



**OPTIMASI KINERJA DIESEL GENERATOR NOMOR 1
DI MT. PETROMAX: SEBUAH PENDEKATAN
KUANTITATIF**

SKRIPSI

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

Disusun oleh

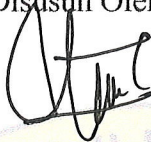
**Afza Sabiq Faizun
NIT. 572011227668 T**

**Program Studi Teknika Diploma IV
Politeknik Ilmu Pelayaran
Semarang
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

**OPTIMASI KINERJA DIESEL GENERATOR NOMOR 1 DI MT.
PETROMAX: SEBUAH PENDEKATAN KUANTITATIF**

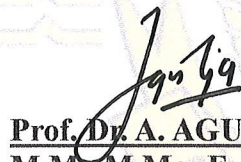
Disusun Oleh:



Afza Sabiq Faizun
NIT. 572011227668 T

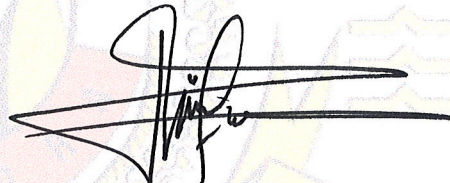
Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
Semarang, 10 Januari 2025

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. A. AGUS TJAHJONO,
M.M., M.Mar.E.
NIP. 19710620 199903 1 001

Dosen Pembimbing II



IMAM SAFTI, S.Si.T., M.Si.
NIP. 19771222 200502 1 001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika



Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T, M.Mar.E
NIP : 19730331 200604 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “OPTIMASI KINERJA DIESEL GENERATOR NOMOR 1
DI MT. PETROMAX: SEBUAH PENDEKATAN KUANTITATIF” karya:

Nama : Afza Sabiq Faizun

NIT : 572011227668 T

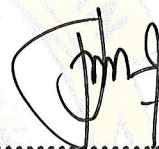
Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Nautika, Politeknik
Ilmu Pelayaran Semarang pada hari.... Selasa, tanggal... 14 ... Januari ... 2025

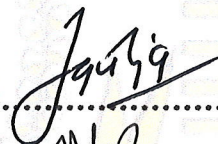
Semarang, 14 Januari 2025

PENGUJI

Penguji I : **Dr. DARUL PRAYOGO, M.Pd**
NIP. 19850618 201012 1 001



Penguji II : **Prof. Dr. A. AGUS TJAHJONO, M.**
M., M.Mar.E.
NIP. 19710620 199903 1 001



Penguji III : **Ir. FITRI KENSIWI, M.Pd.**
NIP. 19660702 199203 2 009



Mengetahui :
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran
Semarang

Dr. Ir. Mafrisal, M.T., M.Mar.E.
NIP. 19730205 199903 1 002
HALAMAN PERNYATAAN DAN KEASLIAN

HALAMAN PERNYATAAN DAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afza Sabiq Faizun

NIT : 572011227668 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul **“OPTIMASI KINERJA DIESEL GENERATOR**

**NOMOR 1 DI MT. PETROMAX: SEBUAH PENDEKATAN
KUANTITATIF”**

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-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang di jatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 10, Januari, 2025
Yang menyatakan pernyataan.



Afza Sabiq Faizun

NIT. 572011227668 T

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

1. Sedikit berbicara banyak bertindak.
2. Kunci kesuksesan adalah konsistensi.
3. Sukses adalah ketika persiapan dan kesempatan bertemu.
4. Kesuksesan tidak akan datang kepada orang yang malas.

Persembahan:

1. Keluarga besar saya, terutama Bapak Furqoni dan Ibu Rita (alm) yang saya banggakan karena tiada hentinya melangitkan doa terbaiknya serta memberikan dukungan dalam memperjuangkan masa depan putranya, saya persembahkan karya tulis sederhana ini dan gelar ini untuk bapak dan ibu.
2. Almamater saya PIP Semarang dan seluruh angkatan LVII.
3. Keluarga besar MT. PETROMAX yang sudah memberikan ilmu dan pengalaman
4. Mas Yogatama aryo bimo yang selalu mensupport saya dalam keadaan susah senang, dan selalu mengingatkan saya untuk menyelesaikan penelitian ini.

PRAKATA



Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat serta hidayah-Nya Peneliti telah mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“OPTIMASI KINERJA DIESEL GENERATOR NOMOR 1 DI MT. PETROMAX: SEBUAH PENDEKATAN KUANTITATIF”** guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran dan untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini, Peneliti banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak yang sangat membantu dan bermanfaat. Dalam kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

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 Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Prof. Dr. A. Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E. selaku dosen pembimbing I skripsi yang telah sabar dalam memberikan bimbingan dan memberikan arahan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Imam Syafi'i S.Si.T., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah sabar dalam memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
5. Dosen penguji skripsi yang telah memberikan waktunya untuk menguji.

6. Seluruh dosen PIP Semarang yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.
7. Perusahaan PT. Topas Marine dan seluruh crew MT. PETROMAX yang telah memberikan kesempatan untuk tempat penelitian dan praktik laut serta membantu proses penelitian skripsi ini.
8. Bapak Furqoni dan Almarhum Ibu saya Rita selaku orang tua yang telah memberikan doa dan dukungannya serta adik dan kakak saya yang selalu mensupport saya.
9. Seluruh teman-teman angkatan LVII yang sudah memberikan dukungan.

Dengan segala kerendahan hati, Peneliti menyadari bahwa dalam Penelitian skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Peneliti mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penyempurnaan skripsi ini. Peneliti berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi seluruh civitas akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang khususnya prodi Teknik dan bagi seluruh pembaca skripsi ini.

Semarang, 10 Januari 2025

Peneliti



Afza Sabiq Faizun

NIT. 572011227668 T

ABSTRAK

Faizun, Afza Sabiq Faizun. 2025. “Optimasi Kinerja Diesel Generator Nomor 1 Di MT. PETROMAX: Sebuah Pendekatan Kuantitatif” Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Teknik, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I Prof. Dr. A. Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E Pembimbing II Bapak Imam Safii S.Si.T., M.Si.

Dalam kapal, perlu ada permesinan yang memadai untuk mendukung sistem operasionalnya. Diesel generator (DG) merupakan komponen penting dalam permesinan kapal selain mesin diesel sebagai penggerak utama. Dalam penelitian dibagi empat rumusan masalah meliputi Apakah faktor penyebab kerusakan crankpin, dampak kerusakan crankpin, bagaimana upaya optimasi perawatan diesel generator, Dan bagaimana pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh kinerja diesel generator terhadap operasional kapal dan tujuan penelitian ini untuk mengetahui apa faktor penyebab serta dampak yang ditimbulkan dan upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk optimasi perawatan Diesel Generator No.1 dan mengetahui pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh kinerja Diesel Generator No. 1 terhadap operasional kapal.

Penulis melakukan pengamatan terhadap diesel generator di kapal MT. Petromax. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

Kerusakan *crankpin* dapat disebabkan oleh berbagai faktor teknis dan operasional yang mempengaruhi kinerja diesel generator (DG) faktor utama adalah keausan akibat beban berlebih. Kerusakan pada crankpin berdampak menurunnya signifikan dalam efisiensi operasi diesel generator. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan merancang jadwal perawatan yang terstruktur. Penelitian ini memberikan kesimpulan kerusakan pada crankpin dapat dipengaruhi oleh keausan akibat beban berlebih mengakibatkan penurunan efisiensi mesin diesel generator dan berdampak gangguan operasional kapal. Upaya yang dilakukan adalah perawatan preventif yang terstruktur, pemantauan kondisi mesin secara real-time, pengukuran, perawatan, dan sumber daya manusia berpengaruh secara langsung terhadap kinerja diesel generator (DG).

Kata kunci: Diesel generator, crankpin, kuantitatif.

