iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR SINGKATAN xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
ABSTRAK xiii
ABSTRACT xiv

BAB I PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 4
C. Batasan Masalah 5
D. Rumusan Masalah 5
E. Tujuan dan Manfaat Penelitian 5
F. Sistematika Penulisan 6

BAB II LANDASAN TEORI 8
A. Tinjauan Pustaka 8
B. Penelitian Terdahulu 15
C. Kerangka Pemikiran 19

BAB III METODE PENELITIAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
A. Waktu dan Tempat Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
B. Metode Pendekatan ..... **Error! Bookmark not defined.**
C. Sumber Data ..... **Error! Bookmark not defined.**
D. Teknik Pengumpulan Data ..... **Error! Bookmark not defined.**

E. Teknik Analisis Data ..... **Error! Bookmark not defined.**
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
A. Deskripsi Data ..... **Error! Bookmark not defined.**
B. Analisis Data ..... **Error! Bookmark not defined.**
C. Alternatif Pemecahan Masalah ..... **Error! Bookmark not defined.**
D. Evaluasi Pemecahan Masalah ..... **Error! Bookmark not defined.**
E. Pemecahan Masalah ..... **Error! Bookmark not defined.**

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 20
A. Kesimpulan 20
B. Saran 22

DAFTAR PUSTAKA 24

DAFTAR LAMPIRAN.....53

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.1 *M/E Running Hours* 3
Gambar 1.2 *M/E Performance* 4
Gambar 2.1 Mesin Induk..... 13
Gambar 2.2 MT. GRIYA ENIM..... 14
Gambar 3.1 Diagram fishbone ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.1 Manual Book ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.2 Proses Kerja Take M/E Performance ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 3 Hasil take M/E performance..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.4 M/E Performance normal ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.5 *Diagram Fishbone Penyebab Surging pada Turbocharger* .....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 1 Review Penelitian Terdahulu 15

Tabel 4.1 Spesifikasi Utama Mesin Induk MT GRIYA ENIM ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.2 Temuan Anomali Komponen Kritis Berdasarkan Running Hours..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.3 Ringkasan Parameter Performa Mesin Induk dan Makna Analitisnya..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR SINGKATAN

KBBI	Kamus Besar Bahasa Indonesia
SCC	*Stress Corrosion Cracking*
KKM	Kepala Kamar Mesin
PKN	Praktik Kerja Nyata
SOP	Standar Operasional Kerja
PMS	*Planned Maintenance System*
IMO	*International Maritime Organization*

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Ship Particular* 53
Lampiran 2 *Crew List* 54
Lampiran 3 MT Griya Enim 55
Lampiran 4 *Main Engine* 56
Lampiran 5 *Exhaust valve* patah 57
Lampiran 6 *Cylinder liner* 58
Lampiran 7 *Piston* 59
Lampiran 8 *Piston exhaust valve* 60
Lampiran 9 *Injector* 61
Lampiran 10 Wawancara 62

ABSTRAK

Ahmad Lukmanudin, NRP 565221587 "*Analisis Penyebab dan Dampak Surging pada Turbocharger Terhadap Mesin Induk di MT Griya Enim"*

Mesin induk merupakan komponen vital dalam sistem propulsi kapal yang kinerjanya sangat menentukan efisiensi operasional dan keselamatan pelayaran. Pada MT Griya Enim, teridentifikasi adanya penurunan kinerja mesin induk yang ditandai dengan fenomena *surging* pada *turbocharger*, deviasi temperatur gas buang antarsilinder mencapai 80 C (280-360 C), serta anomali pada beberapa komponen kritis seperti *fuel injection valve*, *piston ring*, *cylinder liner*, dan *exhaust valve* yang telah melewati batas interval perawatan normal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya *surging* pada *turbocharger* serta menganalisis dampaknya terhadap keandalan komponen mesin induk dan operasional kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya *surging* pada *turbocharger* serta menganalisis dampaknya terhadap keandalan komponen mesin induk dan operasional kapal. Penelitian dilakukan di MT Griya Enim selama praktik laut dari agustus 2024 hingga agustus 2025 dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Teknik pengumpulan data meliputi observasi langsung, wawancara semi-terstruktur dengan Masinis II dan kru kamar mesin, serta studi dokumentasi terhadap *M/E Running Hours Report*, *M/E Performance Report*, dan *manual book* mesin induk. Analisis data menggunakan metode *fishbone diagram* untuk menelusuri faktor penyebab yang dikelompokkan ke dalam enam kategori: manusia, metode, mesin, material, lingkungan, dan manajemen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *surging* pada *turbocharger* bukan merupakan kerusakan tunggal, melainkan gejala puncak dari ketidakstabilan sistem pembakaran dan aliran gas buang. Faktor dominan penyebabnya adalah kondisi komponen kritis yang mengalami anomali mesin dan metode perawatan yang belum sepenuhnya berbasis pemantauan kondisi, sementara faktor manusia, material, lingkungan, dan manjemen berperansebagai faktor penguat. Dampak yang timbul meliputi penurunan efisiensi pembakaran dna peningkatan bahan bakar, peningkatan beban termal dan mekanis pada komponen yang mempercepat keausan, serta menurunnya kestabilan respons mesin terhadap perubahan beban yang berisiko mengganggu propulsi kapal. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemecahan masalah yang paling efektif adalah kombinasi tindakan korektif teknis melalui overhaul terpadu pada komponen yang bermasalah dan penguatan sistem perawatan preventif berbasis trend data serta planned maintenance system. Disarankan kepada awak mesin untuk menerapkan condition monitoring secara konsisten, menegakkan disiplin perawatan sesuai interval jam kerja, meningkatkan familisasi terhadap indikator awal penurunan kinerja, serta memperkuat manajemen suku cadang kritis. Dengan demikian, kinerja mesin induk dapat dioptimalkan untuk menunjang kelancaran, efisiensi, dan keselamatan operasional kapal.

Kata Kunci : *Mesin Induk, Surging, Perawatan rutin, fishbone diagram, MT Griya Enim*

ABSTRACT

Ahmad Lukmanudin, NRP 565221587"*Analysis of Causes and Impact of Surging on Turbocharger Towards Main Engine Performance at MT Griya Enim* "

The main engine is a vital component is a ship propulsion system, and its performance significantly determines operational efficiency and navigation safety. On MT Griya Enim, a decrease in main engine performance was identified, characterized by *surging* phenomenon int the *turbocharger*, exhaust gas temperature deviation between cylinders reaching 80 C (280-360 C), and anomalies in several critical components such as *fuel injection valve*, *piston ring*, *cylinder liner*, and *exhaust valve* which had exceeded normal maintenance intervals. This study aims to identify and analyze the casual factors of surging in the turbocharger and to analyze its impacts on the reliability of main engine components and ship operations. The research was conducted on MT Griya Enim during sea practice from august 2024 to august 2025 using a descriptive qualitative approach. Data collection technique included direct observation, semi-structured interviews with the second engineer and engine room crew, documentation study of *M/E Running Hours Report*, *M/E Performance Report*, and *main engine manual book*. Data analysis employed the fishbone diagram method to trace casual factors categorized into six aspects: man, method, machine, material, environtment, and management. The result indicate that *surging* in the turbocharger is not a standalonefailure, but rather a peak sympton of combustion system instability and exhaust gas flow incosistency. The dominant causal factors are the condition of critical components that have shown anomalies machine and maintenance methods that have not fully adopted condition based monitoring, while human factors, material, environment, and management act as reinforcing factors. The impacts include decreased combustion efficiency and increased fuel consumption, increased thermal and mechanical loads on components accelerating wear, and reduced engine response stability to load changes which risks disrupting ship propulsion. This study concludes that the most effective problem-solving approach is a combination of corrective technical actions through integrated overhaul of problematic components and strengthening preventive maintenance systems based on trend data analysis and *planned maintenance system*. It is recommended that engine crew consistently implement condition monitoring, enforce maintenance dicipline according to operating hour intervals, improvefamilization with early performance degradation indicators, and strengthen critical spare parts management. Thus, main engine performance can be optimized to support smooth, efficient, and safe ship operations.

Keywords : *Main Engine, Surging, Routine Maintenance, fishbone diagram, MT Griya Enim*

BAB I
PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Mesin induk merupakan komponen utama dalam sistem propulsi kapal yang berfungsi sebagai tenaga penggerak utama dalam menunjang kelancaran operasional pelayaran. Kinerja mesin induk yang optimal sangat berpengaruh terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar, ketepatan waktu pelayaran, serta keselamatan kapal secara keseluruhan. Oleh karena itu, sistem perawatan mesin induk harus direncanakan dan dilaksanakan secara sistematis, terukur, dan berkelanjutan guna menjaga tingkat keandalan mesin tetap dalam kondisi optimal.

Menurut John Carlton (2018), sistem propulsi kapal merupakan elemen vital yang memerlukan strategi perawatan efektif untuk menjamin keandalan operasional. Kegagalan pada mesin utama dapat berdampak langsung terhadap terganggunya pelayaran dan meningkatnya risiko keselamatan. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan perawatan tidak lagi dapat bersifat reaktif, melainkan harus berbasis pencegahan (*preventive maintenance*) dan pemantauan kondisi (*condition – based maintenance*).

MT Griya Enim sebagai kapal tanker yang beroperasi secara intensif dan berkelanjutan menuntut mesin induk bekerja dalam durasi panjang dengan variasi beban operasional. Berdasarkan hasil observasi selama praktik laut, sistem perawatan mesin induk di kapal tersebut masih cenderung bersifat korektif, yaitu perbaikan dilakukan setelah terjadi gangguan. Pola ini berpotensi menurunkan keandalan mesin serta meningkatkan biaya operasional akibat kerusakan komponen yang bersifat prematur.

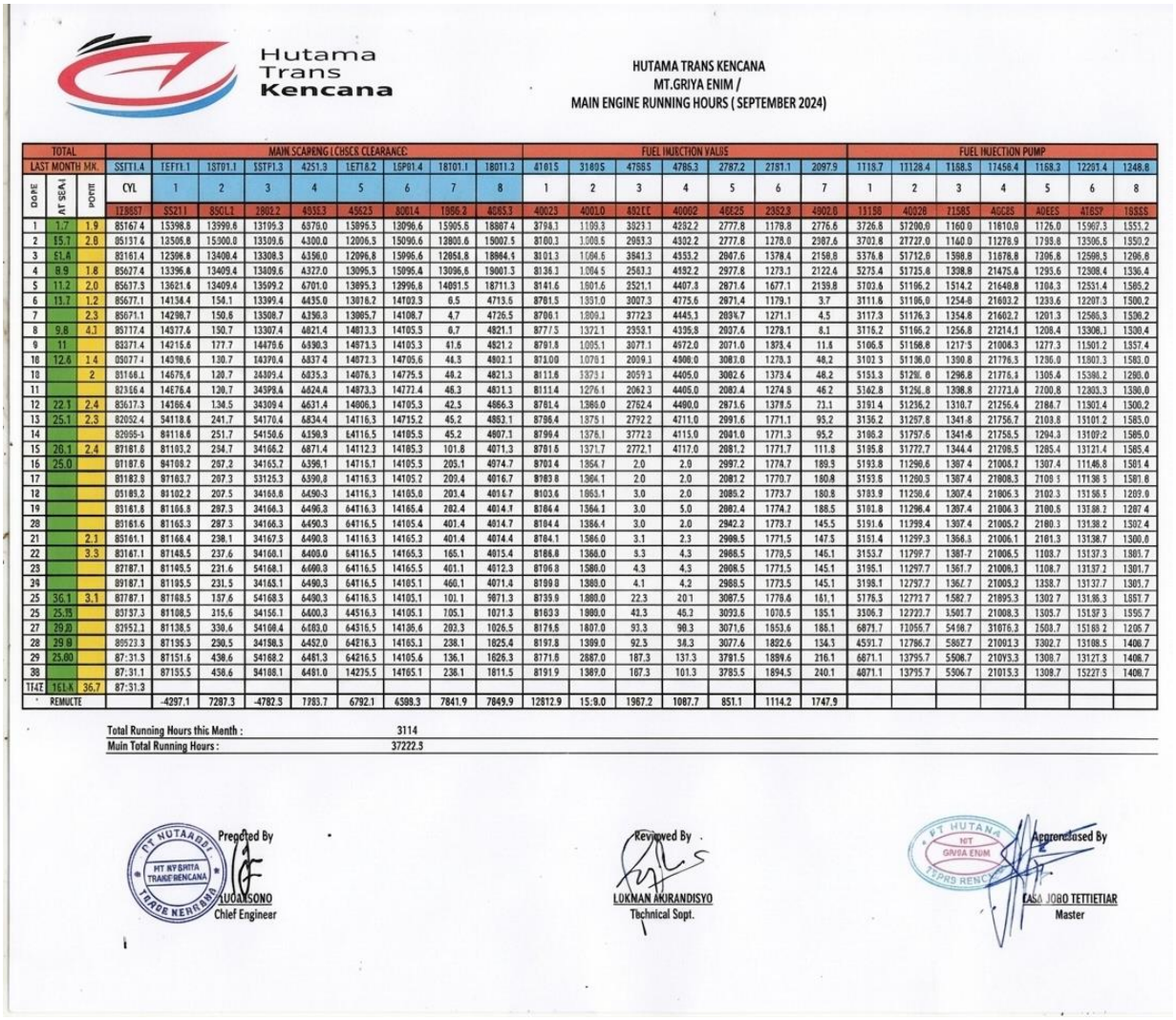
Salah satu gangguan yang sering terjadi pada mesin induk adalah fenomena *surging* pada *turbocharger*. *Surging* merupakan kondisi ketidakstabilan aliran udara akibat ketidakseimbangan tekanan antara sisi kompresor dan sistem pembakaran, yang menyebabkan fluktuasi tekanan, getaran berlebih, serta penurunan performa mesin. Jika tidak segera ditangani, kondisi ini dapat menimbulkan kerusakan serius

