



**OPTIMALISASI KINERJA *TURBOCHARGER*
DI MV. KOTA PADANG: SEBUAH PENDEKATAN
CAMPURAN**

SKRIPSI

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran
pada Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

**MUCHAMAD TAUFIK HIDAYAT
NIT. 58211217998 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG
TAHUN 2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

OPTIMALISASI KINERJA *TURBOCHARGER* DI MV. KOTA PADANG: SEBUAH PENDEKATAN CAMPURAN

Disusun Oleh:

MUCHAMAD TAUFIK HIDAYAT
NIT. 582111217998 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang,.....2025

Dosen Pembimbing I
Materi

Dosen Pembimbing II
Metodologi dan Penelitian

Prof. Dr. A. AGUS TJAHJONO, M.M, M. Mar.E.
NIP. 197106201999031001

OKVITA WAHYUNI, S.ST., M.M.
NIP. 197810242002122002

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika

Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL., M.T, M.Mar.E.
NIP. 197303312006041001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Optimalisasi Kinerja *Turbocharger* di MV.Kota

Padang: Sebuah Pendekatan Campuran” karya,

Nama : MUCHAMAD TAUFIK HIDAYAT

NIT : 582111217998 T

Program Studi : D-IV TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik

Ilmu Pelayaran Semarang pada hari , tanggal.....

Semarang,.....

PENGUJI

Penguji I : **H. MUSTHOLIQ, M.M., M.Mar.E.**
NIP. 196503201993031002

Penguji II : **Prof. Dr. A. AGUS TJAHJONO, M.M, M. Mar.E.**
NIP. 197106201999031001

Penguji III : **Ir. FITRI KENSIWI, M.Pd**
NIP. 196607021992032009

Mengetahui,
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dr. Ir. MAFRISAL, M.T., M. Mar. E.
NIP. 197302051999031002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muchamad Taufik Hidayat

NIT : 582111217998 T

Program Studi : D-IV Teknika

Skripsi dengan judul “Optimalisasi Kinerja *Turbocharger* di MV. Kota Padang:
Sebuah Pendekatan Campuran”

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat dan temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 2025
Yang membuat pernyataan,

MUCHAMAD TAUFIK HIDAYAT
NIT. 582111217998 T

HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN

Moto :

1. “Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah sebaik-baik pelindung” (QS Ali-Imran: 173).
2. “Dan aku menyerahkan urusanku kepada Tuhanku” (QS Ghafir: 44).
3. Tetaplah bersujud meskipun keinginan belum terwujud (Ade Irma)

Persembahan:

1. Kepada keluarga besar peneliti khususnya kedua orang tua peneliti yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam penyusunan skripsi ini
2. Almamater peneliti, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Sahabat dan rekan-rekan TEKNIKA 8A serta Keluarga Besar KEDU ETHNIC yang selalu bersama menyertai penulis dalam penulisan skripsi.

PRAKATA

Assalamu`alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, Peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Optimalisasi Kinerja *Turbocharger* di MV.Kota Padang: Sebuah Pendekatan Campuran” dan penelitian ini dilakukan guna memenuhi persyaratan pendidikan dalam memperoleh gelar sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel) pada program pendidikan Diploma IV (D IV) Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam menyelesaikan penyusunan skripsi, peneliti mendapat banyak doa, bantuan, bimbingan, dan dukungan dari banyak pihak. Sehingga, dengan penuh rasa hormat, peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Mafrisal, M.T., M. Mar. E. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T., M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Prof. Dr. A Agus Tjahjono M.M, M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing I yang dengan sabar dan tanggung jawab memberikan dukungan, bimbingan, dan arahan dalam penyusunan skripsi.
4. Okvita Wahyuni, S.ST., M.M. selaku Dosen Pembimbing II memberikan dukungan, bimbingan, dan arahan dalam penyusunan skripsi.
5. Seluruh dosen, perwira, dan tenaga pengajar yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada peneliti selama melaksanakan pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

6. Kedua orang tua peneliti, Bapak Subardi dan Ibu Mujirah, serta kedua kakak peneliti, Yuni Astutik dan Nurviani yang selalu memberikan dukungan, dan memberikan semangat motivasi untuk peneliti dalam setiap kesempatan.
7. Perusahaan PT. Indobaruna Bulk Transport yang telah memberikan kesempatan pada peneliti untuk melakukan penelitian dan praktek laut di kapal MV. Kota Padang.
8. Nakhoda, Chief Engineer dan seluruh kru kapal MV. Kota Kadang, khususnya rekan internship Kevin Liling Iring yang selalu memberikan nasehat dan saling memberikan semangat selama menjalankan praktek laut.
9. Seluruh rekan Angkatan 58, khususnya untuk kelas Teknik Alpha.
10. Seluruh Senior dan Adik-adik Kedu Ethnic yang telah mendoakan dan memberikan semangat kepada peneliti dalam mengerjakan skripsi
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dengan segala kerendahan hati, peneliti menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam skripsi ini, sehingga peneliti mengharapkan saran dan masukan untuk memperbaikinya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan dapat digunakan sebagai literatur di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Semarang,

2025

MUCHAMAD TAUFIK HIDAYAT
NIT. 582111217998 T

ABSTRAKSI

Hidayat, Muchamad Taufik.2025.“*Optimalisasi kinerja Turbocharger di MV. Kota Padang: sebuah pendekatan campuran*”. Skripsi. Program Diploma IV. Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Prof. Dr. A. Agus Tjahjono, M.M, M. Mar.E., Pembimbing II: Okvita Wahyuni, S.ST., M.M.

Turbocharger adalah suatu komponen yang didapati pada mesin diesel yang berguna untuk mengatur lebih banyak udara masuk ke dalam ruang bakar. Kebocoran oli merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi pada turbocharger yangmana ketika terjadi kegagalan pelumasan maka komponen akan saling bergesekan dan terjadi keausan antar komponen. Permasalahan ini beresiko megurangi kineja turbocharger dan operasional dari mesin induk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor penyebab kebocoran minyak lumas pada turbocharger mesin induk di MV. Kota Padang, dampak yang timbul, dan upaya yang dilakukan untuk mengataasi kebocoran minyak lumas, serta menganalisis pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh kinerja turbocharger terhadap operasional kerja mesin induk.

Metode penelitian dalam skripsi ini adalah mix metode dengan teknik Analisis SmartPLS guna memperoleh data mengenai strategi optimalisasi pada TC. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah obeservasi, dokumentasi, dan wawancara bersama Chief Engineer dan Masinis II, dan data kuesioner disebar dalam bentuk google form berskala likert, pengujian validitas, reliabilitas , dan uji hipotesis, menggunakan sistem algoritma SmartPLS-SEM.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan turbocharger pada mesin induk disebabkan oleh peningkatan beban kerja melebihi batas normal yang menyebabkan overheat dan surging. Kerusakan ini berdampak pada ausnya komponen seperti flexible inlet, journal bearing, dan labyrinth packing yang mengakibatkan penurunan tekanan minyak lumas, sehingga performa mesin induk menurun. Upaya penanganan meliputi inspeksi dan perbaikan komponen yang rusak, pembersihan sistem pelumasan, rekondisi modifikasi komponen yang rusak. Hasil olah data menunjukkan bahwa seluruh hipotesis cocok untuk (H_1) dimana seluruh variabel berpengaruh signifikan karena data menunjukkan hasil uji hopoteisi dengan batas $P\text{-value} < 0,05$ dan $T\text{-statistik} > 1,96$. Hasil menunjukkan rata-rata $T\text{-statistik}$ 2,50. Sedangkan, untuk data $P\text{-value}$ memiliki rata-rata 0.013 dari tiap hipotesis.

Kata Kunci : turbocharger, optimalisasi, minyak lumas, kebocoran , SmartPLS.

ABSTRACT

Hidayat, Muchamad Taufik. 2025. *“Optimization of Turbocharger Performance in MV. Kota Padang: A Mixed Methods.”* Thesis. Diploma IV Program. Department of Engineering, Semarang Maritime Polytechnic, Supervisor I: Prof. Dr. A. Agus Tjahjono, M.M, M. Mar.E., Supervisor II: Okvita Wahyuni, S.ST., M.M.

A turbocharger is a component found in diesel engines that regulates the amount of air entering the combustion chamber. One common problem with turbochargers is oil leakage, which occurs when lubrication fails and the components rub against each other, causing wear. This reduces the performance of the turbocharger and the main engine's operation. This study aims to analyze the factors causing oil leakage in the main engine turbocharger at MV. The study will also analyze the resulting impacts and efforts made to address oil leakage, as well as the influence of independent variables mediated by turbocharger performance on the operational performance of the main engine.

The research method used in this thesis is a mixed method with SmartPLS analysis techniques to obtain data on optimization strategies for the TC. The data collection techniques used include observation, documentation, and interviews with the Chief Engineer and Second Engineer, and questionnaire data distributed via a Likert-scale Google Form, validity and reliability testing, and hypothesis testing using the SmartPLS-SEM algorithm system.

The results of the study indicate that damage to the turbocharger in the main engine was caused by an increase in workload exceeding normal limits, resulting in overheating and surging. This damage led to wear on components such as the flexible inlet, journal bearing, and labyrinth packing, causing a decrease in lubricating oil pressure and a decline in main engine performance. Mitigation efforts include inspecting and repairing damaged components, cleaning the lubrication system, and reconditioning or modifying damaged components. Data analysis results indicate that all hypotheses are suitable for (H1), where all variables have a significant effect because the data shows hypothesis test results with a P-value < 0.05 and T-statistic > 1.96 . The results show an average T-statistic of 2.50. Meanwhile, the P-value data has an average of 0.013 for each hypothesis.

Keywords: turbocharger, optimization, lubricating oil, leakage, SmartPLS

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Penelitian.....	4
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Hasil Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS	7
A. Deskripsi Teori.....	7
B. Definisi operasional	20
C. Kerangka Berpikir.....	25
D. Hipotesis.....	27
BAB III PROSEDUR PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
A. Metode Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
B. Populasi dan Sampel	Error! Bookmark not defined.
C. Instrumen penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
D. Teknik pengolahan data.....	Error! Bookmark not defined.
E. Teknik analisis data	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL PENELITIAN, PENGAJUAN HIPOTESIS, DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.

A. Deskripsi Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
B. Uji Persyaratan Analisis	Error! Bookmark not defined.
C. Hasil Pengujian Hipotesis	Error! Bookmark not defined.
D. Pembahasan Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	29
A. Simpulan	29
B. Keterbatasan Penelitian	32
C. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN-LAMPIRAN	41
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	55



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik minyak lumpur	19
Tabel 3. 1 Daftar pertanyaan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Hasil analisis deskriptif	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Deskripsi Variabel perawatan dan perbaikan turbocharger (X_1) ...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Deskripsi variable SDM di atas kapal (X_2)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Deskripsi variable faktor operasional turbocharger (X_3)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Deskripsi variable kinerja turbocharger (Y_1)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Deskripsi variable kinerja operasional mesin induk (Y_2)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Data hasil pengujian outer model	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Data hasil pengujian convergent validity menggunakan outer loading	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 9 Data hasil pengujian Discriminant Validity berdasarkan cross loading	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 10 Data hasil pengujian composite reliability	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 11 Ringkasan data hasil pengujian outer model	Error! Bookmark not defined.

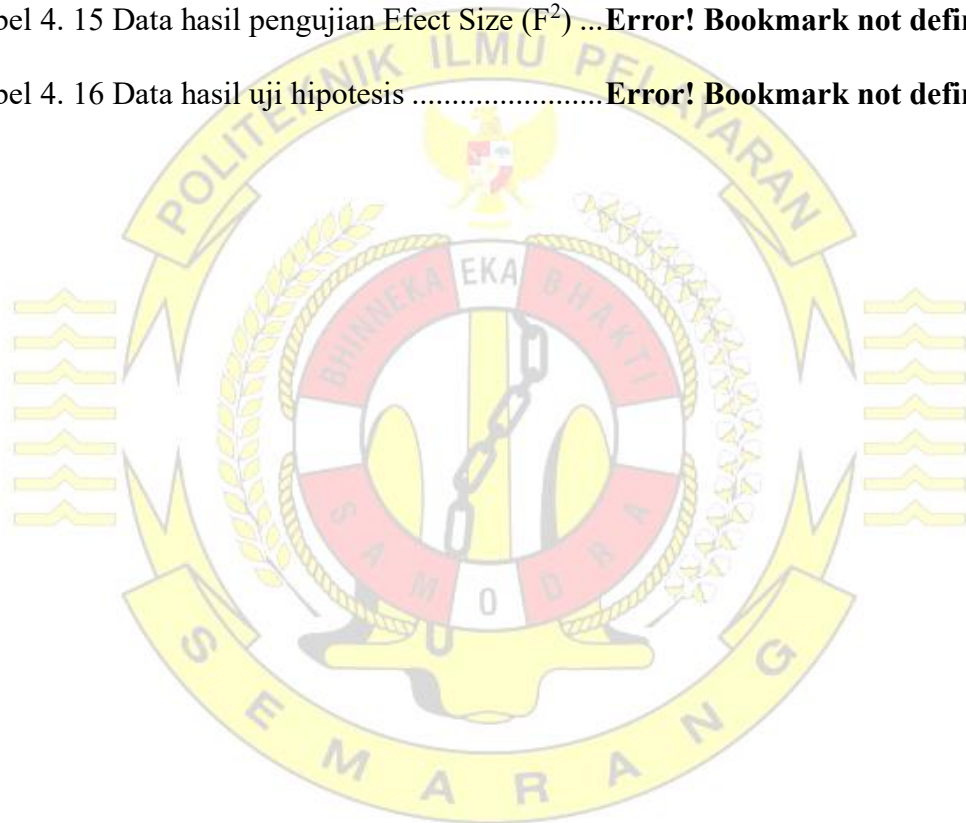
Tabel 4. 12 hasil pengujian Collinear Assessment VIF **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 13 Data hasil pengujian inner model berdasarkan R-square **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 14 Data hasil pengujian Predictive Relevance (Q^2) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 15 Data hasil pengujian Effect Size (F^2) ...**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 16 Data hasil uji hipotesis**Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Turbin dan poros.....	11
Gambar 2. 2 kompresor TC.....	12
Gambar 2. 3 Casing TC	13
Gambar 2. 4 Air filter silencer.....	14
Gambar 2. 5 Thrust bearing	15
Gambar 2. 6 Oil labyrinth packing.....	16
Gambar 2. 7 Pelumasan pada TC	17
Gambar 2. 8 Proses udara melalui TC	20
Gambar 2. 9 Kerangka berpikir.....	26
Gambar 4. 1 Model outer loading pengukuran	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 Hasil output Inner model.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Parameter suhu, P-max, dan rack pada MI.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 Parameter suhu, P-max, dan rack pada MI.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5 Parameter suhu, P-max, dan rack pada MI.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6 Gambar Monitor RPM dan horse power ME .	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 7 Monitor tekanan minyak lumas pada TC ME .	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4. 8 Gambar bearing yang aus dan labyrinth packing yang terkikis **Error!**

Bookmark not defined.