ABSTRACT

Faizun, Afza Sabiq Faizun. 2025. "Performance Optimization of the Number 1 Diesel Generator in MT. PETROMAX: A Quantitative Approach" Thesis. Diploma IV Program, Engineering Study Program, Semarang Maritime Polytechnic, Supervisor I Prof. Dr. A. Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E Supervisor II Mr. Imam Safii S.Si.T., M.Si.In

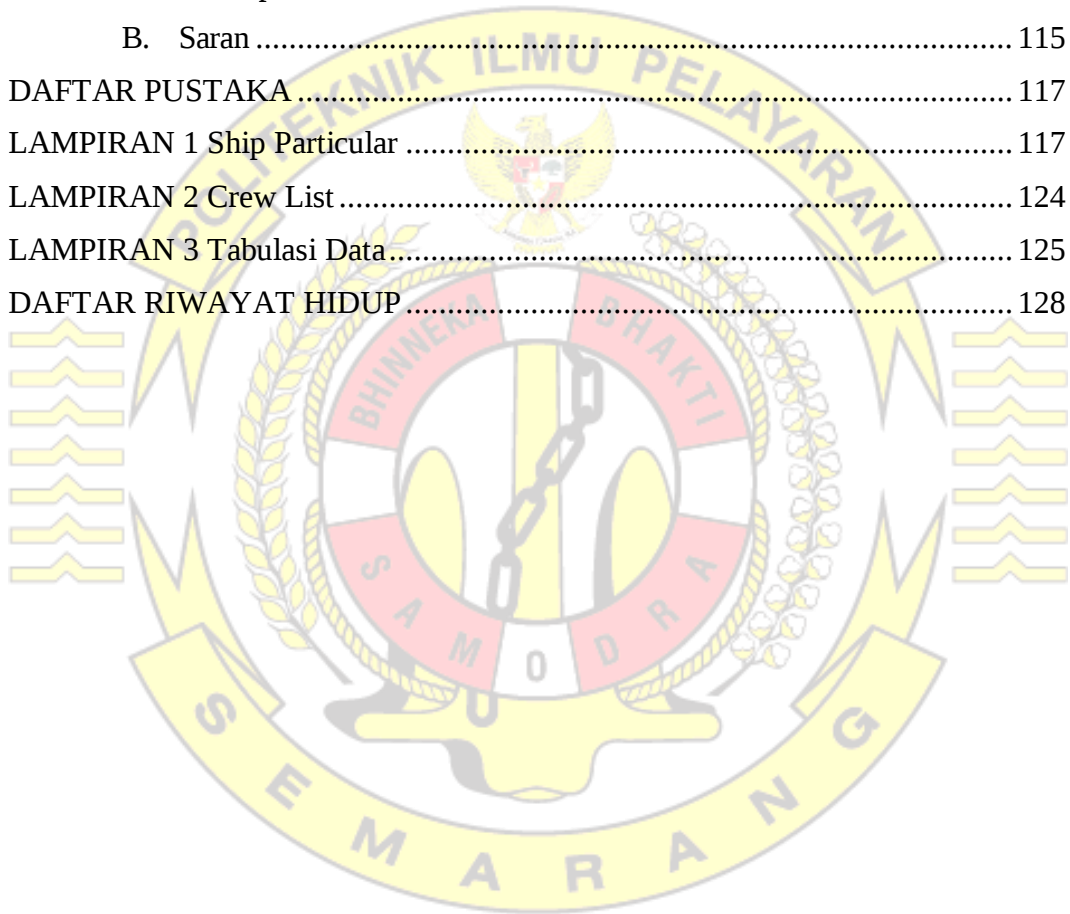
On a ship, there needs to be adequate machinery to support its operational systems. Diesel generator (DG) is an important component in ship machinery apart from the diesel engine as the main mover. The research is divided into four problem formulations covering what are the factors that cause crankpin damage, the impact of crankpin damage, how to optimize diesel generator maintenance, and how the influence of independent variables mediated by diesel generator performance has on ship operations and the aim of this research is to find out what the causes and impacts are. caused and what efforts can be made to optimize the maintenance of Diesel Generator No. 1 and determine the influence of independent variables mediated by the performance of Diesel Generator No. 1. to ship operations. The author made observations of the diesel generator on the MT ship. Petromax. The research method used in this research is a quantitative approach. Quantitative research can be interpreted as a research method based on the philosophy of positivism, used to research certain populations or samples, sampling techniques are generally carried out randomly, data collection uses research instruments, data analysis is quantitative and statistical with the aim of testing predetermined hypotheses. Crankpin damage can be caused by various technical and operational factors that affect the performance of the diesel generator (DG), the main factor being wear due to overload. Damage to the crankpin has a significant impact on the operating efficiency of the diesel generator. One of the efforts made is to design a structured maintenance schedule. This research concludes that damage to the crankpin can be influenced by wear and tear due to excessive loads resulting in a decrease in the efficiency of the diesel generator engine and impacting ship operational disruptions. The efforts made include structured preventive maintenance, real-time engine condition monitoring, measurement, maintenance, and human resources which directly influence the performance of the diesel generator (DG).

Keywords: Diesel generator, crankpin, quantitative

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN DAN KEASLIAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Hasil Penelitian	7
BAB II KAJIAN TEORI	9
A. Deskripsi Teori	9
B. Definisi Operasional	24
C. Kerangka Berpikir	27
D. Hipotesis	28
BAB III PROSEDUR PENELITIAN	31
A. Metode Penelitian	31
B. Populasi dan Sampel	32
C. Instrumen Penelitian	33
D. Teknik Pengolahan Data	36
E. Teknik Analisis Data	37

BAB IV HASIL PENELITIAN, PENGUJIAN HIPOTESIS DAN PEMBAHASAN	49
A. Deskripsi Hasil Penelitian.....	49
B. Uji Persyaratan Analisis.....	58
C. Hasil Pengujian Hipotesis.....	67
D. Pembahasan Hasil Penelitian.....	72
BAB V PENUTUP	114
A. Kesimpulan.....	114
B. Saran	115
DAFTAR PUSTAKA	117
LAMPIRAN 1 Ship Particular	117
LAMPIRAN 2 Crew List	124
LAMPIRAN 3 Tabulasi Data.....	125
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	128