pada komponen *turbocharger* maupun sistem pembakaran, bahkan berpotensi menyebabkan kegagalan propulsi.

Menurut International Maritime Organization (2021), peningkatan keandalan sistem propulsi dan efisiensi energi kapal merupakan bagian dari upaya global dalam menekan emisi gas rumah kaca serta meningkatkan keselamatan pelayaran. Gangguan pada mesin induk, termasuk ketidaksempurnaan proses pembakaran, dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Hal ini sejalan dengan pendapat John B. Heywood (2018), yang menyatakan bahwa pembakaran yang tidak optimal pada mesin diesel akan menyebabkan penurunan efisiensi termal, peningkatan konsumsi bahan bakar, serta kenaikan emisi.

Pada MT Griya Enim, indikasi menurunnya kinerja mesin induk terlihat dari meningkatnya konsumsi bahan bakar, respons mesin yang kurang stabil tehadap perubahan beban, serta munculnya getaran dan suhu operasi yang tidak normal. Gejala tersebut menunjukkan adanya ketidakseimbangan pada sistem pembakaran, pelumasan, pendinginan, maupun sistem udara masuk. Apabila kondisi ini tidak segera dioptimalkan melalui sistem perawatan yang terencana dan berbasis data, maka risiko gangguan operasional, pemborosan energi, serta potensi kegagalan propulsi akan semakin meningkat.

Berdasarkan uraian tersebut, optimalisasi sistem perawatan mesin induk pada MT Griya Enim menjadi suatu kebutuhan yang mendesak guna meningkatkan keandalan, efisiensi, serta keselamatan operasional kapal. MT Griya Enim merupakan kapal tanker berbendera Indonesia yang beroperasi secara intensif dengan durasi operasi panjang dan variasi beban yang tinggi. Berdasarkan hasil observasi dan pengumpulan data selama praktik laut, teridentifikasi adanya gejala penurunan kinerja mesin induk yang cukup serius, yang ditandai dengan deviasi termal antarsilinder yang signifikan, yaitu selisih temperatur gas buang keluar silinder mencapai 80 C (rentang 280 – 360). Anomali running hours pada komponen kritis, yang menunjukkan bahwa sistem perawatan belum berjalan optimal. Hasil wawancara dengan Masinis II mengkonfirmasi bahwa sistem perawatan mesin induk di MT Griya Enim masih cenderung bersifat korektif, yaitu perbaikan dilakukan setelah terjadi gangguan atau kerusakan, bukan berdasarkan pemantauan kondisi dan analisis tren data performa. Dampak dari kurangnya perawatan terencana dan lambatnya respons terhadap anomali, seperti penurunan efisiensi pembakaran, peningkatan beban termal dan mekanis pada komponen serta penurunan keandalan propulsi.



Hutama Trans Kencana

HUTAMA TRANS KENCANA
MT.GRIYA ENIM /
MAIN ENGINE RUNNING HOURS (SEPTEMBER 2024)

TOTAL			MAIN SCAPENG I CHSCS CLEARANCE								FUEL INJECTION VALVE							FUEL INJECTION PUMP						
LAST MONTH MK.			SSTT1.4	1EFT1.1	1ST01.1	SSTF1.3	4251.3	1EFT8.2	1SP01.4	1BT01.1	1B011.3	41615	31805	47655	4786.3	2787.2	2787.1	2097.9	1118.7	11128.4	1168.8	17456.4	1168.3	12291.4	1248.8
DATE	AT SEA	PORT	CYL	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	8
			1ZB857	SS211	8SOL1	2805.2	4053.3	4562.5	8001.4	1896.2	4085.3	40023	4001.0	402.CC	40002	4025.25	2352.3	4902.8	13156	40026	21585	40CE5	4DEE5	41857	19555
1	1.7	1.9	85167.4	15398.8	13999.6	13195.3	6876.0	15895.3	13096.6	15905.8	18807.4	3798.1	1199.3	3823.1	4282.2	2777.8	1178.8	2776.6	3726.8	51200.0	1160.0	11810.9	1126.0	15967.3	1551.2
2	15.1	2.8	85137.6	13505.8	15000.0	13309.6	4300.0	12096.3	15096.6	13800.6	19002.5	3800.3	1000.5	2953.3	4302.2	2777.8	1278.0	2387.6	3702.8	27727.0	1140.0	11278.9	1798.8	13506.5	1550.2
3	51.4		83161.4	12396.8	13408.4	13308.3	6356.0	12096.8	15096.6	12858.8	18864.4	3101.3	1094.6	3941.3	4553.2	2807.6	1378.4	2158.8	5376.8	51712.6	1598.8	11678.8	1206.8	12598.5	1206.8
4	8.9	1.8	85627.4	13396.8	13409.4	13809.6	4327.0	13096.3	15096.4	13096.8	19001.3	3136.3	1084.5	2563.3	4532.2	2977.8	1273.1	2122.4	5275.4	51735.6	1398.8	21475.4	1295.6	12908.4	1336.4
5	11.2	2.0	85617.5	13621.6	13409.4	13599.2	6701.0	13895.3	12996.8	14091.5	18711.3	3141.6	1801.6	2521.1	4407.3	2871.4	1677.1	2139.8	5703.6	51196.2	1514.2	21640.8	1704.3	12531.4	1585.2
6	11.7	1.2	85677.1	14134.4	154.1	13399.4	6435.0	13016.2	14102.3	6.5	4713.6	3781.5	1351.0	3007.3	4775.6	2871.4	1179.1	3.7	3111.6	51186.0	1254.8	21603.2	1233.6	12207.3	1500.2
7		2.3	85671.1	14298.7	150.6	13508.7	6356.3	13005.7	14108.7	4.7	4726.5	3796.1	1809.1	3772.3	4445.3	2894.7	1271.1	4.5	3117.3	51176.3	1354.8	21602.2	1201.3	12586.3	1596.2
8	9.8	4.1	85177.4	14377.6	150.7	13307.4	6821.4	14813.3	14105.5	6.7	4821.1	3777.5	1372.1	2353.1	4395.8	2937.4	1278.1	8.1	3116.2	51166.2	1256.8	21214.1	1206.4	13306.1	1530.4
9	11		83371.4	14215.6	177.7	14479.6	6590.3	14873.3	14105.3	61.6	4821.2	3791.8	1095.1	3077.1	4572.0	2071.0	1375.4	11.6	5106.5	51168.8	1217.5	21006.3	1277.3	11501.2	1557.4
10	12.6	1.4	09077.4	14318.6	130.7	14379.4	6837.4	14873.3	14705.6	46.5	4802.1	3713.0	1079.1	2009.3	4908.0	3083.8	1278.3	48.2	3102.3	51136.0	1390.8	21776.3	1236.0	11907.3	1583.0
10		2	81166.1	14675.6	120.7	14309.4	6835.3	14876.3	14725.5	48.2	4821.3	3811.6	1373.1	3059.3	4405.0	3082.6	1375.4	48.2	5153.3	5129L.8	1296.8	21776.3	1305.4	15386.2	1295.0
11			82366.4	14676.4	120.7	343P8.4	4624.4	14873.3	14727.4	46.3	4831.3	3811.4	1276.1	2062.3	4405.0	2082.4	1274.8	46.2	5162.8	5129L.8	1398.8	21773.4	2700.8	12303.3	1386.0
12	22.1	2.4	83617.3	14366.4	134.5	34309.4	4631.4	14806.3	14705.3	42.5	4866.3	3781.4	1386.0	2762.4	4490.0	2871.6	1379.5	23.1	3191.4	51236.2	1318.7	21256.4	2188.7	11901.4	1500.2
13	25.1	2.3	82052.4	54118.6	241.7	34170.4	6834.4	14716.3	14715.2	45.2	4862.1	3796.4	1375.1	2792.2	4711.0	2991.6	1771.1	95.2	3136.2	31297.8	1341.8	21756.7	2103.8	15101.2	1585.0
14			82065-1	84118.8	251.7	54150.6	6150.3	64116.5	14105.5	45.2	4807.1	3799.4	1376.1	3772.3	4115.0	2981.6	1771.3	95.2	3106.2	31757.6	1341.8	21758.5	1294.3	13107.2	1585.0
15	26.1	2.4	87161.6	81193.2	294.7	34166.2	6871.4	14112.3	14105.3	101.8	4071.3	3781.6	1371.7	2772.1	4117.0	2981.2	1771.7	111.8	3195.8	31772.7	1344.4	21206.5	1285.4	13121.4	1585.4
16	25.0		81187.6	84109.2	287.2	34165.7	6396.1	14716.1	14105.5	205.1	4074.7	3703.4	1364.7	2.0	2.0	2997.2	1774.7	189.5	5193.8	11290.6	1387.4	21006.7	1307.4	111.46.8	1581.4
17			81183.9	87163.7	287.3	53125.3	6390.8	14116.3	14105.2	209.4	4016.7	3703.8	1364.1	2.0	2.0	2081.2	1770.7	180.8	5153.8	11280.5	1387.4	21006.3	2109.5	111.96.5	1581.6
18			05189.2	81102.2	207.5	34166.6	6490.3	14116.3	14105.0	203.4	4016.7	3103.6	1863.1	3.0	2.0	2085.2	1773.7	180.8	5183.9	11256.4	1387.4	21006.3	2102.3	131.96.5	1269.9
19			83161.8	81165.8	287.3	34166.3	6496.3	64716.3	14165.4	202.4	4014.7	3784.4	1366.1	3.0	5.0	2082.4	1774.2	188.5	5181.8	11296.4	1387.4	21006.3	2100.5	131.98.2	1287.4
20			83161.6	81165.3	287.3	34166.3	6490.3	64716.5	14105.4	401.4	4014.7	3784.4	1386.4	3.0	2.0	2942.2	1775.7	145.5	5191.6	11299.4	1387.4	21005.2	2180.3	131.98.2	1302.4
21		2.1	85161.1	81168.4	298.1	34167.3	6490.3	14116.3	14165.3	401.4	4014.4	3784.1	1386.0	3.1	2.3	2998.5	1771.5	147.5	5151.4	11299.3	1368.3	21006.1	2181.3	131.98.7	1300.0
22		3.3	83167.1	87148.5	237.6	34168.1	6408.0	64116.5	14165.3	165.1	4015.4	3788.8	1366.0	3.3	4.3	2988.5	1778.5	146.1	3153.7	11299.7	1387.7	21006.5	1108.7	131.37.3	1301.7
23			82787.1	81195.5	231.6	34168.1	6490.3	64716.5	14165.5	401.1	4012.3	3796.8	1386.0	4.3	4.3	2908.5	1771.5	145.1	3195.1	11297.7	1361.7	21006.3	1108.7	131.37.2	1301.7
24			89187.1	81195.5	231.5	34168.1	6490.3	64716.5	14105.1	460.1	4071.4	3799.8	1388.0	4.1	4.2	2988.5	1773.5	145.1	3198.1	12797.7	1362.7	21005.3	1338.7	131.37.7	1301.7
25	36.1	3.1	87787.1	81168.5	157.6	54168.3	6490.3	64716.3	14105.1	101.1	9871.3	3739.9	1880.0	22.3	20.1	3087.5	1778.6	161.1	5176.3	12772.7	1582.7	21895.3	1302.7	131.98.3	1551.7
25	25.15		83737.3	81108.5	315.6	34156.1	6400.3	64516.3	14105.1	705.1	1071.3	3163.3	1980.0	43.3	46.3	3093.6	1070.5	185.1	3506.7	12727.7	1501.7	21008.3	1305.7	131.97.3	1595.7
27	29.20		82952.1	81138.5	330.6	54100.4	6183.0	64316.5	14186.6	202.3	1026.5	3176.6	1807.0	93.3	90.3	3071.6	1953.6	186.1	6871.7	12055.7	5498.7	31076.3	1508.7	15183.2	1205.7
28	29.8		89523.3	87135.3	290.5	34198.3	6452.0	64216.3	14165.3	238.1	1625.4	3197.8	1399.0	92.3	34.3	3077.6	1892.6	134.3	4591.7	12786.7	5867.7	21093.3	1302.7	13188.5	1406.7
29	25.00		87:31.3	87151.6	438.6	54168.2	6481.3	64216.5	14105.6	136.1	1626.3	3171.6	2887.0	187.3	131.3	3781.5	1889.6	216.1	6871.1	13795.7	5508.7	210Y3.3	1308.7	13121.3	1408.7
30			87:31.1	87155.5	438.6	54188.1	6481.0	14235.5	14165.1	238.1	1811.5	3191.9	1389.0	187.3	101.3	3785.5	1894.5	240.1	4871.1	13795.7	5506.7	21013.3	1308.7	15227.5	1408.7
1147	161.K	36.7	87:31.3																						
	REMUCTE			-4297.1	7287.3	-4782.5	7783.7	6792.1	6588.3	7841.9	7849.9	12812.9	15:9.0	1967.2	1087.7	851.1	1114.2	1747.9							

