



**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	29
A. Metode Penelitian.....	29
B. Populasi dan Sampel	30
C. Instrumen penelitian.....	32
D. Teknik pengolahan data.....	37
E. Teknik analisis data	38
BAB IV HASIL PENELITIAN, PENGAJUAN HIPOTESIS, DAN PEMBAHASAN	49

A. Deskripsi Hasil Penelitian	49
B. Uji Persyaratan Analisis	56
C. Hasil Pengujian Hipotesis	68
D. Pembahasan Hasil Penelitian	71
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	92
A. Simpulan	92
B. Keterbatasan Penelitian	95
C. Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN-LAMPIRAN	104
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	118



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik minyak lumpur	19
Tabel 3. 1 Daftar pertanyaan	35
Tabel 4. 1 Hasil analisis deskriptif	52
Tabel 4. 2 Deskripsi Variabel perawatan dan perbaikan turbocharger (X_1)	54
Tabel 4. 3 Deskripsi variabel SDM di atas kapal (X_2)	54
Tabel 4. 4 Deskripsi variabel faktor operasional turbocharger (X_3)	55
Tabel 4. 5 Deskripsi variabel kinerja turbocharger (Y_1)	55
Tabel 4. 6 Deskripsi variabel kinerja operasional mesin induk (Y_2)	56
Tabel 4. 7 Data hasil pengujian outer model	58
Tabel 4. 8 Data hasil pengujian convergent validity menggunakan outer loading	59
Tabel 4. 9 Data hasil pengujian Discriminant Validity berdasarkan cross loading	60
Tabel 4. 10 Data hasil pengujian composite reliability	61
Tabel 4. 11 Ringkasan data hasil pengujian outer model	62
Tabel 4. 12 hasil pengujian Collinear Assessment VIF	64
Tabel 4. 13 Data hasil pengujian inner model berdasarkan R-square	64
Tabel 4. 14 Data hasil pengujian Predictive Relevance (Q^2)	66
Tabel 4. 15 Data hasil pengujian Effect Size (F^2)	67
Tabel 4. 16 Data hasil uji hipotesis	68

DAFTAR GAMBAR

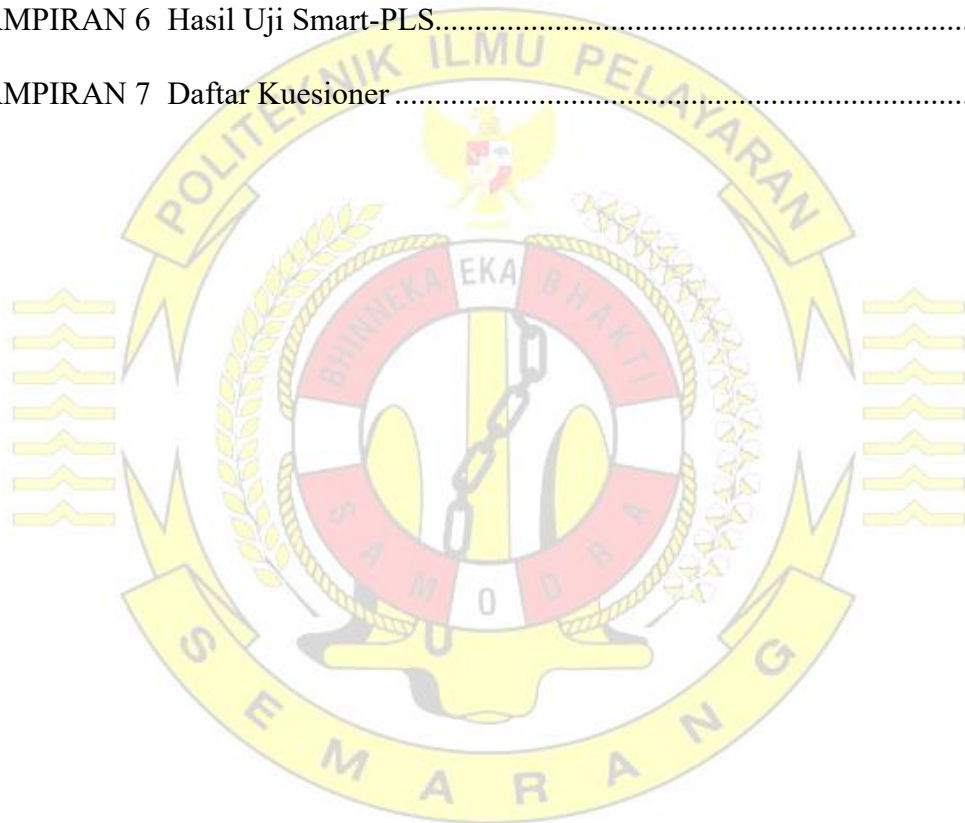
Gambar 2. 1 Turbin dan poros.....	11
Gambar 2. 2 kompresor TC.....	12
Gambar 2. 3 Casing TC	13
Gambar 2. 4 Air filter silencer.....	14
Gambar 2. 5 Thrust bearing	15
Gambar 2. 6 Oil labyrinth packing.....	16
Gambar 2. 7 Pelumasan pada TC	17
Gambar 2. 8 Proses udara melalui TC	20
Gambar 2. 9 Kerangka berpikir.....	26
Gambar 4. 1 Model outer loading pengukuran	57
Gambar 4. 2 Hasil output Inner model.....	63
Gambar 4. 3 Parameter suhu, P-max, dan rack pada MI.....	74
Gambar 4. 4 Parameter suhu, P-max, dan rack pada MI.....	75
Gambar 4. 5 Parameter suhu, P-max, dan rack pada MI.....	76
Gambar 4. 6 Gambar Monitor RPM dan horse power ME	78
Gambar 4. 7 Monitor tekanan minyak lumas pada TC ME	79
Gambar 4. 8 Gambar bearing yang aus dan labyrinth packing yang terkikis	80
Gambar 4. 9 Gambar monitor RPM TC ME.....	80
Gambar 4. 10 Gambar monitor suhu gas buang ME.....	81
Gambar 4. 11 Gambar keadaan TC yang mengeluarkan asap	82
Gambar 4. 12 Gambar kontaminasi geram-geram pada LO filter	82
Gambar 4. 13 Gambar blower side jammed.....	83

Gambar 4. 14 a.) pemasangan blowe portable pada intercooler. b.) pemasangan saluran udara pada scaving box.....	84
Gambar 4. 15 Gambar filter sebelum dan sesudah dibersihkan.....	85
Gambar 4. 16 Gambar pemasangan blank pada TC ME.....	85
Gambar 4. 17 Gambar pengelasan flexible hose exhaust gas line	86
Gambar 4. 18 Komponen sparepart TC baru yang siap dipasang.....	87



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Ship's Particular MV. Kota Padang	104
LAMPIRAN 2 Crew List MV. Kota Padang	105
LAMPIRAN 3 Spesifikasi Turbocharger MET-37 SRC	106
LAMPIRAN 4 Foto pekerjaan penanganan kebocoran minyak lumas pada TC	107
LAMPIRAN 5 Transkrip Hasil Wawancara.....	109
LAMPIRAN 6 Hasil Uji Smart-PLS.....	112
LAMPIRAN 7 Daftar Kuesioner	116



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 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.



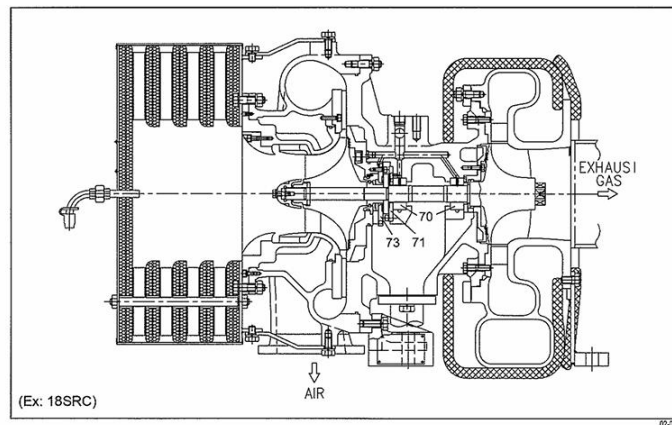
Gambar 2. 6 *Oil labyrinth packing*
(Sumber : Dokumen pribadi)

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).

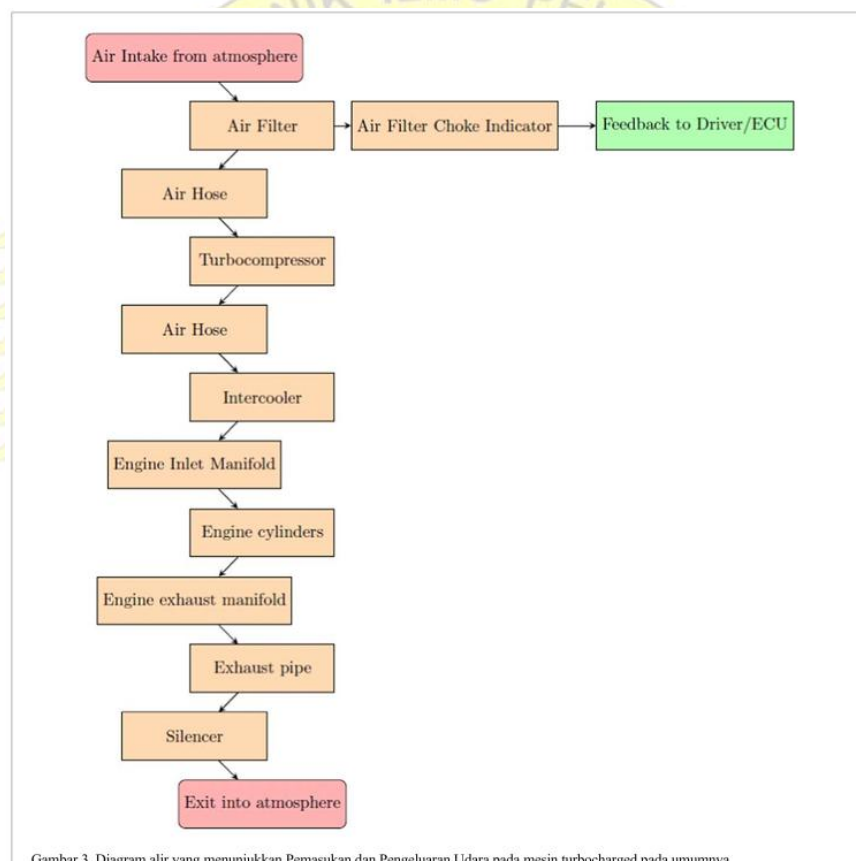
Tabel 2. 1 Karakteristik minyak lumas

			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 ν	40 °C	mm ² /s	—	61.2 to 110	0.85IV**< ν <1.3IV	0.95IV< ν <1.05IV
	100 °C	mm ² /s	5.6 to 16.3	—	0.85IV< ν <1.3IV	0.95IV< ν <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

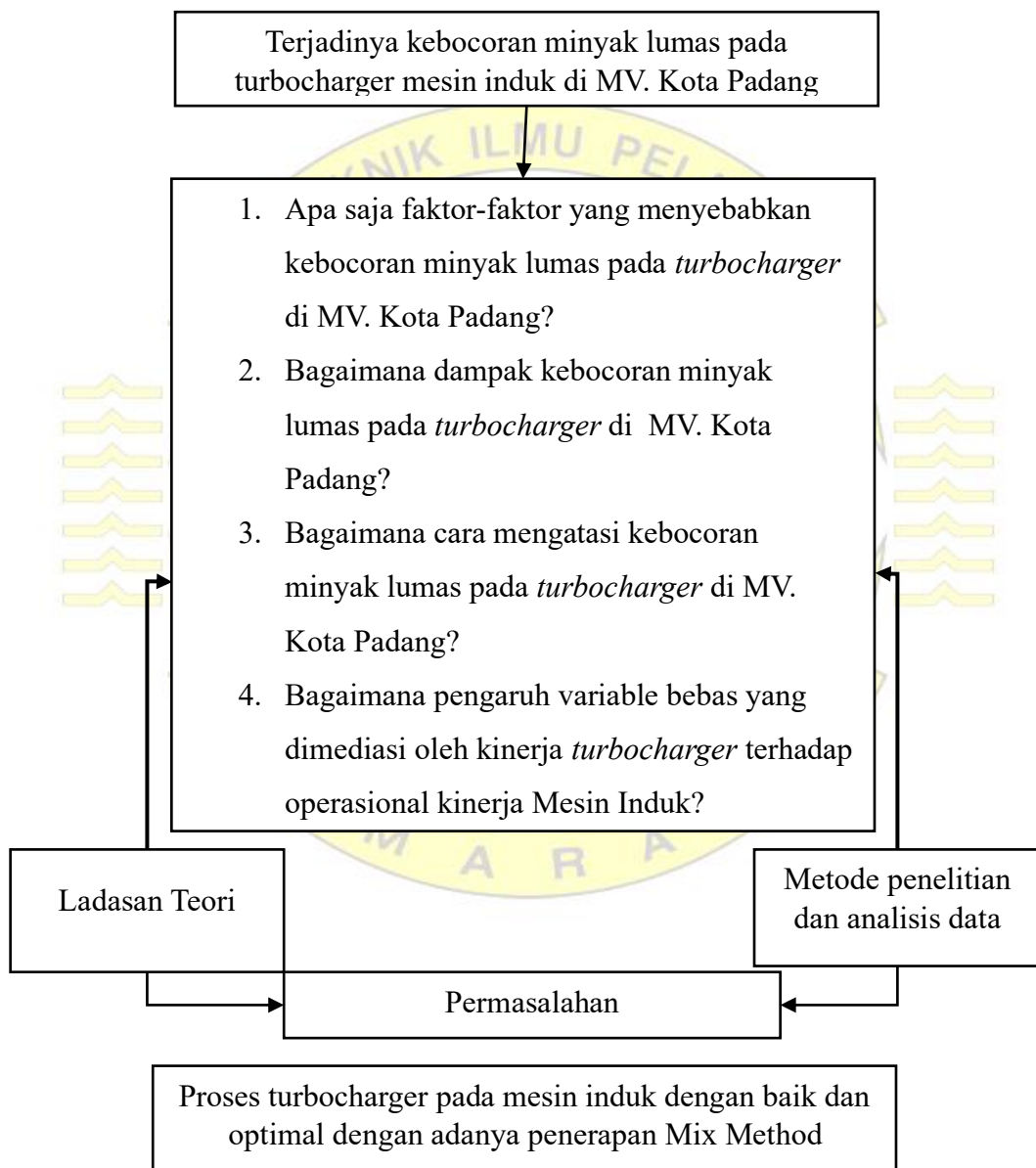
dirumuskan, penelitian ini mampu melakukan pengukuran dan analisis secara sistematis terhadap hubungan antarvariabel yang berkontribusi dalam mengoptimalkan kinerja *TC*. Optimalisasi tersebut berperan penting dalam mendukung peningkatan efisiensi sistem pembakaran dan tenaga mesin, yang pada akhirnya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

PROSEDUR PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metodologi ilmiah dapat dianalogikan sebagai kompas dimana yang memegang peran sentral bagi para peneliti dalam konstruksi pengetahuan akademis. Metodologi ilmiah merupakan kerangka kerja terstruktur yang menjadi dasar dari berbagai bentuk karya intelektual, seperti artikel penelitian, disertasi, maupun tugas akhir di lingkungan perguruan tinggi. Lebih dari sekadar prosedur teknis, metodologi ini meliputi kajian sistematis terhadap pendekatan, instrumen, dan teknik analisis yang diperlukan untuk membangun validitas suatu penelitian. Melalui penerapan prinsip objektivitas, replikabilitas, dan verifikasi, metodologi ilmiah menjamin bahwa setiap tahap, mulai dari perumusan masalah, pengumpulan data, hingga interpretasi hasil dilaksanakan secara rigor dan terukur. Metodologi ilmiah merupakan alat yang sangat penting dalam memahami metode yang digunakan untuk menyusun dokumen ilmiah, seperti manuskrip, disertasi, atau karya ilmiah yang disusun sebagai bagian dari penyelesaian studi di perguruan tinggi (Yulianty & Jufri, 2020.).