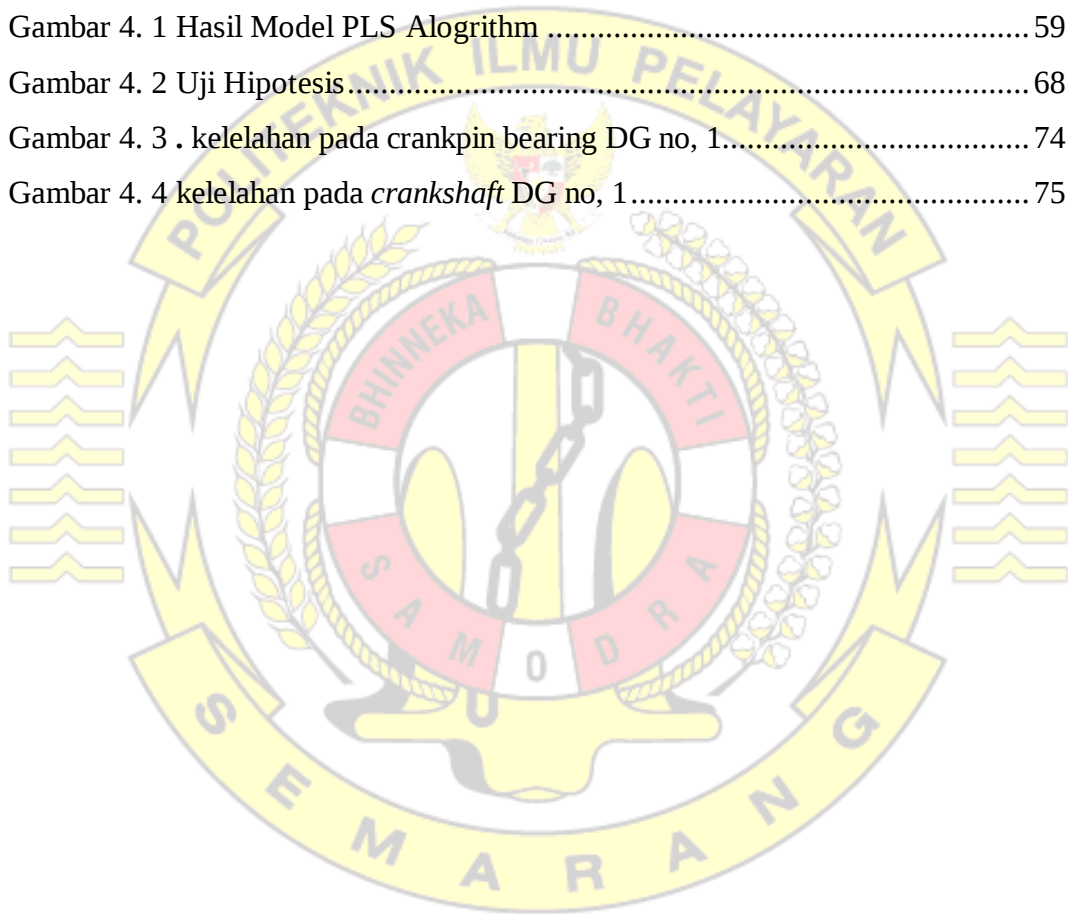


DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1.....	23
Tabel 2. 2.....	23
Tabel 2. 3.....	24
Tabel 2. 4.....	24
Tabel 3. 1 Instrumen Kuesioner SmartPLS.....	36
Tabel 4. 1 Deskripsi Berdasarkan Jenis Kelamin	50
Tabel 4. 2 Tanggapan Responden terhadap Pengukuran	51
Tabel 4. 3 Tanggapan Responden terhadap Perawatan	52
Tabel 4. 4 Tanggapan Responden terhadap Sumber Daya Manusia	54
Tabel 4. 5 Tanggapan Responden terhadap Kinerja	56
Tabel 4. 6 Tanggapan Responden terhadap Operasional Kapal.....	57
Tabel 4. 7 Loading Factor	60
Tabel 4. 8 Nilai AVE	60
Tabel 4. 9 Cross Loading	61
Tabel 4. 10 Composite Reliability	62
Tabel 4. 11 Cronbach Alpha.....	63
Tabel 4. 12 R Square Operasional Kapal	64
Tabel 4. 13 R Square Kinerja DG.....	65
Tabel 4. 14 F Square	65
Tabel 4. 15 SRMR	67
Tabel 4. 16 Direct Effect.....	68
Tabel 4. 17 Indirect Effect.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 crankshaft	15
Gambar 2.2 Penempatan dial gauge pada crankshaft	21
Gambar 2.3 Hasil negatif pada crankshaft	22
Gambar 2. 4 Posisi titik pengambilan defleksi	23
Gambar 2. 5 Kerangka berfikir	28
 Gambar 4. 1 Hasil Model PLS Alogrithm	 59
Gambar 4. 2 Uji Hipotesis	68
Gambar 4. 3 . kelelahan pada crankpin bearing DG no, 1	74
Gambar 4. 4 kelelahan pada <i>crankshaft</i> DG no, 1	75



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Ship Particular	123
LAMPIRAN 2 Crew List	124
LAMPIRAN 3 Rekapitulasi Data Kuesioner	125



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dalam kapal, perlu ada permesinan yang memadai untuk mendukung sistem operasionalnya. Diesel generator (DG) merupakan komponen penting dalam permesinan kapal selain mesin diesel sebagai penggerak utama. Peran utama DG adalah sebagai penyalur tenaga listrik yang digunakan dalam menghasilkan daya listrik melalui rotor alternator di dalam kapal. Fungsi dari alternator adalah mengubah energi kinetik menjadi tenaga listrik. Induksi elektromagnetik terjadi ketika medan magnet rotor dan stator bertabrakan sehingga menghasilkan listrik yang dihasilkan oleh alternator, Tegangan listrik dihasilkan sebagai hasil induksi elektromagnetik.

DG harus dalam kondisi kerja yang baik dan siap dijalankan setiap saat agar dapat menjalankan fungsi putaran *rotor*, serta beroperasi dengan efisiensi maksimal. Sistem listrik yang ada di atas kapal mencakup semua aspek kegiatan diatas kapal meliputi proses kedatangan dan keberangkatan dari pelabuhan, pelayaran di laut terbuka, dan saat proses pengisian muatan dan pengosongan muatan di pelabuhan.

Perawatan pada DG sangat penting bagi operasional DG agar beroperasi dengan optimal. Dengan melakukan perawatan secara rutin, dapat menghindari kerusakan pada mesin, ekspansi berlebih, panas yang melebihi batas, dan komponen mesin terlalu panas akibat gesekan dan hasil proses pembakaran.

Diesel generator (DG) pada kapal, khususnya DG nomor 1 di MT.

Petromax, memiliki peran vital dalam memastikan pasokan daya yang stabil bagi berbagai sistem kelistrikan di kapal. Keandalan dan performa diesel generator menjadi penting mengingat beban operasi yang tinggi serta kondisi lingkungan yang dapat menyebabkan komponen seperti *crankshaft* mengalami degradasi dari waktu ke waktu.

Poros engkol mengalami gaya sentrifugal dari massa yang berputar, gaya inersia gas siklik, dan gaya inersia bolak-balik, yang membuat poros engkol menahan beban torsi lentur. Poros engkol salah satu komponen struktural mesin yang mengubah gerak linier *piston* menjadi gerak rotasi (Aliakbari *et al*, 2022).

Crankshaft atau poros engkol adalah komponen dengan geometri yang kompleks yang terbuat dari besi tuang ulet atau baja tempa. Pada mesin pembakaran internal, poros engkol mengalami pembengkokan dinamis dan beban torsi yang dapat menjadi kritis untuk kelelahan (Ferreira *et al*, 2024). Besi tuang ulet dipakai karena memiliki sifat mekanis yang luar biasa, yang dapat dikaitkan dengan keberadaan nodul grafit bulat dalam strukturnya. Selain sifat mekanis baja seperti ketahanan lelah dan ketangguhan yang tinggi, besi cor ulet juga memiliki fitur pengerasan kerja dan pengerjaan panas yang baik (Hosseini *et al*, 2023).

Kelelahan pada poros engkol (*crankshaft*) adalah fenomena yang terjadi akibat beban siklik yang diterima oleh poros engkol selama operasi mesin, yang menyebabkan kerusakan material seiring waktu. Dalam konteks mekanis, kelelahan pada poros engkol sering kali terjadi karena adanya fluktuasi

tegangan yang berulang akibat tekanan dan gaya yang dihasilkan oleh pembakaran dalam silinder mesin.

Menurut data yang diambil (Xu *et al*, 2024) data statistic menunjukkan kegagalan poros engkol akibat kelelahan merupakan penyebab setidaknya 85% dari semua kegagalan yang disebabkan oleh penyebab mekanis. Selain itu Kegagalan dini karena kelelahan kadang-kadang terjadi bahkan pada poros engkol yang dirancang dengan baik. Ditemukan bahwa kemampuan remisi kelelahan poros engkol tergantung pada sifat dispersinya yang sebenarnya. Untuk poros engkol dengan dispersi kerusakan awal yang besar, faktor keamanan dalam desain kekuatan kelelahan harus cukup besar. Bahan struktural dengan dispersi besar dapat menyebabkan kualitas yang buruk, keandalan yang rendah, dan kemungkinan kegagalan dini struktur yang tinggi (Li *et al*, 2023).