Total Running Hours this Month : 3114
Muin Total Running Hours : 37222.3

Prepared By
LUDIANSONO
Chief Engineer

Reviewed By
LOKMAN AKURANDISYO
Technical Sopt.

Approved By
CASA JOBO TETTIETIAR
Master

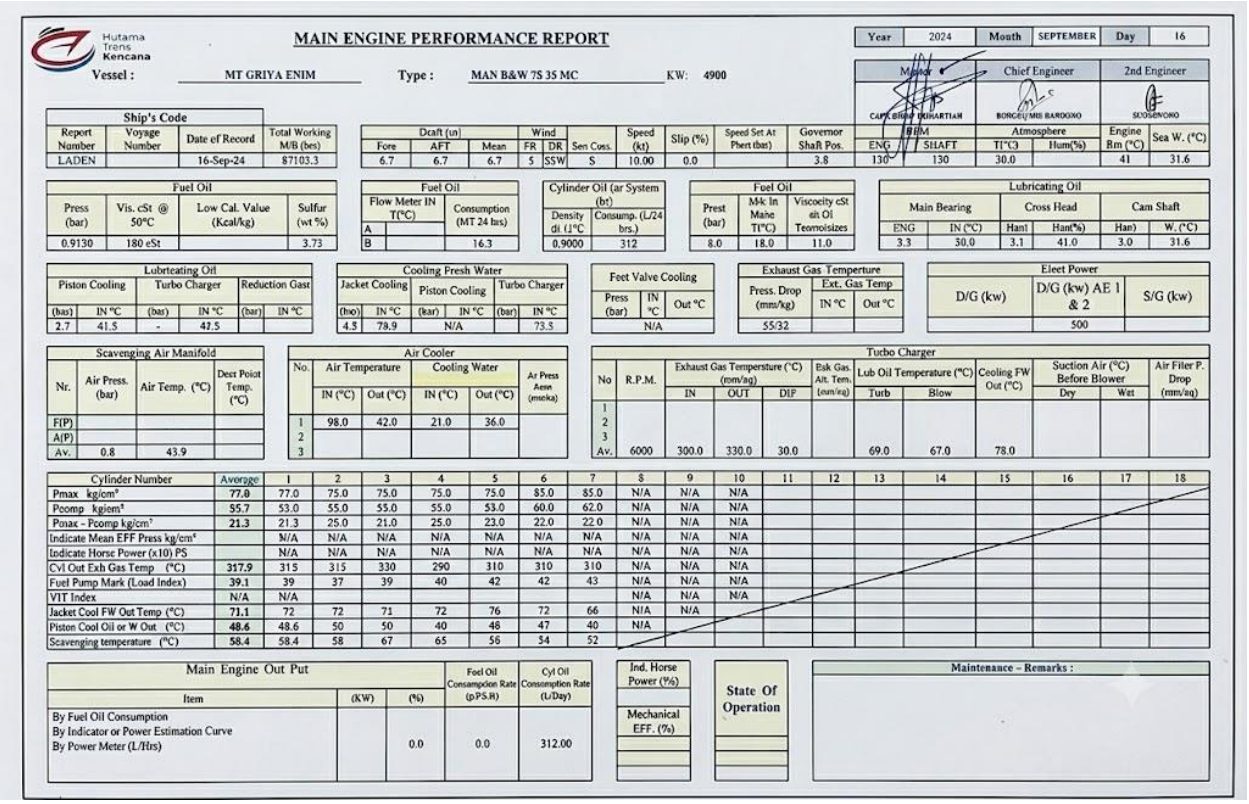
Gambar 1.1
M/E Running Hours
Sumber : Dokumen pribadi

Keterangan :

1. *Fuel Injection Valve* silinder no. 4 4537 jam (normal 4000 jam)
2. *Piston Ring* patah silinder no 3 dan 4 2853 dan 567 jam (normal 8000 jam)
3. *Cylinder Liner oversize* silinder no 3 dan 5 5597 dan 15000 jam (observasi liner)
4. *Exhaust Valve* silinder no 5 6016 jam (normal 6000 jam)

Data M/E Running Hours dan M/E Performance Report yang dihimpun selama penelitian menunjukkan bahwa komponen – komponen seperti fuel injection valve silinder no 4 (4537 jam melewati interval normal 4000 jam), piston ring silinder no 3 dan 4 yang patah secara prematur (masing-masing pada 2853 jam

dan 567 jam dari normal 8000 jam), serta exhaust valve silinder no 5 (6016 jam melewati nomral 6000 jam) telah menunjukkan anomali yang mengancam kestabilan pembakaran



Hutama Trans Kencana

MAIN ENGINE PERFORMANCE REPORT

Year 2024 | Mouth SEPTEMBER | Day 16

Vessel : MT GRIYA ENIM | Type : MAN B&W 7S 35 MC | KW: 4900

Master	Chief Engineer	2nd Engineer
CAPT. BUDI UKHARTIAN	BORGEU MIS BARDOKO	SUGENGKO

Ship's Code

Report Number	Voyage Number	Date of Record	Total Working M/B (hrs)
LADEN		16-Sep-24	87103.3

Draft (m) Fore	AFT	Mean	Wind FR	DR	Sea Coss.	Speed (kt)	Slip (%)	Speed Set At Pwrt (bar)	Governor Shaft Pos.	RPM ENG	SHAFT	Atmosphere T(°C)	Hum(%)	Engine Rm (°C)	Sea W. (°C)
6.7	6.7	6.7	5	SSW	S	10.00	0.0		3.8	130	130	30.0		41	31.6

Fuel Oil

Press (bar)	Vis. cSt @ 50°C	Low Cal. Value (Kcal/kg)	Sulfur (wt %)
0.9130	180 eSt		3.73

Fuel Oil

Flow Meter IN T(°C)	Consumption (MT 24 hrs)
A	
B	16.3

Cylinder Oil (ar System (bt)

Density dl (J°C	Consump. (L/24 hrs.)
0.9000	312

Fuel Oil

Prest (bar)	Mk In Maine TI(°C)	Viscocity cSt at Oil Teomoisizes
8.0	18.0	11.0

Lubricating Oil

Main Bearing ENG	IN (°C)	Cross Head Hant	Hant(%)	Cam Shaft Han)	W. (°C)
3.3	30.0	3.1	41.0	3.0	31.6

Lubrteating Oil

Piston Cooling (bas)	IN °C	Turbo Charger (bas)	IN °C	Reduction Gast (bar)	IN °C
2.7	41.5	-	47.5		

Cooling Fresh Water

Jacket Cooling (bo)	IN °C	Piston Cooling (kar)	IN °C	Turbo Charger (bar)	IN °C
4.5	78.9	N/A			73.5

Feet Valve Cooling

Press (bar)	IN °C	Out °C
N/A		

Exhaust Gas Temperture

Press. Drop (mm/kg)	Ext. Gas Temp IN °C	Out °C
55/32		

Eleet Power

D/G (kw)	D/G (kw) AE 1 & 2	S/G (kw)
	500	

Scavenging Air Manifold

Nr.	Air Press. (bar)	Air Temp. (°C)	Dest Poiot Temp. (°C)
F(P)			
A(P)			
Av.	0.8	43.9	

Air Cooler

No.	Air Temperature IN (°C)	Air Temperature Out (°C)	Cooling Water IN (°C)	Cooling Water Out (°C)	Ar Press Aeon (mseka)
1	98.0	42.0	21.0	36.0	
2					
3					

Turbo Charger

No	R.P.M.	Exhaust Gas Temperature (°C) (rom/aq) IN	OUT	DIF	Bak Gas. Alt. Tem. (eam/aq)	Lub Oil Temperature (°C) Turb	Blow	Cooling FW Out (°C)	Suction Air (°C) Before Blower Dry	Wet	Air Filer P. Drop (mm/aq)
1											
2											
3											
Av.	6000	300.0	330.0	30.0		69.0	67.0	78.0			

Cylinder Number	Average	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Pmax kg/cm²	77.0	77.0	75.0	75.0	75.0	75.0	85.0	85.0	N/A	N/A	N/A								
Pcomp kgiem²	55.7	53.0	55.0	55.0	55.0	53.0	60.0	62.0	N/A	N/A	N/A								
Pmax - Pcomp kg/cm²	21.3	21.3	25.0	21.0	25.0	23.0	22.0	22.0	N/A	N/A	N/A								
Indicate Mean EFF Press kg/cm²		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A								
Indicate Horse Power (x10) PS		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A								
Cvl Out Exh Gas Temp (°C)	317.9	315	315	330	290	310	310	310	N/A	N/A	N/A								
Fuel Pump Mark (Load Index)	39.1	39	37	39	40	42	42	43	N/A	N/A	N/A								
VIT Index	N/A	N/A							N/A	N/A	N/A								
Jacket Cool FW Out Temp (°C)	71.1	72	72	71	72	76	72	66	N/A	N/A									
Piston Cool Oil or W Out (°C)	48.6	48.6	50	50	40	48	47	40	N/A										
Scavenging temperature (°C)	58.4	58.4	58	67	65	56	54	52											

Main Engine Out Put Item	(KW)	(%)	Foel Oil Consampcion Rate (g/P.S.H)	Cyl Oil Consomption Rate (L/Day)
By Fuel Oil Consumption By Indicator or Power Estimation Curve By Power Meter (L/Hrs)		0.0	0.0	312.00

Ind. Horse Power (%)
Mechanical EFF. (%)

State Of Operation

Maintenance – Remarks :

Gambar 1.2
M/E Performance
Sumber : Dokumen pribadi

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Sesuai dari pengamatan peneliti saat melaksanakan praktek laut di atas kapal selama satu tahun dan masalah yang pernah dialami oleh penulis sesuai dengan yang telah disebutkan pada latar belakang. Maka penulis menentukan beberapa identifikasi masalah dalam skripsi ini sebagai berikut :

1. Terjadinya penurunan kinerja mesin induk, misalnya surging
2. Risiko kegagalan propulsi akibat surging
3. Kurangnya pelaksanaan perawatan rutin terhadap mesin induk
4. Dampak negatif terhadap keandalan komponen mesin induk

C. BATASAN MASALAH

Untuk mencegah meluasnya isu yang dibahas dalam skripsi ini, serta mempertimbangkan keterbatasan penulis dalam hal waktu dan biaya, penulis memutuskan untuk membatasi permasalahan sesuai pokok bahasan yang telah ditentukan. Hal ini dlilakukan agar tetap fokus pada tema atau topik yang relevan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis akan mengkhususkan pembahasan pada masalah :

1. Analisis faktor – faktor penyebab terjadinya surging pada turbocharger di MT Griya.
2. Analisis dampak surging terhadap kinerja mesin induk dan operasional kapal.