Metodologi penelitian merupakan serangkaian tata cara yang digunakan untuk mendapatkan pengetahuan ilmiah atau ilmu, dalam hal ini adalah tujuan yang ingin dicapai dalam suatu penelitian. Menurut Sugiyono (2020) metode penelitian secara umum dipahami sebagai prosedur sistematis yang digunakan untuk mengumpulkan informasi guna mencapai tujuan spesifik, baik dalam konteks praktis maupun teoretis. Metode penelitian yang digunakan dalam

penelitian ini adalah mix method. Menurut Sugiyono (2020), metode campuran atau mix method merupakan pendekatan penelitian yang mengintegrasikan metode kuantitatif dan kualitatif dalam satu studi. Artinya, satu topik atau judul penelitian dianalisis dengan menggunakan dua pendekatan secara bersamaan. Oleh karena itu, untuk dapat menerapkan metode kombinasi (MetKom) secara tepat, peneliti perlu memahami terlebih dahulu karakteristik dasar dari masing-masing metode tersebut.

B. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi penelitian adalah seluruh unsur yang diteliti, baik berupa makhluk hidup, benda mati, gejala alam, nilai pengukuran, maupun peristiwa yang memiliki karakteristik khusus sebagai sumber data dalam sebuah penelitian. Menurut Winarno (2013) tujuan dalam suatu penelitian ada populasi ialah untuk menentukan jumlah anggota sampel yang didapat dari anggota populasi dan sebagai pembatas suatu generalisasi.

Dapat disimpulkan bahwa seluruh elemen yang dapat digunakan untuk mengambil suatu Kesimpulan disebut populasi. Peneliti dalam penelitian ini mengambil populasi yaitu sebanyak 53 aruna semester VII yang berisikan Taruna Angkatan 56 dan 58 dari periode 102 PIP Semarang Prodi Teknika yaitu kelas T7A dan T7B.

2. Sampel

Sampel merujuk pada sebagian dari anggota populasi yang dipilih menggunakan teknik pengambilan sampling, sample yang dipilih harus

dapat mewakili seluruh populasi. Oleh karena itu Peneliti harus dapat mempertimbangkan dalam pencarian data agar dapat menghasilkan informasi yang dapat asli dan valid. Menurut Purwanza et al. (2022) ketika populasi berjumlah besar sehingga Peneliti tidak mungkin untuk mempelajari seluruhnya, karena keterbatasan waktu, dana, dan usaha, maka peneliti dapat mengambil dari bagian sampel. Apa yang diketahui dari sampel maka dapat pula diambil kesimpulannya dan diberlakukan untuk seluruh populasi.

Peneliti menggunakan rumus Slovin dalam penentuan pengambilan sampel yang diuraikan sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Keterangan:

n = Jumlah sampel

N = Jumlah populasi

e = Tingkat kesalahan sampel (sampling error)

Jumlah anggota sampel dinyatakan dalam ukuran sampel. Jumlah sampel yang dikehendaki ialah 100% mewakili populasi sehingga tidak terjadi kesalahan generalisasi yang sama dengan jumlah populasi sendiri. untuk mengambil data dalam penelitian, Peneliti menggunakan tingkat kesalahan sebesar 1% dalam perhitungan jumlah sampel menggunakan rumus Slovin, sehingga data valid diasumsikan sebanyak 99%.

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

$$n = \frac{53}{1 + 53(0,01)^2}$$

$$n = \frac{53}{1 + 0,0053}$$

$$n = \frac{53}{1,0053} = 52,72$$

$n = 52,72$ dibulatkan menjadi 52 taruna.

Berdasarkan rumus Slovin yang mengasumsikan populasi normal, jumlah sampel dari total populasi ialah 53 taruna dengan yang memiliki beberapa tingkat kesalahan yaitu, 1% (0,01), 5% (0,05), dan 10% (0,1%). Pada Tingkat kesalahan 1%(0,01) jumlah sampel yang dapat di ambil untuk analisis ialah 52 taruna. Pada Tingkat kesalahan 5%, jumlah sampel yang dapat di ambil ialah 47 taruna, sedangkan pada tingkat kesalahan 10%, jumlah sampel yang dapat di ambil sebanyak 35 taruna. Dari hal ini diketahui bahwa semakin besar tingkat kesalahan yang digunakan semakin kecil sampel yang dapat diambil. Hal ini berarti berbanding terbalik dengan jumlah sampel yang dapat diambil, sedangkan semakin kecil tingkat kesalahan, semakin besar sampel yang diperlukan. Dari hal ini maka Peneliti menggunakan tingkat kesalahan sebesar 1% agar Sebagian besar atau semua populasi dapat digunakan sebagai sampel, dari hal ini sejumlah 52 Taruna sebagai responden dapat digunakan sebagai sampel.

C. Instrumen penelitian

Dalam melakukan penelitian dan pengumpulan data peneliti membutuhkan banyak alat atau instrumen di dalamnya. Alat yang digunakan berbagai macam dan setiap alat harus cocok menyesuaikan jenis informasi atau data yang hendak

diambil. Dalam penelitian ini Peneliti menggunakan empat jenis instrumen dalam pengambilan data yaitu,

1. Instrumen observasi

Observasi merupakan salah satu metode dalam pengumpulan data yang dilaksanakan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian, disertai dengan pendokumentasian berbagai aspek terkait kondisi maupun tingkah laku dari subjek yang diamati (Fathoni, 2005).

Pengumpulan data yang menggunakan cara pengamatan secara langsung mengandalkan indra tubuh tanpa melalui perantara. Metode observasi atau pengamatan ini merupakan metode untuk mengambil data langsung di lapangan pada suatu materi atau objek yang dikaji dalam penelitian dan selanjutnya digunakan dalam bahan membuat skripsi. Dari observasi yang dilakukan Peneliti didapati hal hal yang menjadi objek kajian

- a. Observasi tentang penyebab terjadinya penurunan kinerja mesin induk karena turbocharger yang mengalami kerusakan di MV. Kota Padang
- b. Observasi dampak yang ditimbulkan ketika terjadi kerusakan turbocharger di MV. Kota Padang
- c. Observasi mengenai tindakan perawatan terhadap turbocharger di MV. Kota Padang

2. Instrumen wawancara

Wawancara merupakan salah satu metode pengumpulan data yang

dilakukan melalui interaksi terstruktur berbentuk komunikasi verbal, di mana inisiatif pertanyaan sepenuhnya berada di pihak pewawancara, sementara informasi diperoleh dari narasumber melalui tanggapan yang diberikan (Fathoni, 2005)

Wawancara adalah interaksi tanya jawab antara dua orang atau lebih. Tujuan adanya metode wawancara ialah untuk mendapatkan informasi secara langsung untuk mendapat kejelasan dari suatu kejadian atau situasi tertentu, yguna melengkapi penelitian ilmiah untuk mendapatkan data dari sumber yang dapat dipercaya. Hasil wawancara harus segera dicatat setelah melakukan wawancara agar data tidak hilang, karena wawancara dilakukan secara bebas atau tidak terstruktur, maka peneliti harus segera membuat catatan sebagai rangkuman dari hasil wawancara. Dari wawancara yang dilakukan Peneliti menggunakan 3 instrumen wawancara yaitu:

- a. Pertanyaan tentang penyebab terjadinya penurunan kinerja mesin induk karena *TC* yang mengalami kerusakan di MV. Kota Padang
 - b. Pertanyaan dampak yang ditimbulkan ketika terjadi kerusakan *TC* di MV. Kota Padang
 - c. Pertanyaan mengenai tindakan perawatan terhadap *TC* di MV. Kota Padang
3. Instrumen dokumentasi

Menurut Hardani et al. (2020) dokumentasi berasal dari kata dokumen yang berarti barang-barang tertulis. Dalam melaksanakan metode dokumentasi Peneliti menggunakan benda benda yang tertulis seperti buku-

buku, dokumen, catatan harian, dan sebagainya. Peneliti menemukan beberapa dokumentasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Foto-foto terkait penurunan kinerja mesin induk karena kerusakan *TC*
- b. Foto-foto terkait dampak yang timbul pada kerusakan *TC*
- c. Foto terkait tindakan perbaikan dan perawatan *TC*

4. Instrument kuesioner

Menurut Sugiyono (2020) kuesioner adalah teknik pengumpulan data dengan menggunakan pertanyaan atau pernyataan yang ditujukan kepada responden untuk menjawab.

Pada penelitian ini jawaban dari pernyataan yang diberikan kepada responden diatur pada tingkatan skala Likert dari 1 hingga 5 seperti berikut: 1 = Sangat tidak setuju, 2 = Tidak setuju, 3 = Netral, 4 = Setuju, 5 = Sangat setuju. Berikut tabel yang berisi pernyataan dengan isian skala likert:

Tabel 3. 1 Daftar pertanyaan

No.	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
Perawatan dan perbaikan <i>turbocharger</i> (X_1)						
1.	Rutin dilakukan pembersihan filter dan blower setiap sesuai dengan PMS yang berlaku					
2.	Pemeriksaan tekanan dan suhu minyak lumas yang dilakukan setiap hari.					
3.	Suku cadang <i>TC</i> selalu tersedia saat dibutuhkan					

No.	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
Perawatan dan perbaikan <i>turbocharger</i> (X_1)						
1.	Tekanan <i>boost air</i> pada <i>TC</i> selalu dalam batas aman.					
2.	Suhu gas buang sebelum masuk <i>TC</i> dan keluar tidak melebihi batas maksimal.					
3.	<i>RPM TC</i> tetap stabil saat mendapat beban.					
4.	Tekanan minyak lumas pada <i>TC</i> selalu berada dalam rentang.					
Kinerja Operasional mesin induk (Y_2)						
1.	<i>RPM</i> mesin induk selalu dijaga dalam rentang stabil.					
2.	Beban mesin dikontrol agar tetap konsisten pada beban 60-70%.					
3.	Tekanan bahan bakar yang masuk ke mesin selalu berada dalam rentang.					
4.	Kecepatan kapal tetap stabil sesuai kondisi muatan (<i>Full load & Full Ballast</i>).					

D. Teknik pengolahan data

PLS-SEM (*Partial Least Squares Structural Equation Modeling*) merupakan metode statistik multivariat yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara sejumlah variabel independen dan dependen secara simultan (Octaviany & Rohman, 2023.).

Teknik penolahan data yaitu mengubah data mentah menjadi data yang sesuai dan dapat dianalisis. Pada penelitian ini Peneliti menggunakan kuesioner yang dibuat di *google form*. Yang mana bentuk pertanyaan sudah dalam bentuk skala likert 1-5 dan hasil jawaban dari responden langsung dapat di unduh dalam bentuk *excel*. Selanjutnya rumus Slovin digunakan untuk mengurangi kesalahan dengan tingkat 1%. Kemudian hasil dari *output* akan dijumlahkan dan diberi rata-rata pada tiap variabel.

E. Teknik analisis data

Keunggulan ialah Smartpls dapat dilanjutkan ketika memiliki keterbatasan jumlah sampel sementara model yang dibangun kompleks (Sarumaha & Tambotuh, 2022). Pada penelitian ini digunakan *software SmartPLS 4.0* untuk mengolah data karena *Smart PLS* cocok untuk data sampel yang tidak merata atau naik turun serta sampel yang digunakan tidak harus besar.

1. Pendahuluan *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM)

PLS-SEM merupakan metode analisis multivariat berbasis varians yang digunakan untuk mengeksplorasi hubungan kompleks antara variabel laten dan indikatornya, serta antar variabel laten dalam suatu model struktural. Pendekatan ini menjadi pilihan yang tepat ketika tujuan penelitian berorientasi pada prediksi dan pengembangan teori, terutama dalam kondisi di mana peneliti menghadapi keterbatasan sampel, kompleksitas model, dan data yang tidak memenuhi asumsi normalitas

PLS-SEM memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode analisis multivariat lainnya. Menurut Hair et al. (2021) PLS-SEM dapat menangani ukuran sampel kecil, mengakomodasi variabel dengan skala pengukuran berbeda, dan mampu mengestimasi model yang kompleks dengan banyak konstruk dan jalur. Selain itu, PLS-SEM tidak mensyaratkan asumsi distribusi normal multivariat yang ketat, sehingga lebih fleksibel untuk berbagai jenis data penelitian.

Pada penelitian ini, penggunaan *SmartPLS* 4.0 sebagai perangkat lunak untuk analisis PLS-SEM didasarkan pada beberapa pertimbangan;

- a. Pertama, *SmartPLS* menawarkan antarmuka pengguna yang intuitif dan mudah digunakan.
- b. Kedua, aplikasi ini mampu menangani model penelitian yang kompleks.
- c. Ketiga, *SmartPLS* menyediakan fitur visualisasi yang memudahkan interpretasi hasil.
- d. Keempat, perangkat lunak ini menawarkan berbagai jenis kriteria evaluasi model yang komprehensif, sehingga hasil analisis menjadi lebih robust dan dapat diandalkan.