Gambar 4. 9 Gambar monitor RPM TC ME.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 10 Gambar monitor suhu gas buang ME..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 11 Gambar keadaan TC yang mengeluarkan asap**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 12 Gambar kontaminasi geram-geram pada LO filter **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 13 Gambar blower side jammed.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 14 a.) pemasangan blowe portable pada intercooler. b.) pemasangan saluran udara pada scaveng box.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 15 Gambar filter sebelum dan sesudah dibersihkan..**Error! Bookmark not defined.**

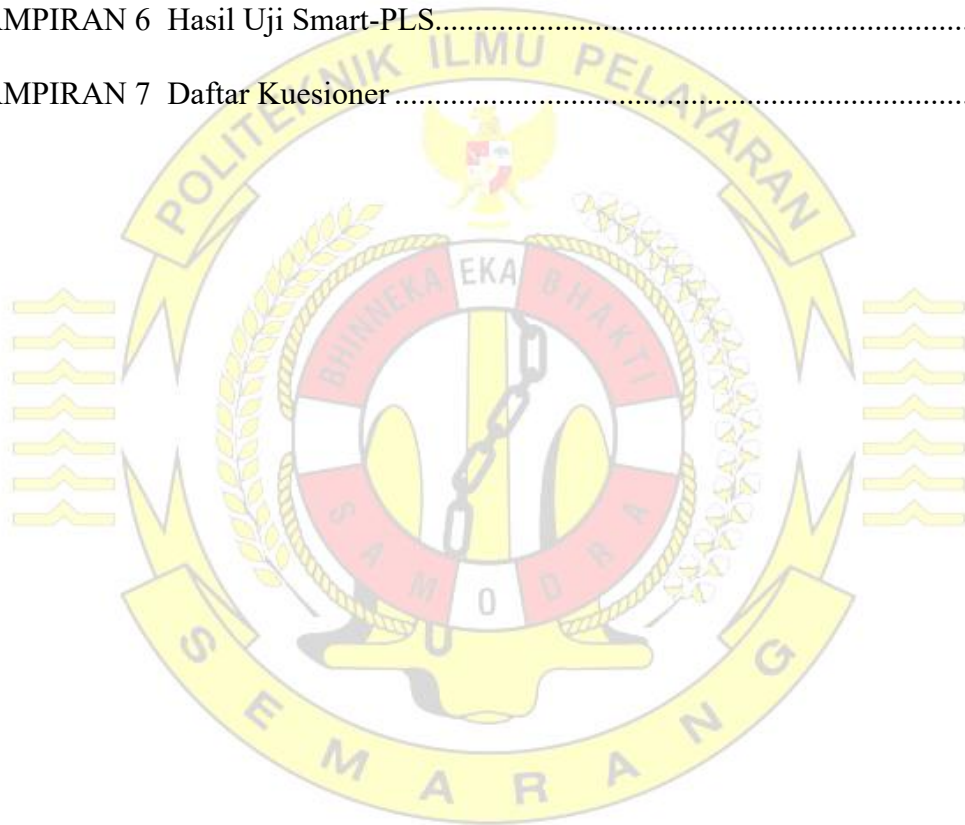
Gambar 4. 16 Gambar pemasangan blank pada TC ME..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 17 Gambar pengelasan flexible hose exhaust gas line **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 18 Komponen sparepart TC baru yang siap dipasang..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Ship's Particular MV. Kota Padang.....	41
LAMPIRAN 2 Crew List MV. Kota Padang	42
LAMPIRAN 3 Spesifikasi Turbocharger MET-37 SRC.....	43
LAMPIRAN 4 Foto pekerjaan penanganan kebocoran minyak lumas pada TC ..	44
LAMPIRAN 5 Transkrip Hasil Wawancara.....	46
LAMPIRAN 6 Hasil Uji Smart-PLS.....	49
LAMPIRAN 7 Daftar Kuesioner	53



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan mesin diesel telah meningkat secara signifikan di kapal, industri otomotif, serta dalam peralatan mekanik dan elektronik berskala besar, berkat efisiensi yang tinggi, daya yang terpusat, dan umur operasi yang panjang. Dari segi ekonomi, *turbocharger* berperan krusial dalam meningkatkan jumlah gas yang masuk ke mesin serta memastikan proses pembakaran bahan bakar berjalan dengan baik. *Turbocharger* adalah perangkat yang memiliki efisiensi mekanis cukup tinggi, mencapai sekitar 90% pada kecepatan dan beban tinggi.

Namun, saat *turbocharger* (TC) beroperasi pada putaran rendah, efisiensi mekanisnya menurun. Kehilangan mekanis menjadi sangat signifikan dalam kondisi operasi transien TC, di mana kerugian ini dapat berdampak besar pada kinerja TC (Novotný et al., 2021). Sistem TC cenderung mengalami tingkat kegagalan yang tinggi. Untuk mencegah kerugian dan meningkatkan keselamatan, perhatian utama diberikan pada sistem TC, yang berdampak pada kondisi pembakaran dalam silinder, konsumsi bahan bakar mesin induk, serta *output* daya mesin secara keseluruhan.

Dalam konteks keamanan, salah satu kesalahan umum yang terjadi pada TC yakni terjadinya lonjakan, yang dapat menyebabkan tekanan di saluran udara keluar dan laju aliran dapat meningkat secara drastis. Ketidakstabilan pada tekanan masuk ini dapat menyebabkan ketidakstabilan pada kecepatan

mesin diesel, bahkan berpotensi merusak *TC* itu sendiri. Oleh karena itu, pemantauan proses dan deteksi kesalahan dalam sistem *TC* sangatlah penting (He et al., 2021).

TC umumnya terdiri dari tiga bagian, yaitu kompresor, turbin, dan poros. Kompresor berfungsi untuk menambah tekanan udara masuk dan menggerakkan turbin untuk berputar lebih cepat, yang akan memasok asupan dengan kepadatan yang lebih tinggi ke mesin dan memampatkan lebih banyak udara ke dalam mesin itu sendiri (He et al., 2021). Poros yang terletak di dalam *casing*, dipasangkan *bearing* untuk mendukung poros *TC*. *Bearing* ini sangat penting untuk memastikan kontrol yang tepat atas gerakan *radial* dan *aksial* rotor, serta mengurangi kerugian mekanis.

Pengaruh *bearing* terhadap gesekan *TC* secara langsung berdampak pada efisiensi bahan bakar mesin. Segel yang dipasang di kedua ujung *bearing* untuk memastikan bahwa *housing gas intake* dan *exhaust* tertutup sepenuhnya dari bagian tengah *housing*. Selain itu, deflektor oli tambahan atau *flinger* dipasang dekat segel untuk mencegah oli keluar (Nyongesa et al., 2024).

Kebocoran oli dapat terjadi akibat kerusakan pada segel dan *bearing*, yang berfungsi sebagai sistem yang menjaga agar tidak terjadi kebocoran oli. Kebocoran oli pada sistem *TC* dapat menyebabkan kerusakan pada komponen lain pada *TC* dan menurunnya efisiensi kinerja mesin induk. Secara keseluruhan *bearing* pada *TC* dirancang untuk menahan beban radial yang dihasilkan dari poros *TC*, hal ini dapat berfungsi untuk menjaga stabilitas dan keseimbangan dari poros saat mesin bekerja pada kecepatan tinggi. *Bearing* dirancang untuk

menahan beban tertentu, apabila beban yang diterima melebihi batas kapasitas yang ditentukan hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada *bearing*, yang mana dapat berakibat pada kebocoran minyak lumas dan kegagalan pada pelumasan. Tanpa pelumasan yang cukup gesekan antara permukaan *bearing* dan poros akan meningkat dan menyebabkan keausan karena terkikisnya bagian permukaan bearing (Knežević et al., 2020).

Ketika melakukan praktek laut di MV. Kota Padang dan kapal berlayar dari Teluk Bayur menuju Belawan, kapal Penulis mendapat arahan dari kantor pusat untuk melakukan ujicoba menaikkan *load* sebesar 70% dengan RPM berkisar 680-690 RPM. Saat ujicoba pada RPM 677 telah didapat target *load* yang diinginkan namun tidak bertahan lama karena beberapa menit kemudian *TC* mengalami *surging* karena terjadi kenaikan suhu gas buang yang signifikan.

Pihak kru kapal segera mengatasinya dengan mencoba mengurangi RPM namun suhu gas buang tidak segera turun dan justru terjadi kenaikan suhu yang relatif pada masing-masing silinder. Atas pertimbangan KKM mesin dihentikan dan menunggu hingga suhu mesin turun secara perlahan. Ketika mesin dirasa sudah cukup *cooling down* MI dicoba untuk dijalankan kembali dan melakukan *clutch* pada *reduction gear* namun RPM tidak bisa naik dan terjadi kenaikan suhu gas buang pada *inlet TC*. Tidak lama setelah itu muncul asap hitam yang berasal dari *flexible inlet TC* 1 yang diduga mengalami kebocoran karena terjadi *surging* pada *TC* dan suhu gas buang yang tinggi dan RPM yang tidak naik.

Ketika dilakukan pelepasan pada komponen *flexible inlet TC* muncul lelehan oli yang berasal dari dalam *casing TC* dan setelah dilakukan inspeksi

didapati genangan oli di dalam *casing*. Kerusakan pada sistem *TC* dapat mengakibatkan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi, pengoperasian yang tidak stabil dan kemungkinan terburuk dapat berakibat terhentinya *MI* di laut bahkan kecelakaan dapat terjadi (Anantharaman et al., 2021).

Penulis tertarik dengan permasalahan yang terjadi pada *TC* pada *MI* dan ingin mengangkatnya dalam sebuah karya tulis ilmiah dengan judul “Optimalisasi kinerja Turbocharger di *MV. Kota Padang*: sebuah pendekatan campuran”. Tujuan dari makalah ini adalah untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang masalah, implikasinya, dan solusi potensial untuk menangani masalah tersebut di lingkungan maritim.

B. Fokus Penelitian

Adapun fokus penelitian ini adalah faktor penyebab serta akibat terjadinya kebocoran minyak lumas pada *TC* dan bagaimana upaya penanganannya di atas kapal.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka Penulis menyimpulkan rumusan masalah yang akan dibahas pada bab berikutnya. Adapun rumusan masalah tersebut sebagai berikut:

1. Apa saja faktor-faktor yang menyebabkan kebocoran minyak lumas pada *TC* di *MV. Kota Padang*?
2. Bagaimana dampak kebocoran minyak lumas pada *TC* di *MV. Kota Padang*?
3. Bagaimana cara mengatasi kebocoran minyak lumas pada *TC* di *MV. Kota*

Padang?

4. Bagaimana pengaruh variable bebas yang dimediasi oleh kinerja *TC* terhadap operasional kinerja Mesin Induk?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis faktor penyebab kebocoran minyak lumas pada *TC* di MV.

Kota Padang

2. Menganalisis dampak kebocoran minyak lumas pada *TC* di MV. Kota

Padang

3. Menganalisis upaya mengatasi kebocoran minyak lumas pada *TC* di MV.

Kota Padang

4. Menganalisis pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh kinerja *TC* terhadap operasional kinerja Mesin Induk

E. Manfaat Hasil Penelitian

1. Secara teoritis manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. Meningkatkan pengetahuan ilmiah terutama mengenai Solusi untuk mengatasi masalah yang muncul akibat kerusakan *TC* karena kebocoran minyak lumas pada mesin induk.
 - b. Diharapkan penelitian ini dapat memperluas wawasan, pengetahuan, pengalaman, dan pemahaman di bidang pelayaran, khususnya mengenai faktor penyebab serta metode untuk mengatasi masalah kebocoran minyak lumas pada *TC* di mesin induk.

2. Secara praktis manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Bagi Penulis

- 1) Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada program studi Teknik di PIP Semarang.
- 2) Penulis dapat memperluas pengetahuannya mengenai langkah-langkah yang perlu diambil saat menghadapi masalah tersebut di kapal, terutama ketika menjadi perwira.
- 3) Penulis dapat menerapkan ilmu yang diperoleh selama Praktek Laut untuk menangani situasi yang serupa di atas kapal.

b. Bagi Institusi

- 1) Penelitian ini dapat menambah pengetahuan bagi taruna yang sedang atau akan melaksanakan praktek laut.
- 2) Penelitian ini juga berfungsi sebagai tambahan referensi di perpustakaan PIP Semarang.

c. Bagi Pembaca

- 1) Pembaca diharapkan dapat memperoleh pengetahuan lebih mengenai cara menangani kerusakan *TC* karena kebocoran minyak lumas pada *TC*.
- 2) Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai kontribusi pemikiran bagi pembaca.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

A. Deskripsi Teori

Landasan teori dalam penelitian ini menyajikan kerangka konseptual komprehensif mengenai *TC* pada *main engine*, meliputi definisi, sistem kerja, fungsi, prinsip operasional, komponen utama, kelengkapan pendukung, serta prosedur perawatan yang tepat, yang keseluruhannya dihimpun dari berbagai literatur ilmiah terpercaya seperti jurnal internasional, buku referensi teknis, dan kajian penelitian terdahulu, guna memberikan pemahaman mendalam dan sistematis terhadap permasalahan yang menjadi fokus penelitian ini.