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan batasan masalah di atas, selanjutnya disusun dalam bentuk pertanyaan penulisan dan selanjutnya ditetapkan menjadi rumusan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Faktor-faktor apa yang menyebabkan terjadinya surging pada turbocharger sebagai indikator penurunan kinerja mesin induk di MT Griya Enim ?
2. Bagaimana dampak surging terhadap keandalan komponen dan operasioanal kapal ?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini, memiliki tujuan adalah sebagai berikut :

a. Mengidentifikasi dan menganalisis faktor - faktor penyebab terjadinya surging pada turbocharger mesin induk di MT Griya Enim.
b. Menganalisis dampak surging terhadap keandalan komponen mesin induk dan operasional kapal.

2. Manfaat Penelitian

Penelitian ini di harapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis, yaitu:

a. Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat memberikan wawasan baru mengenai :

1) Penelitian ini diharapkan dapat menambah khazanah ilmu pengetahuan di

bidang teknik permesinan kapal, khususnya mengenai penurunan kinerja mesin induk yang ditandai dengan terjadinya fenomena *surging*.

2) Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis terkait pentingnya pelaksanaan perawatan rutin terhadap mesin induk sebagai upaya pencegahan penurunan kinerja mesin dan gangguan operasional.

b. Manfaat Praktis

1) Bagi awak kapal, khususnya bagian mesin, dalam mengidentifikasi gejala penurunan kinerja mesin induk, seperti *surging*, sehingga dapat dilakukan tindakan penanganan yang tepat dan cepat serta dalam meningkatkan pelaksanaan perawatan rutin mesin induk guna menjaga kinerja mesin tetap optimal dan mendukung kelancaran operasional kapal.
2) Bagi para taruna – taruni Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta dan unit lembaga pendidikan pelayaran, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi pengetahuan mengenai penyebab terjadinya surging.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Skripsi ini terdiri dari lima bab, dan setiap bab memiliki keterkaitan sehingga terwujud sistematika penulisan yang sesuai dengan pedoman penulisan skripsi program D IV untuk program studi Teknika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah :

BAB I. PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan tentang latar belakang pemilihan judul, identifikasi masalah, tujuan pembahasan masalah pokok dan kegunaan penelitian, perumusan masalah, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II. LANDASAN TEORI

Pada bab ini menyajikan dan menguraikan tentang hasil penelitian yang dilakukan orang lain terdahulu yang berkaitan dengan kasus yang diangkat. Tinjauan pustaka yang memuat uraian mengenai ilmu yang terdapat dalam pustaka, penjelasan teori – teori yang relevan dengan kasus yang diteliti serta kerangka pemikiran dan hipotesis.

BAB III. METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi uraian yang menguraikan tentang waktu dan tempat penelitian, teknik pengumpulan data yang mengungkapkan cara mendapatkan data, populasi dan sampel serta teknik analisis mengemukakan metode yang digunakan penulis.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang deskripsi data yang memuat tentang fakta atau kejadian di atas kapal saat melaksanakan praktek laut, analisa data yang memuat tentang penjelasan atau penganalisaan data, alternatif pemecahan masalah yang menjelaskan cara memecahkan masalah yang telah ditemukan dan diakhiri dengan pemecahan masalah yang dipilih oleh penulis.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini memaparkan tentang kesimpulan yang menjelaskan tentang jawaban terhadap permasalahan objek yang diteliti dan dibuat berdasarkan hasil dan pembahasan serta saran yang memuat tentang usulan dan saran penelitian bagi penyelesaian masalah.

BAB II
LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

1. Analisis

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), pengertian analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa karangan, perbuatan, dan sebagainya untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya sebab-musabab, duduk perkaranya dan sebagainya. Disamping itu, Analisis dalam penelitian jenis apapun adalah cara berpikir. Hal itu berkaitan dengan pengujian secara sistematis terhadap sesuatu untuk menentukan bagian, hubungan antar bagian, dan ringkasan dengan keseluruhan. Tujuan analisis adalah untuk menemukan pola, berdasarkan hal tersebut di atas, dapat dikemukakan di sini bahwa analisis data adalah proses mencari dan menyusun data secara sistematis yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan dokumentasi. Hal ini dilakukan dengan cara mengorganisasikan data ke dalam kategori, menjabarkan ke dalam unit-unit, melakukan sintesa, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan yang akan dipelajari, dan membuat kesimpulan sehingga mudah dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain (Sugiyono,2017). Dalam skripsi ini peneliti menjabarkan analisis adalah proses menguraikan masalah menjadi bagian-bagian kecil untuk menemukan akar penyebab dan hubungan sebab-akibat.

2. Perawatan

Perawatan mesin kapal merupakan serangkaian tindakan teknis, administratif, dan manajerial yang dilakukan secara sistematis untuk menjaga agar seluruh sistem permesinan kapal baik mesin induk (*main engine*), mesin bantu (*auxiliary engine*), sistem bahan bakar, pelumas, pendingin, hingga sistem kelistrikan tetap berfungsi secara optimal, aman, dan sesuai dengan standar operasional pelayaran. Berbeda dengan mesin industri darat, mesin kapal bekerja

dalam kondisi ekstrem seperti getaran tinggi, beban kontinu, lingkungan laut yang korosif, serta keterbatasan akses saat kapal beroperasi. Oleh karena itu, perawatan mesin kapal memiliki tingkat kompleksitas dan standar keselamatan yang lebih kuat.

a. Jenis – Jenis Perawatan Mesin Kapal

Dalam praktik permesinan kapal, terdapat beberapa jenis perwatan yang umum diterapkan :

1) Perawatan korektif (*Corrective Maintenance*)

Perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan atau kegagalan fungsi. Tujuannya adalah mengembalikan mesin ke kondisi operasional normal. Jenis ini bersifat reaktif dan sering menyebabkan downtime jika tidak direncanakan.

2) Perawatan Preventif (*Preventive Maintenance*)

Perawatan yang dilakukan secara berkala berdasarkan jadwal waktu atau jam kerja mesin untuk mencegah kerusakan. Tindakan ini meliputi pergantian oli, pembersihan filter, pemeriksaan sistem pendingin, kalibrasi komponen penting.

3) Perawatan Prediktif (*Predictive Maintenance*)

Perawatan berbasis kondisi yang menggunakan sensor, analisis getaran, temperatur, dan data operasional untuk memprediksi potensi kegagalan sebelum terjadi.

Menurut IBM (2023) bahwa perawatan prediktif menggunakan alat dan teknik analisis data untuk mendeteksi anomali dalam pengoperasian dan kemungkinan kerusakan pada peralatan dan proses sehingga dapat diperbaiki sebelum menyebabkan kegagalan. Lebih lanjut, Menurut Mobley (2021) menjelaskan bahwa tujuan utama perawatan adalah menjaga peralatan dalam kondisi operasi terbaik dengan biaya minimum. Dengan demikian, perawatan mesin kapal tidak hanya berorientasi pada pencegahan kerusakan, tetapi juga pada efisiensi dan keselamatan pelayaran. Dan Moubray (2018) menegaskan bahwa perawatan bukan sekedar memperbaiki kerusakan, tetapi memastikan aset fisik termasuk mesin kapal tetap mampu menjalankan fungsi yang diharapkan oleh operator dan perusahan pelayaran. Dalam skripsi ini peneliti menjelaskan perawatan adalah tindakan teknis dan manajerial yang terencana dan

berkelanjutan untuk menjaga fungsi mesin, dengan pendekatan tidak hanya berbasis waktu tetapi juga berbasis kondisi aktual fudamental.

3. Kinerja

Kinerja merupakan konsep fudamental dalam manajemen sumber daya manusia yang merujuk pada tingkat keberhasilan individu maupun kelompok dalam melaksanakan tugas dan tanggung jawab yang dibebankan kepadanya. Secara umum, kinerja tidak hanya dipahami sebagai hasil akhir dari suatu pekerjaan, tetapi juga mencakup proses, perilaku, kompetensi, serta kontribusi yang diberikan dalam mencapai tujuan organisasi. Dengan demikian, kinerja mempresentasikan kombinasi antara kemampuan, motivasi, kesempatan, dan standar kerja yang telah ditetapkan.

Menurut Armstrong (2021) menegaskan bahwa kinerja tidak sekedar berfokus pada output, tetapi juga pada bagaimana proses pencapaian tersebut dilakukan secara efektif dan berkelanjutan.

Kinerja mesin merupakan gambaran menyeluruh mengenai kemampuan suatu mesin dalam menjalankan fungsinya secara efektif, efisien, dan andal sesuai dengan tujuan operasional yang telah ditetapkan. Dalam konteks teknik mesin, kinerja mesin tidak hanya diukur dari seberapa besar daya yang dihasilkan, tetapi juga dari efisiensi penggunaan energi, kestabilan operasi, tingkat keausan komponen, konsumsi bahan bakar atau sumber energi, serta dampak lingkungan yang ditumbulkan selama proses operasional berlangsung. Dengan kata lain, kinerja mesin mencerminkan interaksi antara desain teknis, kondisi operasional, pemeliharaan, dan lingkungan kerja.

Secara teknis, parameter kinerja mesin sering kali diukur melalui indikator seperti daya (*power output*), torsi (*torque*), efisiensi termal, konsumsi bahan bakar, getaran, temperatur kerja, serta tingkat emisi gas buang. Mesin dengan kinerja yang baik adalah mesin yang mampu menghasilkan output maksimum dengan input energi seminimal mungkin serta menjaga stabilitas performa dalam jangka waktu operasional yang panjang. Selain itu, kinerja mesin juga berkaitan erat dengan reliabilitas dan ketersediaan, yang menunjukkan seberapa konsisten mesin dapat beroperasi tanpa mengalami gangguan atau kerusakan.

Menurut Dessler (2020) menekankan pentingnya pentingnya pengukuran dan evaluasi sebagai bagian dari sistem manajemen kinerja yang objektif dan terstruktur. Dan Sahoo & Sahoo (2022) menegaskan bahwa optimalisasi kinerja mesin tidak hanya berdampak pada produktivitas, tetapi juga pada keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan konsumsi energi dan emisi karbon. Dalam skripsi ini peneliti menjabarkan kinerja merupakan kemampuan mesin menghasilkan daya secara efektif, efisien, dan andal, yang diukur melalui parameter teknis dan dievaluasi secara periodik untuk mendeteksi penurunan bertahap sebelum terjadi kegagalan.