2. Persiapan Analisis Data Menggunakan *SmartPLS*

a. Persiapan Data

Tahap awal dalam analisis PLS-SEM adalah persiapan data yang meliputi pengolahan data mentah menjadi format yang sesuai untuk dianalisis. Pada penelitian ini, data yang dikumpulkan melalui kuesioner dalam bentuk *google form* akan diunduh dalam format

Excel. Data dalam format *excel* kemudian akan diperiksa kelengkapannya, konsistensinya, serta dibersihkan dari kemungkinan kesalahan *input*.

b. Pemeriksaan Data *Outlier*

Pemeriksaan data *outlier* merupakan langkah penting karena keberadaan *outlier* dapat mempengaruhi hasil analisis PLS-SEM. Menurut Hair et al. (2021), *outlier* adalah respons ekstrem terhadap pertanyaan tertentu atau reaksi ekstrem terhadap seluruh pertanyaan yang dapat mendistorsi hasil analisis. Dalam penelitian ini, pemeriksaan *outlier* akan dilakukan menggunakan beberapa metode. Ketika melakukan penelitian pengujian data direkomendasikan penggunaan beberapa metode secara bersamaan untuk mengidentifikasi *outlier* secara komprehensif (Hair et al., 2021)

c. Impor Data ke *SmartPLS*

Setelah data disiapkan dan dibersihkan, langkah selanjutnya adalah mengimpor data ke dalam *SmartPLS*. Data penelitian yang telah disiapkan dalam format CSV akan diimpor ke dalam *software SmartPLS 4.0*. Peneliti perlu memastikan bahwa penamaan variabel dalam file data sesuai dan konsisten dengan penamaan konstruk dalam model yang akan dibangun. Konsistensi ini sangat penting untuk mencegah terjadinya kesalahan saat proses impor data ke dalam perangkat lunak analisis yaitu *SmartPLS*. Ketidaksesuaian

nama variabel dapat menyebabkan data tidak terbaca dengan benar, menghambat proses analisis, bahkan menghasilkan interpretasi yang keliru terhadap model penelitian yang dikembangkan.

d. Menggambar Model

Penelitian Tahap berikutnya adalah menggambar model penelitian dalam *SmartPLS* sesuai dengan kerangka konseptual yang telah dirumuskan. Model penelitian menggambarkan hubungan antar variabel laten (konstruk) dan hubungan antara variabel laten dengan indikator-indikatornya. Dalam *SmartPLS*, variabel laten digambarkan dengan bentuk oval atau lingkaran, sedangkan indikator digambarkan dengan bentuk persegi panjang atau kotak. Hubungan antar variabel digambarkan dengan panah sesuai dengan hipotesis penelitian, di mana semua efek kausal bersifat satu arah (*recursive model*).

3. Evaluasi Model Pengukuran (*Measurement Model*)

Evaluasi model pengukuran merupakan tahap pertama dalam analisis PLS-SEM yang bertujuan untuk memastikan validitas dan reliabilitas konstruk penelitian. Terdapat dua jenis model pengukuran yang perlu dievaluasi secara berbeda, yaitu model pengukuran reflektif dan model pengukuran formatif.

a. Model Pengukuran Reflektif Reliabilitas Indikator (*Outer Loading*)

Evaluasi reliabilitas indikator dilakukan dengan memeriksa nilai *outer loading* yang menunjukkan korelasi antara indikator

dengan konstruknya. Menurut kriteria yang dikemukakan oleh Hair et al. (2021), nilai *outer loading* yang baik adalah di atas 0,708, karena nilai tersebut dikuadratkan ($0,708^2$) menghasilkan nilai 0,50 yang berarti konstruk dapat menjelaskan setidaknya 50% varians indikatornya. Dalam praktiknya, nilai 0,70 sering dianggap cukup memadai. Jika nilai *outer loading* di bawah ambang batas, indikator perlu dipertimbangkan untuk dihapus dari model, namun penghapusan harus dilakukan dengan hati-hati dan mempertimbangkan dampaknya terhadap validitas konten.

b. Reliabilitas Komposit (*Composite Reliability*)

Reliabilitas komposit mengukur konsistensi internal konstruk dan merupakan alternatif yang lebih baik dibandingkan *Cronbach's Alpha* dalam konteks PLS-SEM karena memperhitungkan *loading* indikator yang berbeda-beda. Nilai reliabilitas komposit yang dapat diterima adalah antara 0,70 hingga 0,95. Nilai di bawah 0,70 menunjukkan reliabilitas yang rendah, sedangkan nilai di atas 0,95 menunjukkan kemungkinan adanya redundansi indikator.

c. *Average Variance Extracted (AVE)*

AVE mengukur sejauh mana suatu konstruk menjelaskan varians indikator-indikatornya. Nilai AVE yang dapat diterima adalah di atas 0,50, yang berarti konstruk mampu menjelaskan lebih dari 50% varians indikator-indikatornya. Hair et al. (2021) menegaskan bahwa nilai AVE yang rendah ($< 0,50$) menunjukkan

bahwa terdapat lebih banyak kesalahan dalam item daripada varians yang dijelaskan oleh konstruk.

d. *Discriminant Validity (Cross Loading)*

Validitas diskriminan menilai sejauh mana suatu konstruk benar-benar berbeda dari konstruk lainnya. Hasil penelitian dan referensi dari jurnal serta buku, dapat disimpulkan bahwa uji cross loading pada *SmartPLS 4.0* merupakan metode penting untuk menilai validitas diskriminan, di mana indikator dikatakan valid apabila nilai loading-nya terhadap konstruk asal lebih tinggi dibandingkan nilai loading terhadap konstruk lain (Santosa, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa setiap indikator memang lebih merepresentasikan konstruk yang diukur sehingga model yang diuji telah memenuhi syarat validitas diskriminan dan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

4. Model Pengukuran Formatif

a. *Collinearity (VIF)*

Untuk model pengukuran formatif, perlu dilakukan pemeriksaan multikolinearitas antar indikator menggunakan *Variance Inflation Factor (VIF)*. Menurut Hair et al. (2021), nilai VIF yang dapat diterima adalah di bawah 5, meskipun ambang batas yang lebih ketat yaitu 3 sering direkomendasikan. Nilai VIF yang tinggi mengindikasikan potensi masalah multikolinearitas yang dapat mempengaruhi estimasi bobot dan signifikansi indikator.

b. *Outer Weight* dan Signifikansinya

Outer weight mewakili kontribusi relatif indikator terhadap konstruk. Untuk menilai signifikansi *outer weight*, digunakan prosedur bootstrapping dengan minimal 5.000 subsampel. Jika *outer weight* signifikan ($p < 0,05$), indikator dipertahankan. Jika tidak signifikan, perlu diperiksa *outer loading*-nya. Jika *outer loading* $\geq 0,50$, indikator tetap dipertahankan meskipun *outer weight*-nya tidak signifikan. Jika *outer loading* $< 0,50$, peneliti perlu mempertimbangkan untuk menghapus indikator tersebut, tetapi tetap memperhatikan validitas konten.

5. Evaluasi Model Struktural (*Structural Model*)

Evaluasi model struktural dilakukan setelah model pengukuran memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas. Tahap ini bertujuan untuk menguji hipotesis penelitian dan mengevaluasi kemampuan prediktif model.

a. Koefisien Jalur (*Path Coefficient*)

Koefisien jalur mewakili hubungan hipotesis antara konstruk dalam model. Nilai koefisien jalur berkisar antara -1 hingga +1, di mana nilai mendekati +1 menunjukkan hubungan positif yang kuat, nilai mendekati -1 menunjukkan hubungan negatif yang kuat, dan nilai mendekati 0 menunjukkan hubungan yang lemah atau tidak signifikan. Untuk menilai signifikansi koefisien jalur, digunakan prosedur bootstrapping. Jika nilai t-statistik $> 1,96$ (untuk tingkat

signifikansi 5%) atau $p\text{-value} < 0,05$, maka hubungan dianggap signifikan secara statistik.

b. Koefisien Determinasi (R^2)

R^2 mengukur varians yang dijelaskan dalam setiap variabel endogen dan mewakili kekuatan prediktif model. Menurut Hair et al. (2021), nilai R^2 sebesar 0,75, 0,50, dan 0,25 masing-masing menunjukkan kekuatan prediktif yang substansial, moderat, dan lemah. Namun, Nilai R^2 yang dapat diterima sangat bergantung pada kompleksitas model dan disiplin ilmu penelitian. Dalam beberapa bidang, nilai R^2 sebesar 0,10 sudah dianggap memadai.

c. *Effect Size* (f^2)

Effect size f^2 mengukur dampak variabel prediktor tertentu terhadap variabel endogen. Menurut Cohen (1988), nilai f^2 sebesar 0,02, 0,15, dan 0,35 masing-masing mewakili efek kecil, menengah, dan besar variabel prediktor terhadap variabel endogen. Nilai f^2 di bawah 0,02 menunjukkan bahwa variabel prediktor memiliki efek yang tidak berarti terhadap variabel endogen.

d. *Predictive Relevance* (Q^2)

Q^2 mengukur relevansi prediktif model menggunakan prosedur blindfolding. Nilai $Q^2 > 0$ menunjukkan bahwa model memiliki relevansi prediktif, sedangkan nilai $Q^2 \leq 0$ menunjukkan bahwa model tidak memiliki relevansi prediktif. Hair et al. (2021) mengungkapkan bahwa nilai Q^2 sebesar 0,02, 0,15, dan 0,35 masing-

masing menunjukkan relevansi prediktif yang kecil, menengah, dan besar.

e. Model Fit

Meskipun dalam PLS-SEM kriteria model fit tidak sepenting dalam CB-SEM, beberapa indikator fit dapat digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian model, seperti *Standardized Root Mean Square Residual* (SRMR) dan *Normed Fit Index* (NFI). Nilai SRMR $< 0,08$ menunjukkan model fit yang baik. Sementara itu, nilai NFI yang dapat diterima adalah $\geq 0,90$, meskipun indikator ini masih diperdebatkan kegunaannya dalam konteks PLS-SEM.

f. Analisis Mediasi dan Moderasi

Apabila model penelitian mencakup unsur mediasi atau moderasi, maka diperlukan analisis lanjutan untuk menguji hubungan yang lebih kompleks antar variabel. Dalam kasus efek mediasi, teknik *bootstrapping* sering digunakan untuk menguji tingkat signifikansi dari jalur efek tidak langsung antara variabel independen dan dependen. Hasil uji ini akan menentukan jenis mediasi yang terjadi. Jika jalur efek tidak langsung terbukti signifikan dan jalur langsung juga signifikan, maka dapat disimpulkan bahwa terjadi mediasi parsial. Namun, apabila efek tidak langsung signifikan sedangkan efek langsung tidak signifikan, maka yang terjadi adalah mediasi penuh. Analisis ini penting untuk memahami peran variabel mediasi secara lebih mendalam dalam

menjelaskan mekanisme hubungan antar konstruk dalam model penelitian.

6. *PLS Predict* dan Evaluasi *Robustness Model*

a. *PLS Predict*

PLS Predict adalah fitur dalam *SmartPLS* yang memungkinkan evaluasi kemampuan prediktif model terhadap data baru yang tidak digunakan dalam estimasi model. Jika model PLS-SEM menghasilkan nilai kesalahan prediksi yang lebih rendah untuk mayoritas indikator dibandingkan model naif, maka model memiliki kekuatan prediktif yang baik.

b. Robustness Check

Pemeriksaan robustness model meliputi beberapa aspek:

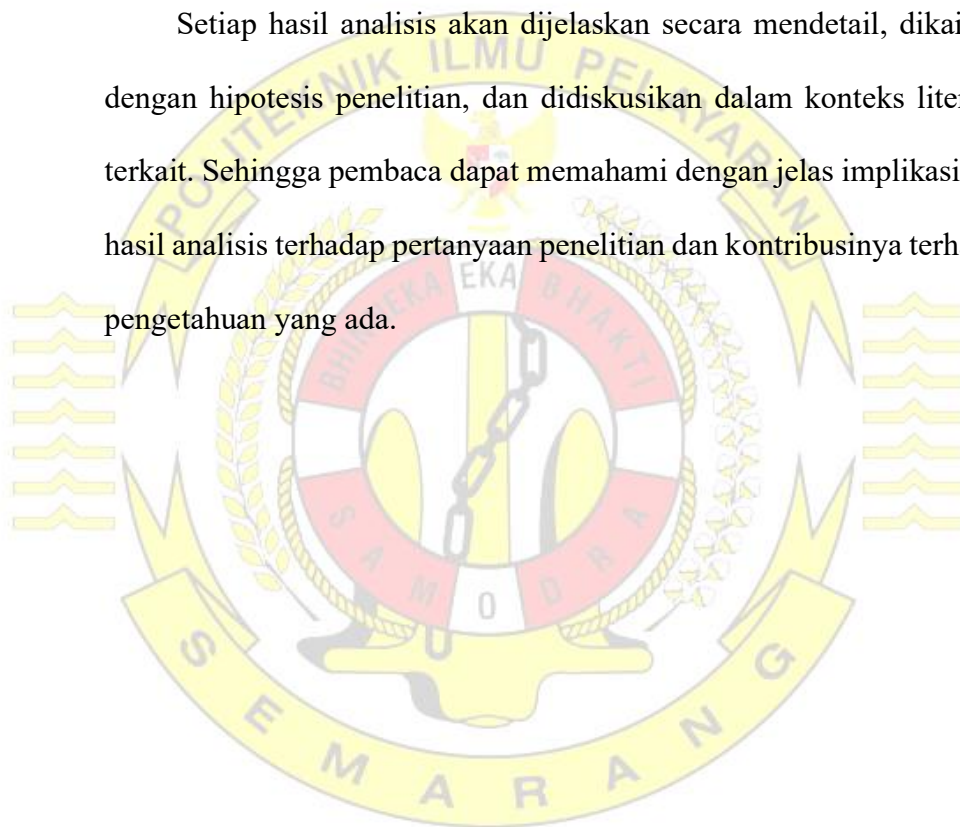
- 1) *Nonlinear Effects*: Mengevaluasi kemungkinan adanya hubungan nonlinier antar variabel yang tidak tercakup dalam model linier.
- 2) *Endogeneity*: Menilai potensi masalah endogenitas yang dapat menyebabkan bias dalam estimasi parameter.
- 3) *Unobserved Heterogeneity*: Mengevaluasi kemungkinan adanya kelompok-kelompok tersembunyi dalam data yang memiliki parameter model berbeda.

7. Pelaporan Hasil Analisis PLS-SEM

Pelaporan hasil analisis PLS-SEM akan mengikuti standar yang direkomendasikan oleh (Hair et al., 2021). Hasil evaluasi model

pengukuran, termasuk *outer loading*, *composite reliability*, AVE, dan validitas diskriminan akan disajikan dalam bentuk tabel. Hasil evaluasi model struktural, termasuk koefisien jalur, nilai t-statistik, p-value, R^2 , f^2 , dan Q^2 juga akan disajikan dalam bentuk tabel. Untuk memudahkan interpretasi, hasil analisis mediasi dan moderasi akan disajikan dalam bentuk tabel terpisah.

Setiap hasil analisis akan dijelaskan secara mendetail, dikaitkan dengan hipotesis penelitian, dan didiskusikan dalam konteks literatur terkait. Sehingga pembaca dapat memahami dengan jelas implikasi dari hasil analisis terhadap pertanyaan penelitian dan kontribusinya terhadap pengetahuan yang ada.



BAB IV

HASIL PENELITIAN, PENGAJUAN HIPOTESIS, DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian optimalisasi kinerja TC pada MV. Kota Padang diawali dengan proses pengumpulan data melalui penyebaran pernyataan terkait kinerja TC kepada responden, yang bertujuan untuk memperoleh data dan informasi menggunakan instrumen kuesioner. Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan pernyataan berkaitan dengan kinerja TC yang dibagikan kepada responden untuk mendapat data serta informasi menggunakan kuesioner. Kuesioner dibuat oleh Peneliti dan disebarikan kepada para responden yaitu taruna PIP Semarang Semester 7 Prodi Teknik yang baru saja menyelesaikan praktek laut. Bentuk kuesioner yang disebarikan pada responden berbentuk *google form* yang kemudian direkap menggunakan *Microsoft excell*. Kemudian data yang didapat akan diolah menggunakan *software* Smart-PLS guna menentukan signifikansi pengaruh variabel dependen dan independent.