Deskripsi teori dibuat sebagai pembahasan yang bersifat teoritis yang diajukan oleh penulis. Untuk mendapat hasil yang optimal, maka diperlukan data yang akurat. Oleh karena itu Penulis mengumpulkan data dari berbagai sumber seperti jurnal internasional, buku, *ebook*, dan sumber lain. Pada bab ini Penulis akan menjelaskan landasan teori yang berkaitan dengan judul skripsi, yaitu “Optimalisasi Kinerja *Turbocharger* di MV. Kota Padang: Sebuah Pendekatan Campuran.”

1. Pengertian *Turbocharger* (TC)

Menurut Cheng et al (2023) teknologi *TC* adalah inovasi penting yang efektif dalam meningkatkan aliran udara ke mesin diesel, sehingga dapat memperbesar tekanan dorongan dan mengoptimalkan pemulihan tenaga mesin. Energi yang tersedia untuk turbin merupakan faktor kunci yang mempengaruhi tekanan dorongan serta kemampuan daya turbin. Umumnya,

sistem *turbocharger* dapat menyediakan energi yang cukup untuk mempertahankan tekanan *boost* yang diperlukan demi meningkatkan performa mesin. Namun, tantangan muncul ketika terjadi perubahan tekanan, yang dapat menyulitkan kinerja optimal dari *TC*. Oleh karena itu, pemahaman yang baik tentang dinamika ini sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan kemampuan mesin diesel secara keseluruhan.

TC adalah suatu komponen yang didapati pada mesin diesel yang berfungsi untuk mengatur udara yang memiliki tekanan masuk secara alami. Proses udara masuk menuju ruang bakar saat pertama kali menggunakan tenaga vakum dari pergerakan *piston* pada saat langkah hisap, lalu ketika mesin sudah berjalan maka *TC* akan bekerja. Dimana udara akan dihisap dan kemudian ditekan masuk kedalam ruang bakar menggunakan blower yang berputar dengan memanfaatkan gas buang dari mesin induk itu sendiri.

Penggunaan *TC* untuk meningkatkan pasokan udara pada mesin diesel memberikan manfaat yang signifikan karena dapat meningkatkan volume udara yang masuk ke ruang bakar. Dengan adanya peningkatan volume udara, tekanan kompresi dalam mesin juga akan meningkat, yang pada gilirannya akan mengurangi waktu keterlambatan dalam penyalaan. Hal ini terjadi karena suhu yang lebih tinggi dan bahan bakar yang disemprotkan membentuk kabut halus, yang memungkinkan terjadinya pembakaran terjadi secara lebih merata dan sempurna. Proses pembakaran yang lebih efisien ini berkontribusi dalam peningkatan performa mesin diesel, menghasilkan daya yang lebih besar dan efisiensi yang lebih tinggi dalam

operasionalnya. Secara keseluruhan, penerapan *TC* dapat meningkatkan kualitas pembakaran, mengurangi emisi, serta meningkatkan daya mesin.

Pada mesin tanpa *TC*, udara memasuki silinder hanya melalui proses penghisapan yang dipicu oleh gerakan piston dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) pada tahap pengisapan. Namun, pada mesin yang dilengkapi *TC*, udara ditekan oleh kompresor yang berputar karena tenaga yang berasal dari turbin yang digerakkan oleh energi gas buang. Dengan tambahan oksigen yang lebih banyak, proses pembakaran menjadi lebih sempurna, dan daya mesin pun meningkat. Mesin diesel dengan *TC* dapat menghasilkan daya lebih tinggi dibandingkan mesin dengan dimensi yang sama namun tanpa *TC*.

Mesin diesel yang memiliki 4 langkah biasanya memiliki sistem pengontrolan udara sendiri yang berarti mesin memerlukan suatu sistem yang dapat memasok udara bertekanan ke dalam mesin. Pada langkah hisap *piston* akan membuka ruang untuk masuknya udara. Dalam prosesnya sistem ini memerlukan penyaring udara, saluran udara bilas, dan katup masuk menuju kepala silinder. Suatu mesin selalu diharapkan untuk dapat bekerja dengan maksimal, dengan menambahkan pasokan tekanan udara yang lebih besar maka akan menambah tenaga pada mesin. Dengan menambah tekanan udara jumlah bahan bakar pada saat proses pembakaran di dalam silinder membesar, sehingga potensi tenaga yang timbul juga membesar.

Keuntungan dari adanya *TC* adalah, yang pertama adalah untuk meningkatkan tekanan udara yang dipasok kedalam silinder mesin induk, yang kedua adalah untuk meningkatkan tekanan rata-rata, yang ketiga untuk meningkatkan tenaga dari mesin, dan yang terakhir adalah untuk mengurangi konsumsi dari bahan bakar yang digunakan. Tekanan rata-rata adalah suatu ketentuan yang dipakai sebagai perbandingan dari berbagai macam mesin namun dalam pengoperasian yang berbeda.

2. Komponen *Turbocharger*

TC terdiri dari dua komponen utama, yaitu *turbine side* dan *blower side*. *Turbine side* berfungsi mengubah energi panas dan tekanan dari gas buang menjadi energi mekanis yang menggerakkan poros turbin yang terhubung dengan *blower side*. *Blower side* berfungsi sebagai kompresor yang menarik udara luar untuk disalurkan ke ruang pembakaran. Begitu mesin diesel dioperasikan dan gas buang mulai keluar, *TC* langsung beroperasi dan *blower side* mulai menghisap udara dari luar. Ketika kecepatan putaran mesin meningkat, kecepatan turbin juga meningkat, yang memungkinkan *TC* untuk menyuplai lebih banyak udara. Selain komponen utama ada juga komponen-komponen tambahan untuk membantu kinerja *TC*.

a. Turbin

Komponen utama sistem *TC* adalah turbin, yang bertugas mengubah energi kinetik gas buang menjadi energi mekanik yang memungkinkan poros bergerak. Gas buang mesin induk dialirkan ke

sudu-sudu turbin, menyebabkan gaya putar pada rotor. Putaran ini kemudian diteruskan ke kompresor melalui poros penghubung. Desain sudu dan kecepatan aliran gas buang sangat memengaruhi efisiensi turbin. (Prabowo et al., 2022) menyatakan untuk menjaga kinerja *TC* tetap optimal secara konsisten, perawatan rutin pada komponen-komponennya, terutama di sisi turbin, sangat penting dilakukan. Hal ini diperlukan agar putaran turbocharger dapat dipertahankan pada level maksimal.



Gambar 2. 1 Turbin dan poros
(Sumber : Dokumen pribadi)

b. Kompresor

Pada sistem *TC*, kompresor mengkonversi energi mekanik poros menjadi energi kinetik aliran udara. Turbin dan kompresor terhubung pada poros yang sama, sehingga ketika gas buang mesin memutar turbin, kompresor akan berotasi secara sinkron. Dengan demikian, energi mekanik turbin langsung ditransformasikan menjadi daya kompresi. (Hendrawan et al., 2023)

Kompresor menghisap dan mengompresi udara di sekitar kita sebelum dikirim ke ruang bakar mesin. Impeller kompresor berputar dengan kecepatan tinggi untuk menghasilkan tekanan udara yang lebih tinggi. Tekanan udara bertekanan ini meningkatkan jumlah oksigen yang tersedia untuk dibakar, yang menghasilkan tenaga mesin yang lebih besar. Namun, kerusakan pada sudu impeller atau kontaminasi debu dapat mengurangi efisiensi kompresor.



Gambar 2. 2 kompresor TC
(Sumber : Dokumen pribadi)

c. Rumah *Turbocharger* (*Housing*)

Selain berfungsi sebagai pengarah aliran udara dan gas buang, rumah *turbocharger* melindungi komponen internalnya. Komponen utama bagian ini adalah *housing* turbin (sisi gas buang) dan *housing* kompresor (sisi udara masuk). *Housing* harus dirancang untuk memungkinkan aliran fluida yang ideal dengan hambatan yang minimal. Biasanya, struktur dibangun dari besi cor atau paduan aluminium tahan panas dan tekanan tinggi. Kerusakan struktur seperti retak atau

kebocoran dapat mengganggu aliran udara dan mengurangi efisiensi *TC*.

Udara masuk ke bagian tengahnya, lalu udara bertekanan akan dikeluarkan secara radial. Gas buang ke dalam turbin juga masuk secara radial, tetapi keluar menuju arah aksial. Sedangkan rumah turbin yang menjadi komponen terpanas pada turbocharger biasanya terbuat dari besi cor, mampu menahan temperatur gas hingga 950 °C (Basir et al., 2022)



Gambar 2. 3 Casing *TC*
(Sumber : Dokumen pribadi)

d. *Air filter silencer*

Filter udara menyaring partikel debu dari udara yang masuk dan meredam kebisingan yang dibuat oleh aliran udara berkecepatan tinggi. Penurunan tekanan udara masuk, atau penurunan tekanan, dapat disebabkan oleh filter yang kotor, yang pada gilirannya mengurangi jumlah oksigen yang diberikan kepada mesin. Untuk menjaga kinerja *TC*, pembersihan atau penggantian filter secara berkala setiap 500 jam operasi sesuai buku manual sangat penting. Desain *silencer* yang baik

juga memungkinkan pengurangan kebisingan tanpa mengurangi aliran udara.



Gambar 2. 4 *Air filter silencer*
(Sumber : Dokumen pribadi)

e. *Thrust bearing*

Thrust bearing berfungsi untuk menahan gaya aksial yang terjadi selama operasi TC, terutama karena perbedaan tekanan antara sisi kompresor dan turbin. *Bearing* ini memastikan bahwa posisi poros tetap stabil dan mencegah komponen yang bergerak bergesekan terlalu banyak. Ketidakseimbangan rotor, dapat terjadi karena kegagalan *thrust bearing*, yang dapat menyebabkan kerusakan pada seluruh sistem. Material penggerak, seperti paduan logam dengan lapisan pelumas khusus, harus memiliki ketahanan aus yang tinggi. *Bearing* memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat meminimalkan gesekan, efisiensi tinggi, kebutuhan pelumasan rendah, dan akselerasi yang optimal (Li et al., 2025)



Gambar 2. 5 *Thrust bearing*
(Sumber : Dokumen pribadi)

f. Oil labyrinth packing

Penyegelan oli labirin adalah sistem penyegelan yang dimaksudkan untuk mencegah oli pelumas keluar dari sistem *bearing* TC. Komponen ini menggunakan beberapa celah berliku, juga dikenal sebagai labirin, yang menghalangi aliran oli, sehingga hanya sejumlah kecil oli yang dapat lolos. Desain *labyrinth packing* yang efektif memiliki kemampuan untuk mengurangi kebocoran oli hingga 90% dibandingkan dengan seal konvensional. Namun, kerusakan atau keausan pada labyrinth packing dapat menyebabkan oli merembes ke sisi kompresor atau turbin, mencemari sistem dan mengurangi efisiensi. Untuk memastikan kinerja TC yang optimal, pemeriksaan rutin dan penggantian seal yang aus sangat penting.



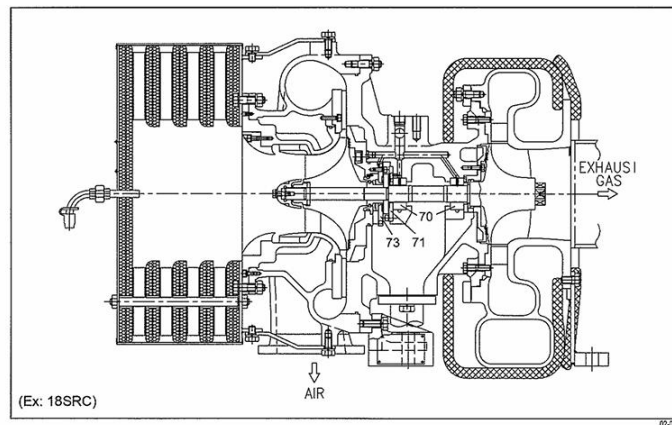
Gambar 2. 6 *Oil labyrinth packing*
(Sumber : Dokumen pribadi)

3. Pelumasan pada *turbocharger*

Saat ini ilmu pengetahuan pada studi tribologi terus mengalami perkembangan, hal ini didorong perkembangan teknologi dan juga revolusi industri yang mengkaji fenomena gesekan atau interaksi antarmuka yang saling bersentuhan. Secara konseptual, pelumasan adalah proses untuk mengontrol gesekan dan keausan dengan menyisipkan zat tertentu yang memungkinkan pemisahan serta pergerakan lebih lancar. Saat pelumas diaplikasikan pada area yang mengalami gesekan, terbentuklah lapisan tipis (film pelumas) yang mudah terurai. Lapisan ini mencegah kontak langsung antarpermukaan, mengubah gesekan kering menjadi gesekan fluida.

Menurut (Pesthy et al., 2025) fungsi film pelumas pada *TC* merupakan aspek kritis dalam menjaga stabilitas rotor dan meminimalkan keausan antara *bearing* dan poros. Parameter ketebalan dan viskositas pelumas memegang peranan vital terhadap kinerja bearing, khususnya pada operasi kecepatan tinggi dimana film pelumas berfungsi sebagai pembatas kontak

langsung antar permukaan logam. Selain itu, pelumasan juga berperan sebagai media pembawa yang menyerap panas dari antarmuka dan membersihkan partikel-partikel asing (Ardah et al., 2025).