4. Mesin Induk

Mesin induk adalah mesin utama yang berfungsi sebagai sumber tenaga pokok dalam suatu sistem mekanis, khususnya pada bidang perkapalan atau industri. Dalam konteks perkapalan, mesin induk merupakan perangkat penggerak utama yang mengubah energi hasil pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanik untuk memutar poros baling – baling, sehingga kapal dapat bergerak maju atau mundur sesuai kebutuhan operasional. Dengan kata lain, mesin induk menjadi pusat sistem propulsi kapal karena seluruh proses pergerakan kapal sangat bergantung pada kinerja, efisiensi, dan keandalan mesin tersebut (Carlton, 2018).

Secara teknis, mesin induk umumnya berupa motor pembakaran dalam (*internal combustion*), terutama mesin diesel dua langkah atau empat langkah yang dirancang untuk menghasilkan daya besar dengan konsumsi bahan bakar yang efisien dan tingkat keandalan tinggi dalam pengoperasian jangka panjang. Mesin ini dilengkapi dengan berbagai sistem pendukung, seperti sistem bahan bakar, sistem pelumas, sistem pendingin, dan sistem udara masuk serta gas buang, yang semuanya bekerja secara terpadu untuk menjamin performa optimal. Pada kapal niaga modern, mesin induk dirancang untuk mampu beroperasi terus – menerus dalam waktu lama dengan beban tinggi, sehingga aspek perawatan, efisiensi energi, serta pengendalian emisi menjadi perhatian utama.

Menurut International Maritime Organization (2023), sistem propulsi kapal termasuk mesin induk harus memenuhi standar efisiensi energi dan batas emisi gas buang guna mendukung pelayaran yang lebih ramah lingkungan. Sementara itu, berdasarkan laporan teknis dari MAN Energy Solutions (2022), mesin induk kapal modern dirancang dengan teknologi kontrol elektronik dan

optimasi pembakaran untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar serta mengurangi emisi karbon dioksida (CO_2).

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019) Mesin penggerak utama merupakan komponen krusial pada kapal yang bertugas sebagai penggerak utama untuk menghasilkan tenaga yang diperlukan guna mendorong kapal. Mesin utama dapat berupa mesin diesel atau mesin uap, yang berfungsi untuk menggerakkan baling – baling kapal.

Pada MT GRIYA ENIM, tenaga penggerak utama dihasilkan oleh mesin diesel dua tak. Mesin diesel adalah pesawat yang mengubah energi potensial panas secara langsung menjadi energi mekanik, atau juga dikenal sebagai *Combustion engine system.* Mesin induk merupakan mesin utama yang menyediakan tenaga untuk menggerakkan kapal. Prinsip kerjanya bervariasi tergantung pada jenis mesin yang digunakan. Pada MT GRIYA ENIM, digunakan mesin diesel 2 tak. Gerakan piston ini kemudian diubah menjadi gerakan rotasi oleh poros engkol, yang selanjutnya untuk menggerakkan baling – baling kapal.

Mesin induk terdiri dari berbagai komponen yang bekerja secara harmonis untuk menghasilkan tenaga mekanis yang diperlukan untuk propulsi kapal. Komponen utama meliputi blok mesin (sebagai rangka utama), *cylinder* dan piston (tempat terjadinya pembakaran), poros engkol (yang mengubah gerakan *liner* piston menjadi gerakan rotasi), sistem bahan bakar (yang memasok bahan bakar ke ruang bakar), sistem pelumas (yang mengurangi gesekan antar komponen), sistem pendingin (yang menjaga suhu mesin), sistem pembakaran (yang memulai pembakaran), dan sistem pembuangan (yang mengeluarkan gas sisa pembakaran). Setiap komponen memiliki peran vital dalam siklus kerja mesin, dan kegagalan salah satu komponen dapat mengganggu kinerja atau bahkan menyebabkan kerusakan total pada mesin induk.



Gambar 2.1
Mesin Induk
Sumber : Dokumen pribadi

5. Turbocharger

Menurut Watson dan Janota (2020), turbocharger adalah sistem forced induction yang menggunakan energi gas buang untuk memutar kompresor sentrifugal guna meningkatkan densitas udara masuk dalam silinder. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan daya, tetapi juga berperan dalam menekan konsumsi bahan bakar spesifik serta mengurangi emisi gas buang pada mesin diesel dua tak kapal. Turbocharger merupakan perangkat mekanis yang berfungsi meningkatkan efisiensi dan performa mesin pembakaran dalam dengan cara memampatkan udara masuk sebelum disuplai ke ruang bakar. Prinsip kerja turbocharger memanfaatkan energi kinetik gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran untuk memutar turbin, yang kemudian menggerakkan kompresor sehingga udara bertekanan tinggi dapat dialirkan ke silinder mesin. Dengan kandungan oksigen yang lebih banyak per satuan volume, proses pembakaran menjadi lebih semourn dan tenaga yang dihasilkan mesin meningkat secara signifikan tanpa penambahan volume mesin itu sendiri.

Pada mesin induk, seperti MAN B&W 7S35MC yang digunakan di MT Griya Enim, turbocharger menjadi komponen yang sangat kritis karena pasokan udara bilas (scavenging air) sepenuhnya bergantung pada kinerjanya. Sistem scavenging bertekanan yang dihasilkan turbocharger memastikan gas buang

terdorong keluar dari silinder dan udara segar masuk secara efisien pada setiap siklus kerja. Gangguan pada turbocharger, termasuk fenomena surging, akan secara langsung berdampak terhadap kualitas pembakaran, efisiensi termal, dan kestabilan operasi mesin induk (MAN Energy Solutions, 2022).MT. GRIYA ENIM

MT Griya Enim merupakan kapal tanker niaga yang digunakan untuk mengangkut muatan cair berupa minyak dan bahan kimia melalui jalur laut. Kapal ini terdaftar dengan nomor IMO 9178238 dan termasuk dalam kategori *oil* dan *chemical tanker*, yaitu kapal yang dirancang khusus dengan sistem tangki dan perlengkapan keselamatan untuk membawa kargo cair yang bersifat berbahaya maupun mudah terbakar. Dengan panjang 160 meter, kapal ini memiliki struktur lambung, kompartemen tangki, serta sistem pemompaan yang memungkinkan proses pemuatan dan pembongkaran yang dilakukan secara efisien dan aman di pelabuhan maupun di fasilitas lepas pantai.



Gambar 2.2
MT. GRIYA ENIM
Sumber : Dokumen pribadi

Sebagai bagian dari armada pelayaran nasional, MT Griya Enim berperan penting dalam mendukung distribusi energi, khususnya dalam pengangkutan bahan bakar dan produk turunan minyak. Keberadaan kapal tanker seperti ini sangat strategis dalam menjaga kelancaran rantai pasok energi, karena menjadi penghubung antara fasilitas produksi, terminal penyimpanan, dan titik distribusi lainnya. Dengan spesifikasi teknis yang memenuhi standar keselamatan pelayaran internasional, kapal ini tidah hanya berfungsi sebagai sarana transportasi laut, tetapi juga sebagai elemen vital dalam sistem logistik energi nasional dan regional.

B. PENELITIAN TERDAHULU

Pada Tabel 2. 1 menunjukkan beberapa jurnal yang digunakan penulis sebagai sumber penelitian terdahulu.

Tabel 2. 1
Review Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Nama Penulis dan Tahun Terbit	Hasil
1.	Optimalisasi Perawatan Injektor terhadap Performa Mesin Induk MV Kali Mas	Eryck Hamdani dkk. 2024	Perawatan Injektor secara berkala dapat meningkatkan performa mesin induk dan mengurangi gangguan pembakaran akibat penyumbatan bahan bakar

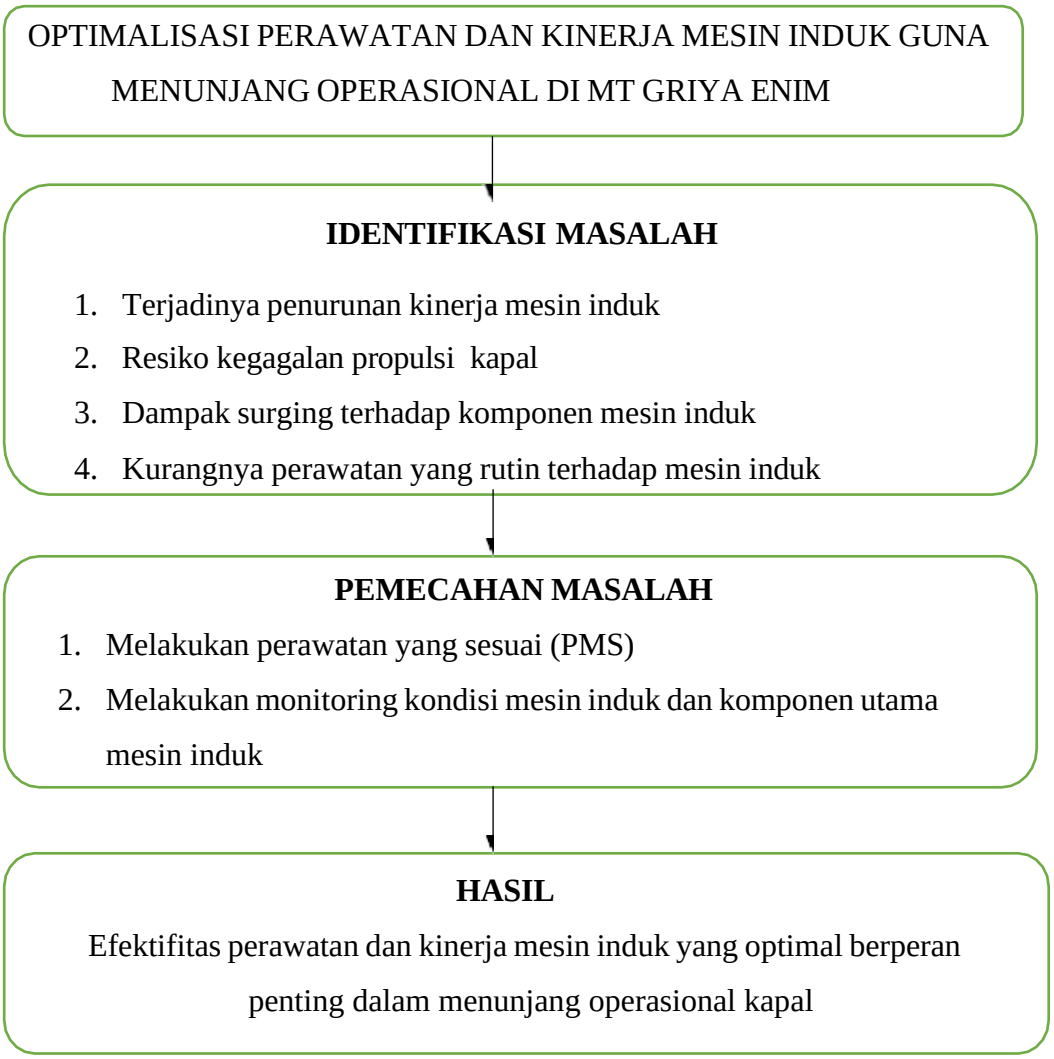
No	Judul Penelitian	Nama Penulis dan Tahun Terbit	Hasil
2.	Analisis Kerusakan Cylinder Head Mesin Induk yang Mempengaruhi Kelancaran Operasional Kapal	Pratama & Hidayat 2023	Menemukan bahwa kerak karbon pada katup buang adalah penyebab utama penurunan kompresi. Disarankan penggantian komponen secara periodik sesuai jam kerja mesin.
3.	Studi Komparansi Penggunaan Bahan Bakar B30 terhadap Performa dan Perawatan Mesin Induk Kapal Penumpang	Kurniawan 2020	Penggunaan B30 memerlukan pembersihan filtrasi yang lebih sering, namun emisi gas buang menjadi lebih ramah lingkungan tanpa merusak komponen internal secara signifikan.
4.	Analisis Preventive Maintenance Mesin Induk pada Kapal Tanker MT Sinar Jogja	Andi Prasetyo 2021	Penerapan jadwal perawatan berbasis jam kerj mesin mampu menurunkan *downtime* hingga 18%

No	Judul Penelitian	Nama Penulis dan Tahun Terbit	Hasil
5.	Evaluasi Kinerja Mesin Induk Menggunakan Metode Performace Analysis pada MV Meratus Jayapura	Rachmat Hidayat 2022	Ditemukan penurunan efisiensi akibat kerak pada ruang bakar dan sistem bahan bakar yang kurang optimal.
6.	Analisis Penyebab Overheating Mesin Induk pada Kapal Tanker dan Upaya Penanggulangannya	Dwi Kurniawan 2023	Overheating disebabkan oleh kerak pada cooler dan kurangnya inspeksi rutin.
7.	Penerapan Reliability Centered Maintenance pada Sistem Mesin Induk Kapal Niaga	Budi Santoso & Arif Rahman 2020	Perawatan berbasis reliabilitas mampu meningkatkan kesiapan operasional kapal hingga 25%.