Penelitian secara observativ dilakukan selama 1 tahun yang dimulai sejak Peneliti On Board untuk praktek laut di MV. Kota Padang tercatat dimulai dari Agustus 2023 hingga bulan Agustus 2024. Hasil observasi yang Peneliti lakukan akan dikaji dan di bahas dalam bab ini. Penelitian ini dilakukan guna menganalisis kinerja TC yang lebih optimal dalam menunjang operasional mesin induk di MV. Kota Padang.

Dalam konteks penelitian ini, digunakan hasil-hasil penelitian terdahulu yang masih relevan sebagai acuan, guna memahami penanganan terhadap

kejadian serupa dan memberikan landasan pengetahuan dalam merumuskan solusi yang tepat dan terkini. Adapun teknik pengambilan sampel dilakukan secara acak menggunakan rumus Slovin, dari total populasi sebanyak 53 Taruna PIP Semarang Semester 7, diperoleh 52 responden sebagai sampel penelitian. Adapun penelitian sebelumnya yang dijadikan acuan dalam studi ini untuk mendukung metode campuran ialah:

1. Hasil Penelitian (Fahreza, 2024)

Penelitian ini memanfaatkan analisis SWOT untuk merumuskan strategi yang berfokus pada pemanfaatan kekuatan internal organisasi, seperti keterampilan sumber daya manusia dan fasilitas teknologi, sekaligus mengambil peluang eksternal yang tersedia dari perkembangan pasar atau dukungan kebijakan. Dari sisi kuantitatif, data diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada responden yang hasilnya diolah dan dianalisis menggunakan software SmartPLS, sehingga penelitian ini menggabungkan kekuatan analisis strategis dengan pengujian empirik secara statistik untuk menghasilkan temuan yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

2. Hasil Penelitian (Cahya, 2024)

Pada penelitian ini Peneliti menerapkan metode campuran dengan mengintegrasikan pendekatan kualitatif dan kuantitatif secara bersamaan. Dari sisi kualitatif, studi ini menyoroti peran kerjasama tim dan respons cepat melalui analisis SWOT mendalam berdasarkan wawancara dan pengamatan, sedangkan sisi kuantitatifnya melibatkan pengolahan data kuesioner menggunakan software SPSS untuk menguji validitas, reliabilitas

yang sesuai dengan permesinan FWG di atas kapal, serta melakukan analisis statistika yang relevan demi memperkuat hasil penelitian tentang pentingnya kolaborasi dan adaptasi strategi dalam organisasi.

Dari penelitian yang dilakukan ditetapkan 3 variabel independen dan 2 variabel dependen. Variable independent yaitu mencakup (X_1) Perawatan dan perbaikan *TC*, (X_2) SDM di atas kapal, (X_3) Faktor operasional *TC*. Variable dependen pada penelitian ini (Y_1) kinerja *TC*, dan (Y_2) kinerja operasional mesin induk.

1. Analisis Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik responden, terutama dalam kaitannya dengan variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian (Duryadi, 2021). Dalam analisis menggunakan statistik deskriptif data yang diperoleh melalui percobaan yang dilakukan dibedakan menjadi beberapa jenis, namun dalam penelitian ini data empiris yang di ambil dalam bentuk statistik rata-rata, dimana nilai yang di ambil adalah nilai maksimal, minimal, nilai rata-rata, nilai tengah, standar deviasi, excess kurtosis, kewness dari sebuah variabel yang diteliti pada kelompok responden tertentu. Statistik deskriptif digunakan untuk menganalisis variabel yaitu perawatan dan perbaikan *turbocharger* (X_1), SDM di atas kapal (X_2), faktor operasional *turbocharger* (X_3), kinerja *turbocharger* (Y_1), dan Kinerja Operasional mesin induk (Y_2), yang disajikan dalam table berikut:

Tabel 4. 1 Hasil analisis deskriptif

	No.	Missing	Mean	Median	Min	Max	Standard Deviation	Excess Kurtosis	Skewness
X1.1	1.000	0.000	4.115	4.000	1.000	5.000	1.012	0.806	-1.155
X1.2	2.000	0.000	4.019	4.000	1.000	5.000	1.065	0.034	-0.925
X1.3	3.000	0.000	4.058	4.000	2.000	5.000	0.969	-0.066	-0.903
X1.4	4.000	0.000	4.019	4.000	1.000	5.000	0.951	0.929	-1.008
X2.1	5.000	0.000	4.038	4.000	1.000	5.000	0.960	2.122	-1.288
X2.2	6.000	0.000	4.038	4.000	1.000	5.000	0.960	2.122	-1.288
X2.3	7.000	0.000	3.942	4.000	1.000	5.000	0.928	2.204	-1.218
X2.4	8.000	0.000	3.962	4.000	1.000	5.000	0.940	2.087	-1.210
X3.1	9.000	0.000	3.808	4.000	1.000	5.000	1.001	-0.043	-0.664
X3.2	10.000	0.000	4.019	4.000	1.000	5.000	0.990	0.672	-1.019
X3.3	11.000	0.000	3.923	4.000	2.000	5.000	0.978	-0.595	-0.604
X3.4	12.000	0.000	4.019	4.000	2.000	5.000	0.888	-0.081	-0.718
Y1.1	13.000	0.000	4.058	4.000	1.000	5.000	1.099	-0.161	-0.923
Y1.2	14.000	0.000	3.942	4.000	1.000	5.000	1.134	-0.063	-0.862
Y1.3	15.000	0.000	4.000	4.000	1.000	5.000	0.961	0.700	-0.938
Y1.4	16.000	0.000	3.962	4.000	1.000	5.000	1.037	0.555	-0.880
Y2.1	17.000	0.000	3.942	4.000	2.000	5.000	0.818	-0.023	-0.541
Y2.2	18.000	0.000	4.135	4.000	1.000	5.000	1.057	1.273	-1.286
Y2.3	19.000	0.000	4.096	4.000	1.000	5.000	1.005	1.913	-1.370
Y2.4	20.000	0.000	4.212	5.000	1.000	5.000	0.987	1.309	-1.311

Dari hasil analisis deskriptif Peneliti memperoleh data mentah yang berasal dari 3 buah variabel bebas dan 2 buah variabel terikat. Kemudian dari tiap tiap variabel indikator ditentukan nilai maksimal, minimal, mean, standar deviasi, excess curtosis, dan skewness.

2. Karakteristik Responden

Peneliti mengambil data berupa karakteristik dari responden yang mengisi kuesioner. Kuesioner ini diberikan kepada seluruh Taruna Semester 7 di PIP Semarang Prodi Teknik yang keseluruhan berjumlah 53 Taruna.

a. Deskripis variabel

Kuesioner yang dibagikan kepada responden menghasilkan pola jawaban yang menunjukkan kecenderungan tertentu pada setiap pernyataan. Kecenderungan ini terlihat baik pada variabel bebas maupun variabel terikat yang disajikan dalam kuesioner. Untuk memudahkan analisis, seluruh hasil kuesioner disusun dalam tabel dan dikelompokkan berdasarkan variabel. Data mean, median, nilai maksimum, dan nilai minimum dari tiap-tiap variabel juga disertakan untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif

1) Deskripsi variabel perawatan dan perbaikan *turbocharger* (X_1).

Hasil jawaban dari tiap-tiap responden dalam variabel perawatan dan perbaikan *turbocharger* (X_1) yang akan disajikan dalam bentuk tabel adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Deskripsi Variabel perawatan dan perbaikan *turbocharger* (X_1)

Variabel	Mean	Median	Minimum	Maksimum
$X_{1.1}$	4,115	4	1	5
$X_{1.2}$	4,019	4	2	5
$X_{1.3}$	4,058	4	1	5
$X_{1.4}$	4,019	4	1	5

Sumber : Data primer diolah, 2025

2) Deskripsi variabel SDM di atas kapal (X_2)

Hasil jawaban dari responden dalam variable SDM di atas kapal (X_2) yang akan disajikan dalam bentuk tabel adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Deskripsi variable SDM di atas kapal (X_2)

Variabel	Mean	Median	Minimum	Maksimum
$X_{2.1}$	4.038	4	1	5
$X_{2.2}$	4.038	4	1	5
$X_{2.3}$	3.942	4	1	5
$X_{2.4}$	3.962	4	1	5

Sumber : Data primer diolah, 2025

3) Deskripsi variabel faktor operasional *turbocharger* (X_3)

Hasil jawaban dari tiap-tiap responden dalam variable bebas faktor operasional *turbocharger* (X_3) yang akan disajikan dalam bentuk tabel adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 4Deskripsi variable faktor operasional turbocharger (X_3)

Variabel	Mean	Median	Minimum	Maksimum
$X_{3.1}$	3.808	4	1	5
$X_{3.2}$	4.019	4	1	5
$X_{3.3}$	3.923	4	2	5
$X_{3.4}$	4.019	4	2	5

Sumber : Data primer diolah, 2025

4) Deskripsi variabel kinerja turbocharger (Y_1)

Hasil jawaban dari responden dalam variable kinerja turbocharger (Y_1) yang akan disajikan dalam bentuk tabel adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Deskripis variable kinerja turbocharger (Y_1)

Variabel	Mean	Median	Minimum	Maksimum
$Y_{1.1}$	4.058	4	1	5
$Y_{1.2}$	3.942	4	1	5
$Y_{1.3}$	4.000	4	1	5
$Y_{1.4}$	3.962	4	1	5

Sumber : Data primer diolah, 2025

5) Deskripsi variabel kinerja operasional mesin induk (Y_2)

Hasil jawaban dari responden dalam variable kinerja operasional mesin induk (Y_2) yang akan disajikan dalam bentuk tabel adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Deskripsi variable kinerja operasional mesin induk (Y_2)

Variabel	Mean	Median	Minimum	Maksimum
$Y_{2.1}$	3.942	4	2	5
$Y_{2.2}$	4.135	4	1	5
$Y_{2.3}$	4.096	4	1	5
$Y_{2.4}$	4.212	5	1	5

Sumber : Data primer diolah, 2025

B. Uji Persyaratan Analisis

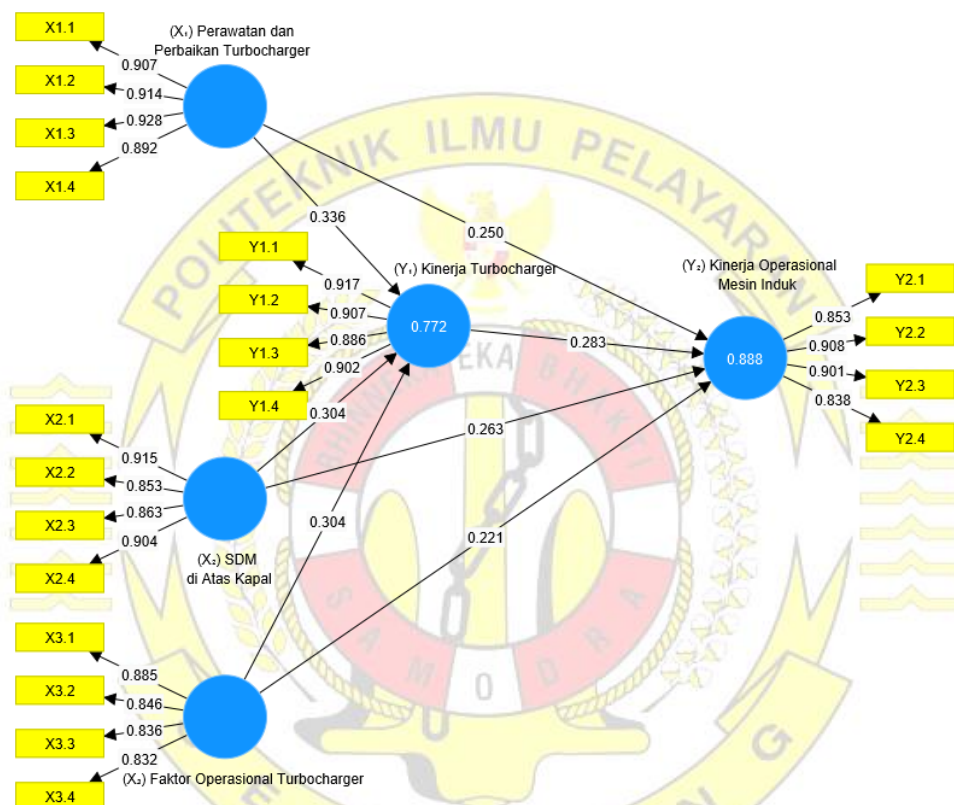
Penelitian ini mengolah data dengan memanfaatkan aplikasi *SmartPLS-4.0* melalui dua tahapan utama, yaitu perancangan model pengukuran (*outer model*) dan perancangan model struktural (*inner model*). Tahapan-tahapan tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Perencanaan Model Pengukuran (*Outer Model*)

Dalam analisis data menggunakan *SmartPLS*, evaluasi *outer model* dilakukan melalui tiga kriteria utama yang saling terkait. Pertama, *convergent validity* diukur melalui *outer loading* dan *Average Variance Extracted* (AVE). Nilai *outer loading* minimal 0.7 menunjukkan indikator mampu merepresentasikan konstruk secara memadai, sementara $AVE \geq 0.5$ menandakan konstruk menjelaskan lebih dari 50% varians indikator. Kedua, *discriminant validity* dievaluasi menggunakan *Fornell-Larcker criterion*. Fornell-Larcker membandingkan akar kuadrat AVE dengan korelasi antarkonstruk, sedangkan *discriminant validity cross loading* pada indikator dikatakan valid apabila *loading* suatu indikator lebih tinggi dari

konstruk lain. Ketiga, *composite reliability* dengan nilai ideal ≥ 0.7 digunakan untuk mengukur konsistensi internal, lebih disarankan daripada *Cronbach's alpha* karena mempertimbangkan variasi *loading* tiap indicator namun dalam penelitian ini keduanya digunakan sebagai bahan acuan.