Perawatan yang kurang optimal sering kali menjadi titik lemah dalam keseluruhan kinerja mesin, mempengaruhi efisiensi bahan bakar, dan meningkatkan risiko kerusakan. Maka dari itu, optimasi kinerja diesel generator menjadi krusial untuk meningkatkan efisiensi operasional kapal sekaligus mengurangi biaya pemeliharaan.

Pendekatan kuantitatif untuk mengevaluasi kinerja DG ini didorong oleh hasil riset terkini bahwa metode kuantitatif yang mencakup analisis parameter operasional dan pemeliharaan secara sistematis mampu memberikan wawasan mendalam terkait performa mesin diesel pada kondisi beban yang beragam itu, menunjukkan bahwa optimasi kinerja generator melalui pendekatan kuantitatif

memungkinkan identifikasi dini terhadap potensi kerusakan komponen inti, seperti crankpin, sehingga waktu henti kapal dapat diminimalisir.

Dengan teknologi sensor dan pengolahan data, upaya untuk memonitor dan mengoptimalkan kinerja DG semakin memungkinkan, baik dari sisi analisis data real-time maupun prediksi berbasis algoritma. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan metode optimasi kinerja untuk DG nomor 1 di MT. Petromax melalui pendekatan kuantitatif, untuk meningkatkan keandalan, efisiensi energi, dan mengurangi risiko kegagalan komponen utama.

Berdasarkan pada permasalahan yang telah diuraikan, peneliti terdorong untuk melakukan kajian mendalam terkait optimasi kinerja untuk DG nomor 1 di MT. Petromax dengan pendekatan kuantitatif melalui penelitian yang berjudul “Optimasi Kinerja Diesel Generator Nomor 1 di MT. Petromax: Sebuah Pendekatan Kuantitatif”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, identifikasi permasalahan untuk penelitian yang berjudul “Optimasi Kinerja Diesel Generator Nomor 1 di MT. Petromax: Sebuah Pendekatan Kuantitatif” dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Keandalan Operasional Diesel Generator (DG)

DG nomor 1 di kapal MT. Petromax memiliki beban operasi yang tinggi dan lingkungan kerja yang menantang, yang menyebabkan resiko degradasi komponen seperti *crankpin*. Keandalan mesin perlu dipastikan

agar mampu menopang kebutuhan listrik di kapal secara terus-menerus.

2. Efisiensi Energi dan Kinerja Mesin

Efisiensi bahan bakar dan kinerja keseluruhan mesin dapat terpengaruh oleh kerusakan atau penurunan performa komponen inti seperti *crankpin*. Rendahnya efisiensi akan berdampak pada biaya operasional dan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi.

3. Kebutuhan Perawatan yang Optimal

Perawatan yang tidak tepat atau terlambat dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen mesin, panas berlebih, dan ekspansi berlebih. Pendekatan optimasi yang berbasis data kuantitatif dapat meminimalkan waktu henti kerja mesin dengan cara mengidentifikasi komponen yang membutuhkan perawatan secara tepat waktu.

4. Minimnya Pemantauan Kinerja secara langsung

Pemantauan kinerja DG secara langsung belum optimal. Dengan teknologi sensor dan pengolahan data yang lebih maju, pemantauan secara langsung yang lebih baik diperlukan untuk mengidentifikasi dini potensi kerusakan dan mengoptimalkan kinerja mesin.

5. Kurangnya Implementasi Analisis Data untuk Prediksi dan Optimasi

Pendekatan kuantitatif yang melibatkan analisis parameter operasional secara sistematis belum diterapkan secara maksimal. Pemanfaatan metode kuantitatif berbasis algoritma prediktif dapat membantu mengidentifikasi penurunan kinerja dan merencanakan tindakan korektif lebih awal.

C. Batasan Masalah

Fokus penelitian merupakan topik pembahasan dalam sebuah studi yang akan dilakukan. Dalam konteks penelitian ini, peneliti memusatkan perhatian untuk meningkatkan optimasi kinerja DG untuk memastikan kelancaran operasional di kapal MT. Petromax. Fokus dalam topik pembahasan penelitian yang akan dilakukan merupakan fokus penelitian dalam penelitian ini, peneliti fokus pada pembahasan terhadap optimalisasi kinerja DG guna kelancaran pengoperasian kapal.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, peneliti menetapkan sejumlah permasalahan yang perlu diselesaikan dengan cermat sesuai dengan lingkup penelitian. Rumusan masalah yang diajukan oleh peneliti sebagai berikut ini:

1. Apakah faktor penyebab kerusakan *crankpin* pada *Diesel Generator* No. 1?
2. Bagaimana dampak kerusakan *crankpin* pada *Diesel Generator* No. 1?
3. Bagaimana upaya optimasi perawatan *Diesel Generator* No. 1?
4. Bagaimana pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh kinerja *Diesel Generator* terhadap operasional kapal?

E. Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang telah diidentifikasi dalam rumusan masalah di atas, peneliti menetapkan tujuan-tujuan penelitian.

Berikut tujuan penelitian yang ingin dicapai:

1. Untuk mengetahui apa saja faktor penyebab kerusakan *crankpin* pada *Diesel Generator* No. 1
2. Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan dari kerusakan *crankpin* pada *Diesel Generator* No. 1
3. Untuk mengetahui upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk optimasi perawatan *Diesel Generator* No. 1
4. Untuk mengetahui pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh kinerja *Diesel Generator* No. 1 terhadap operasional kapal.

F. Manfaat Hasil Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, manfaat hasil penelitian berjudul “Optimasi Kinerja Diesel Generator Nomor 1 di MT.Petromax: Sebuah Pendekatan Kuantitatif” diharapkan sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis
 - a. Menambah sumber pengetahuan dan wawasan baru mengenai optimasi kinerja Diesel Generator Nomor 1 di MT. Petromax
 - b. Memberikan pemikiran serta literatur guna meningkatkan ilmu pengetahuan bagi pembaca terutama tentang kinerja Diesel Petromax Nomor 1 di MT. Petromax
2. Manfaat praktis
 - a. Menyampaikan ide dan pemikiran dengan bahasa yang jelas dan dapat dipahami oleh pembaca sebagai sumber referensi
 - b. Memberikan pengetahuan untuk peneliti dan pembaca mengenai

kinerja Diesel Generator Nomor 1 di MT. Petromax

- c. Memperluas pengetahuan dan wawasan peneliti terkait penelitian kinerja Diesel Generator Nomor 1 pada MT. Petromax. Dengan harapan, penelitian ini menjadi sumbangan intelektual di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang dan juga membawa perubahan nyata dalam optimasi kinerja Diesel Generator No. 1 di MT. Petromax



BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Judul penelitian ini dianalisis secara teoritis dengan menggunakan teori deskriptif sebagai dasar pembahasannya. Agar tujuan skripsi ini dapat tercapai dengan efektif, diperlukan data yang akurat dan relevan. Untuk itu, peneliti telah mengumpulkan berbagai informasi dari jurnal internasional, buku, ebook, serta sumber daya daring yang berhubungan dengan topik penelitian. Dalam studi ini, peneliti akan membahas dasar teori terkait skripsi yang berjudul "Optimasi Kinerja Diesel Generator Nomor 1 di MT. Petromax: Sebuah Pendekatan Kuantitatif."

1. Optimasi

Optimasi secara umum adalah untuk memaksimalkan atau mengoptimalkan sesuatu hal yang bertujuan untuk mengelola sesuatu yang dikerjakan. Sehingga, optimasi bisa dikatakan kata benda yang berasal dari kata kerja, dan optimasi bisa dianggap baik sebagai ilmu pengetahuan dan seni menurut tujuan yang ingin dimaksimalkan. Banyak Faktor yang berkaitan dengan optimasi, seperti, optimasi kinerja suatu benda, optimasi pemanas, optimasi pembakaran, dan lain sebagainya, sehingga optimasi memang diperlukan untuk hal apa pun untuk membuat sesuatu sebagus mungkin atau paling maksimal.