No	Judul Penelitian	Nama Penulis dan Tahun Terbit	Hasil
8.	Analisis Efisiensi Bahan Bakar Mesin Induk pada Kapal Tanker Menggunakan Data Engine Log Book	Hendra Saputra 2021	Konsumsi bahan bakar meningkat saat injektor dan turbocharger tidak dirawat sesuai interval.
9.	Analisis Kerusakan Injektor pada Mesin Diesel	Lestari, Dwi 2021	Kerusakan pada komponen injektor seringkali terjadi karena perawatan yang kurang optimal dan penggunaan bahan bakar yang tidak sesuai spesifikasi.

C. KERANGKA PEMIKIRAN

Kerangka pemikiran dibuat dengan tujuan memberikan panduan sistematis dalam menganalisis dan mengatasi masalah yang muncul pada kinerja mesin induk. Kerangka pemikiran dalam penelitian ini menjelaskan alur logis dalam menganalisis penyebab terjadinya surging pada mesin induk pada MT GRIYA ENIM. Permasalahan ini diduga dipengaruhi oleh kurangnya perawatan rutin terhadap mesin induk. Untuk memahami faktor penyebabnya, penelitian didukung oleh landasan teori berupa tinjauan pustaka. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus di MT GRIYA ENIM.



BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap data running hours, laporan performa mesin induk, serta pembahasan pemecahan masalah pada BAB IV, dapat disimpulkan bahwa penurunan kinerja mesin induk di MT GRIYA ENIM tidak terjadi karena satu faktor tunggal. Permasalahan tersebut merupakan hasil interaksi antara kondisi komponen pembakaran yang telah mengalami anomali, metode perawatan yang belum sepenuhnya berbasis pemantauan kondisi, serta keterlambatan tindak lanjut terhadap data operasional. Kesimpulan dari masing-masing permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Penyebab Terjadinya Penurunan Kinerja Mesin Induk, Khususnya Surging pada Turbocharger

Penurunan kinerja mesin induk yang ditandai dengan gejala surging pada turbocharger terjadi karena ketidakseimbangan proses pembakaran dan ketidakstabilan aliran gas buang yang masuk ke turbin *turbocharger*. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh beberapa komponen kritis yang telah menunjukkan anomali, yaitu *fuel injection valve* silinder nomor 4 yang telah melewati interval perawatan, *piston ring* silinder nomor 3 dan 4 yang mengalami kerusakan dini, *cylinder liner* silinder nomor 3 yang mengalami oversize, serta exhaust valve silinder nomor 5 yang telah melewati batas normal jam kerja.

Gangguan pada komponen-komponen tersebut menyebabkan kualitas atomisasi bahan bakar, kompresi, sealing ruang bakar, dan distribusi panas antarsilinder menjadi tidak seragam. Akibatnya, energi gas buang yang seharusnya memutar *turbocharger* secara stabil menjadi berfluktuasi. Fluktuasi inilah yang memperbesar kemungkinan kompresor *turbocharger* keluar dari daerah kerja stabil sehingga timbul gejala surging. Dengan demikian, *surging*

pada kasus MT GRIYA ENIM tidak dapat dipahami sebagai kerusakan turbocharger semata, tetapi sebagai gejala puncak dari penurunan kualitas pembakaran dan melemahnya sistem perawatan komponen mesin induk.

Selain faktor mesin, penyebab lain yang memperkuat permasalahan adalah metode perawatan yang belum sepenuhnya menggabungkan *planned maintenance system* dengan *condition monitoring*. Data performa seperti temperatur gas buang, tekanan pembakaran, tekanan kompresi, temperatur udara bilas, dan putaran turbocharger sudah tersedia, namun belum sepenuhnya digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan perawatan secara cepat. Oleh karena itu, faktor dominan penyebab penurunan kinerja mesin induk berada pada aspek *machine* dan *method*, sedangkan faktor manusia, material, lingkungan operasi, serta manajemen berperan sebagai faktor pendukung yang mempercepat munculnya gangguan.

2. Dampak Penurunan Kinerja Mesin Induk terhadap Komponen dan Operasional Kapal

Penurunan kinerja mesin induk berdampak langsung terhadap efisiensi pembakaran. Ketika surging terjadi, suplai udara pembakaran menjadi tidak stabil sehingga perbandingan udara dan bahan bakar tidak berada pada kondisi ideal. Pembakaran yang kurang sempurna menyebabkan tenaga yang dihasilkan menjadi tidak optimal dan konsumsi bahan bakar cenderung meningkat untuk menghasilkan daya yang sama. Kondisi ini menunjukkan bahwa penurunan kinerja mesin induk tidak hanya memengaruhi performa teknis, tetapi juga berdampak pada efisiensi energi kapal.

Dampak berikutnya adalah meningkatnya beban termal dan mekanis pada komponen mesin induk. Fluktuasi tekanan, getaran, dan distribusi temperatur yang tidak merata dapat mempercepat keausan pada piston ring, cylinder liner, exhaust valve, serta komponen turbocharger. Apabila kondisi ini dibiarkan, kerusakan tidak hanya berhenti pada komponen yang sudah mengalami anomali, tetapi dapat berkembang menjadi kerusakan lanjutan yang lebih berat dan memerlukan biaya perbaikan lebih besar.

Dari sisi operasional kapal, penurunan kinerja mesin induk mengurangi kestabilan respons mesin terhadap perubahan beban. Mesin menjadi kurang optimal dalam mempertahankan putaran, kecepatan dinas, dan kesiapan propulsi. Pada kondisi tertentu, gejala surging yang berulang dapat meningkatkan risiko

gangguan pelayaran, eterlambatan operasional, bahkan potensi kegagalan propulsi apabila tidak segera ditangani secara tepat. Dengan demikian, penurunan kinerja mesin induk harus dipandang sebagai persoalan keandalan sistem propulsi dan keselamatan operasional kapal, bukan hanya sebagai gangguan teknis di kamar mesin.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa perbaikan terhadap satu komponen saja tidak cukup untuk mengatasi penurunan kinerja mesin induk. Pemecahan masalah yang paling tepat adalah melakukan perbaikan teknis secara terpadu terhadap sistem pembakaran, sistem udara masuk, dan sistem gas buang, kemudian diikuti dengan penguatan perawatan preventif berbasis data performa. Dengan langkah tersebut, mesin induk MT GRIYA ENIM dapat kembali bekerja lebih stabil, efisien, dan andal dalam menunjang operasional kapal.

E. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, penulis memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi bahan perbaikan dalam pelaksanaan perawatan mesin induk di MT GRIYA ENIM, yaitu:

1. Kepala Kamar Mesin dan masinis yang bertanggung jawab terhadap mesin induk sebaiknya melakukan inspeksi dan overhaul terpadu terhadap komponen yang telah menunjukkan anomali, terutama *fuel injection valve* silinder nomor 4, *piston ring* silinder nomor 3 dan 4, *cylinder liner* silinder nomor 3, serta *exhaust valve* silinder nomor 5. Pemeriksaan tersebut perlu disertai pengecekan terhadap *turbocharger*, *air cooler*, *scavenge space*, dan saluran gas buang agar sumber ketidakstabilan pembakaran dapat ditangani secara menyeluruh.
2. Pelaksanaan *planned maintenance system* perlu ditegakkan secara lebih disiplin sesuai interval jam kerja dan petunjuk manual book. Komponen yang telah mendekati atau melewati batas jam kerja tidak sebaiknya menunggu sampai terjadi kerusakan, melainkan segera dijadwalkan untuk diperiksa, dibersihkan, dikalibrasi, atau diganti sesuai kondisi aktual.
3. Pencatatan parameter performa mesin induk sebaiknya tidak hanya dijadikan arsip administrasi, tetapi digunakan sebagai dasar analisis kondisi mesin. Parameter seperti temperatur gas buang setiap silinder, Pmax, Pcomp, temperatur scavenging, putaran turbocharger, tekanan udara bilas, serta konsumsi bahan bakar perlu dibandingkan secara berkala untuk menemukan kecenderungan

penurunan kinerja sejak tahap awal.

4. Apabila muncul gejala *surging*, seperti suara tidak normal, getaran berlebih, fluktuasi tekanan udara, atau perubahan temperatur gas buang yang mencolok, awak mesin sebaiknya segera melakukan tindakan pengendalian operasi. Tindakan tersebut dapat berupa pengurangan beban secara bertahap, menghindari perubahan beban mendadak, meningkatkan frekuensi monitoring parameter, dan melakukan inspeksi awal sebelum gangguan berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius.
5. Perusahaan dan pihak kapal perlu memperkuat manajemen suku cadang kritis, khususnya untuk *injector*, *piston ring*, *exhaust valve*, komponen *turbocharger*, filter bahan bakar, serta komponen pendukung sistem pelumasan dan pendinginan. Ketersediaan suku cadang yang sesuai spesifikasi pabrikan sangat penting agar tindakan perawatan tidak tertunda dan tidak menimbulkan penggunaan komponen yang kualitasnya kurang sesuai.
6. Kualitas bahan bakar dan minyak lumas perlu diawasi secara konsisten melalui pemeriksaan filtrasi, drain endapan, pemantauan kebersihan *purifier*, serta pemeriksaan kondisi *lube-oil*. Pengawasan ini diperlukan karena kontaminasi bahan bakar atau pelumas dapat mempercepat deposit pada injector, memperburuk pembakaran, dan meningkatkan keausan pada piston ring serta cylinder liner.
7. Familiarisasi terhadap awak mesin perlu ditingkatkan, terutama mengenai hubungan antara data performa mesin, gejala awal *surging*, dan keputusan perawatan. Masinis jaga dan juru minyak sebaiknya memahami bahwa deviasi temperatur gas buang, suara tidak normal, perubahan getaran, atau penurunan respons mesin merupakan tanda awal yang harus segera dilaporkan dan ditindaklanjuti.

Dengan adanya perawatan yang lebih terencana, pengawasan parameter yang lebih teliti, serta tindak lanjut yang cepat terhadap setiap deviasi performa, iharapkan mesin induk MT GRIYA ENIM dapat beroperasi dalam kondisi lebih tabil dan efisien. Selain itu, penerapan sistem perawatan berbasis data diharapkan mampu mengurangi risiko terjadinya surging, memperpanjang umur pakai komponen, serta menunjang kelancaran dan keselamatan operasional kapal.

DAFTAR PUSTAKA

Armstrong, M. (2021). *Armstrong's Handbook of Performance Management: An Evidence-Based Guide to Performance Leadership* (7th ed.). Kogan Page.

Bazzet, T. (2023). *Optimization and Mathematical Problem Solving* . Dr. Trefor Bazett.