Berikut adalah bentuk model *outer loading*:



Gambar 4. 1 Model *outer loading* pengukuran

Sumber: Hasil output *SmartPLS* (4.0)

Adapun hasil dari penelitian dari pengukuran outer loading model diperoleh data *Composite Reliability* dan *Average Variance Extraced (AVE)* dari masing-masing variabel bebas dan variabel terikat. Kemudian data tersebut akan dijadikan sumber acuan dari pengukuran-pengukuran lainnya yang akan dilakukan selanjutnya. Berikut adalah data dari pengujian outer model *SmartPLS* 4.0:

Tabel 4. 7 Data hasil pengujian *outer model*

Variabel	<i>Composite Reliability</i>	<i>Average Variance Extracted (AVE)</i>
(X ₁) Perawatan dan Perbaikan Turbocharger	0,951	0,829
(X ₂) SDM di Atas Kapal	0,935	0,782
(X ₃) Faktor Operasional Turbocharger	0,912	0,722
(Y ₁) Kinerja Turbocharger	0,946	0,815
(Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	0,929	0,767

Sumber: Hasil *output SmartPLS (4.0)*

Merujuk pada Tabel 4.7 nilai *composite reliability* untuk seluruh variabel telah malampaui angka 0,7. Demikian pula, nilai *Average Variance Extracted (AVE)* dari semua variabel berada di atas 0,5 (Santosa, 2018). Dengan demikian, data yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas.

a. Convergent Validity (Uji Validitas)

Langkah awal dalam pengukuran *outer model* bertujuan untuk mengetahui sejauh mana indikator-indikator berkorelasi positif dengan indikator lain dalam konstruk yang sama. Evaluasi ini dilakukan melalui nilai *outer loading* dari hasil pengolahan data. *Output Smart PLS* untuk *outer loading* dapat dilihat di tabel 4.8 sebagai berikut. yang menyajikan nilai loading untuk setiap indikator pada masing-masing konstruk, memberikan dasar untuk mengevaluasi validitas konvergen model pengukuran.

Tabel 4. 8 Data hasil pengujian convergent validity menggunakan outer loading

	(X ₁) Perawatan dan perbaikan <i>turbocharger</i>	(X ₂) SDM di atas kapal	(X ₃) Faktor operasional <i>turbocharger</i>	(Y ₁) Kinerja <i>turbocharger</i>	(Y ₂) Kinerja operasional mesin induk
X _{1.1}	0,907				
X _{1.2}	0,914				
X _{1.3}	0,928				
X _{1.4}	0,892				
X _{2.1}		0,915			
X _{2.2}		0,853			
X _{2.3}		0,863			
X _{2.4}		0,904			
X _{3.1}			0,885		
X _{3.2}			0,846		
X _{3.3}			0,836		
X _{3.4}			0,832		
Y _{1.1}				0,917	
Y _{1.2}				0,907	
Y _{1.3}				0,886	
Y _{1.4}				0,902	
Y _{2.1}					0,853
Y _{2.2}					0,908
Y _{2.3}					0,901
Y _{2.4}					0,838

Sumber: Hasil *output SmartPLS* (4.0)

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa seluruh indikator memenuhi kriteria signifikansi dengan nilai di atas 0,70. Oleh karena itu, konstruk di anggap valid, sehingga hal ini telah memenuhi syarat uji validitas.

b. Discriminant validity

Uji validitas diskriminan dapat dievaluasi menggaan metode *cross loading*. Suatu indikator dinyatakan valid apabila nilai koefisien korelasinya dengan konstruk yang diukur lebih tinggi dibandingkan

korelasinya dengan konstruk lainnya. Uji ini digunakan guna memastikan bahwa setiap konstruk benar-benar berbeda dari konstruk lainnya. Adapun hasil uji *cross loading* menggunakan aplikasi *SmartPLS* dalam penelitian ini disajikan sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Data hasil pengujian *Discriminant Validity* berdasarkan *cross loading*

	(X ₁) Perawatan dan Perbaikan <i>Turbocharger</i>	(X ₂) SDM di Atas Kapal	(X ₃) Faktor Operasional <i>Turbocharger</i>	(Y ₁) Kinerja <i>Turbocharger</i>	(Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk
X _{1.1}	0,907	0,779	0,703	0,736	0,805
X _{1.2}	0,914	0,780	0,702	0,787	0,792
X _{1.3}	0,928	0,706	0,659	0,742	0,740
X _{1.4}	0,892	0,756	0,695	0,715	0,820
X _{2.1}	0,764	0,915	0,751	0,723	0,804
X _{2.2}	0,729	0,853	0,655	0,719	0,755
X _{2.3}	0,647	0,863	0,691	0,687	0,738
X _{2.4}	0,789	0,904	0,771	0,799	0,828
X _{3.1}	0,667	0,758	0,885	0,717	0,790
X _{3.2}	0,570	0,668	0,846	0,656	0,674
X _{3.3}	0,713	0,677	0,836	0,683	0,741
X _{3.4}	0,624	0,655	0,832	0,681	0,685
Y _{1.1}	0,728	0,736	0,740	0,917	0,794
Y _{1.2}	0,739	0,777	0,748	0,907	0,836
Y _{1.3}	0,725	0,762	0,722	0,886	0,770
Y _{1.4}	0,765	0,721	0,698	0,902	0,789
Y _{2.1}	0,728	0,739	0,704	0,787	0,853
Y _{2.2}	0,768	0,848	0,761	0,825	0,908
Y _{2.3}	0,779	0,774	0,788	0,782	0,901
Y _{2.4}	0,765	0,734	0,730	0,698	0,838

Sumber: Hasil *output SmartPLS* (4.0)

Berdasarkan tabel di atas, hasil *cross loading* menunjukkan bahwa setiap indikator memiliki nilai yang lebih tinggi pada konstruk yang diukurnya dibandingkan dengan konstruk lainnya, yang menandakan validitas diskriminan telah terpenuhi.

c. *Composite reliability*

Uji reliabilitas bertujuan untuk menilai konsistensi hasil dari kuesioner yang digunakan sebagai alat ukur variabel dalam penelitian. Suatu instrumen dapat dikatakan reliabel apabila mampu menghasilkan data yang konsisten dan dapat dipercaya dalam berbagai kondisi. Nilai-nilai *composite reliability* yang diperoleh dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. 10 Data hasil pengujian *composite reliability*

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

Sumber: Hasil *output SmartPLS* (4.0)

Berdasarkan dari pada tabel 4.10 dapat disimpulkan bahwa seluruh konstruk menunjukkan tingkat reliabiliti yang baik, dengan nilai *composite reliability* dan *cronbach's alpha* yang melebihi angka 0,70. Ini menunjukkan bahwa setiap variabel dalam model penelitian memiliki konsistensi internal yang memadai. Berdasarkan hasil dari beberapa tabel sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa model dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria *covergent validity*, *discriminant validity*, serta *internal consistency reliability* secara keseluruhan. Berikut ini adalah tabel yang menyajikan ringkasan validitas dan reliabilitas.

Tabel 4. 11 Ringkasan data hasil pengujian *outer model*

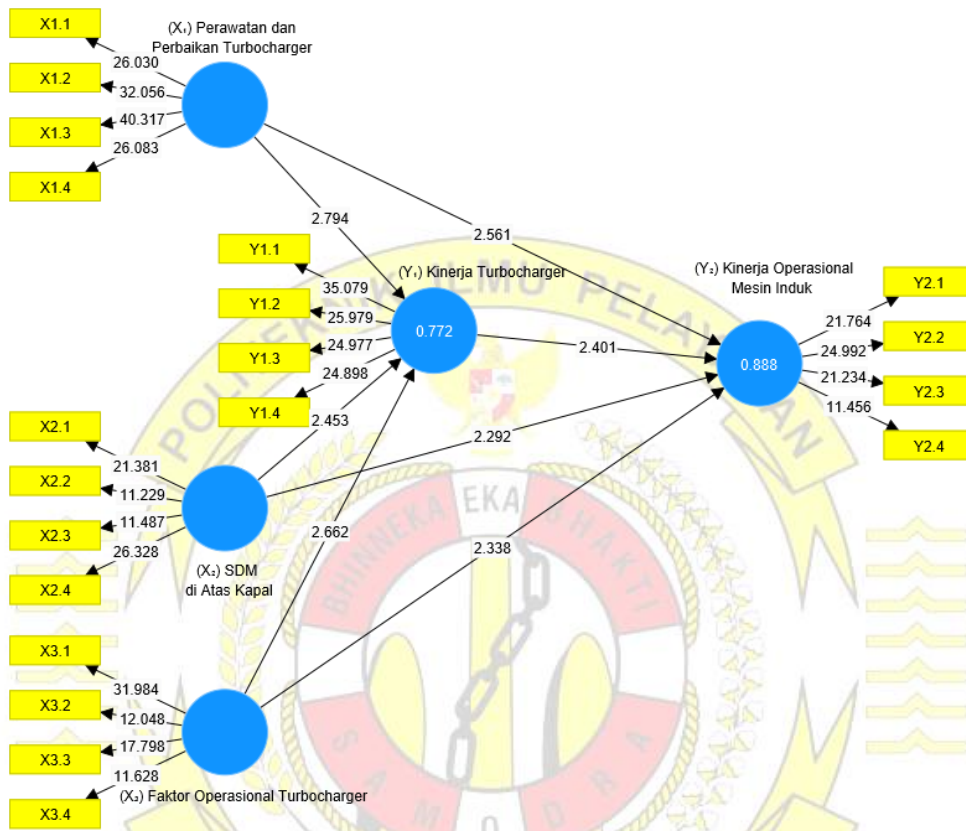
Variabel	Indikator	<i>Outer Loading</i>	<i>Cronbach Alpha</i>	<i>CR</i>	<i>AVE</i>	<i>Discriminant validity</i>
Perawatan dan Perbaikan <i>Turbocharger</i>	X _{1.1}	0,907	0,931	0,951	0,829	VALID
	X _{1.2}	0,914				
	X _{1.3}	0,928				
	X _{1.4}	0,892				
SDM di Atas Kapal	X _{2.1}	0,915	0,907	0,935	0,782	VALID
	X _{2.2}	0,853				
	X _{2.3}	0,863				
	X _{2.4}	0,904				
Faktor Operasional <i>Turbocharger</i>	X _{3.1}	0,885	0,872	0,912	0,722	VALID
	X _{3.2}	0,846				
	X _{3.3}	0,836				
	X _{3.4}	0,832				
Kinerja <i>Turbocharger</i>	Y _{1.1}	0,917	0,924	0,946	0,815	VALID
	Y _{1.2}	0,907				
	Y _{1.3}	0,886				
	Y _{1.4}	0,902				
Kinerja Operasional Mesin Induk	Y _{2.1}	0,853	0,898	0,929	0,767	VALID
	Y _{2.2}	0,908				
	Y _{2.3}	0,901				
	Y _{2.4}	0,838				

Sumber: Hasil *output SmartPLS (4.0)*

Dari tabel 4.11 yang berisi ringkasan data dari hasil uji hipotesis pada *outer model* yang dari setiap indikator masing-masing variabel menampilkan data Di mana semua hasil berada di atas batas minimum sehingga dapat semua hasil *discriminant validity* adalah valid. Hal ini menandakan semua variabel tidak saling mengukur hal yang sama jadi hasil dari pengukuran tidak menimbulkan hasil ambigu. Hal ini juga menandakan bahwa setiap variabel merupakan data yang kuat dan dapat digunakan untuk mengukur konsep yang lain dan menunjukan keakuratan yang lebih baik.

2. Perencanaan Model Strukturan (*Inner Model*)

Penilaian model struktur dimana Peneliti melakukan pengujian untuk melihat hubungan antar variabel laten (eksogen,endogen, dan mediator)



Gambar 4. 2 Hasil *output Inner model*
Sumber: Hasil *output SmartPLS (4.0)*

a. *Collinearity Assessment*

Apabila nilai VIF berada di bawah 5,0 maka dapat di ambil kesimpulan bahwa model struktural tidak mengalami masalah multikolinearitas antara variabel prediktor dan variabel dependen. Kondisi ini menunjukkan bahwa model layak untuk dilanjutkan ke tahap analisis berikutnya.

Tabel 4. 12 hasil pengujian *Collinear Assessment* VIF

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

Sumber: Hasil output *SmartPLS* (4.0)

Dari tabel 4.12 menunjukkan bahwa seluruh konstruk variabel memiliki nilai VIF di bawah 5,0, yang mengindikasikan tidak terjadinya multikolinearitas antar variabel. Oleh karena itu, seluruh variabel dapat digunakan dalam proses analisis lanjutan tanpa adanya kekhawatiran terhadap gangguan multikolinearitas.

b. *Coefficient of Determination* (R^2)

Konstruk dimulai dengan menentukan *R-Square* pada setiap variabel laten endogen yang berisi kinerja *TC*, dan kinerja operasional mesin induk guna menguji kemampuan model. Sedangkan koefisien determinasi (*R-Square Adjusted*) digunakan untuk memperhitungkan jumlah variabel independen dalam model (Sihombing et al., 2024). Nilai koefisien determinasi yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 13 Data hasil pengujian *inner model* berdasarkan *R-square*

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

Sumber: Hasil output *SmartPLS* (4.0)

Berdasarkan tabel di atas, nilai *R-Square* untuk variabel kinerja *turbocharger* tercatat sebesar 0,772, yang termasuk dalam kategori lemah. Artinya, sebanyak 77,2% variasi dalam perawatan dan perbaikan *TC*, SDM di atas kapal dan faktor operasional *TC* dapat dijelaskan di dalamnya, sedangkan sisanya 22,8% dijelaskan oleh variabel lain diluar variabel yang diteliti pada penelitian ini.

Kemudian nilai *R-Square* untuk variabel kinerja operasional mesin induk tercatat sebesar 0,888 yang berarti konstruk ini sebesar 88,8% dapat dijelaskan oleh variabel perawatan dan perbaikan *TC*, SDM di atas kapal dan faktor operasional *TC*, serta kinerja *TC* sedangkan sisanya 11,2% dijelaskan oleh variabel lain yang berada di luar variabel yang diteliti pada penelitian ini. Semakin besar suatu nilai *R-Square* menunjukkan semakin besar variabel independen tersebut dapat menjelaskan variabel dependen, dengan demikian semakin baik dalam persamaan strukturalnya.

c. *Predictive relevance (Q²)*

Dalam mengevaluasi ketepatan prediksi model, peneliti juga dapat mengacu pada nilai Q^2 sebagai pelengkap dari nilai R^2 . Nilai Q^2 diperoleh melalui teknik *blindfolding* dan berfungsi sebagai indikator relatif untuk menilai relevansi prediktif suatu model. Adapun interpretasinya, nilai Q^2 sebesar 0,02 mengindikasikan relevansi prediktif yang rendah, nilai 0,15 menunjukkan tingkat relevansi sedang,

sementara nilai 0,35 atau lebih menandakan relevansi prediktif yang tinggi.