Persoalan optimasi adalah persoalan yang sangat penting untuk diterapkan untuk segala sistem. Dengan optimasi pada sebuah sistem kita

akan bisa berhemat dalam segala hal antara lain energi, keuangan, sumber daya alam, kerja dan lain-lain, tanpa mengurangi fungsi. Optimasi juga dapat didefinisikan sebagai proses untuk mendapatkan keadaan yang memberikan nilai maksimum atau minimum dari suatu fungsi system (Sunandar & Pristiwanto 2019).

2. Kinerja

Kinerja merupakan *performance* atau unjuk kerja. Kinerja juga dapat pula diartikan sebagai prestasi kerja atau pelaksanaan kerja atau hasil unjuk kerja. Kinerja merupakan hasil dari suatu proses yang dilakukan manusia ataupun suatu alat (Darda., *et al* 2022). Kinerja yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kinerja dari mesin diesel yaitu ukuran efektivitas mesin dalam mengubah energi atau input lainnya menjadi output yang diinginkan, seperti tenaga, kecepatan, atau hasil kerja mekanis. Kinerja mesin dapat dievaluasi berdasarkan beberapa parameter yang mencerminkan efisiensi dan kemampuan operasionalnya.

3. Diesel Generator

Generator (DG) di kapal adalah unit pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel untuk menghasilkan daya listrik yang diperlukan di kapal. Mesin diesel berfungsi sebagai penggerak utama yang mengubah energi dari pembakaran bahan bakar diesel menjadi energi mekanik, yang kemudian diteruskan ke alternator untuk menghasilkan listrik.

Diesel generator kapal memainkan peran penting dalam

menyediakan energi untuk sistem kelistrikan kapal, termasuk penerangan, penggerak motor listrik, sistem navigasi, komunikasi, peralatan memasak, dan pendingin udara. Diesel Generator mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi listrik melalui pembakaran di dalam silinder, sehingga memungkinkan untuk menghasilkan Listrik. Di sektor maritim, sebagian besar kapal niaga dan kapal penangkap ikan di seluruh dunia dilengkapi dengan DG, terutama untuk memasok listrik untuk pengoperasian mesin yang terlibat dalam navigasi kapal (Park *et al.*, 2023).

4. Mesin Diesel

Menurut (Taylor, 8:2003) Mesin diesel merupakan jenis mesin pembakaran internal yang menyalakan bahan bakar dengan menyuntikkannya ke udara panas bertekanan tinggi dalam ruang pembakaran. Seperti halnya semua mesin pembakaran internal, mesin diesel beroperasi dengan urutan kejadian tetap, yang dapat dicapai dalam empat langkah atau dua langkah, satu langkah adalah perjalanan piston di antara titik-titik ekstremnya, Setiap langkah dilakukan dalam setengah revolusi poros engkol. Mesin diesel sangat penting dalam transportasi, infrastruktur, dan pembangkit listrik karena output daya, keandalan, dan efisiensinya yang tinggi (Sun *et al.*, 2024).

a. Sejarah Mesin Diesel

Mesin diesel modern muncul sebagai hasil dari prinsip pembakaran internal yang pertama kali diusulkan oleh Sadi Carnot

pada awal abad ke 19. Rudolf Diesel menerapkan prinsip-prinsip Sadi Carnot ke dalam siklus atau metode pembakaran yang dipatenkan yang kemudian dikenal sebagai siklus "diesel". Mesin yang dipatengkannya beroperasi ketika panas yang dihasilkan selama kompresi muatan bahan bakar udara menyebabkan penyalan campuran, yang kemudian mengembang pada tekanan konstan selama langkah tenaga penuh dari mesin. Mesin pertama Rudolf Diesel menggunakan debu batu bara dan menggunakan tekanan kompresi 103 bar, untuk meningkatkan efisiensi teoritisnya. Selain itu, mesin pertamanya tidak memiliki ketentuan untuk jenis apa pun sistem pendingin.

Akibatnya, antara tekanan ekstrim dan kurangnya pendinginan mesin meledak dan hampir membunuh penemunya. Setelah pulih dari luka-lukanya, Diesel mencoba lagi menggunakan minyak sebagai bahan bakar, menambahkan lapisan air pendingin di sekitar silinder, dan menurunkan tekanan kompresi hingga sekitar 38 bar. Kombinasi ini akhirnya terbukti berhasil. Hak produksi untuk mesin tersebut dijual kepada Adolphus Bush, yang membangun mesin diesel pertama untuk penggunaan komersial, memasangnya di pabrik birnya di St. Louis untuk menggerakkan berbagai pompa (Energi, 2005:8)

b. Konstruksi dan bagian-bagian mesin diesel

Pada mesin diesel ada beberapa komponen dan bagian-bagian yang memiliki fungsi dan tugasnya masing-masing. Mesin diesel

adalah suatu alat yang menghasilkan perubahan energi panas selama pembakaran yang berlangsung di dalam ruang bakar itu sendiri. Dalam DG, terdapat beberapa komponen yang disebut sebagai komponen mesin diam, yang artinya komponen ini tidak bergerak saat mesin beroperasi. Karena karakteristik ini, dibandingkan dengan komponen yang bergerak aktif, komponen ini menerima kerusakan dengan tingkat yang lebih rendah. Berikut adalah beberapa bagian komponen utama tersebut:

1) *Piston*

Piston adalah komponen berdinding tipis dengan ketebalan dasar yang sama. Saat ini, kepala dan rok *piston* masing-masing dibuat, dan kemudian digabungkan dengan pengelasan untuk membentuk keseluruhan. Selama proses penempaan *piston*, baja mentah pertama-tama dipanaskan dan kemudian dipalu ke dalam cetakan pembentuk dengan tekanan tinggi dengan palu tempa.

Sebagai salah satu bagian penting dari mesin pembakaran internal, ia memainkan peran penting dalam seluruh proses kerja mesin dan emisi gas buang. Selama mesin bekerja, *piston* mengalami beberapa beban kompleks, misalnya, beban mekanis berkala dan beban termal, gesekan antara piston dan liner silinder, tegangan termal suhu tinggi dan gas bertekanan tinggi dari dan tekanan samping yang disebabkan oleh ayunan batang penghubung (Zhenwei *et al.*, 2022)

2) *Connecting Rod*

Batang penghubung biasa disebut *connecting rod* merupakan elemen utama dalam mekanisme engkol pada slider yang menghubungkan piston dan poros engkol dan biasa digunakan pada mesin pembakaran dalam, yang digunakan untuk mengubah energi dari hasil pembakaran bahan bakar menjadi output mekanikal yang dihubungkan pada poros engkol. Batang penghubung diharapkan dapat menahan beban siklik dan inersia signifikan yang dinaikkan oleh perubahan arah pada akhir setiap langkah. Selain itu, *connecting rod* harus bekerja dengan sifat mekanik, termasuk kekuatan tarik, kekerasan, dan kekakuan yang tinggi (Kuldeep *et al.*, 2023)

3) *Jurnal Bearing*

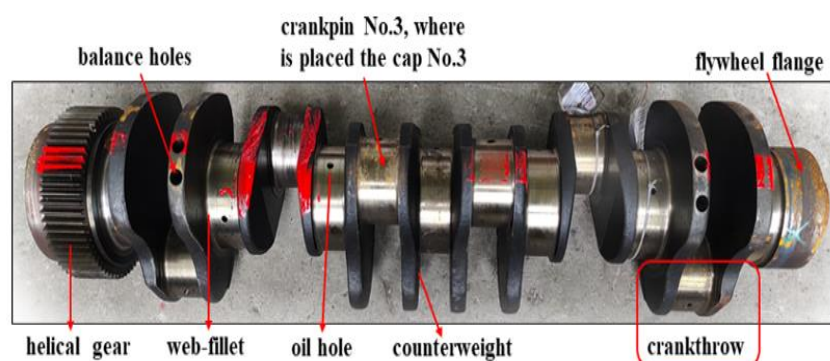
Ada dua jenis jurnal pada poros engkol jurnal utama membentuk sumbu rotasi *Crankpin* terhubung ke *connecting rod*, yang membentang dan menopang piston. Jurnal utama duduk dalam blok mesin atau *crankcase* dan di sekitar jurnal inilah mesin berputar. Jurnal utama diamankan ke dalam pelana, di mana sisipan bantalan yang dapat diganti akan duduk (Fonte *et al.*, 2019)