Bierlaire, M. (2022). *Optimization: Principles and Algorithms*. EPFL Press. Burkard, R. E. (2024). *Combinatorial and Global Optimization*. World Scientific.

Carlton, J. (2018). *Marine Propellers and Propulsion* (4th ed.). Butterworth-Heinemann.

Dessler, G. (2020). *Human Resource Management* (16th ed.). Pearson.

Hamdani, E. (2024). *Optimalisasi Perawatan Injektor terhadap Performa Mesin Induk di Kapal MV Kali Mas*. Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.

Handoyo, J. J. (2019). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*. Penerbit Djangkar.

Heywood, J. B. (2018). *Internal Combustion Engine Fundamentals* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.

Hidayat, R. (2022). *Evaluasi Kinerja Mesin Induk Menggunakan Metode Performance Analysis pada MV Meratus Jayapura*.

IBM. (2023). *What is Predictive Maintenance?* IBM.

International Maritime Organization. (2020). *SOLAS: Consolidated Edition 2020*. International Maritime Organization.

International Maritime Organization. (2021). *Improving the Energy Efficiency of Ships: EEXI, CII Rating, and Enhanced SEEMP*. International Maritime Organization.

International Maritime Organization. (2023). *2023 IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships*. International Maritime Organization.

Kurniawan, D. (2023). *Analisis Penyebab Overheating Mesin Induk pada Kapal Tanker dan Upaya Penanggulangannya*.

Kurniawan. (2020). *Studi Komparansi Penggunaan Bahan Bakar B30 terhadap Performa dan Perawatan Mesin Induk Kapal Penumpang*

Lestari, D. (2021). *Analisis Kerusakan Injektor pada Mesin Diesel* .

MAN Energy Solutions. (2022). *Marine Engine Programme*. MAN Energy Solutions.

Mobley, R. K. (2021). *Maintenance Engineering Handbook*. McGraw-Hill Education.

Moleong, L. J. (2019). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Remaja Rosdakarya.

Moubray, J. (2018). *Reliability-Centered Maintenance*. Industrial Press.

Prasetyo, A. (2021). *Analisis Preventive Maintenance Mesin Induk pada Kapal Tanker MT Sinar Jogja*.

Pratama, & Hidayat. (2023). *Analisis Kerusakan Cylinder Head Mesin Induk yang Mempengaruhi Kelancaran Operasional Kapal*.

Sahoo, S., & Sahoo, J. (2022). *Effects of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on CO2 Emissions in India: Empirical Evidence from Disaggregated Data Analysis*. Energy Economics, 38, 24-31.

Santoso, B., & Rahman, A. (2020). *Penerapan Reliability Centered Maintenance pada Sistem Mesin Induk Kapal Niaga*.

Saputra, H. (2021). *Analisis Efisiensi Bahan Bakar Mesin Induk pada Kapal Tanker Menggunakan Data Engine Log Book*.

Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : SHIP PARTICULAR

SHIP PARTICULAR'S

NAME OF SHIP	MT.SINAR EMAS
KIND AND TYPE OF SHIP	WHITE PRODUCT OIL TANKER
OWNERS	SAMUDERA SHIPPING SERVICES
CRUISING AREA	UNRESTRICTED SERVICE
CLASSIFICATION	L.R (LLOYD REGISTER) / LRS +100 A1 DOUBLE HULL
OPERATOR / CHARTERER	PT. SAMUDERA SHIPPING SERVICE / PERTAMINA
PORT OF REGISTRY / FLAGS	JAKARTA / INDONESIA
CALL SIGN	P N M R
MMSI NO.	525 009 063
HULL NUMBER / PORT NUMBER	JDI 7500 – 001 / 01120 – B / 00
INMARSAT – C / TELEX	45 64 94 21 0 (A/B EMAS)
INMARSAT M / PHONE/FACSIMILE	765054648 / 76054650
MOBILE PHONE	65 912 848 81
EMAIL / GLOBEWIRELESS	sinaremas@samudera.dualog.net
OFFICIAL NUMBER / IMO NUMBER	2010Pst No.6355/L / 9178238
BUILDER / DATE OF BUILT	Jiangdu Shipyard, China (JD 17500-001)
DATE OF KEEL LAID/ LAUNCHING	June 25th 1998 / March 26th 1999
DATE OF DELIVERY	April 20th 2000
DWT / LIGHT WEIGHT	17726 LONG TONS DWT / 6281.346 tons (Draft : 2.069 Mtr)
HEIGHT	37.35 Mtr

PRINCIPAL DIMENSION	
LOA	160.00 Mtr
LBP	150.86 Mtr
BREATH (MOULDED)	27.00 Mtr
DEPTH (MQULDED)	11.70 Mtr

TONNAGE	
GROSS TONNAGE	13960.00 GRT
NET TONNAGE	4722.00 NRT

FREEBOARD AND DEADWEIGHT

ITEM	FREEBOARD (Mtr)	DRAFT (Mtr)	DISPL (T)	DWT (T)
S	4.715	7.015	24291.83	18010.484
T	4.569	7.160	24900.00	18615.000
W	4.861	6.880	23800.00	17499.000

SPEED AND FUEL CONSUMPTION

Service Speed : 11.50 Kts (MCO at full draft of 7.015 Mtr)
Bunker Consumption : IN LADEN MFO = 16.5 tons/day IN BALLAST MFO= 15.6 tons/day
Bunker Consumption : IN LADEN MDO= 1.4 tons/day IN BALLAST MDO= 1.4 tons/day

ENGINE PARTICULARS

MAIN ENGINE	
TYPE	DIESEL MAN B&W 7S35 YB053
NUMBER	1 Set
M.C.O	6350ps x 170 RPM (Max) BHP 5500PS x 164 RPM (Service) BHP

AUX. BOILER	
TYPE & NUMBER	Vertical Circulating Type 1 Set
STEAM CONDITION	7 kg/Cm²
MAX EVAPORATION	1850 kg/Hour
FEED TEMPERATURE	60°C

PROPELLER	
TYPE & NUMBER	Fixed Type Propeller 4 Blade Solid Type 1x
DIAMETER/ PITCH	4.300 Mtr / 2.736 Mtr
DIRECTION OF ROTATION	RIGHT – HANDED

ELECTRIC DIESEL GENERATOR	
DIESEL ENGINE	ANQING –DAIHATSU 6DL – 20
GENERATOR	637.5 KVA x 3

CARGO TANK – PUMP – COATING

CARGO TANK OIL TK (SG=0.729) COATING COT EPOXY HEMPEL		CAPACITY (M3)	CAPACITY Tones 98%Full
COT	LOCATION		
No.1COT P&S	FR163-188	3949.80	2786.98
No.2COT P&S	FR139-163	4256.47	3003.37
No.3COT P&S	FR115-139	4257.33	3003.97
No.4COT P&S	FR 91-115	4257.31	3003.95
No.5COT P&S	FR 67 - 91	4252.56	3000.60
No.6COT P&S	FR 42 - 67	3675.22	2593.24
TOTAL		24648.69	17392.12

DIESEL OIL TANKS (SG=0.85)		CAPACITY M3	CAPACITY Tones 98% Full
D.O. TK (P)	FR 23 - 26	83.74	69.76
D.O. TK (S)	FR 23 - 26	75.82	63.16
TOTAL		159.56	132.92

HEAVY FUEL OIL TANKS (SG=0.95)		CAPACITY M3	CAPACITY Tones 98% Full
No.1 H FOT P&S	FR188 - 191	324.16	301.79
No.2 H FOT (P)	FR 26 – 38	330.43	307.63
No.2 H FOT (S)	FR 26 - 38	373.41	347.64
TOTAL		1028.00	957.06

PUMP
CARGO OIL PUMP NO.1,2,3 Capacity : 600 m3/h Pressure head 1.0 MPa Cargo Viscosity 10 cSt CARGO S.G = 0.72 MAX. S.G = 1.025 Type Double Suction, double volute, one stage, radially split Centrifugal Pump Model C05BX 6-10 AAN H91

STRIPPING/BALLAST PUMP
2 Set Pressure Head 1.0 MPa Cargo Viscosity 10 cSt Type Twin Spindle Screw Pump With Timing Gear and External Bearing Model 98-20635 to 98-20636

FW TANK	LOCATION	CAPACITY M3	CAPACITY Ton 100%
FW TK (P&S)	AE – FR 6	306.86	306.86

SLOP TANKS (SG= 1.025)		CAPACITY M3	CAPACITY Tones 98%
SLOP TANK P&S	FR 38 - 48	822.96	822.66
CAP. BWT		10631.71	10895.51

TOTAL CREW 28 PERSONS INCLUDING MASTER

Master of MT SINAR EMAS Capt. Daniel Salinding

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN 2 : CREWLIST

Form 23
IMMIGRATION ACT
[CAP. 133]
IMMIGRATION REGULATIONS
CREW LIST

Name of Vessel / Nama Kapal : MT GEMA ZAHM
Flag of Vessel / Bendera : INDONESIA
Agent to Port / Nakoda : PERTAMINA
Master / Nakoda : PT. PERTAMINA TRANS KONTINA
Date Of Arrival / Tanggal Tiba : 06 JUNE 2025
Date Of Departure / Tanggal Berangkat :

Last Port (Pelabuhan Sebelumnya) : TG GEMAH
Next Port (Pelabuhan Seterusnya) : PHUKET