Tabel 4. 14 Data hasil pengujian *Predictive Relevance* (Q^2)

	SSO	SSE	$Q^2 (=1 - \text{SSE}/\text{SSO})$
(X ₁) Perawatan dan Perbaikan <i>Turbocharger</i>	208	208	0
(X ₂) SDM di Atas Kapal	208	208	0
(X ₃) Faktor Operasional <i>Turbocharger</i>	208	208	0
(Y ₁) Kinerja <i>Turbocharger</i>	208	80,521	0,613
(Y ₂) Kinerja Operasional Mesin Induk	208	72,061	0,654

Sumber: Hasil output *SmartPLS* (4.0)

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan di dalam tabel, nilai Q^2 relevansi prediktif untuk model konstruk Y₁, yaitu kinerja *TC* yang dipengaruhi oleh variabel X₁ perawatan dan perbaikan *TC*, X₂ sumber daya manusia, X₃ faktor operasional *TC* tercatat sebesar 0,613. Nilai ini mengindikasikan bahwa model ini memiliki tingkat relevansi prediktif yang besar. Sementara untuk model Y₂, yaitu kinerja operasional mesin induk yang dipengaruhi oleh ketiga variabel yang sama, diperoleh nilai Q^2 sebesar 0,654, yang menunjukkan bahwa model tersebut memiliki tingkat relevansi prediktif yang besar.

d. *Effect Size* (F^2)

Dalam mengukur kontribusi masing-masing variabel eksogen terhadap variabel endogen, digunakan nilai F^2 sebagai indikator untuk melihat besarnya pengaruh secara spesifik. Secara umum, nilai F^2 sebesar 0,02 menunjukkan pengaruh kecil, 0,15 mencerminkan pengaruh

sedang, dan 0,35 mengindikasikan pengaruh yang besar. Nilai-nilai F^2 yang diperoleh dari evaluasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 15 Data hasil pengujian *Effect Size* (F^2)

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

Sumber: Hasil *output SmartPLS* (4.0)

Hasil pengujian dalam tabel 4.15 menunjukkan bahwa variabel X₁ (Perawatan dan Perbaikan TC) memiliki nilai *effect size* f^2 sebesar 0,144 terhadap Y₁ (Kinerja TC), yang dikategorikan sebagai pengaruh kecil. Sementara itu, variabel X₂ (SDM di Atas Kapal) memberikan pengaruh kecil terhadap Y₁, dengan nilai f^2 sebesar 0,094. Variabel X₃ (Faktor Operasional TC) memiliki nilai f^2 sebesar 0,128 terhadap Y₁, yang juga termasuk dalam kategori pengaruh kecil. Kemudian untuk variabel X₁ memiliki pengaruh f^2 sebesar 0,141 terhadap Y₂ (Kinerja Operasional Mesin induk) yang termasuk dalam kategori kecil. Pengaruh variabel X₂ terhadap Y₂ yaitu sebesar 0,131 yang termasuk dalam kategori kecil. Kemudian untuk pengaruh X₃ terhadap Y₃ sebesar 0,123. Selanjutnya,

variabel Y_1 memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap Y_2 , dengan nilai f^2 mencapai 0,162. Temuan ini menggambarkan tingkat kontribusi masing-masing variabel dalam model konstruk yang dianalisis

C. Hasil Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis ini dilakukan untuk mengevaluasi apakah terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel independen. Proses ini menggunakan path coefficient sebagai analisis, yang mencerminkan besarnya koefisien parameter dan nilai signifikan dari uji statistik-t. Nilai signifikansi ini akan memberikan gambaran penting mengenai kekuatan hubungan antar variabel dalam penelitian. Adapun tingkat signifikansi yang digunakan sebagai acuan penerimaan atau penolakan hipotesis adalah 0,05.

Tabel 4. 16 Data hasil 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)	0,263	0,240	0,115	2,292	0,022

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
Kinerja Operasional Mesin Induk					
(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

Sumber: Hasil uji hipotesis menggunakan *SmartPLS* (4.0)

Dari tabel 4.16 yang merupakan hasil dari analisis *PL bootstrapping* dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

1. Pengaruh Perawatan dan Perbaikan *Turbocharger* Terhadap Kinerja *Turbocharger*.

Berdasarkan hasil pengujian statistik terhadap hipotesis pertama, diperoleh nilai koefisien jalur sebesar 0,336 dengan *P-value* sebesar 0,005 dan T-statistik sebesar 2,794. Nilai-nilai tersebut memenuhi kriteria umum pengujian hipotesis, yaitu $P\text{-value} < 0,05$ dan $T\text{-statistik} > 1,96$, sehingga hipotesis pertama dapat dinyatakan diterima.

2. Pengaruh Perawatan dan Perbaikan *Turbocharger* terhadap Kinerja Operasional Mesin Induk

Berdasarkan hasil pengujian statistik terhadap hipotesis pertama,

diperoleh nilai koefisien jalur sebesar 0,250 dengan *P-value* sebesar 0,011 dan T-statistik sebesar 2,651. Nilai-nilai tersebut memenuhi kriteria umum pengujian hipotesis, yaitu $P\text{-value} < 0,05$ dan T-statistik $> 1,96$, sehingga hipotesis tersebut dapat dinyatakan diterima.

3. Pengaruh SDM di Atas Kapal terhadap Kinerja *Turbocharger*

Pengujian terhadap hipotesis pertama menunjukkan bahwa nilai *P* yang diperoleh 0,014 lebih kecil dari ambang batas 0,05, serta T-statistik 2,453 melebihi 1,96. Dengan koefisien jalur 0,304, maka hipotesis tersebut diterima karena memenuhi persyaratan signifikansi statistik.

4. Pengaruh SDM di Atas Kapal terhadap Kinerja Operasional Mesin Induk

Hasil analisis statistik terhadap hipotesis pertama menunjukkan bahwa nilai koefisien jalur sebesar 0,263, dengan *P-value* sebesar 0,022 dan T-statistik 2,292. Karena *P-value* berada di bawah 0,05 dan T-statistik melebihi 1,96, maka hipotesis tersebut dapat dinyatakan diterima.

5. Pengaruh Faktor Operasional *Turbocharger* terhadap Kinerja *Turbocharger*

Dari pengujian hipotesis pertama, diketahui bahwa hubungan antar variabel memiliki koefisien jalur sebesar 0,304, dengan *P-value* sebesar 0,008 dan T-statistik sebesar 2,662. Nilai-nilai tersebut memenuhi standar kelayakan pengujian, sehingga hipotesis tersebut dinyatakan valid dan dapat diterima.

6. Pengaruh Faktor Operasional *Turbocharger* terhadap Kinerja Operasional Mesin Induk

Pengujian statistik terhadap hipotesis pertama menghasilkan nilai

yang signifikan secara statistik, yaitu P-value 0,020 dan T-statistik 2,338, dengan koefisien jalur 0,221. Berdasarkan kriteria umum ($P < 0,05$ dan $T > 1,96$), hipotesis tersebut dapat dinyatakan diterima.

7. Pengaruh Kinerja *Turbocharger* terhadap Kinerja Operasional Mesin Induk

Dalam pengujian hipotesis pertama, diperoleh koefisien jalur sebesar 0,283, yang didukung oleh nilai P sebesar 0,017 serta T-statistik 2,401. Kedua nilai tersebut menunjukkan adanya pengaruh signifikan, sehingga hipotesis tersebut dinyatakan valid.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

1. Temuan

Pada tanggal 03 November 2023 jam 07:50 WIB. sewaktu kapal berlayar dari Teluk Bayur ke Belawan, kami mendapat arahan dari kantor pusat untuk mencoba mendapat beban 70% dari mesin induk (MI) dengan RPM berkisar dari 680 RPM sampai dengan 690 RPM, kami segera mempersiapkan motor induk untuk menaikkan RPM sesuai arahan tersebut. Pada pukul 08:00 WIB. *Flowmeter FO* pada mesin induk mulai dicatat dan mulai menaikkan RPM dari 650 ke 655 secara perlahan lahan, lalu naik lagi ke 660 hingga mencapai 676,7 dan beban pada monitor sudah menunjukkan 2739 kW ($\pm 70\%$). Dengan suhu gas buang yang terus mengalami peningkatan. Suhu gas buang *TC inlet* 1 atas 517°C, *inlet* 2 bawah 513°C dan *TC outlet* 377,9°C. Dikarenakan beban 70% sudah tercapai maka RPM tidak dapat dinaikkan lagi. Beberapa menit kemudian *TC* mulai *surgin*g dan terdengar suara kasar muncul. RPM diturunkan perlahan sampai 650

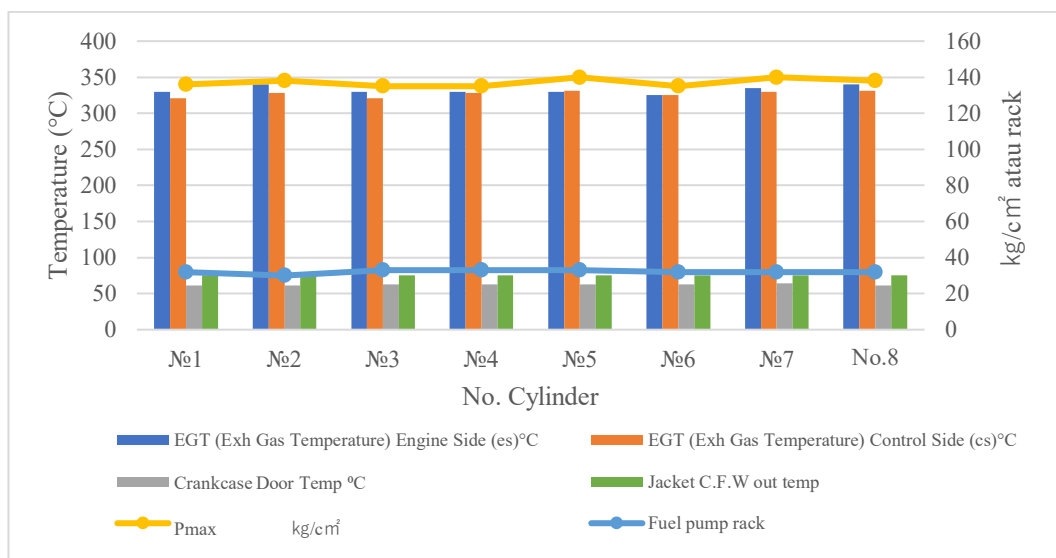
RPM, tetapi gas buang tidak segera turun dan justru menjadi naik, kemudian RPM diturunkan lagi sampai *half* 540 RPM. Karena RPM sudah turun maka dilakukan *changeover FO* ke *DO*, namun suhu gas buang tetap tidak mau turun kemudian atas perintah KKM RPM diturunkan sampai *slow* dan *netral*. Setelah menunggu beberapa saat hingga suhu gas buang mulai turun kami coba masukkan *clutch* tetapi RPM tidak mau naik dan *flexible inlet* masuk *TC* bagian atas tampak bocor dan mengeluarkan asap putih. Bersamaan dengan itu muncul alarm *LO low pressure* pada *TC*, setelah dilakukan pengecekan pada *pressure gauge* mesin induk ditemukan bahwa tekanan minyak lumas pada *TC* 0 (nol), ditemukan juga lelehan oli yang kelaor dari *casing*. Dari sensor RPM (*tacho meter*) *TC* sebelumnya telah terjadi kerusakan sehingga ketika terjadi masalah dari *TC* tidak dapat segera diketahui apakah *TC* dalam putaran normal atau tidak. Dan karena adanya suhu yang tinggi ada nyala api yang muncul pada oli yang bocor tersebut di bagian luar *casing TC*. *Fire alarm* bekerja dan saat itu juga kru segera bertindak untuk memadamkan api menggunakan APAR. Setelah akhirnya padam, pukul 10:18 WIB. dan dilaporkan kepada Nakhoda bahwa MI telah mengalami kerusakan pada *TC*.

Tindakan yang setelah itu dilakukan pembersihan pada area MI dari sisa-sisa penggunaan APAR, lalu *TC* dan *flexibel inlet TC* di lepas dan dilakukan pengecekan mandiri dari kru kapal. Sebelumnya telah dilakukan uji coba *blow up* pada MI, dan ketika udara penjalan awal dijalankan muncul oli yang menyembur dari *indicator valve* MI sehingga dapat diketahui

bahwa oli telah masuk ke saluran *exhaust* udara MI. Ditemukan juga bahwa baling baling dari *blower side* yang coba diputar secara manual namun ternyata macet dan tidak bergerak sama sekali. Dalam oli *sump tank* juga ditemukan terdapat geram-geram dan kemungkinan hasil dari tergerusnya bagian *journal bearing* dan *labyrinth packing*. Karena terjadi sirkulasi pada saat ujicoba mesin sehingga gram-gram telah menyebar ke seluruh sistem minyak lumas MI. Sehingga dilakukan pembersihan pada *crankcase* dan pada setiap filter atau saringan minyak lumas. Setelah dibersihkan pompa di jalankan sebentar untuk menaikkan minyak yang terkontaminasi gram-gram yang kemudian dilakukan pembersihan kembali pada tiap saringan, hal ini dilakukan berkali-kali hingga minyak lumas bersih dari kontaminasi gram-gram.

Satu hari setelah kejadian pihak kantor meminta bantuan kepada teknisi dari PT. Turbo Diesel Indonesia untuk melakukan pengecekan keadaan *TC* pada kapal kami. Setelah dilepas masing-masing komponen diamati, terdapat goresan yang bergelombang pada porosnya dan diketahui bahwa *journal bearing* juga telah aus karena tidak ada pelumasan serta *labyrinth packing* yang juga sudah terkikis. Kemudian dari kantor kami mendapat arahan untuk melakukan *blank* pada turbo charger dan memberikan *supply* udara dan sirkulasi udara menggunakan *blower portable* yang disambungkan pada sistem perangan kamar mesin. Mesin coba dinyalakan untuk ujicoba *astern* dan *ahead*, walaupun gas buang cukup tinggi namun mesin dipaksa untuk berjalan menuju Belawan untuk

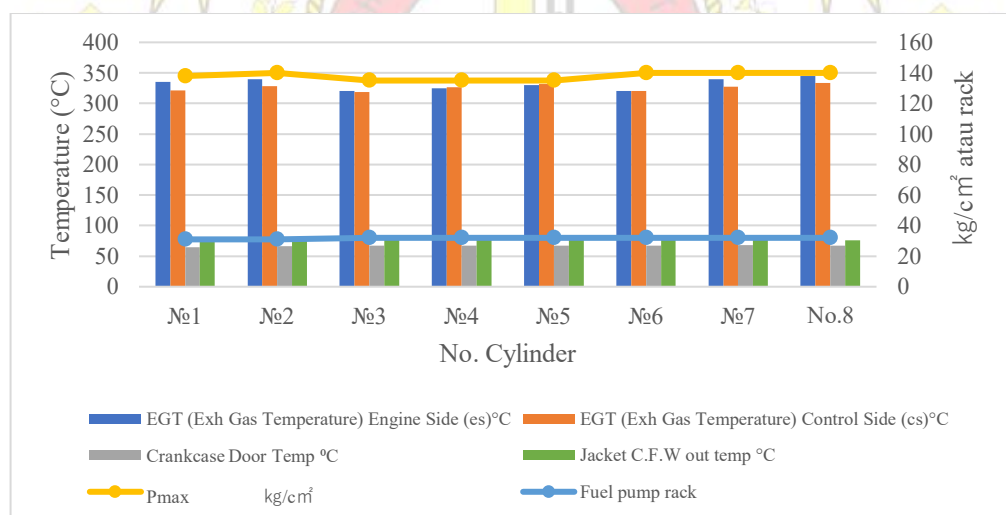
melakukan bongkar muatan agar segera mendapat penanganan lebih intensif lagi. Selama perjalanan menuju Belawan MI diperhatikan dengan seksama terutama pada gas buangnya dan kecepatan yang didapat berkisar antara 5-8 knot selama berlayar.