4) *Crankshaft*

Menurut (Tian *et al.*, 2023) *Crankshaft* merupakan bagian terpenting dari mesin. Poros engkol menahan gaya dari batang

penghubung dan mengubahnya menjadi torsi melalui poros engkol dan menggerakkan aksesoris lain ke mesin. Poros engkol mengalami gaya sentrifugal dari massa yang berputar, gaya inersia gas siklik, dan gaya inersia bolak-balik, yang membuat poros engkol menahan beban torsi lentur. Poros engkol salah satu komponen struktural mesin yang mengubah gerak linier piston menjadi gerak rotasi (Aliakbari *et al.*, 2022)

Poros engkol merupakan komponen mesin yang paling penting, paling banyak mendapat beban dan paling mahal. Poros engkol mengalami Beban yang sangat kompleks yang disebabkan oleh tekanan gas di dalam silinder dan gaya inersia massa bolak-balik dan berputar dalam proses kerja dan torsi keluaran eksternal. Kegagalan poros engkol dapat menyebabkan kerusakan pada bagian lain (Jiao *et al.*, 2020)



Gambar 2.1 *crankshaft*
Sumber: Elsevier (2023)

Poros engkol bagian komponen berbentuk batang dengan struktur yang kompleks, di mana gerakan putar dicapai dari perpindahan bolak-balik menggunakan mekanisme tautan empat

batang. Poros engkol terdiri dari beberapa engkol dan pin engkol yang dihubungkan secara seri dengan batang penghubung ke mesin yang bekerja pada mekanisme engkol *Output* gerakan putar ini bertindak sebagai input untuk banyak perangkat seperti pompa, kompresor, dan generator (Kumar *et al.*, 2023)

Dalam kasus khusus, peredam getaran dipasang pada poros engkol untuk membatasi getaran torsional. Degradasi getaran torsi dapat menghasilkan tegangan bolak-balik torsi tambahan selama pengoperasian poros engkol, yang selanjutnya dapat berdampak pada sistem aksesoris mesin. Untuk mengurangi getaran torsi pada sistem poros engkol, para peneliti telah mengusulkan berbagai LDVA pasif, seperti peredam getaran pendulum sentrifugal, peredam getaran roda gila massa ganda (Ma *et al.*, 2024).

Peredam yang sering digunakan adalah roda gila berat yang seluruhnya tertutup dalam casing ringan. Celah kecil diperbolehkan antara casing dan roda gila, dan ruang ini diisi dengan cairan yang sangat kental. Casing terhubung secara kaku ke ujung depan poros engkol mesin dan satu-satunya hubungan antara poros engkol dan roda gila peredam adalah melalui cairan. Dalam kondisi tidak ada getaran, casing dan roda gila peredam cenderung berputar sebagai satu kesatuan, karena gaya yang dibutuhkan untuk menggeser lapisan film kental cukup besar.

Saat amplitudo getaran torsional meningkat, casing mengikuti gerakan poros engkol tetapi roda gila cenderung berputar secara seragam berdasarkan inersianya, dan gerakan relatif terjadi antara roda gila dan casing. Oleh karena itu, lapisan film cairan kental mengalami aksi geser, dan energi getaran diserap dan muncul sebagai panas (Intruction Book L23/30H, 2005:198)

Poros engkol dirancang untuk keseimbangan dinamis dan menggunakan pemberat untuk melawan gaya tidak seimbang yang dihasilkan oleh piston. Gaya tidak seimbang ini berkurang seiring bertambahnya jumlah silinder dalam mesin dan gaya dorong misalnya, dalam mesin 6 silinder segaris, 1 dan 6, 5 dan 2, 3 dan 4 memiliki efek penyeimbang. Poros engkol mengalami dua jenis gaya: gaya tekuk dan gaya puntir.

Gaya Tekuk, Tegangan tekuk terjadi di antara jurnal utama di antara setiap langkah tenaga. Poros engkol dirancang untuk menahan gaya tekuk yang dihasilkan dari tekanan kompresi dan pembakaran yang terbentuk di dalam silinder. Tegangan tekuk normal ini terjadi di antara jurnal utama setiap kali engkol di antara keduanya dibebani oleh tekanan silinder. Gaya tekuk normal berada pada titik tertingginya saat tekanan silinder mesin berada pada titik tertingginya. Contoh gaya tekuk abnormal akan terjadi jika bantalan utama poros engkol rusak.

Gaya Torsi atau gaya puntar, Torsi merupakan puntiran

atau Tekanan getaran puntiran berkecepatan tinggi yang terjadi pada poros engkol. Getaran torsi poros engkol terjadi karena ketika lemparan engkol berada di bawah kompresi tekanan, yaitu mendorong piston ke atas pada langkah kompresi melambat ke kecepatan yang sedikit lebih rendah dari kecepatan engkol rata-rata. Lemparan yang sama pada re-menerima gaya langkah tenaga (dari piston) yang dipercepat meningkat ke kecepatan yang sedikit lebih tinggi dari engkol rata-rata kecepatan. Getaran memutar ini terjadi pada kecepatan tinggi frekuensi dan desain poros engkol, bahan, dan metode pengerasan harus memperhitungkannya (Bennett, 2010:68)

Tekanan torsional pada poros engkol cenderung memuncak pada lubang oli jurnal engkol di ujung poros roda gila. Getaran torsional diperkuat saat mesin dijalankan pada kecepatan yang lebih rendah dengan tekanan silinder yang tinggi karena interval waktu nyata antara pulsa pengapian silinder lebih panjang. Menjalankan mesin pada kecepatan yang lebih rendah dengan tekanan silinder yang tinggi dikenal sebagai lugging. Secara teknis, poros engkol terdiri dari batang logam panjang yang memiliki serangkaian bagian antara lain.

a) *Oil hole*

Untuk saluran yang dilalui oleh oli pelumasan pada *mainshaft* diesel generator.

b) *Crank pin*

Untuk tempat tumpuan *big end* dan *connecting rod* yang terdapat di tiap-tiap silinder.

c) *Crank journal*

Posisinya terletak pada batang torak atau *connecting rod*. Merupakan bearing bagi batang piston untuk bergerak keatas dan kebawah. Disebut metal jalan karena saat bekerja, metal ini bergerak mengikuti gerak crankshaft.

d) *Counter balance weight*

Sebagai bobot peredam atau penyeimbang putaran pada diesel generator sebagai meminimalisir getaran yang dihasilkan oleh putaran poros engkol.

e) *Main bearing*

Yaitu bearing yang terletak pada block mesin sehingga merupakan tumpuan utama bagi mainshaft saat berputar. Disebut metal duduk karena metal ini tidak bergerak hanya diam diblock mesin.

Untuk jenis mesin dengan susunan silinder yang sejajar atau garis (iline), jumlahnya pena engkol (crank pin) sama dengan banyaknya jumlah silinder. Mesin dengan susunan silinder V dan H, jumlah Crank pin biasanya separuh atau setengah dari jumlah silindernya. Bentuk poros engkol disamping ditentukan oleh banyak silindernya, juga ditentukan oleh urutan

pengapiannya FO (*firing order*). Menentukan urutan pengapian dari suatu mesin yang perlu diperhatikan adalah keseimbangan getaran akibat pembakaran, beban dari bantalan utama dan sudut puntiran yang terjadi pada poros engkol akibat adanya langkah kerja dari tiap-tiap silinder.