Gambar 2. 7 Pelumasan pada TC
(Sumber : Manual Book)

Beberapa karakter yang dimiliki minyak pelumas diantaranya:

1. Viskositas

Karakteristik ini menentukan ketebalan film pelumas yang terbentuk antara permukaan bergerak. Viskositas yang terlalu rendah menyebabkan kontak metal-metal, sedangkan terlalu tinggi meningkatkan drag loss. Penelitian Zhang et al. (2023) menunjukkan hubungan non-linear antara viskositas dan keausan pada berbagai kondisi beban. Ketika terjadi gesekan antar permukaan maka akan timbul gaya gesek yang menyebabkan energi panas, ketika fluida mendapat energi panas maka molekul-molekul dari suatu fluida dapat lebih mudah bergerak bebas dan menyesuaikan posisi.

Viskositas suatu fluida dipengaruhi oleh suhu yang ketika suhu mengalami kenaikan maka viskositas akan berkurang dan ketika suhu

mengalami penurunan viskositas akan kembali ke viskositas normal atau menjadi lebih kental dibanding saat suhu tinggi (Afifah et al., 2025)

2. Stabilitas Termal

Stabilitas termal pada minyak lumas merupakan kemampuan oli untuk mempertahankan kestabilan fisik dan kimianya saat terkena suhu tinggi di luar batas kondisi operasi normal. Karakteristik ini sangat penting untuk menjaga efektivitas pelumas dalam melindungi komponen mesin dari keausan, oksidasi, serta kerusakan akibat panas berlebih. Stabilitas termal juga mencerminkan ketahanan oli terhadap pembentukan endapan, perubahan viskositas, dan degradasi zat aditif pada temperatur tinggi. Stabilitas termal pelumas sangat penting karena berperan dalam menentukan batas maksimum suhu operasional. Faktor-faktor yang memengaruhi stabilitas termal pelumas berbasis ionik (IL) meliputi kondisi lingkungan kerja, karakteristik kimiawi pelumas, serta metode pemanasan yang digunakan (Al-Sallami et al., 2019)

3. Titik Tuang

Titik tuang biasanya dimanfaatkan sebagai indikator untuk menilai kemampuan minyak pelumas berfungsi pada suhu rendah. Titik ini menggambarkan suhu minimum di mana minyak dasar masih memiliki kemampuan untuk mengalir (Conrad et al., 2021). Parameter ini merefleksikan kemampuan minyak mempertahankan fluiditas pada kondisi suhu rendah, dimana struktur kristal lilin (*wax crystals*) mulai terbentuk dan membentuk jaringan tiga dimensi yang menghambat

aliran. Dalam studi terbaru, menjelaskan bahwa minyak dengan rantai hidrokarbon bercabang (*branched-chain*) memiliki titik tuang lebih rendah dibanding struktur linear akibat hambatan kristalisasi. Penurunan titik tuang dapat dicapai melalui penambahan *pour point depressant* yang mengganggu pembentukan kristal lilin (Mang & Dresel, 2007)

4. Titik Nyala

Titik nyala adalah suhu minimum di mana suatu zat cair, dalam kondisi standar, dapat menghasilkan uap dalam jumlah cukup untuk membentuk campuran uap dan udara yang mudah terbakar. Parameter ini penting untuk menentukan klasifikasi cairan yang mudah menyala, dan biasanya diukur pada tekanan atmosfer sebagai suhu terendah dari sampel analitik (Chybowski, 2022). mengungkapkan bahwa minyak sintetis umumnya memiliki titik nyala 30-50°C lebih tinggi dibanding mineral oil akibat distribusi molekul yang lebih beragam. Mekanisme penguapan selektif (*fractional vaporization*) pada minyak multigrade turut memengaruhi nilai ini (Mang & Dresel, 2007).

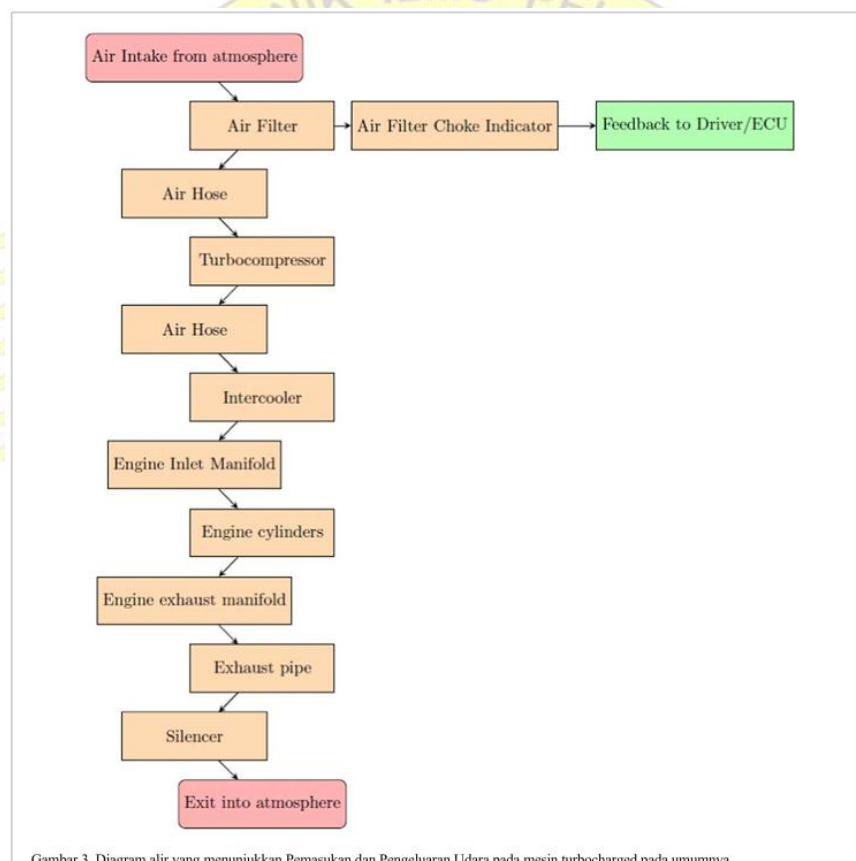
Tabel 2. 1 Karakteristik minyak lumas

			Spec. for new lubricants		Spec. for lubricants in-service	
Type			Engine oil	Turbine oil*	Engine oil	Turbine oil*
Viscosity grade			SAE #20, 30, and 40	VG68, 100	SAE#20, 30, and 40	VG68, 100
Viscosity v	40 °C	mm ² /s	—	61.2 to 110	0.85IV**<v<1.3IV	0.95IV<v<1.05IV
	100 °C	mm ² /s	5.6 to 16.3	—	0.85IV<v<1.3IV	0.95IV<v<1.05IV
Flash point	COC	°C	> 190	> 190	> IV - 15	> IV - 15
Pour point		°C	< -10	< -10	< -10	< -10

(Sumber : Manual Book)

4. Penyediaan udara pada mesin

TC mengompresi udara dari atmosfer untuk meningkatkan pasokan udara ke mesin. Sebelum masuk ke ruang bakar, udara bertekanan ini didinginkan oleh *intercooler*. Ini meningkatkan efisiensi volumetrik mesin dan mengurangi emisi gas buang. Namun, kebocoran saluran udara atau filter udara kotor dapat mengurangi tekanan *boost* yang memengaruhi kinerja mesin.



Gambar 2. 8 Proses udara melalui *TC*

(Sumber : (Pai et al., 2024))

B. Definisi operasional

Definisi operasional variabel dalam penelitian ini menjelaskan secara spesifik tentang pengukuran variabel-variabel yang digunakan dalam

optimalisasi kinerja *TC*. Definisi operasional ini penting untuk memberikan pemahaman yang jelas mengenai bagaimana setiap variabel diukur dan dioperasionalkan dalam konteks penelitian, serta indikator-indikator yang digunakan untuk mengukur variabel tersebut.

1. Pengertian *turbocharger* (*TC*)

Menurut Hendrawan et al. (2023) *TC* merupakan komponen mesin yang berfungsi meningkatkan massa udara masuk ke dalam silinder dengan memanfaatkan energi gas buang untuk menggerakkan turbin. *TC* mengompresi udara dari atmosfer untuk meningkatkan pasokan udara ke mesin. Sebelum masuk ke ruang bakar, udara bertekanan ini didinginkan oleh *intercooler*, yang meningkatkan efisiensi volumetrik mesin dan mengurangi emisi gas buang. Namun, kebocoran saluran udara atau filter udara kotor dapat mengurangi tekanan *boost* hingga 13,2%, yang memengaruhi kinerja mesin secara signifikan.

2. Perawatan *turbocharger*

Perawatan *TC* merupakan upaya pemeliharaan dan perbaikan pada sistem turbocharger untuk memastikan kinerja optimal. Tindakan perawatan dilakukan berdasarkan analisis manual book atau dilaksanakan secara rutin sesuai jadwal yang ditetapkan produsen, terlepas dari apakah tindakan tersebut benar-benar diperlukan atau tidak (Kocak et al., 2023). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknik ini dapat mendeteksi anomali operasi secara dini dan meningkatkan akurasi prediksi kerusakan hingga 95%, serta memperpanjang masa pakai turbocharger sebesar 30%.

TC pada mesin diesel di kapal merupakan komponen krusial dalam sistem tenaga kapal. Deteksi dini kerusakan, penentuan penyebabnya, serta identifikasi lokasi dan metode perbaikan yang tepat memiliki peran signifikan terhadap aspek keselamatan dan efisiensi ekonomi operasional kapal (Wei et al., 2020). Menurut Sutrisno et al. (2025) efektivitas pemeliharaan preventif, yang didukung oleh data yang akurat dan tepat waktu, merupakan kontributor utama lainnya terhadap efisiensi.

3. Perbaikan *turbocharger*

Perbaikan adalah serangkaian tindakan sistematis yang dilakukan untuk mengembalikan suatu sistem, komponen, atau peralatan ke kondisi fungsional yang optimal setelah mengalami kerusakan, penurunan kinerja, atau ketidaksesuaian dengan standar operasional. Tindakan ini meliputi inspeksi, identifikasi masalah, penggantian bagian yang rusak, kalibrasi, dan pengujian untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi kembali dengan efisiensi dan keandalan yang memadai. Menurut (Lj Marković et al., 2019) perbaikan berfungsi untuk memulihkan kinerja pengoperasian suku cadang mesin yang mengalami kerusakan permukaan (keausan) dan patah.

4. Sumber Daya Manusia (SDM)

Kualitas dan kompetensi sumber daya manusia yang bekerja di atas kapal, khususnya dalam pengoperasian dan perawatan *TC*, menjadi faktor penting dalam optimalisasi kinerja. Peningkatan kompetensi sumber daya manusia, khususnya dalam teknologi *TC* dan teknik penghematan energi, penting untuk mencapai kinerja optimal dan mengurangi biaya operasional.

SDM berkelanjutan dapat dicapai melalui pendekatan baru terhadap manajemen sumber daya manusia yang mengintegrasikan fungsi SDM dengan keberlanjutan perusahaan dan pencapaian tujuan organisasi. Indikator untuk mengukur kualitas SDM meliputi tingkat pendidikan dan sertifikasi kru, pengalaman kerja dalam pengoperasian *TC*, tingkat pemahaman prosedur perawatan, serta kedisiplinan dan kepatuhan terhadap SOP.

Berdasarkan sistem atau aplikasi di atas kapal kemudahan dalam penggunaan sistem turut berperan penting dalam tingkat adopsinya. Apabila awak kapal dan mahasiswa teknik kelautan menganggap antarmuka sistem tersebut intuitif dan mudah dioperasikan, hal ini akan mengurangi beban kognitif serta mempersingkat waktu pelatihan. Dengan demikian, keterlibatan pengguna secara keseluruhan dapat meningkat (Sutrisno et al., 2025).

5. Kinerja *Turbocharger*

Kinerja *TC* merujuk pada kemampuan *TC* dalam meningkatkan efisiensi pembakaran, daya mesin, dan konsumsi bahan bakar melalui peningkatan tekanan udara masuk ke ruang bakar. Desain sistem *TC* yang efisien memanfaatkan limbah panas dari mesin utama. Dalam proses ini, digunakan *intercooler* yang bertipe *tube* yang terendam, yang telah terbukti efektif dalam mengurangi inefisiensi tanpa meningkatkan konsumsi energi.

Penurunan kecepatan pada poros *TC* menyebabkan turunnya tekanan udara yang dihasilkan oleh sistem tersebut. Akibat dari penurunan tekanan

ini, volume udara yang dapat masuk dan terperangkap di dalam silinder mesin menjadi lebih sedikit dari kondisi normal. Berkurangnya suplai udara ini secara langsung memengaruhi rasio udara terhadap bahan bakar di ruang bakar, yang pada akhirnya menghasilkan campuran pembakaran yang kurang optimal. Hal ini dapat menurunkan efisiensi proses pembakaran dan berdampak pada performa keseluruhan mesin (Lu et al., 2022).

6. Kinerja Operasional Mesin Induk (MI)

Kinerja operasional mesin induk mengacu pada tingkat efisiensi dan keandalan kapal dalam menjalankan operasionalnya secara optimal. Fungsi *TC* dalam mengoptimalkan kinerja mesin utama menjadi salah satu faktor penentu dalam operasional kapal secara keseluruhan. Performa turbocharger memiliki pengaruh langsung terhadap daya tahan dan keandalan mesin diesel secara keseluruhan. Oleh sebab itu, kemampuan untuk memantau dan memprediksi kondisi *turbocharger* secara akurat menjadi sangat penting dalam rangka mengurangi potensi kegagalan dan meningkatkan keandalan serta keselamatan sistem mesin kapal (Li et al., 2025).

Indikator untuk mengukur kinerja operasional mesin induk meliputi stabilitas RPM mesin (650-670 RPM), konsistensi beban pada mesin induk (60-70% atau 2340-2730 Kw), tekanan bahan bakar yang masuk (5-10 bar), dan kecepatan kapal dalam berbagai kondisi muatan (*full load*: 9-10 knot, *full ballast*: 12 knot).