No.	Name / Nama Anak	Sex / Jenis Kelamin	Date of Birth / Tanggal Lahir	Nationality / Kebangsaan	Travel Document No / No. Buku Pelaut	Exp. Of Travel Depend / Tanggal Berakhir Buku Pelaut	Signed on Board / Jabatan	Seaman's Code / Kode Pelaut	No. PKL	Sign of Age On / Tanggal Naik Kapal	Certificate / Sertifikat Untuk Kapal	Certificate No / Nomor Sertifikat Untuk Kapal	Valid Until Berlaku Hingga
1	DENIARA PUTRA PUTRI	N	1-Jul-1918	INDONESIA	P 1637710	30 August 2026	MASTER	6038005090	AL-934/13/52/DSDP/UIRW/2035	07 March 2035	ATT I	6038005062001101113	SUDAH
2	DARMUNCAR MISNAL SUSTARA	N	14-Jun-1969	INDONESIA	B 859419	15 May 2027	C/O	6811698552	AL-934/10/IV/DSDP/UIRW/2025	18 February 2025	ANT II	6811691823823290	SUDAH
3	DODA ABAH PRATAMA	N	19-Jun-1989	INDONESIA	P 1603096	08 December 2025	3/O	6811939838	AL-984/14/IX/DPWI/84	05 December 2024	ANT III	6811917809030194	SUDAH
4	DODI SUPRA RAMADAN	M	4-Feb-1987	INDONESIA	J 0116984	06 March 2027	3/O	6811579883		30 June 2022	ANT II	6811579809030194	SUDAH
5	DESRA EMAZ	M	24-Dec-1991	INDONESIA	M 1483114	07 June 2033	4/O	6813639894	AL-934/10/IV/DSDP/UIRW/2035	16 February 2025	ANT II	6813393916899054	SUDAH
6	DIMAS	M	1-Apr-1983	INDONESIA	I 1863838	03 August 2026	C/E	6809658904		25 June 2025	ATT I	6808601287813115	SUDAH
7	DIDIK JASSUDIN	M	12-Nov-1987	INDONESIA	J 1633333	04 November 2027	2/E	6813918011	AL-934/10/IV/DSDP/UIRW/2035	13 January 2025	ATT II	6808601287813115	SUDAH
8	JASSUDIN SUSTAMA.O	M	22-Sep-1990	INDONESIA	O 0140312	IT December 2026	2/E	6811680840	AL-934/13/V/DSDP/0585	14 February 2025	ATT II	6811600108E230131	SUDAH
9	DESMAMAD TRIBI SAMAJI	M	10-Jul-1990	INDONESIA	F 3113865	08 January 2026	4/E	6811818883	AL-934/M09/V/KSDP/Dm-03	28 May 2025	ATT III	6811618803030131	SUDAH
10	RAMADHAD FADLI ROSBLM	M	24-Dec-1991	INDONESIA	H 1683138	30 August 2027	ABK ELECT	6813577885		30 March 2025	ETO	6813537508213654	SUDAH
11	WIDI EKO SASMOKO	M	30-Jun-1971	INDONESIA	F 1677717	14 August 2026	PURSER	6806813090	AL-934/100/13/RSDP/IV/24	30 December 2024	RATINGS	6812807114050477	SUDAH
12	BUDI BUDU SUTRISNO	M	1-Apr-1973	INDONESIA	M 1683863	14 April 2027	BOSUN	6808609984	AL-934/30/V/DSDP/0585	16 May 2025	RATINGS	6808609984031607715	SUDAH
13	FERTEN SUPRIYONO	M	13-Jun-1980	INDONESIA	J 1686856	30 March 2025	A/B	6808168838	AL-934/PRU/V/DSDP/0585	30 December 2024	RATINGS	6808168838031607716	SUDAH
14	PRAJANTTA BESAR YUFRA	N	11-Jul-1990	INDONESIA	P 2503959	24 January 2027	AB II	6809993252	AL-934/M09/V/DSDP/Dm-03	18 May 2025	RATINGS	6809812323083255	SUDAH
15	WAHYUDI	N	26-Sep-1973	INDONESIA	I 1811783	14 May 2026	AB III	6809818387		18 May 2022	RATINGS	6809812323083255	SUDAH
16	WARSITO OLA	N	2-Nov-1991	INDONESIA	B 1809414	11 March 2025	E/FOREMAN	6809390851		04 April 2022	ATT V	6809828818883217	SUDAH
17	IGOR EGGO ARDEDO	N	14-Feb-1990	INDONESIA	J 0140306	04 April 2027	OILER I	6808828818	AL-934/30/V/DSDP/0585	26 October 2024	RATINGS	6808828818083216	SUDAH
18	EGGO ALFITRA	N	25-Jan-1990	INDONESIA	O 0140321	23 November 2025	OILER II	6813813266	AL-934/100/V/DSDP/EXP/2025	13 January 2025	ATT III	6810810809030136	SUDAH
19	CASDORI	N	25-Aug-1990	INDONESIA	F 1683831	30 August 2025	OILER III	6808183266	AL-934/100/IV/DSDP/EXP/2025	23 February 2025	ATT V	6808190818382310	SUDAH
20	LADUASRI	N	30-Jul-1986	INDONESIA	I 1680109	09 October 2026	CESIK	6808183280	AL-934/100/IV/DSDP/Dm-02	30 May 2025	RATI	6808190818390193	SUDAH
21	REN REN FERRENA	N	29-Jul-1983	INDONESIA	I 1680106	11 September 2027	MESSMAN	6813858388	AL-934/100/IV/DSDP/DM/19	30 May 2025	RATI	6811813838903196	SUDAH
22	BUDIMY BAGA	N	14-Feb-1984	INDONESIA	D 0139660	26 May 2026	D/S	6801828888	AL-934/PR/V	23 March 2025	RATINGS	6811828838139117	SUDAH
23	DANPRI.ASTHAR AL-FATAH	N	16-Dec-2003	INDONESIA	D 0139014	23 April 2027	CADET DECK I	6813133369	AL-934/PR/V/DSDP/0585	10 August 2024	DGT	6813138369030133	SUDAH
24	DANIMARO YUSRIDIN	M	25-Dec-2003	INDONESIA	J 0139136	01 August 2027	CADET DECK II	6813183267	AL-934/PR/V/DSDP/Dm-03	11 October 2024	DGT	6813134908010183	SUDAH
25	DAYOLIAN YUSUF ANGGA	M	5-Aug-1993	INDONESIA	J 0139990	30 May 2027	CADET DECK III	6813853803	AL-934/PR/V/DSDP/0585	03 December 2024	DGT	6813133908090183	SUDAH
26	DEDDY SAHRONAMA	M	3-Mar-1994	INDONESIA	O 0137737	30 April 2025	CADET DECK IV	6813858960	AL-934/PR/V/DSDP/0585	09 December 2024	DGT	6813138908090183	SUDAH
27	HALIF HENDRIT	M	20-Jun-1983	INDONESIA	I 1683684	11 June 2027	CADET ENGRT	6813841340	AL-934/PR/V/DSDP/0585	28 October 2024	DGT	6813134908010183	SUDAH
28	PUTU CHLAN SWAGANTA	M	3-Jun-1984	INDONESIA	J 0139916	08 June 2027	CADET ENGINE I	6813858960	AL-934/PR/V/DSDP/0585	04 September 2024	DGT	6813138908010183	SUDAH
29	GEORGIO LORENSYUSTIAN	M	3-Dec-1999	INDONESIA	J 0139916	30 May 2027	CADET ENGINE II	6813838838	AL-934/PR/V/DSDP/0585	04 September 2024	DGT	6813138838908010183	SUDAH
30	SOSHIMAMO	M	31-Dec-1998	INDONESIA	J 0138938	31 July 2027	CADET ENGINE III	6813868388	AL-934/100/V/DSDP/0585	14 January 2025	DGT	6813134308010430	SUDAH
	Pilot Name / Nama Pandu		Please Handed Home.										

MERAK, 06 JUNE 2025

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN 3 : MT GRIYA ENIM



LAMPIRAN 4 : MAIN ENGINE



LAMPIRAN 5 : EXHAUST VALVE PATAH



LAMPIRAN 6 : CYLINDER LINER



LAMPIRAN 7 : PISTON



LAMPIRAN 8 : PISTON EXHAUST VALVE



LAMPIRAN 9 : INJECTOR



LAMPIRAN 10 : WAWANCARA

CADET : Selamat pagi, Bass. Mohon maaf mengganggu, saya ingin meminta waktu sebanyak mungkin untuk wawancara terkait data pendukung skripsi saya mengenai "Optimalisasi Perawatan dan Kinerja Mesin Induk".

MASINIS II : Pagi, Cadet. Silakan. Ini memang waktu yang tepat karena kita baru saja selesai mengambil M/E Performance Report kemarin. Ada masalah spesifik yang ingin kamu tanyakan? Saya lihat di laporan running hours, banyak komponen kita yang sudah menunjukkan tanda-tanda perlu perhatian serius.

CADET : Betul, Bass. Berdasarkan data M/E Running Hours yang saya catat, ada beberapa temuan anomali yang sangat menarik. Saya perhatikan **Fuel Injection Valve silinder no. 4** sudah mencapai **4.537 jam**, melebihi batas normal 4.000 jam. Kemudian **Piston Ring silinder no. 3** patah di **2.853 jam** dan silinder no. 4 bahkan lebih parah, patah di **567 jam**. Sementara **Cylinder Liner** juga sudah oversize di 5.597 jam untuk silinder 3, dan **Exhaust Valve silinder no.5** juga sudah **6.016 jam** dari normal 6.000 jam. Menurut Bass, seberapa serius dampak kondisi ini terhadap performa mesin induk saat ini?

MASINIS II : Analisismu bagus, Cadet. Kamu tepat menyoroti titik-titik kritis itu. Dari data yang ada, memang jelas terlihat adanya penurunan efisiensi pembakaran di beberapa silinder. Ketika Fuel Injection Valve sudah melewati interval perawatan, kualitas atomisasi bahan bakar menjadi buruk. Bahan bakar tidak terbakar sempurna. Belum lagi Piston Ring yang patah itu jelas mengurangi kompresi di ruang bakar. Kalau digabung antara injektor yang kotor dan kompresi yang bocor, maka pembakaran di silinder tertentu jadi sangat tidak stabil. Hal ini menyebabkan distribusi temperatur gas buang antar silinder menjadi sangat timpang. Coba lihat di performance report kemarin, deviasi temperatur gas buangnya mencapai 80 derajat Celsius (280 - 360°C).

CADET : Apakah kondisi ini yang kemudian memicu terjadinya gejala *surging* pada turbocharger yang sering kita dengar akhir-akhir ini, Bass?

MASINIS II : Tepat sekali. Gejala *surging* yang kadang terdengar seperti suara "menghentak" atau "mendesis" dari turbocharger itu bukanlah kerusakan utama pada turbocharger itu sendiri, melainkan *akibat* dari ketidakstabilan aliran gas buang. Ketika pembakaran di silinder tidak seragam, energi gas buang yang masuk ke turbin turbocharger menjadi berfluktuasi. Saat beban mesin berubah, fluktuasi ini bisa membuat kompresor *turbocharger* keluar dari daerah kerja stabilnya. Itulah *surging*.

CADET : Terkait dengan perawatan, apakah selama ini kita menerapkan *condition monitoring* secara ketat, atau lebih bersifat reaktif? Tampaknya dari data, kerusakan prematur piston ring di 567 jam adalah alarm yang sangat keras.

MASINIS II : Ini poin penting untuk skripsimu, Cadet. Akar masalahnya memang kompleks. Metode perawatan kita masih banyak mengandalkan *time-based* (jam kerja) semata, padahal untuk komponen *piston ring* dan *liner*, faktor kualitas bahan bakar, pelumasan, dan *scavenging* sangat berpengaruh. *Cylinder Liner* yang oversize di 5.597 jam, padahal *manual book* menyebutkan bisa 15.000 jam, itu menunjukkan ada masalah

pada material atau pelumasan yang tidak optimal di silinder tersebut. Kerusakan dini ini tidak bisa dideteksi hanya dengan menghitung jam. Kita perlu membaca tren parameter seperti temperatur *scavenging* dan tekanan kompresi (*Pcomp*).

CADET : Dari hasil analisis yang saya lakukan dengan metode *fishbone*, saya menemukan bahwa selain faktor mesin (machine), faktor metode (method) dan manusia (man) juga berkontribusi. Misalnya, monitoring gejala awal belum konsisten dan belum optimalnya pengambilan keputusan perawatan berbasis tren data. Apakah Bass setuju dengan hal ini?

MASINIS II : Saya setuju. Tanpa sistem *Condition Based Maintenance* yang baik, kita akan terus terjebak dalam pola reaktif. Seperti saat ini, kita harus segera melakukan *overhaul* untuk komponen-komponen kritis itu, terutama *piston ring*, *injector*, dan *exhaust valve*. Kalau dibiarkan, *surging* bisa merusak bantalan *turbocharger* dan membutuhkan biaya perbaikan yang jauh lebih mahal. Ini juga akan berdampak pada operasional kapal, seperti borosnya bahan bakar dan penurunan kecepatan jelajah.

CADET : Untuk langkah ke depannya, apa tindakan yang akan Bass lakukan agar mesin induk kembali stabil dan *surging* tidak terjadi lagi?

MASINIS II : Langkah pertama adalah *overhaul* menyeluruh pada silinder yang bermasalah. Kita akan mengganti *injector* silinder 4, *piston ring* silinder 3 dan 4, dan memeriksa *exhaust valve* silinder 5. Setelah perbaikan teknis, kita harus memperketat *Planned Maintenance System* (PMS). Jangan tunggu sampai jamnya habis untuk mengganti komponen. Kita juga harus lebih teliti dalam mencatat dan menganalisis tren performa setiap hari. Data itu bukan sekadar arsip, Cadet. Data itu adalah nyawa mesin kita. Begitu ada deviasi, harus segera kita respon.

CADET : Baik, Bass. Terima kasih banyak atas penjelasan dan waktunya. Ini sangat membantu saya untuk memperkuat analisis dalam skripsi, terutama dalam memahami hubungan antara anomali komponen, metode perawatan, dan dampaknya terhadap operasional kapal.

MASINIS II : Sama-sama, Cadet. Semoga skripsimu berguna tidak hanya untuk nilai, tapi juga untuk perbaikan operasional di kapal kita ke depannya. Jangan ragu untuk bertanya lagi jika butuh data lebih detail.