Oli pelumas harus disalurkan dengan cukup untuk mencegah gesekan yang besar atau kontak langsung antara logam dengan logam yaitu fixed bearing dan poros engkol selama berputar pada bantalan. sehingga diperlukan adanya celah yang tepat antara bantalan poros engkol untuk dapat membentuk lapisan oli. Celah ini biasanya disebut celah oli (*oli clearance*). Ukurannya bermacam-macam, tergantung pada jenis mesinnya itu sendiri, akan tetapi pada umumnya berkisar antara 0,02 mm – 0,06 mm.

5) Penyelarasan Bantalan Utama.

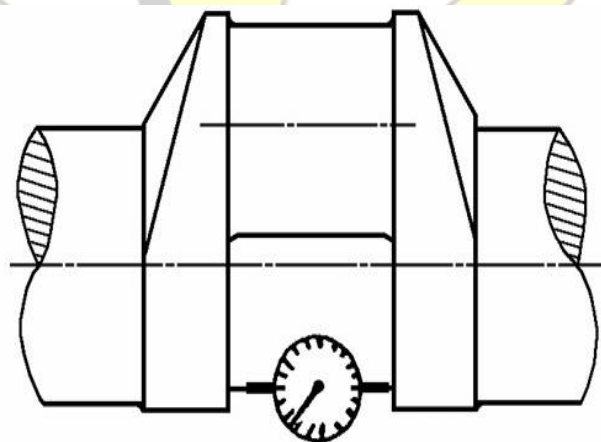
Cangkang bantalan utama bagian bawah harus diposisikan sedemikian rupa sehingga menjaga jurnal bantalan utama poros engkol tetap berada di tengah garis lurus *horizontal* ke arah darat. Penyimpangan dari garis tengah ini menyebabkan poros engkol membengkok dan menambah beban pada beberapa bantalan utama. Jika dua bantalan utama yang berdekatan ditempatkan terlalu rendah, garis tengah poros engkol di tempat ini akan diturunkan untuk membentuk busur, yang menyebabkan

lemparan engkol perantara membengkok sedemikian rupa sehingga "menutup" ketika diputar ke posisi bawah dan "membuka" di posisi atas.

Berdasarkan besarnya pemanjangan dan pemendekan aksial selama pemutaran lemparan meningkat sebanding dengan perbedaan tinggi bantalan, hal ini diukur sebagai pemeriksaan pada keselarasan dan kondisi bantalan, karena poros engkol pada mesin kecepatan sedang sangat kaku, penyimpangan besar apa pun dalam penyelarasan akan mengakibatkan jarak bebas di cangkang bawah bantalan. Penyebab posisi bantalan utama yang tidak tepat mungkin adalah keausan bantalan atau ketidaksejajaran mesin.

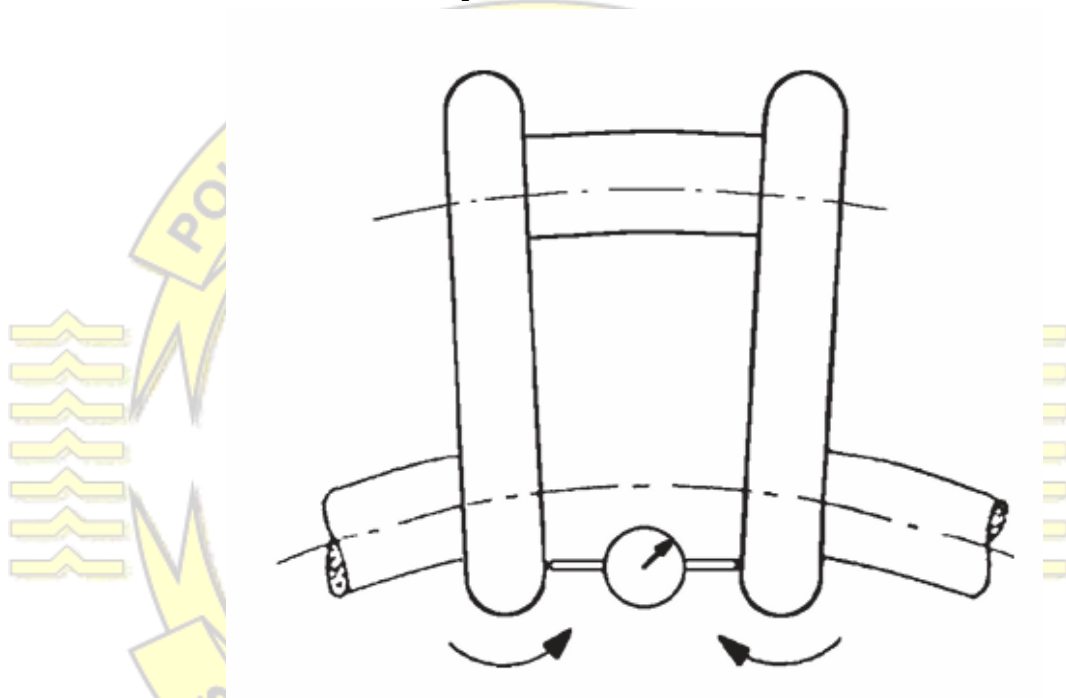
6) Melakukan Pengukuran *Deflection*.

Pengukuran defleksi dilakukan dengan menempatkan pengukur dial berpegas di tanda pusat yang disediakan untuk tujuan ini, pada gambar



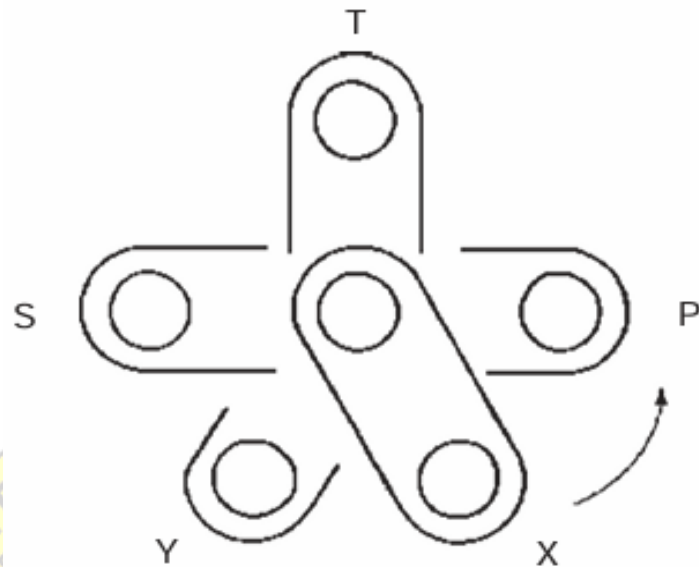
Gambar 2.2 Penempatan dial gauge pada crankshaft
Sumber: Manual book L23H (2005)

"Penutupan" lemparan di titik mati atas dianggap negatif (kompresi pengukur) Pada contoh, gambar 2.2, pembacaan defleksi adalah negatif, karena saat memutar lemparan, pengukur dan batang penghubung akan bertemu di dekat posisi dasar lemparan, pengukuran untuk posisi dasar harus diganti dengan rata-rata dari dua posisi terdekat di kedua sisi.



Gambar 2.3 Hasil negatif pada crankshaft
Sumber: Manual book L23H (2005)

Pengukur dial diatur pada angka nol ketika putaran engkol berada di dekat dasar (x pada gambar 8) dan selama putaran, putaran dihentikan pada posisi horizontal-atas-horizontal-dekat dasar (P-T-S-Y pada gambar 2.4) untuk pembacaan pengukur. Tampak depan, Mulai pada posisi X, Putar berlawanan arah jarum jam.



Gambar 2. 4 Posisi titik pengambilan defleksi

Sumber: Manual book L23H (2005)

Memeriksa Pengukuran Defleksi. Hasil pembacaan dimasukkan pada tabel 2.4.