Dengan merujuk pada definisi operasional serta indikator yang telah

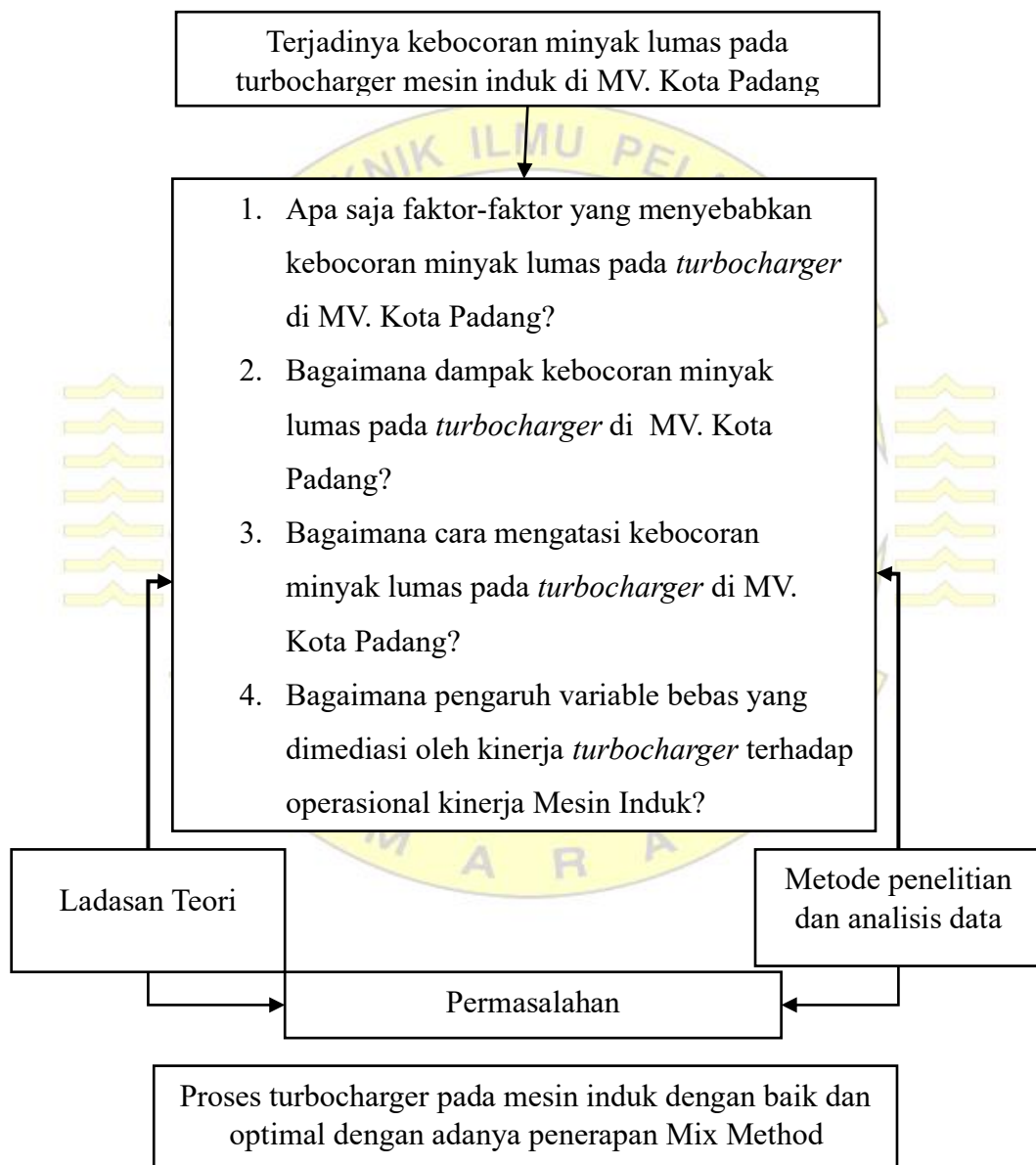
dirumuskan, penelitian ini mampu melakukan pengukuran dan analisis secara sistematis terhadap hubungan antarvariabel yang berkontribusi dalam mengoptimalkan kinerja *TC*. Optimalisasi tersebut berperan penting dalam mendukung peningkatan efisiensi sistem pembakaran dan tenaga mesin, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap keseluruhan performa operasional kapal.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir merupakan suatu struktur konseptual yang digunakan untuk mengorganisasi dan menghubungkan berbagai ide, teori, atau data dalam proses analisis atau pemecahan masalah. Ini berfungsi sebagai landasan logis yang membantu seseorang menyusun pola pikir secara sistematis, sehingga memudahkan dalam memahami hubungan antar variabel, fenomena, atau konsep yang sedang diteliti atau dibahas. Kerangka berpikir sering digunakan dalam penelitian akademis, perencanaan strategis, atau diskusi ilmiah untuk memastikan bahwa argumen yang dibangun memiliki dasar yang jelas dan terarah. Tanpa kerangka berpikir yang kokoh, analisis atau pemikiran bisa menjadi tidak fokus, tidak koheren, atau bahkan kehilangan relevansi dengan tujuan utama.

Dalam pengembangannya, kerangka berpikir dibentuk melalui identifikasi teori, prinsip, atau model yang relevan dengan topik yang dikaji. Proses ini melibatkan sintesis antara pengetahuan yang sudah ada dengan observasi atau data baru untuk menciptakan panduan yang komprehensif. Misalnya, dalam penelitian sosial, kerangka berpikir mungkin menggabungkan

teori sosiologi, data statistik, dan konteks budaya untuk menjelaskan suatu fenomena. Keberadaannya tidak hanya membantu peneliti atau penulis tetap konsisten, tetapi juga memungkinkan pembaca atau audiens memahami alur logika yang digunakan.



Gambar 2. 9 Kerangka berpikir

D. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian adalah dugaan sementara yang dibuat oleh peneliti sebelum melakukan penelitian, berdasarkan teori atau pengalaman sebelumnya. Hipotesis digunakan untuk menjelaskan hubungan antara dua atau lebih variabel, dan akan dibuktikan atau ditolak melalui data atau eksperimen.

1. Perawatan dan Perbaikan TC (X_1) Kinerja TC (Y_1)

- a. $H_0 \rightarrow X_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_1 .
(Perawatan tidak berpengaruh terhadap kinerja TC)
- b. $H_1 \rightarrow X_1$ berpengaruh terhadap Y_1 .
(Perawatan berpengaruh terhadap kinerja TC)

2. SDM di Atas Kapal (X_2) Kinerja TC (Y_1)

- a. $H_0 \rightarrow X_2$ tidak berpengaruh terhadap Y_1 .
(Kualitas SDM tidak berpengaruh terhadap kinerja TC)
- b. $H_1 \rightarrow X_2$ berpengaruh terhadap Y_1 .
(Kualitas SDM berpengaruh terhadap kinerja TC)

3. Faktor Operasional TC (X_3) Kinerja TC (Y_1)

- a. $H_0 \rightarrow X_3$ tidak berpengaruh terhadap Y_1 .
(Faktor operasional TC tidak berpengaruh terhadap kinerja TC)
- b. $H_1 \rightarrow X_3$ berpengaruh terhadap Y_1 .
(Faktor operasional TC berpengaruh terhadap kinerja TC)

4. Kinerja TC (Y_1) Kinerja Operasional Mesin Induk (Y_2)

- a. $H_0 \rightarrow Y_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_2 .
(Kinerja TC tidak berpengaruh terhadap kinerja operasional mesin induk)

- b. $H_1 \rightarrow Y_1$ berpengaruh terhadap Y_2 .

(Kinerja TC berpengaruh terhadap kinerja operasional mesin induk)

5. Perawatan dan Perbaikan TC (X_1) Kinerja Operasional Mesin Induk (Y_2)

- a. $H_0 \rightarrow X_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_2 .

(Perawatan TC tidak berpengaruh terhadap kinerja operasional mesin induk)

- b. $H_1 \rightarrow X_1$ berpengaruh terhadap Y_2

(Perawatan TC berpengaruh terhadap kinerja operasional mesin induk)

6. SDM di Atas Kapal (X_2) Kinerja Operasional Mesin Induk (Y_2)

- a. $H_0 \rightarrow X_2$ tidak berpengaruh terhadap Y_2 .

(Kualitas SDM tidak berpengaruh terhadap kinerja mesin induk)

- b. $H_1 \rightarrow X_2$ berpengaruh terhadap Y_2 .

(Kualitas SDM berpengaruh terhadap kinerja mesin induk)

7. Faktor Operasional TC (X_3) Kinerja Operasional Mesin Induk (Y_2)

- a. $H_0 \rightarrow X_3$ tidak berpengaruh terhadap Y_2 .

(Faktor operasional TC tidak berpengaruh terhadap kinerja operasional mesin induk)

- b. $H_1 \rightarrow X_3$ berpengaruh terhadap Y_2

(Faktor operasional TC berpengaruh terhadap kinerja operasional mesin induk).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Faktor Penyebab Kerusakan *Turbocharger* pada Mesin Induk

Kerusakan *turbocharger* pada mesin induk terutama dipicu oleh peningkatan beban kerja yang melebihi batas normal, sebagaimana terjadi saat mesin dipaksa beroperasi hingga 70% dari total kapasitasnya. Kondisi ini menyebabkan kenaikan temperatur gas buang dan tekanan yang berlebihan pada *turbocharger*, sehingga timbul *overheat* dan *surging*. Kurangnya pemahaman awak kapal dalam mengenali gejala awal kerusakan memperburuk situasi, karena mesin tetap dijalankan meskipun telah muncul indikasi seperti kebocoran minyak lumas dan penurunan performa. Akibatnya, terjadi kerusakan pada *flexible inlet*, aus pada *journal bearing*, serta kikisan pada labyrinth packing yang menyebabkan partikel logam menyebar ke sistem pelumasan mesin induk, yang selanjutnya menurunkan tekanan minyak lumas secara signifikan.

2. Dampak Kerusakan *Turbocharger* pada Mesin Induk

Dampak utama dari kerusakan *turbocharger* adalah terjadinya *surging* dan penurunan performa mesin induk secara keseluruhan. *Surging* yang dipicu oleh suhu gas buang yang tinggi menyebabkan blower *turbocharger* mengalami *jammed*, sehingga mesin tetap dipaksa untuk start ulang. Hal ini mengakibatkan penumpukan gas buang, kebocoran *flexible inlet*, dan munculnya asap hitam. Kerusakan pada *journal bearing* dan *labyrinth*

packing menyebabkan minyak lumas terkontaminasi partikel logam, sehingga tekanan pelumasan menurun dan pelumasan pada *turbocharger* menjadi tidak optimal. Jika kondisi ini dibiarkan, permukaan *rotor shaft* akan tergores dan mengalami kerusakan permanen, yang pada akhirnya dapat mengganggu keseluruhan sistem operasi mesin induk.

3. Upaya Mengatasi Kerusakan *Turbocharger* pada Mesin Induk

Penanganan kerusakan *turbocharger* diawali dengan inspeksi dan perbaikan pada *flexible inlet*, terutama saat ditemukan kebocoran minyak lumas pada *casing turbocharger*. Proses pembersihan dilakukan pada casing dan sistem pelumasan untuk menghilangkan kontaminasi partikel logam. Jika tidak tersedia suku cadang pengganti, dilakukan pengelasan dan modifikasi sementara agar mesin tetap dapat beroperasi hingga mencapai pelabuhan terdekat. Selain itu, rotor *shaft cartridge* dilepas untuk inspeksi lebih lanjut, dan saluran oli menuju turbocharger ditutup untuk mencegah kontaminasi lebih lanjut. Pembersihan filter oli dan *crankcase* juga dilakukan guna memastikan sistem pelumasan kembali optimal sebelum mesin dioperasikan kembali.

4. Pengaruh Variabel Bebas terhadap Kinerja *Turbocharger* dan Mesin Induk

Penelitian ini menunjukkan bahwa perawatan dan perbaikan turbocharger secara rutin memberikan dampak positif terhadap peningkatan kinerja *turbocharger*. Hasil uji statistik memperlihatkan bahwa semakin baik perawatan yang dilakukan, maka semakin optimal pula performa *turbocharger* dan mesin induk. Selain itu, kualitas sumber daya manusia di

atas kapal juga berperan penting dalam menjaga performa *turbocharger*, di mana peningkatan kompetensi awak kapal terbukti mampu menurunkan frekuensi kerusakan. Faktor operasional *turbocharger*, seperti pengelolaan beban dan pemantauan parameter operasional, juga memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja *turbocharger* dan mesin induk secara keseluruhan. Dengan demikian, sinergi antara perawatan, peningkatan kualitas SDM, dan pengelolaan operasional menjadi kunci utama dalam menjaga keandalan dan efisiensi sistem propulsi kapal.

- a. Pengaruh perawatan dan perbaikan TC terhadap kinerja TC: Berpengaruh positif dan signifikan ($p\text{-value} < 0,05$, $t\text{-statistik} > 1,960$).
- b. Pengaruh kualitas SDM di atas kapal terhadap kinerja TC: Berpengaruh positif dan signifikan ($p\text{-value} < 0,05$, $t\text{-statistik} > 1,960$).
- c. Pengaruh faktor operasional TC terhadap kinerja TC: Berpengaruh positif dan signifikan ($p\text{-value} < 0,05$, $t\text{-statistik} > 1,960$).
- d. Pengaruh kinerja TC terhadap kinerja operasional mesin induk: Berpengaruh positif dan signifikan ($p\text{-value} < 0,05$, $t\text{-statistik} > 1,960$).
- e. Pengaruh perawatan TC terhadap kinerja operasional mesin induk: Berpengaruh positif dan signifikan ($p\text{-value} < 0,05$, $t\text{-statistik} > 1,960$).
- f. Pengaruh kualitas SDM di atas kapal terhadap kinerja mesin induk: Berpengaruh positif dan signifikan ($p\text{-value} < 0,05$, $t\text{-statistik} > 1,960$).
- g. Pengaruh faktor operasional TC terhadap kinerja operasional mesin induk: Berpengaruh positif dan signifikan ($p\text{-value} < 0,05$, $t\text{-statistik} > 1,960$).

B. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan hasil temuan dari penelitian sebelumnya, terdapat sejumlah kendala yang memengaruhi dan membatasi pencapaian hasil yang maksimal dalam penelitian ini. Keterbatasan tersebut dapat dijadikan sebagai acuan, panduan, maupun sumber informasi untuk penelitian yang akan datang. Adapun beberapa keterbatasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Waktu pelaksanaan yang terbatas selama masa praktik laut menjadi salah satu faktor yang memengaruhi ketercapaian hasil penelitian secara maksimal.
2. Kurangnya pemahaman peneliti dalam merancang serta menyusun laporan penelitian berdampak pada kualitas hasil yang dicapai. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas diri menjadi hal penting untuk menghasilkan penelitian yang lebih optimal ke depannya.
3. Kesulitan dalam menemukan responden yang benar-benar memahami topik penelitian menyebabkan proses pengumpulan data menjadi lebih lama.

C. Saran

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi serta hasil pengamatan dan analisis yang dilakukan peneliti selama praktik laut di atas kapal MV. Kota Padang, maka peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk meminimalisir faktor penyebab kerusakan *TC* pada mesin induk, disarankan agar seluruh kru menerapkan pemantauan beban kerja mesin secara berkala dan menjaga agar beban operasional tidak melebihi batas

yang telah ditetapkan. Selain itu, perlu dilakukan sosialisasi rutin terkait pentingnya pengenalan dini terhadap gejala-gejala kerusakan turbocharger, sehingga awak kapal dapat segera mengambil tindakan pencegahan sebelum terjadi kerusakan yang lebih serius.

2. Guna mengurangi dampak akibat kerusakan *TC* terhadap mesin induk, sebaiknya dilakukan inspeksi menyeluruh pada sistem pelumasan dan komponen *TC* secara terjadwal. Langkah ini bertujuan untuk mendeteksi adanya kontaminasi partikel logam atau penurunan tekanan oli sedini mungkin, sehingga perbaikan dapat dilakukan secara cepat dan tepat guna menghindari kerusakan lanjutan pada komponen mesin yang lain.
3. Dalam upaya penanganan kerusakan turbocharger, disarankan agar awak kapal selalu memastikan ketersediaan suku cadang penting dan peralatan pendukung di atas kapal. Selain itu, setiap tindakan perbaikan, baik berupa perbaikan sementara maupun perbaikan permanen, hendaknya didokumentasikan secara sistematis agar dapat dijadikan referensi dalam penanganan kasus serupa di masa mendatang. Pembersihan sistem pelumasan dan penggantian oli secara rutin juga perlu dijadikan bagian dari prosedur standar perawatan dan harus selalu dipantau pelaksanaannya.
4. Berdasarkan hasil uji statistik, maka saran yang sesuai untuk masing-masing sub-variabel adalah sebagai berikut:
 - a. Pengaruh Perawatan dan Perbaikan *TC* terhadap Kinerja *TC*

Perusahaan pelayaran harus memastikan pelaksanaan *predictive*

maintenance dan *condition-based monitoring* terhadap TC. Pembuatan *maintenance logbook* yang konsisten dan digitalisasi pencatatan perawatan akan membantu meningkatkan akurasi evaluasi performa dan mengurangi kerusakan yang bersifat mendadak.

b. Pengaruh Kualitas SDM di Atas Kapal terhadap Kinerja TC

Diperlukan pelatihan dan sertifikasi lanjutan bagi teknisi dan engineer kapal dalam bidang perawatan sistem turbocharger. Program rotasi dan evaluasi kompetensi berkala juga perlu diterapkan untuk menjaga standar SDM. Kolaborasi dengan institusi pelatihan sangat dianjurkan agar awak kapal selalu mengikuti teknologi terkini.

c. Pengaruh Faktor Operasional TC terhadap Kinerja TC

Harus ada standar pengoperasian turbocharger yang jelas dan terukur, termasuk manajemen beban dan parameter tekanan serta temperatur kerja. Penggunaan *engine monitoring system* dan alarm otomatis harus dioptimalkan agar setiap deviasi langsung terdeteksi dan ditindaklanjuti sebelum berdampak serius.

d. Pengaruh Kinerja TC terhadap Kinerja Operasional Mesin Induk

Kinerja turbocharger harus dijadikan indikator utama dalam evaluasi performa sistem mesin induk. Setiap penurunan efisiensi turbocharger harus segera ditindaklanjuti karena akan berdampak langsung pada konsumsi bahan bakar dan output daya mesin. Laporan kinerja turbocharger sebaiknya disatukan dalam sistem evaluasi mesin induk.

e. Pengaruh Perawatan TC terhadap Kinerja Operasional Mesin Induk

Pemeliharaan turbocharger tidak boleh dipisahkan dari sistem mesin induk secara keseluruhan. Sebaiknya dilakukan perawatan secara terpadu yang mencakup turbocharger, sistem pelumasan, sistem pendingin, dan pembakaran. Penjadwalan *overhaul* harus diselaraskan dengan jam operasi mesin induk dan data riwayat kerusakan.

f. Pengaruh Kualitas SDM terhadap Kinerja Mesin Induk

Investasi dalam pengembangan SDM sangat penting. Diperlukan pelatihan berkelanjutan dan peningkatan jenjang sertifikasi sesuai STCW. Evaluasi kerja berbasis performa nyata dan *root cause analysis* dari setiap gangguan sistem harus dijadikan dasar untuk pembinaan awak kapal. Sistem mentoring antara engineer senior dan junior juga akan meningkatkan transfer pengetahuan teknis.

g. Pengaruh Faktor Operasional TC terhadap Kinerja Operasional Mesin Induk

Disarankan adanya sinkronisasi antara pengaturan operasional turbocharger dan mesin induk agar keduanya bekerja dalam efisiensi maksimum. Pemantauan parameter seperti tekanan udara masuk, temperatur gas buang, dan rasio pembakaran harus dikontrol dengan sistem otomatis agar mesin tidak bekerja dalam kondisi abnormal. Pelatihan pengoperasian mesin berbasis *real-time simulator* juga sangat membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, A. N., Syahrullail, S., Nur Izyan, W. A., & Rohah, A. M. (2025). Rheological, thermal and tribological assessment of palm stearin-based biolubricants in boundary lubrication regime. *Fuel*, 388. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2025.134567>
- Al-Sallami, W., Parsaeian, P., & Neville, A. (2019). An appraisal of the thermal decomposition mechanisms of ILs as potential lubricants. *Lubrication Science*, 31(6), 229–238. <https://doi.org/10.1002/lis.1457>
- Anantharaman, M., Islam, R., Sardar, A., Garaniya, V., & Khan, F. (2021). Impact of defective turbocharging system on the safety and reliability of large marine diesel engine. *TransNav*, 15(1), 189–194. <https://doi.org/10.12716/1001.15.01.19>
- Anastasya. (2020). Pengaruh Brand Image, Electronic Word of Mouth (eWOM) dan Customer Satisfaction terhadap Purchase Intention. *Jurnal Manajemen Bisnis Dan Kewirausahaan*.
- Ardah, S., Profito, F. J., & Dini, D. (2025). A comprehensive review and trends in lubrication modelling. *Advances in Colloid and Interface Science*, 342, 103492. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2025.103492>
- Basir, H., Alaviyoun, S., & Rosen, M. A. (2022). Thermal Investigation of a Turbocharger Using IR Thermography. *Clean Technologies*, 4(2), 329–344. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol4020019>
- Batubara, G. S., & Abadi, F. (2022). Pengaruh Beban Kerja Dan Dukungan Rekan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Dengan Stres Kerja Sebagai Variabel Intervening. *Sibatik Journal: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 1(11), 2483–2496. <https://doi.org/10.54443/sibatik.v1i11.385>
- Cheng, J., Li, X., Shi, L., Lu, K., & Leng, L. (2023). A Strategy to Control the Turbocharger Energy of a Diesel Engine at Different Altitudes. *Fluid Dynamics and Materials Processing*, 19(4), 959–975. <https://doi.org/10.32604/fdmp.2023.023687>
- Chybowski, L. (2022). The Initial Boiling Point of Lubricating Oil as an Indicator for the Assessment of the Possible Contamination of Lubricating Oil with Diesel Oil. *Energies*, 15(21). <https://doi.org/10.3390/en15217927>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences Second Edition*. Lawrence Erlbaum Associates. Hillsdale, NJ

- Conrad, A., Hodapp, A., Hochstein, B., Willenbacher, N., & Jacob, K. H. (2021). Low-temperature rheology and thermoanalytical investigation of lubricating oils: Comparison of phase transition, viscosity, and pour point. *Lubricants*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/lubricants9100099>
- Duryadi. (2021). *Metode Penelitian Empiris Model Path Analysis dan Analisis Menggunakan SmartPLS*. [Yayasan Prima Agus Teknik](#). Semarang
- Faisal, R., & Anthoni, L. (2020). Determinan Keberhasilan Wirausaha Mahasiswa di Kota Tangerang Selatan. In *Jurnal Pemasaran Kompetitif* (Vol. 4, Issue 1). <http://www.openjournal.unpam.ac.id/index.php/JPKEmail>
- Fathoni, A. (2005). *Metodologi Penelitian & Teknik Penyusunan Skripsi*. PT. Rineka Cipta. Jakarta
- Fitria, A., Lidyah, R., & Sumantri, R. (2021). Sosialisasi Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2018 terhadap Kepatuhan Wajib Pajak pada UMKM di KPP Pratama Palembang Seberang Ulu. *Jurnal Intelektualita: Keislaman, Sosial Dan Sains*, 10(1), 125–133. <https://doi.org/10.19109/intelektualita.v10i1.8499>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). *Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7>
- Handayani, M., Parimita, W., & Suherdi, S. (2023). Pengaruh Pemberdayaan Psikologis Terhadap Komitmen Organisasi Dimediasi Oleh Kepuasan Kerja Pada Guru Smk Swasta Di Wilayah Jakarta Timur. *Sibatik Journal: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 2(2), 393–408. <https://doi.org/10.54443/sibatik.v2i2.566>
- Hardani, Andriani H, Ustiawaty J, Utami E, Istiqomah R, Fardani R, Sukmana D, & Auliya N. (2020). *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. <https://www.researchgate.net/publication/340021548>
- He, Z., Yang, Y., Han, H., Wang, J., Zhang, Y., & Li, H. (2021). A key performance indicator-based fault detection scheme for marine diesel turbocharging systems. *Journal of the Franklin Institute*, 358(17), 9346–9363. <https://doi.org/10.1016/j.jfranklin.2021.09.024>
- Hendrawan, A., Lusiani, Kusumastuti Hendrawan, A., & Pramono, S. (2023). Damage Analysis Of Turbo Charger On Main Engine at KM. Leuser. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, 5(1), 15–21. <https://doi.org/10.51578/j.sitektransmar.v5i1.63>

- Kamilla, W. F., & Bestari, D. K. (2022). *Pengaruh Popularitas Nct Dream sebagai Brand Ambassador dan Kepuasan Konsumen terhadap Minat Beli Ulang Mie Lemonilo (Studi pada Masyarakat di Kota Bandung)*. <http://jiip.stkipyapisdompnu.ac.id>
- Knežević, V., Orović, J., Stazić, L., & Čulin, J. (2020). Fault tree analysis and failure diagnosis of marine diesel engine turbocharger system. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(12), 1–19. <https://doi.org/10.3390/jmse8121004>
- Kocak, G., Gokcek, V., & Genc, Y. (2023). Condition monitoring and fault diagnosis of a marine diesel engine with machine learning techniques. *Pomorstvo*, 37(1), 32–46. <https://doi.org/10.31217/p.37.1.4>
- Li, B., Ding, Y., Ma, W., Xiang, L., & Sui, C. (2025). A health condition assessment method for marine diesel engine turbochargers using zero-dimensional engine model and machine learning. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 251. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2025.117283>
- Li, T., Guo, H., Cheng, Z., Men, R., Li, J., & Chen, Y. (2025). Nonlinear Vibration Analysis of Turbocharger Rotor Supported on Rolling Bearing by Modified Incremental Harmonic Balance Method. *Machines*, 13(5), 360. <https://doi.org/10.3390/machines13050360>
- Lj Marković, S., Marinković, A., Stojiljković, B., Dević, G., Klipa, M., & Petrović, V. (2019). *Repair Of A Damaged Turbocharger*.
- Lu, D., Theotokatos, G., Zhang, J., Zeng, H., & Cui, K. (2022). Parametric investigation of a large marine two-stroke diesel engine equipped with exhaust gas recirculation and turbocharger cut out systems. *Applied Thermal Engineering*, 200. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117654>
- Mang, T., & Dresel, W. (2007). *Lubricants and Lubrication*. Wiley-VCH. Weinheim
- Novotný, P., Vacula, J., & Hrabovský, J. (2021). Solution strategy for increasing the efficiency of turbochargers by reducing energy losses in the lubrication system. *Energy*, 236. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121402>
- Nyongesa, A. J., Park, M. H., Lee, C. M., Choi, J. H., Pham, V. C., Hur, J. J., & Lee, W. J. (2024). Experimental evaluation of the significance of scheduled turbocharger reconditioning on marine diesel engine efficiency and exhaust gas emissions. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(8). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102845>