Gambar 4. 3 Parameter suhu, P -max, dan rack pada MI. Tanggal 22 Oktober 2023

Dari mesin induk yang memiliki 8 silinder diambil data dari masing-masing silinder pada tanggal 22 Oktober 2023 EGT (*Exhaust Gas Temperature*) Engine Side (*es*) dan EGT (*Exhaust Gas Temperature*) Control Side (*cs*) temperature rata-rata berkisar antara 300-350°C. Jacket Coolant Flow Water (C.F.W) output temperature ditunjukkan dengan bar hijau, menunjukkan pembacaan yang konsisten di sekitar dibawah 50°C. Ditunjukkan dengan bar abu-abu, menunjukkan pembacaan yang stabil, penting untuk memonitor karena berkaitan dengan sistem dan kinerja pelumasan mesin induk. P -max (garis kuning) menunjukkan tekanan maksimum yang konsisten sekitar 130-140 kg/cm². Fuel pump rack (garis biru) menunjukkan pembacaan yang stabil, pembacaan yang relatif seragam

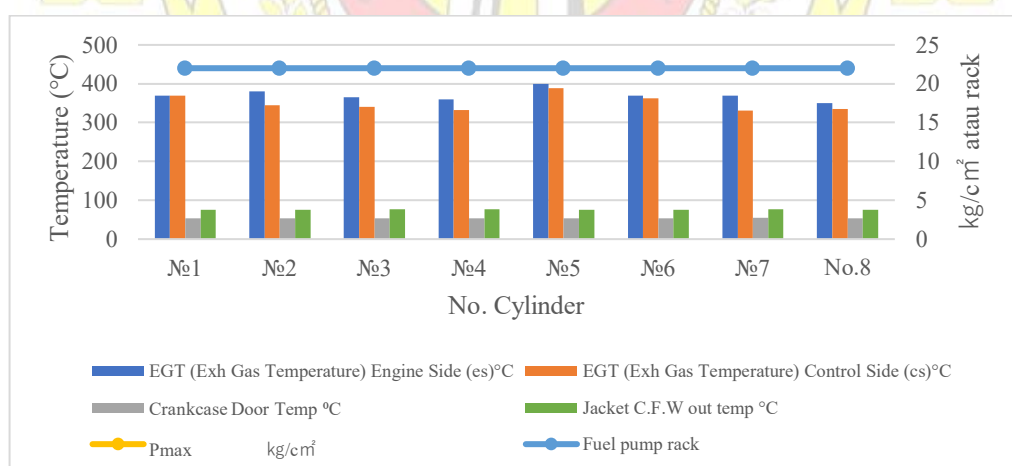
antar silinder menunjukkan mesin beroperasi secara seimbang. Pada silinder ke-5 dan ke-7 tercatat $P\text{-Max}$ 140kg/cm^2 , Jika $P\text{-max}$ tinggi tapi EGT_{es} rendah, bisa mengindikasikan timing injeksi yang terlalu maju kebocoran kompresi atau masalah pada sistem pendinginan. Sedangkan temperatur gas buang yang dicatat tergolong rendah. Semakin tinggi posisi *fuel pump rack*, semakin banyak bahan bakar yang diinjeksikan, sehingga akan menyebabkan peningkatan temperatur gas buang. Ketika ada perbedaan signifikan pada suhu gas buang antar silinder dengan *fuel pump rack* yang sama, bisa mengindikasikan masalah pada *injector* atau pembakaran. Tekanan maksimum yang tinggi biasanya diikuti dengan gas buang yang tinggi.



Gambar 4. 4 Parameter suhu, $P\text{-max}$, dan $rack$ pada MI. Tanggal 2 November 2023

Diketahui parameter pada saat pengambilan data $P\text{-max}$ 02 November 2023 diambil 1 hari sebelum terjadi kerusakan pada $TC\ ME$ seperti tabel di bawah, untuk tekanan oli *inlet TC* yang tercatat adalah 12,0 bar. Parameter EGT_{es} dan EGT_{cs} menunjukkan nilai sekitar 330-345°C pembacaan gas buang relatif seragam antar

silinder, namun di beberapa silinder ditemukan terlihat kontras dari tingginya P_{max} dan dibandingkan dengan suhu gas buang, *Jacket C.F.W output temperature* (bar hijau) stabil di sekitar 50°C . *Crankcase Door Temperature* (bar abu-abu) menunjukkan pembacaan konsisten. Kedua parameter ini menunjukkan sistem pendinginan bekerja normal. P_{max} (garis kuning) stabil di sekitar 140 kg/cm^2 . *Fuel pump rack* (garis biru) menunjukkan pembacaan konsisten dan dari masing-masing silinder hanya berselisih 1 unit antara 31 dan 32. *EGTes* dipengaruhi langsung oleh jumlah bahan bakar yang diinjeksikan. Pembacaan *fuel pump rack* yang stabil menghasilkan suhu gas buang yang seragam, ketika *fuel pump rack* konsisten, variasi suhu gas buang minimal antar silinder. Tekanan P_{max} yang stabil menunjukkan hubungannya dengan *EGTes* menunjukkan proses pembakaran optimal. Semua parameter menunjukkan operasi yang seimbang tidak ada indikasi masalah serius permesinan.



Gambar 4. 5 Parameter suhu, P_{max} , dan *rack* pada MI. Tanggal 3 November 2023 saat terjadi kegagalan TC pada MI

EGTes menunjukkan perbedaan antar silinder Sisi *E/Side* (warna biru) dan *EGTcs* (warna oranye) rentangnya bervariasi dari 350°C hingga

menyentuh 400°C , tergantung silindernya. *EGTes* pada silinder ke-2 dan ke-5 cenderung lebih tinggi hingga melebihi 360°C . Temperatur gas buang yang tidak seimbang merupakan indikasi pembakaran tidak optimal, yang dapat dipengaruhi oleh performa *TC*, injektor bahan bakar, atau kondisi mekanis mesin. Temperatur Sistem Pendingin *Jacket Cooling Fresh Water* (Jacket C.F.W, warna hijau) tetap stabil di sekitar 50°C pada semua silinder. *Crankcase Door Temperature* (warna abu-abu) juga stabil di kisaran normal. Sistem pendinginan tampaknya bekerja normal, tetapi kemungkinan pembebanan mesin yang tidak merata bisa menyebabkan peningkatan *EGTes*. *P-max* tidak diambil parameter data karena kondisi yang tidak memungkinkan. *Fuel pump rack* (garis biru) menunjukkan posisi yang lebih rendah, sekitar 20 unit. Ini bisa mengindikasikan bahwa suplai bahan bakar dibatasi karena ada penurunan performa *TC* sehingga udara yang masuk untuk pembakaran kurang.

TC berfungsi untuk meningkatkan tekanan udara masuk ke ruang bakar. Penurunan performa *TC* (disebabkan oleh penyumbatan, kerusakan bilah turbin, atau endapan karbon) akan menyebabkan pasokan udara ke beberapa silinder menurun, mengurangi efisiensi pembakaran. *EGTes* menjadi tidak merata karena beberapa silinder menerima suplai udara yang tidak mencukupi, sementara lainnya masih menerima jumlah yang cukup. *EGTes* yang tinggi pada silinder seperti No.4 dan No.5 mengindikasikan pembakaran yang terlalu kaya akibat kekurangan udara. Jika *TC* tidak berfungsi secara optimal, jumlah udara masuk terganggu, sehingga kontrol

bahan bakar menjadi otomatis menurun (ditampilkan oleh rendahnya *fuel pump rack* pada grafik). *Fuel pump rack* dipertahankan pada tingkat rendah untuk mencegah campuran bahan bakar yang terlalu kaya dan menghindari overheating atau kerusakan lebih lanjut.

2. Pembahasan

a. Faktor penyebab kerusakan TC pada mesin induk

- 1) *Overload* dan *surging* akibat peningkatan RPM mendadak (permintaan kantor pusat 70% *load*).

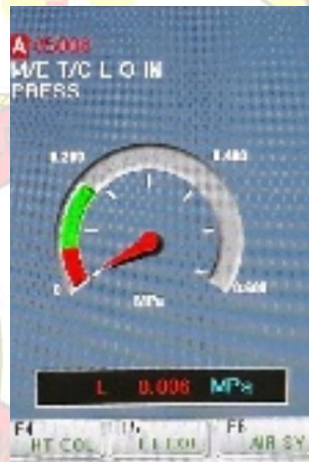
Peningkatan beban mesin secara mendadak, berdasarkan instruksi dari kantor pusat untuk mencapai 70% *load*, menyebabkan RPM mesin induk (MI) dinaikkan hingga 676,7 RPM. Hal ini memicu lonjakan suhu gas buang serta tekanan yang tinggi di dalam sistem. Beban yang berlebih menyebabkan *surging* pada TC, yakni kondisi tidak stabil di mana aliran udara mengalami fluktuasi tekanan balik. *Surging* ini mengindikasikan bahwa TC dipaksa bekerja di luar batas optimalnya, sehingga mulai mengalami gejala kegagalan performa.



Gambar 4. 6 Gambar Monitor RPM dan *horse power* ME
Sumber : Dokumentasi pribadi

- 2) Kurangnya pelumasan (tekanan LO = 0 bar), menunjukkan sistem pelumasan gagal berfungsi.

Setelah surging terjadi, tekanan minyak lumas pada turbocharger tercatat 0 bar, yang menunjukkan bahwa sistem pelumasan benar-benar gagal beroperasi. Tanpa pelumasan yang memadai, gesekan pada bearing dan komponen rotasi TC menjadi tidak terkendali. Keadaan ini secara langsung mempercepat kerusakan mekanis pada bagian-bagian penting TC.



Gambar 4. 7 Monitor tekanan minyak lumas pada TC ME
Sumber: Dokumentasi pribadi

- 3) Kerusakan pada komponen internal TC, seperti *journal bearing* yang aus dan *labyrinth packing* yang terkikis, menyebabkan kebocoran LO.

Hasil inspeksi teknis setelah pembongkaran menunjukkan bahwa *journal bearing* mengalami keausan signifikan dan *labyrinth packing* dalam kondisi terkikis. Kedua komponen ini seharusnya menjaga poros tetap dalam posisi stabil dan mencegah kebocoran oli

ke luar casing. Kerusakan pada kedua komponen tersebut menjadi sumber utama kebocoran minyak lumas ke casing TC.



Gambar 4. 8 Gambar bearing yang aus dan gambar labyrinth packing yang terkikis

Sumber: Dokumentasi pribadi

- 4) RPM TC tidak terpantau karena kerusakan tachometer gangguan tidak terdeteksi cepat.

Sensor RPM (tacho meter) pada TC telah mengalami kerusakan sejak sebelum kejadian, sehingga kru kapal tidak dapat mengetahui apakah turbocharger berputar pada kecepatan yang sesuai atau terjadi anomali. Ketidaktahuan ini menyebabkan keterlambatan penanganan awal saat gejala abnormal mulai muncul, memperburuk tingkat kerusakan. Dari gambar terlihat RPM ME 406, sedangkan pada RPM TC belum mengalami peningkatan. Sebelumnya telah diketahui ada kerusakan namun belum dilakukan perbaikan.

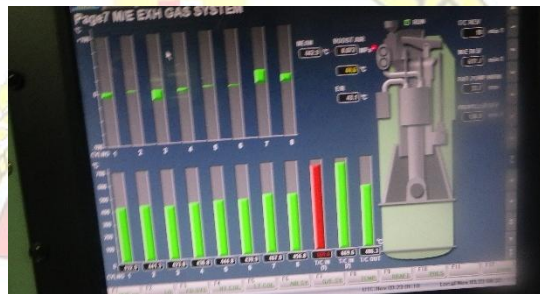


Gambar 4. 9 Gambar monitor RPM TC ME

Sumber: Dokumentasi pribadi

- 5) Peningkatan suhu gas buang berlebihan memperparah kondisi pelumasan dan mempercepat kerusakan.

Suhu gas buang yang tercatat mencapai lebih dari 517°C di sisi inlet TC merupakan indikator beban termal yang sangat tinggi. Temperatur yang ekstrem ini tidak hanya mempercepat degradasi minyak lumas, tetapi juga memicu perubahan viskositas dan potensi pembakaran lokal (flash point) pada area-area yang bocor. Hal ini mempercepat laju keausan dan memperbesar potensi kebakaran.



Gambar 4. 10 Gambar monitor suhu gas buang ME
Sumber: Dokumentasi pribadi

- b. Bagaimana dampak kebocoran minyak lumas pada TC di MV. Kota Padang?
- 1) Terjadinya kebakaran di casing TC akibat LO bocor terkena bagian panas ($\text{EGT} > 500^{\circ}\text{C}$).

Kebocoran minyak lumas yang mengenai permukaan panas pada bagian casing TC menyebabkan munculnya api kecil (*flash fire*). Kombinasi antara suhu gas buang tinggi dan oli bocor menyebabkan reaksi termal spontan. Alarm kebakaran (*fire alarm*) aktif, dan kru segera melakukan pemadaman menggunakan alat pemadam api ringan (APAR). Hal ini menegaskan bahwa kebocoran

LO bukan sekadar kerusakan teknis, tetapi juga ancaman keselamatan kapal.



Gambar 4. 11 Gambar keadaan TC yang mengeluarkan asap
Sumber: Dokumentasi pribadi

2) Kontaminasi gram-gram ke seluruh sistem minyak lumas.

Ketika tekanan pelumasan hilang, kontaminasi logam halus (gram-gram) yang berasal dari ausnya bearing dan packing yang tergerus menyebar ke seluruh sistem pelumas mesin induk. Ditemukan gram-gram logam di dalam filter, saringan, dan bahkan *crankcase*. Hal ini berdampak pada menurunnya kualitas pelumasan di seluruh sistem, sehingga memperluas risiko kerusakan ke komponen mesin lainnya.



Gambar 4. 12 Gambar kontaminasi geram-geram pada LO filter
Sumber: Dokumentasi pribadi

- 3) *Jammed* pada *rotor shaft* dan *blower side* suplai udara terganggu pembakaran tidak optimal.

Rotor shaft pada sisi blower mengalami kondisi jammed (macet), sehingga aliran udara tekan yang seharusnya masuk ke ruang bakar menjadi terganggu. Akibatnya, mesin kekurangan udara untuk pembakaran, menghasilkan performa pembakaran yang tidak efisien.



Gambar 4. 13 Gambar blower side jammed
Sumber: Dokumentasi pribadi

- 4) Mesin harus dipaksa jalan dengan performa rendah.

Karena kerusakan TC bersifat kritis, kapal terpaksa melanjutkan pelayaran dalam kondisi darurat dengan memanfaatkan blower portable sebagai suplai udara pengganti TC. Hal ini menyebabkan penurunan performa MI secara signifikan. Kapal hanya mampu berlayar dengan kecepatan 5–8 knot, jauh dari kecepatan normal operasional. Mesin dipaksa bekerja dan menempuh perjalanan untuk segera melakukan bongkar muat dan mendapatkan perawatan yang lebih baik.



Gambar 4. 14 a.) pemasangan *blowe portable* pada *intercooler*. b.) pemasangan saluran udara pada *scaving box*
Sumber: Dokumentasi pribadi

- 5) EGT antar silinder menjadi tidak seragam indikasi pembakaran tidak seimbang turunnya efisiensi MI.