- Octaviany, V., & Rohman, M. A. (2023). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Kesuksesan Proyek Kerjasama Pemerintah Badan Usaha (KPBU) Berkelanjutan di Jalan Tol Menggunakan Metode PLS-SEM* (Vol. 21, Issue 3).
- Pai, A., Singh, A., Rodriguez-Millan, M., Mangrue, A., & Shenoy B, S. (2024). Numerical analysis of the mechanics of foreign particle entry on automotive turbocharger compressor blades. *Engineering Research Express*, 6(3). <https://doi.org/10.1088/2631-8695/ad6e57>
- Santosa. P. I. (2018). *Metodologi Penelitian Kuantitatif: Pengembangan Hipotesis Dan Pengujiannya Menggunakan Smartpls* (Giovanny, Ed.). Andi. Yogyakarta
- Pesthy, M., Fekete, G., Boros, M., & Tóth-Nagy, C. (2025). Experimental Analysis on the Hysteresis Phenomenon in the Range of Subsynchronous Frequency as a Function of Oil Temperature with Regard to Turbochargers. *Lubricants*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/lubricants13020060>
- Prabowo, G. M., Effendi, Yuherlina Siahaan, R., & Simanjuntak, P. D. (2022). *Meteor Stip Marunda Upaya Meningkatkan Kinerja Turbo Charger Pada Auxiliary Engine Untuk Kelancaran Operasional Dikapal MV. Chandra Kirana* (Vol. 15, Issue 02). <http://ejournal.www.stipjakarta.dephub.go.id>
- Prathiwi, S., & Syamsudin, A. (2021). Pengaruh Tahfidz Metode Talaqqi Online terhadap Pengenalan Hijaiyah TK Program Tahfidz Sleman. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(1), 119–126. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i1.1232>
- Purwanza, S. W., Wardahana, A., Mufidah, A., Renggo, Y. R., Hudang, A. K., Setiawan, J., Darwin, Badi'ah, A., Sayekti, S. P., Fadlilah, M., Banne, S., Gazi Saloom, & Damanik, D. (2022). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan Kombinasi*. <https://www.researchgate.net/publication/363094958>
- Ramadhan, M. A., Lannai, D., Ramdani, M. R., & Abduh, M. (2022). Pengaruh Independensi dan Integritas Auditor Terhadap Kualitas Audit Dengan Audit Berbasis Risiko Sebagai Variabel Moderasi Pada Kantor Akuntan Publik Kota Makassar. *Paradoks Jurnal Ilmu Ekonomi*, 5(1).
- Sarumaha, D., & Tambotuh, J. J. C. (2022). Evaluasi Penerimaan Fintech Berdasarkan Model DeLone-McLean dan Penerimaan Teknologi. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 7(3), 199–210. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v7i3.2021.199-210>

- Jefferey, & Sarwo. (2020). *Pengaruh Karakteristik Kewirausahaan, Motivasi, dan Kepemimpinan Transformasional terhadap Keberhasilan Usaha UKM Makanan*. *Jurnal Manajerial dan Kewirausahaan*, II, (4), 952-960
- Sihombing, P. R., Arsani, A. M., & Wijaya, L. (2024). *Aplikasi SmartPLS 4.0 untuk Statistisi Pemula*. <https://www.researchgate.net/publication/384695683>. Minhaj Pustaka. Banten
- Sing, R., & Edalmen. (2023). Pengaruh Kepemimpinan, Motivasi Dan Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan. *Jurnal Serina Ekonomi Dan Bisnis*, 1(1), 142–152. <https://doi.org/10.24912/jseb.v1i1.24940>
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan Kombinasi (Mixed Methods)*. Alfabeta. Bandung
- Sutrisno, I., Umasangadji, F., Ardiansyah, Almuzani, N., Bashori, A., Mudjiono, U., Priyonggo, P., & Purwanti, E. P. (2025). Development of an IoT-Based Ship Engine Performance Monitoring System to Enhance Operational Efficiency. *Formosa Journal of Computer and Information Science*, 4(1), 83–92. <https://doi.org/10.55927/fjicis.v4i1.14134>
- Wei, Y., Liu, H., Chen, G., & Ye, J. (2020). Fault Diagnosis of Marine Turbocharger System Based on an Unsupervised Algorithm. *Journal of Electrical Engineering and Technology*, 15(3), 1331–1343. <https://doi.org/10.1007/s42835-020-00375-z>
- Winarno, M. E. (2013). *Metodologi Penelitian Dalam Pendidikan Jasmani*. UM Press. Malang
- Yulianty, P. D., & Jufri, A. (2020). *Perdebatan Empiris : Prinsip Metode Kualitatif dan Kuantitatif Untuk Penelitian*. Jurnal Manajemen dan Akuntansi. Cirebon
- Zhang, L., Bin, G., Zhong, X., Yang, F., & Chen, A. (2023). Study on carbon particle deposition distribution of turbocharger turbine blade based on the gas-solid two-phase flow theory. *Tribology International*, 178. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2022.108019>

LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Ship's Particular MV. Kota Padang



PT. INDOBARUNA BULK TRANSPORT
Perusahaan Pelayaran
 Jl. Tongkol No. 5, Tanjung Priuk Jakarta 14310, Indonesia, Phone : (62-21) 4371228 (Hunting), 4371189-4300054, Fax : (62-21) 431227, Telex : 64063 ibt la Cable Address, Bulkrans : ibt@cbn.net.id

" SHIP'S PARTICULARS "

Ship's Name	: MV. Kota Padang.		
Register Port/Flag	: Jakarta / Indonesia.		
Call Sign	: YDTG.		
IMO Number	: 9710062.		
Owner	: PT. Indobaruna Bulk Transport, Jakarta - Indonesia		
Ship Builder	: Fukuoka Shipbuilding Yard.		
Hull / Class Number	: F-1302 / 143686.		
Keel Laid Date	: 2/1/2014		
Launched Date	: 4/30/2014		
Type of Vessel	: Cement Carrier.		
Classification	: NK.		
E-mail address	: kota.padang@stationsatcommail.com		
Inmarsat Phone No.	: +870773108345	Inmarsat Number	: 452502989.
MMSI Number	: 525019670.		
L.O.A.	: 109.90 M.	Summer Draft	: 6.518 M.
L.B.P.	: 106.0 M.	Breadth Moulded	: 23.8 M.
D.W.T	: 9646.6 mt.	Depth Moulded	: 9.0 M.
G.T.	: 6943.0 mt.	Air Draft	: 33.1 M.
N.T.	: 2480.0 mt.		
Air Draft Loading Mani:	: 12 M		
No. Cargo Hold	: Four cargo holds 7.900 CuM with 0.4 M void.		
Deck Crane	: 2 units SWL 9 tons.		
Main Engine	: Daihatsu 8DCM-32eF, 3900 kW, 750 rpm (1 unit).		
Auxiliary Engine	: Daihatsu 6DL-16Ae 400 kW, 1200 rpm (3 units).		
Emergency Generator	: Air Cooled Diesel Eng P6L912, 65kVA-450V-60Hz-3dia.		
Type of Propeller	: 4-Blades, Fix Pitch (2680,4 mm), Nakashima.		

Loading Operation
 Mechanical/Gravity
 *Vsl to be enquired for mechanical/gravity loading at rate up to max 1000
 *Vsl to be equipped for pneumatic loading rate up to max 1000 mt/h by 2 x dia 16

Unloading Operation
 *Two lines pneumatic dia 14" on port/stbd side connecting to 2 x 16" shore independent line of total length 250 m horizontal and height of 35 m with three 90° bends, rate up to max 1000 mt/h, excluding stripping time.
 *Vsl may unload at reduced rate if dia of shore pipe line is different or pipe length and height are more big.

MV. KOTA PADANG - YDTG
MASTER
 IMO 9710062
CAPT. DAMIN

MASTER OF MV. KOTA PADANG

LAMPIRAN 2

Crew List MV. Kota Padang

Form 22
IMMIGRATION ACT
(CHAPTER 133)

IMMIGRATION REGULATIONS
CREW LIST

Name of Vessel / Nama Kapal : MV. KOTA PADANG / YDYD
Gross Tonnage / GT Kapal : 6.943
Agent in Port / Kagenan : PT. INDOBARATTA BULK TRANSPORT
Owner's / Pemilik : PT. INDOBARATTA BULK TRANSPORT
Date Of Arrival / Tanggal Tiba : 04/07/2024
Date Of Departure / Tanggal Berangkat :

Last Port / Pelabuhan Sebelumnya : BELAWAN
Next Port / Pelabuhan Selanjutnya :

No.	Name / Nama Awak	Sex / Jenis Kelamin	Date of Birth / Tanggal Lahir	Nationality / Kebangsaan	Travel Document No. / No. Buku Pelaut	Doc. Of Travel Expired / Tanggal Berakhir Buku Pelaut	Duties on Board / Jabatan	Seafarer Code / Kode Pelaut	No. PKL	Date of Sign On / Tanggal Sign On	Certificate / Sert (Jazazh Pelaut)	Certificate No. / No. Sert (Jazazh Pelaut)
1	DAMIN	M	8-Dec-89	Indonesia	F 061807	7-Sep-24	Master	6200009550	AL524/37786/SYB.BLUW-23	8/18/2023	ANT - I	6200009550N10216
2	MUKJISIN	M	15-Jul-85	Indonesia	H 020086	11-Apr-25	Chief Officer	6200522346	AL524/7710/KSOP.BLUW-2024	2/15/2024	ANT - II	6200522346N20323
3	YUSFUL NUGRAHA	M	6-Nov-88	Indonesia	H 013429	27-Jun-25	2nd Officer	6200042517	AL524/779/KSOP.BLUW-2024	2/15/2024	ANT - III	6200042517M30215
4	SATRYA EKA WIRATAMA	M	4-Feb-00	Indonesia	G 011875	7-Jul-25	3rd officer	6211617918	AL524/26/6/KSOP.BLUW-2024	6/21/2024	ANT - III	6211617918G10322
5	IMANUEL FERY	M	1-Apr-79	Indonesia	F 337428	23-Jul-25	Chief Engineer	6201009742	PK301/3/02/KSOP.TBS-24	2/6/2024	ATT - I	6201009742T10416
6	MUHAMAD SOPARI	M	23-May-75	Indonesia	F 035580	30-Apr-25	2nd Engineer	6200504547	PK301/24/01/KSOP.TBS-2023	12/25/2023	ATT - II	6200504547T20114
7	ROHMAN SURYADI	M	4-Sep-93	Indonesia	H 070946	29-Aug-25	3rd Engineer	6211567805	PK301/3/03/KSOP.TBS-24	2/8/2024	ATT - II	6211567805T20322
8	AIDIL DAMAR SATRIA	M	16-Jul-85	Indonesia	H 045090	11-Oct-25	4th Engineer	6211504630	PK301/18/01/KSOP.TBS-23	9/5/2023	ATT - III	6211504630S35119
9	AGUS SEDIKO	M	24-Aug-69	Indonesia	G 094855	30-Oct-24	Radio Officer	6201023944	AL524/48/1004/SYB.BLUW-23	10/27/2023	SRE - II	1897/586-II/7/10/2021
10	MENTARI	M	15-Jul-79	Indonesia	F 113584	1-Mar-25	Boatswain	6200078537	AL524/42/894/SYB.BLUW-2023	9/28/2023	ANT - V	6200078537N50116
11	TOTO HARYANTO	M	13-Jul-87	Indonesia	F 306600	6-Jan-25	Quarter Master	6201472360	AL524/11/15/KSOP.MHT-2024	6/16/2024	RFPNW	6201472360S30715
12	YURU AWIYAH	M	27-Jul-78	Indonesia	I 005940	23-Dec-25	Quarter Master	6201111479	AL524/30/627/SYB.BLUW-2023	7/7/2023	RASO	6201111479S40715
13	MUHAMMAD SYUKRI LUBIS	M	23-Jul-01	Indonesia	G 008548	17-Jul-25	Quarter Master	6211753329	PK301/18/01/KSOP.TBS-23	8/5/2023	ANT - IV	6211753329N45322
14	DWI INDARJO	M	15-Sep-78	Indonesia	H 060903	27-Sep-28	Foreman Engine	6100011437	PK301/12/04/KSOP.TBS-23	8/24/2023	RASE	6200011437423816
15	HENDRA	M	28-Oct-89	Indonesia	F 315385	29-Apr-25	Oiler	6202078185	PK301/12/24/KSOP.TBS-23	9/5/2023	RASE	6202078185420122
16	AZIS SYAEFULLAH	M	22-May-88	Indonesia	F 317873	17-Jan-25	Oiler	6200469360	AL524/52/1088/KSOP.BLUW-2023	11/24/2023	RASE	6200469360420717
17	SUPRIADI	M	17-May-70	Indonesia	F 295717	13-Nov-24	Wiper	6200347687	AL524/30/626/SYB.BLUW-2023	7/7/2023	BST	6200347687010316
18	USEP KURNIAWAN	M	7-Aug-86	Indonesia	I 088185	5-Sep-28	Cook	6200390587	AL524/26/5/KSOP.BLUW-2024	6/21/2024	BST	6200390587010320
19	KEVIN LILING IRING	M	24-Oct-02	Indonesia	I 008271	27-Feb-26	Deck Cadet	6211935153	"	7/28/2023	BST	6211935153010323
20	MUHAMMAD TALFIK HIDAYAT	M	9-Mar-02	Indonesia	I 008410	1-Mar-26	Engine Cadet	6212251179	"	8/18/2023	BST	6212251179010322
Total Crews / Total Awak : 20		Person Included master.										

Acknowledge
Harbour Master

MV. KOTA PADANG
Date : JULI 2024



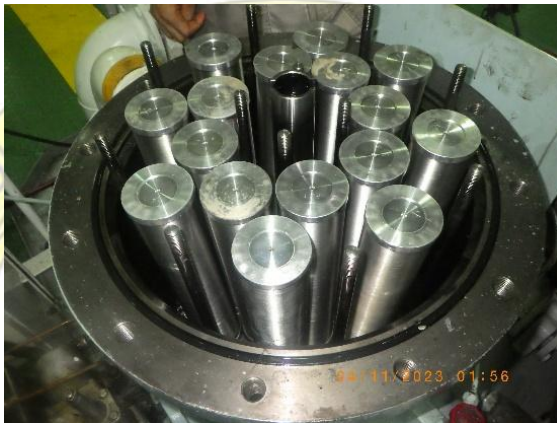
Master

[illegible]

LAMPIRAN 4

Foto pekerjaan penanganan kebocoran minyak lumas pada *turbocharger*





LAMPIRAN 5

Transkrip Hasil Wawancara

Berikut merupakan hasil wawancara dengan Chief Engineer dan 2nd Engineer pada saat melaksanakan praktik laut di kapal MV. Kota Padang

Identitas Informan

Narasumber : Chief Engineer

Peneliti : “Permisi Chief, saya izin bertanya mengenai kejadian kemarin waktu mesin utama mengalami kegagalan ketika pelayaran? Apakah Itu disebabkan turbocharger yang mengalami kerusakan, Chief?”