Data grafik parameter menunjukkan ketidakseimbangan temperatur gas buang antar silinder (EGTes/EGTcs), terutama pada silinder ke-2 dan ke-5. Hal ini merupakan indikasi kuat bahwa pembakaran dalam silinder tidak berjalan merata, akibat distribusi udara yang tidak seimbang pasca kerusakan TC. Ketidakseimbangan ini menurunkan efisiensi kerja mesin dan menimbulkan potensi gangguan lanjutan.

- c. Bagaimana cara mengatasi kebocoran minyak lumas pada TC di MV. Kota Padang?

- 1) Pembersihan sistem pelumas dari kontaminasi gram-gram secara berulang.

Setelah ditemukannya kontaminasi logam, dilakukan pembersihan menyeluruh terhadap *crankcase*, filter, serta saluran-saluran minyak lumas. Proses ini dilakukan berulang kali dengan menjalankan pompa sebentar untuk mengalirkan oli dan

membersihkan residu. Tujuannya adalah memastikan sistem pelumasan kembali bersih dan bebas dari partikel abrasif yang dapat memperparah kerusakan.



Gambar 4. 15 Gambar filter sebelum dan sesudah dibersihkan
Sumber: Dokumentasi pribadi

2) *Blanking TC* dan suplai udara digantikan oleh *blower portable*.

Karena *TC* sudah tidak dapat difungsikan, dilakukan proses *blanking TC*, yakni menutup saluran masuk dan keluar udara. Sebagai gantinya, digunakan *blower portable* untuk memasok udara ke ruang bilas mesin. Meskipun metode ini tidak setara performanya dengan *TC*, namun cukup untuk menjaga mesin tetap hidup dan kapal dapat melanjutkan pelayaran.



Gambar 4. 16 Gambar pemasangan blank pada TC ME
Sumber: Dokumentasi pribadi

- 3) *Flexible inlet* diperbaiki (las sambung), dan komponen rusak dilepas.

Saluran minyak lumas ke TC ditutup pada flange inlet dan outlet, mencegah kebocoran lebih lanjut. *Flexible inlet* yang rusak dilakukan perbaikan dengan pengelasan, karena suku cadang pengganti tidak tersedia. Pada bagian samping juga diberi besin agar *flexible* tidak bergerak atau mati.



Gambar 4. 17 Gambar pengelasan *flexible hose exhaust gas line*
Sumber: Dokumentasi pribadi

- 4) Inspeksi dan perbaikan komponen oleh teknisi eksternal (PT. Turbo Diesel Indonesia).

Setelah kapal berlabuh, tim teknisi dari PT. Turbo Diesel Indonesia melakukan pemeriksaan komprehensif terhadap seluruh komponen turbocharger. Ditemukan adanya goresan spiral pada poros, aus pada bearing, serta kerusakan parah pada labyrinth packing. Semua komponen tersebut direkomendasikan untuk penggantian permanen. Hal ini bertujuan agar mesin dapat kembali bekerja secara normal dan diharapkan dapat bekerja lebih optimal.



Gambar 4. 18 Komponen sparepart TC baru yang siap dipasang
Sumber: Dokumentasi pribadi

5) Pemantauan parameter suhu dan performa mesin selama perjalanan menuju pelabuhan.

d. Selama perjalanan menuju pelabuhan Belawan, parameter mesin dipantau secara ketat oleh kru, terutama suhu gas buang, tekanan pelumas, dan respons RPM. Tujuannya adalah mencegah terjadinya kerusakan tambahan dan menjaga stabilitas operasi dalam kondisi terbatas.

e. Pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh kinerja *TC* terhadap operasional Mesin Induk.

1) Pengaruh Perawatan dan Perbaikan *TC* Terhadap Kinerja *TC* .

Berdasarkan hasil pengujian statistik terhadap hipotesis pertama, diperoleh nilai koefisien jalur sebesar 0,336 dengan *P*-value sebesar 0,005 dan *T*-statistik sebesar 2,794. Nilai-nilai tersebut memenuhi kriteria umum pengujian hipotesis, yaitu *P*-value < 0,05 dan *T*-statistik > 1,96, sehingga hipotesis pertama dapat dinyatakan diterima.

Temuan ini mengindikasikan perawatan dan perbaikan *TC* memberikan pengaruh positif terhadap kinerja *TC*. Dengan kata lain, dengan meningkatnya perawatan dan perbaikan *TC* akan mendorong peningkatan kinerja *TC* pada MV. Kota Padang. Sebaliknya, jika terjadi penurunan perawatan dan perbaikan *TC* maka juga akan terjadi penurunan kinerja *TC*. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Batubara & Abadi, 2022) yang menunjukkan pengaruh variabel bebas yang secara signifikan mempengaruhi variabel tetap. Hasil penelitian lain juga berpengaruh signifikan antara variabel bebas dan juga variabel tetap walaupun ada satu variabel yang berpengaruh namun tidak signifikan, hal ini di jelaskan menurut penelitian (Annastasya, 2020).

2) Pengaruh Perawatan dan Perbaikan *TC* terhadap Kinerja Operasional Mesin Induk

Berdasarkan hasil pengujian statistik terhadap hipotesis pertama, diperoleh nilai koefisien jalur sebesar 0,250 dengan P-value sebesar 0,011 dan T-statistik sebesar 2,651. Nilai-nilai tersebut memenuhi kriteria umum pengujian hipotesis, yaitu P-value $< 0,05$ dan T-statistik $> 1,96$, sehingga hipotesis ini dapat dinyatakan diterima.

Temuan ini menunjukkan bahwa kegiatan perawatan dan perbaikan *TC* memiliki dampak positif terhadap Kinerja Operasional Mesin Induk tersebut. Artinya, semakin optimal upaya

perawatan dan perbaikan yang dilakukan, maka semakin tinggi pula tingkat kinerja operasional mesin induk pada MV. Kota Padang. Sebaliknya, apabila perawatan dan perbaikan tidak dilakukan secara memadai, maka akan berakibat pada penurunan performa mesin induk. Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya mengenai Handayani et al. (2023), yang juga menunjukkan bahwa variabel independen berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

3) Pengaruh SDM di Atas Kapal terhadap Kinerja TC

Pengujian terhadap hipotesis pertama menunjukkan bahwa nilai P yang diperoleh 0,014 lebih kecil dari ambang batas 0,05, serta T-statistik 2,453 melebihi 1,96. Dengan koefisien jalur 0,304, maka hipotesis tersebut diterima karena memenuhi persyaratan signifikansi statistik.

Temuan ini menunjukkan bahwa SDM di atas kapal memiliki pengaruh positif terhadap peningkatan kinerja TC. Artinya, semakin baik kualitas SDM di atas kapal, maka kinerja TC di kapal MV. Kota Padang akan meningkat. Sebaliknya, penurunan dalam kualitas SDM di atas kapal akan berdampak pada menurunnya kinerja TC. Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya mengenai Faisal & Anthoni (2020), yang menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari variabel independen terhadap variabel dependen. Sehingga dapat diambil Keputusan bahwa hipotesis ini signifikan positif yang sangat berpengaruh antar variabel.

4) Pengaruh SDM di Atas Kapal terhadap Kinerja Operasional Mesin Induk

Hasil analisis statistik terhadap hipotesis pertama menunjukkan bahwa nilai koefisien jalur sebesar 0,263, dengan P-value sebesar 0,022 dan T-statistik 2,292. Karena P-value berada di bawah 0,05 dan T-statistik melebihi 1,96, maka hipotesis dapat dinyatakan diterima.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, diketahui bahwa SDM di atas kapal berkontribusi positif terhadap kinerja mesin induk. Hal ini berarti bahwa jika kegiatan suatu SDM memiliki keahlian dalam pengoperasian *TC*, maka kinerja *TC* di MV. Kota Padang juga akan meningkat. Penemuan ini selaras dengan studi sebelumnya (Kamilla & Bestari, 2022) yang menyatakan bahwa variabel bebas mempengaruhi variabel terikat secara signifikan. Pada penelitian (Ramadhan et al., 2022) dijelaskan bahwa penelitiannya menggunakan smartPLS juga mendapatkan hasil uji yang signifikan positif dari pengaruh antar variabel.

5) Pengaruh Faktor Operasional *TC* terhadap Kinerja *TC*

Dari pengujian hipotesis pertama, diketahui bahwa hubungan antar variabel memiliki koefisien jalur sebesar 0,304, dengan nilai P sebesar 0,008 dan T-statistik sebesar 2,662. Nilai-nilai tersebut memenuhi standar kelayakan pengujian, sehingga hipotesis dinyatakan valid dan dapat diterima.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa peningkatan dalam hal faktor operasional *TC* berdampak positif terhadap kinerja *TC* itu sendiri. Sehingga dari hal ini dapat disimpulkan bahwa tinggi rendahnya operasional dari *TC* dapat mempengaruhi kinerja *TC*. Temuan ini didukung hasil studi sebelumnya Fitria et al. (2021), yang menemukan adanya pengaruh signifikan dari variabel bebas terhadap variabel tetap. Begitu juga menurut Sing & Edalmen (2023) yang menyatakan hasil yang signifikan didapatkan dari pengaruh antar variabel.

6) Pengaruh Faktor Operasional *TC* terhadap Kinerja Operasional Mesin Induk

Pengujian statistik terhadap hipotesis pertama menghasilkan nilai yang signifikan secara statistik, yaitu *P-value* 0,020 dan *T*-statistik 2,338, dengan koefisien jalur 0,221. Berdasarkan kriteria umum ($P < 0,05$ dan $T > 1,96$), hipotesis tersebut dapat dinyatakan diterima.

Penelitian ini menunjukkan bahwa faktor operasional *TC* berperan penting dalam mendukung kinerja operasional mesin induk. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya mengenai Jefferey & Sarwo, (2020) yang mengonfirmasi adanya pengaruh signifikan dari variabel independen terhadap variabel dependen. Hal ini juga berbanding lurus dengan penelitian Prathiwi & Syamsudin (2021) dimana variabel juga saling berpengaruh positif signifikan.

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 lubas 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 lubas 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>
- Annastasya. (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/fjcis.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 Priok 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.



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-69	Indonesia	F 061807	7-Sep-24	Master	6200009550	AL524/37786/SYB.BLUW-23	8/18/2023	ANT - I	6200009550N10216
2	MUKJISIN	M	15-Jul-65	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-68	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 011675	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-95	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	1897/586-0/7/70/2021
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 317673	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

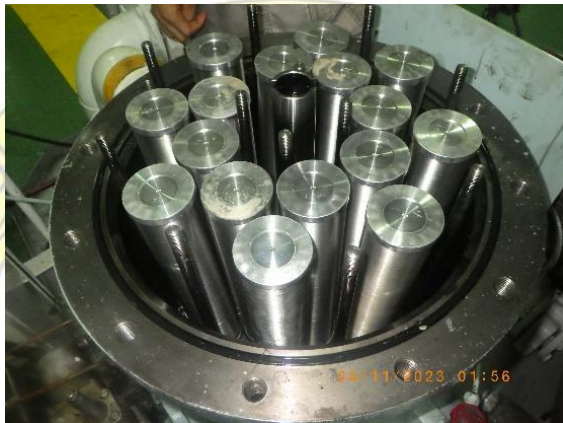


Master

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



Bagian 1 dari 5

Formulir Pemeliharaan Turbocharger

B I U O T

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 *

Tekah jawaban singkat

Kelas *

- TTA
- TTR

NTT *

Tekah jawaban singkat

Selesai bagian 1 Lengkapi ke bagian berikut
>

Bagian 2 dari 5

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 *	1 2 3 4 5
Sangat tidak setuju	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sangat setuju	

2. Pemeriksaan tekanan dan suhu minyak lumas yang dilakukan setiap hari. *	1 2 3 4 5
Sangat tidak setuju	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sangat setuju	

3. Suku cadang turbocharger selalu tersedia saat dibutuhkan. *	1 2 3 4 5
Sangat tidak setuju	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sangat setuju	

4. Perawatan yang dilakukan meningkatkan efisiensi turbocharger. *	1 2 3 4 5
Sangat tidak setuju	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sangat setuju	

5. Kru kapal memiliki pendidikan dan sertifikasi yang memadai untuk mengoperasikan turbocharger. *	1 2 3 4 5
Sangat tidak setuju	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sangat setuju	

6. Kru kapal memiliki pengalaman yang cukup dalam pengoperasian turbocharger. *	1 2 3 4 5
Sangat tidak setuju	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sangat setuju	

7. Semua kru memahami prosedur perawatan turbocharger dengan baik. *	1 2 3 4 5
Sangat tidak setuju	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sangat setuju	

8. Kru selalu disiplin dan mematuhi SOP dalam perawatan turbocharger. *	1 2 3 4 5
Sangat tidak setuju	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sangat setuju	

9. Kualitas bahan bakar yang digunakan selalu sesuai dengan standar operasional. *	1 2 3 4 5
Sangat tidak setuju	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sangat setuju	

10. Tekanan kerja turbocharger selalu berada dalam rentang batas normal. *	1 2 3 4 5
Sangat tidak setuju	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sangat setuju	

11. Turbocharger bekerja dengan beban optimal dalam kondisi operasional (50-70%). *	1 2 3 4 5
Sangat tidak setuju	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sangat setuju	

12. Tekanan sistem pendinginan dan pelumasan selalu dijaga dalam batas aman. *	1 2 3 4 5
Sangat tidak setuju	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Sangat setuju	

12. Tekanan sistem pendinginan dan pelumasan selalu dijaga dalam batas aman. *					
	1	2	3	4	5
Sangat tidak setuju	☐	☐	☐	☐	Sangat setuju
13. Tekanan boost air pada turbocharger selalu dalam batas aman. *					
	1	2	3	4	5
Sangat tidak setuju	☐	☐	☐	☐	Sangat setuju
14. Suhu gas buang sebelum masuk turbocharger dan keluar tidak melebihi batas maksimal. *					
	1	2	3	4	5
Sangat tidak setuju	☐	☐	☐	☐	Sangat setuju
15. RPM turbocharger tetap stabil saat mendapat beban. *					
	1	2	3	4	5
Sangat tidak setuju	☐	☐	☐	☐	Sangat setuju
17. RPM mesin induk selalu dijaga dalam rentang stabil. *					
	1	2	3	4	5
Sangat tidak setuju	☐	☐	☐	☐	Sangat setuju
16. Tekanan minyak lumas pada turbocharger selalu berada dalam rentang. *					
	1	2	3	4	5
Sangat tidak setuju	☐	☐	☐	☐	Sangat setuju
18. Beban mesin dikontrol agar tetap konsisten pada beban 60-70%. *					
	1	2	3	4	5
Sangat tidak setuju	☐	☐	☐	☐	Sangat setuju
19. Tekanan bahan bakar yang masuk ke mesin selalu berada dalam rentang. *					
	1	2	3	4	5
Sangat tidak setuju	☐	☐	☐	☐	Sangat setuju
20. Kecepatan kapal tetap stabil sesuai kondisi muatan (Full load & Full Ballast). *					
	1	2	3	4	5
Sangat tidak setuju	☐	☐	☐	☐	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