KKM : “Iya, benar. Waktu itu turbocharger sisi kanan mengalami kerusakan serius. Bearing-nya jebol karena oli tidak dapat masuk sempurna. Jadi rotor macet, dan otomatis mesin nggak bisa lanjut jalan.”

Peneliti : “Ketika terjadi kejadian itu respon pertama yang dilakukan apa Chief?”

KKM : “Begitu alarm tekanan oli bunyi dan performa mesin drop, langsung saya perintahkan stop mesin darurat. Koordinasi ke anjungan juga cepat, supaya kapal standby drifting. Kita turunkan tim untuk periksa turbo, ternyata pelumasnya bocor dan nggak sampai ke bearing.”

Peneliti : “menurut chief apa penyebab utamanya lebih ke teknis atau human error, Chief?”

KKM : “Lebih ke teknis. Karena saat kejadian mesin dipaksa untuk bekerja dengan beban yang berlebih dan karena kombinasi antara usia komponen dan kurang lancarnya flow pelumas. Tapi tetap jadi pengingat buat kita semua: rutin inspeksi, dan jangan anggap remeh perubahan kecil di parameter mesin.”

Peneliti : “Baik chief terimakasih atas informasinya.”

KKM : “Sama-sama. Kamu calon perwira, harus peka sama kondisi mesin. Jangan tunggu rusak baru tanggap, tapi biasakan deteksi sejak dini.”

Identitas Informan

Narasumber : 2nd Engineer

Peneliti : “Izin Bas, saya izin bertanya soal kejadian kerusakan mesin induk ketika kita berlayar kemarin. Apakah hal itu disebabkan karena masalah pada turbocharger?”

2nd Engineer : “Oh iya. Waktu itu turbo-nya kena masalah di bearing. Pelumasan ke sana bocor keluar dari aliran oil labyrinth packing, jadi rotornya seret, panas, dan akhirnya macet total. Mesin langsung mati. Karena tadinya mesin dipaksa untuk bekerja dengan beban lebih dan mesin tidak mampu.”

Peneliti : “Izin bas apakah ada gejala sebelum terjadi kejadian ya, Bas?”

2nd Engineer : “Karena beban lebih maka putaran juga naik namun kecepatan oli tidak mampu mengimbangi hal tersebut dan macet karena aus. Lalu setelah macet, gas buang otomatis macet dan menyebabkan

kebocoran pada *flexible exhaust pipe*. Kebocoran oli juga diketahui karena muncul asap putih dari cerobong yang mana menungukan oli terbakar.”

Peneliti : “Ketika hal itu terjadi langkah apa yang dilakukan untuk menangani hal itu ya Bas?”

2nd
Engineer : “Iya, setelah kejadian kapal langsung drifting. Kita emergency stop, terus bongkar turbo, dan memasang blank pada turbocharger. Lalu setelah itu dicoba menggunakan udara supply ke kamar emsin sebagai udara bilas. Setelah itu mesin dicoba untuk running kembali dan berhasil jalan walau dalam rpm rendah. Nah, itu pentingnya jaga sistem pelumasan. Turbo itu komponen high-speed, kalau pelumas nggak maksimal, ya rusak dalam hitungan menit.”

Peneliti : “Siap Pak, makasih banyak infonya.”

2nd
Engineer : “Sip, lanjut terus belajarnya. Di kapal ini, pengalaman adalah guru paling keras. Tapi kalau kamu rajin nanya dan ikut terlibat, ilmunya bakal nempel terus.”

LAMPIRAN 6

Hasil Uji Smart-PLS

OUTER LOADINGS

	(X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger	(X ₂) SDM di Atas Kapal	(X ₃) Faktor Operasional Turbocharger	(Y ₁) Kinerja Turbocharger	(Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk
X1.1	0,907				
X1.2	0,914				
X1.3	0,928				
X1.4	0,892				
X2.1		0,915			
X2.2		0,853			
X2.3		0,863			
X2.4		0,904			
X3.1			0,885		
X3.2			0,846		
X3.3			0,836		
X3.4			0,832		
Y1.1				0,917	
Y1.2				0,907	
Y1.3				0,886	
Y1.4				0,902	
Y2.1					0,853
Y2.2					0,908
Y2.3					0,901
Y2.4					0,838

UJI RELIABILITAS

	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho _c)
(X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger	0,931	0,951
(X ₂) SDM di Atas Kapal	0,907	0,935
(X ₃) Faktor Operasional Turbocharger	0,872	0,912
(Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,924	0,946
(Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,898	0,929

AVE

	Average variance extracted (AVE)
(X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger	0,829
(X ₂) SDM di Atas Kapal	0,782
(X ₃) Faktor Operasional Turbocharger	0,722
(Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,815
(Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,767

CROSS LOADINGS

	(X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger	(X ₂) SDM di Atas Kapal	(X ₃) Faktor Operasional Turbocharger	(Y ₁) Kinerja Turbocharger	(Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk
X1.1	0,907	0,779	0,703	0,736	0,805
X1.2	0,914	0,780	0,702	0,787	0,792
X1.3	0,928	0,706	0,659	0,742	0,740
X1.4	0,892	0,756	0,695	0,715	0,820
X2.1	0,764	0,915	0,751	0,723	0,804
X2.2	0,729	0,853	0,655	0,719	0,755
X2.3	0,647	0,863	0,691	0,687	0,738
X2.4	0,789	0,904	0,771	0,799	0,828
X3.1	0,667	0,758	0,885	0,717	0,790
X3.2	0,570	0,668	0,846	0,656	0,674
X3.3	0,713	0,677	0,836	0,683	0,741
X3.4	0,624	0,655	0,832	0,681	0,685
Y1.1	0,728	0,736	0,740	0,917	0,794
Y1.2	0,739	0,777	0,748	0,907	0,836
Y1.3	0,725	0,762	0,722	0,886	0,770
Y1.4	0,765	0,721	0,698	0,902	0,789
Y2.1	0,728	0,739	0,704	0,787	0,853
Y2.2	0,768	0,848	0,761	0,825	0,908
Y2.3	0,779	0,774	0,788	0,782	0,901
Y2.4	0,765	0,734	0,730	0,698	0,838

VIF

	VIF
(X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger -> (Y ₁) Kinerja Turbocharger	3,451
(X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger -> (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	3,947
(X ₂) SDM di Atas Kapal -> (Y ₁) Kinerja Turbocharger	4,315
(X ₂) SDM di Atas Kapal -> (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	4,720
(X ₃) Faktor Operasional Turbocharger -> (Y ₁) Kinerja Turbocharger	3,153
(X ₃) Faktor Operasional Turbocharger -> (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	3,558
(Y ₁) Kinerja Turbocharger -> (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	4,386

OUTER WEIGHT

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
X1.1 <- (X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger	0,276	0,276	0,014	20,393	0,000
X1.2 <- (X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger	0,282	0,286	0,016	17,190	0,000
X1.3 <- (X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger	0,265	0,267	0,014	19,510	0,000
X1.4 <- (X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger	0,275	0,276	0,014	19,706	0,000
X2.1 <- (X ₂) SDM di Atas Kapal	0,285	0,291	0,022	12,730	0,000
X2.2 <- (X ₂) SDM di Atas Kapal	0,275	0,278	0,023	11,881	0,000
X2.3 <- (X ₂) SDM di Atas Kapal	0,266	0,267	0,019	13,752	0,000
X2.4 <- (X ₂) SDM di Atas Kapal	0,304	0,314	0,035	8,579	0,000
X3.1 <- (X ₃) Faktor Operasional Turbocharger	0,315	0,321	0,035	8,924	0,000
X3.2 <- (X ₃) Faktor Operasional Turbocharger	0,278	0,273	0,030	9,279	0,000
X3.3 <- (X ₃) Faktor Operasional Turbocharger	0,298	0,306	0,033	8,918	0,000
X3.4 <- (X ₃) Faktor Operasional Turbocharger	0,285	0,284	0,026	11,168	0,000
Y1.1 <- (Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,276	0,279	0,014	20,257	0,000
Y1.2 <- (Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,287	0,289	0,015	18,716	0,000
Y1.3 <- (Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,272	0,272	0,012	22,461	0,000
Y1.4 <- (Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,274	0,275	0,014	19,312	0,000
Y2.1 <- (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,277	0,282	0,020	14,011	0,000
Y2.2 <- (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,300	0,304	0,022	13,397	0,000
Y2.3 <- (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,291	0,294	0,019	15,481	0,000
Y2.4 <- (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,273	0,274	0,021	13,131	0,000

R-SQUARE

	R-square	R-square adjusted
(Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,772	0,758
(Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,888	0,878

F-SQUARE

	f-square
(X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger -> (Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,144
(X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger -> (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,141
(X ₂) SDM di Atas Kapal -> (Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,094
(X ₂) SDM di Atas Kapal -> (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,131
(X ₃) Faktor Operasional Turbocharger -> (Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,128
(X ₃) Faktor Operasional Turbocharger -> (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,123
(Y ₁) Kinerja Turbocharger -> (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,162

Q-SQUARE

	SSO	SSE	Q ² (=1-SSE/SSO)
(X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger	208,000	208,000	0,000
(X ₂) SDM di Atas Kapal	208,000	208,000	0,000
(X ₃) Faktor Operasional Turbocharger	208,000	208,000	0,000
(Y ₁) Kinerja Turbocharger	208,000	80,521	0,613
(Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	208,000	72,061	0,654

PATH COEFFICIENT / UJI HIPOTESIS

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
(X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger -> (Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,336	0,336	0,120	2,794	0,005
(X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger -> (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,250	0,263	0,098	2,561	0,011
(X ₂) SDM di Atas Kapal -> (Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,304	0,295	0,124	2,453	0,014
(X ₂) SDM di Atas Kapal -> (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,263	0,240	0,115	2,292	0,022
(X ₃) Faktor Operasional Turbocharger -> (Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,304	0,309	0,114	2,662	0,008
(X ₃) Faktor Operasional Turbocharger -> (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,221	0,223	0,095	2,338	0,020
(Y ₁) Kinerja Turbocharger -> (Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,283	0,287	0,118	2,401	0,017



LAMPIRAN 7

Daftar Kuesioner

Bagian 1 dari 3

Formulir Pemeliharaan Turbocharger

Dalam rangka penyelesaian Skripsi Saya, M. Taufik Hidayat bermaksud melakukan penelitian ilmiah untuk penyusunan skripsi dengan judul "Optimalisasi kinerja Turbocharger di MV. Kota Padang: menggunakan pendekatan campuran".
Sehubungan dengan hal ini Saya sangat mengharapkan kesediaan Bapak/Ibu/Saudara/i untuk meluangkan waktunya sejenak untuk mengisi beberapa pertanyaan pada kuesioner ini.
Atas perhatian dan kerja samanya, saya ucapkan terimakasih.

NAMA *

Toko jawaban singkat

Kelas *

1. TTA
2. THB

NIT *

Toko jawaban singkat

Seluruh bagian 1 Lengkapi ke bagian berikut >

Bagian 2 dari 3

PETUNJUK PENGISIAN

1 = Sangat tidak setuju
2 = Tidak setuju
3 = Netral
4 = Setuju
5 = Sangat setuju

1. Rutin dilakukan pembersihan filter dan blower setiap sesuai dengan PMS yang berlaku *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

2. Pemeriksaan tekanan dan suhu minyak kelumas yang dilakukan setiap hari. *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

3. Suku cadang turbocharger selalu tersedia saat dibutuhkan. *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

3. Suku cadang turbocharger selalu tersedia saat dibutuhkan. *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

4. Perawatan yang dilakukan meningkatkan efisiensi turbocharger. *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

5. Kru kapal memiliki pendidikan dan sertifikasi yang memadai untuk mengoperasikan turbocharger. *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

6. Kru kapal memiliki pengalaman yang cukup dalam pengoperasian turbocharger. *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

7. Semua kru memahami prosedur perawatan turbocharger dengan baik. *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

8. Kru selalu disiplin dan mematuhi SOP dalam perawatan turbocharger. *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

9. Kualitas bahan bakar yang digunakan selalu sesuai dengan standar operasional. *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

10. Tekanan kerja turbocharger selalu berada dalam rentang batas normal. *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

11. Turbocharger bekerja dengan beban optimal dalam kondisi operasional (50-70%). *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

12. Tekanan sistem pendinginan dan pelumasan selalu dijaga dalam batas aman. *

Sangat tidak setuju ○ 1 2 3 4 5 Sangat setuju ○

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama : Muchamad Taufik Hidayat
2. Tempat, tanggal lahir : Magelang, 09 Maret 2002
3. NIT : 582111217998 T
4. Agama : Islam
5. Jenis Kelamin : Laki - laki
6. Golongan Darah : A
7. Alamat : Jl. Salak III, RT/RW: 06/02, Kramat Selatan,
Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah
8. Nama Orang Tua
Ayah : Subardi
Ibu : Mujirah
9. Alamat : Jl. Salak III, RT/RW: 06/02, Kramat Selatan,
Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah
10. Riwayat Pendidikan
SD : SD Negeri Kramat 5
SMP : SMP IT Ihsanul Fikri Kota Magelang
SMA : SMA Negeri 3 Magelang
Perguruan Tinggi : Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
11. Penelitian
Perusahaan : PT. Indobaruna Bulk Transport
Departemen : *Engine Department*
Masa Penelitian : 29 Juli 2023 – 31 Juli 2024