Tabel 2.1 Pembacaan defleksi

Sumber: dokumentasi pribadi (2024)

Periksa Gauge	$T + B = C$	4	-2.5	4	5.5	-2	4
Bacaan	$P + S = D$	5	-2	4	0	-1	3

lihat contoh pada tabel 2.1 – 2.4, Sebagai pembacaan “dasar” digunakan nilai rata-rata dari dua pembacaan “dekat dasar” X dan Y, gambar 3.

Tabel 2.2 Defleksi dasar

Sumber: dokumentasi pribadi (2024)

Dasar $(0,5 \times y) = B$	1	-0.5	0	0.5	0	1
----------------------------	---	------	---	-----	---	---

Total Defleksi buka-tutup lemparan pada saat berputar dari posisi bawah ke atas dimasukkan pada gambar 2.3.

Tabel 2.3 Defleksi vertikal
Sumber: dokumentasi pribadi (2024)

Defleksi dari ketidaksejajaran vertikal Atas – bawah atau $T - B =$	v	2	-1.5	4	4.5	-2	2
---	-----	---	------	---	-----	----	---

Angka-angka ini disebabkan oleh ketidakselarasan vertikal bantalan utama. Demikian pula, prosedur misalignment horisontal ditunjukkan pada gambar tabel 2.4.

Tabel 2 4 Defleksi horisontal
Sumber: dokumentasi pribadi (2024)

Defleksi dari ketidaksejajaran horisontal Sisi kiri – sisi kanan atau $P - S =$	H	-1	2	0	0	-1	1
---	-----	----	---	---	---	----	---

Selain ketidakselarasan bantalan, pembacaan dapat dipengaruhi oleh ovalitas atau eksentrisitas jurnal (L23h manual intruction, 2005:290-291).

B. Definisi Operasional

Mesin diesel telah ditemukan dan diproduksi selama lebih dari satu abad. Karena mesin diesel memiliki keunggulan stabilitas tinggi dan ekonomi yang sangat baik, mesin diesel telah banyak digunakan di berbagai peralatan industri. Mesin diesel kecepatan rendah laut besar adalah kekuatan utama untuk kapal niaga serta digunakan juga untuk pembangkit listrik di atas kapal,

karena krisis energi yang semakin meningkat, peraturan emisi yang ketat telah dikeluarkan di berbagai negara di seluruh dunia (Chen *et al.*, 2023).

Dari hasil penelitian terdahulu, peneliti telah mengusulkan banyak teknologi pembakaran yang efisien dan bersih untuk mesin diesel, meliputi injeksi bahan bakar fleksibel, bahan bakar alternatif terbarukan, rasio kompresi 25variable, pengisi daya turbo geometri dan pembakaran suhu rendah. Dalam pembakaran suhu rendah dapat mencapai penghematan bahan bakar yang tinggi dengan pengurangan emisi NO_x dan jelaga (Li *et al.*, 2024) Hal ini juga menjadi pengaruh proses siklus pembakaran dengan menghasilkan daya ledak maksimal di dalam silinder. Tentunya ini juga berdampak pada durabilitas dari komponen mesin diesel, salah satunya pada *crankshaft* atau poros engkol, karena *crankshaft* mengubah gaya dorong connecting rod dari piston oleh hasil proses pembakaran di silinder menjadi gaya rotasi.

Kelelahan poros engkol sering membutuhkan sejumlah besar analisis, termasuk analisis tekanan gas di ruang bakar, analisis dinamis, analisis getaran dan tegangan (Xu *et al.*, 2024). Di bawah kondisi kerja tegangan yang tidak merata dan peredaman pelumasan, poros engkol mesin pembakaran internal rentan muncul keadaan pelumasan yang tidak merata, yang menyebabkan keausan parah pada permukaan kerja pada poros engkol. Hasil menunjukkan bahwa kegagalan poros engkol diakibatkan oleh proses kelelahan yang diatur oleh tegangan normal ditimbulkan oleh dua proses yang mungkin, yaitu, takik di titik inisiasi retak, atau ketidaksejajaran poros engkol (Mateus *et al.*, 2019). Di variabel otomotif, lebih dari 50% suku cadang mekanis yang terbuat dari

besi cor ulet mengalami kegagalan keausan permukaan yang parah. Dalam beberapa tahun terakhir, upaya khusus telah dilakukan oleh manufaktur untuk meningkatkan kinerja keausan besi cor ulet dengan berbagai perlakuan panas dan metode penguatan permukaan (Chen *et al.*, 2023)

Poros engkol membutuhkan gaya dari batang penghubung untuk mengubah gaya menjadi torsi, dan menggerakkan bagian lain dari mesin untuk bekerja. Dalam proses pengoperasian mesin, jurnal poros engkol juga rentan terhadap keausan, mengakibatkan pengurangan presisi kawin permukaan pasangan bantalan poros engkol, yang akan menghasilkan getaran abnormal atau fenomena kebisingan (Zhu *et al.*, 2023)

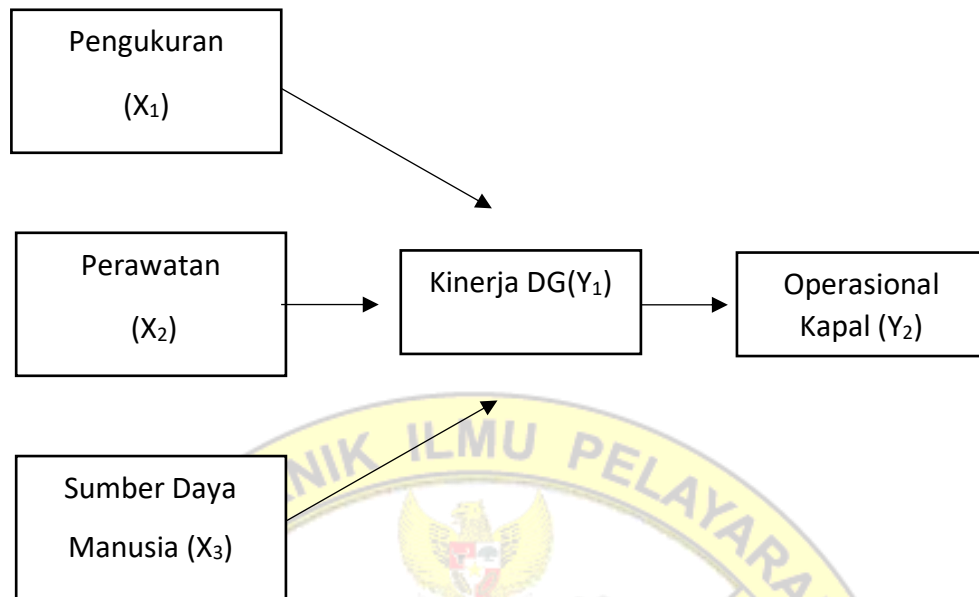
Dengan pengaruh tersebut menurut (Chen *et al.*, 2023) perawatan poros engkol sangatlah penting mengingat poros engkol sebagai komponen penting dari mesin otomotif, poros engkol biasanya memerlukan perawatan permukaan untuk meningkatkan keandalan dan masa pakainya. Perawatan pada poros engkol yang dapat dilakukan dalam hal ini mengenai pengukuran *clearance* pada *crankpin bearing* dan *main bearing*, Serta pengukuran pipi engkol atau biasa disebut di atas kapal dengan istilah *crank web deflection*. Menurut (Nozdrzykowski *et al.*, 2024) pengukuran poros engkol dilakukan sesuai dengan fondasi ilmiah modern dan penilaian yang berarti dari kondisi geometris poros engkol besar yang konsisten dengan kondisi aktualnya.

Saat mengukur poros engkol pada dudukan, pusat kontur penampang dari bagian yang diukur tidak perlu terletak pada sumbu rotasi dudukan lokasi. Menurut karakteristik poros engkol yang disajikan dan metode pengukuran

yang digunakan untuk mengevaluasi kondisi geometrisnya, elemen terpenting dari prosedur ini adalah eksentrisitas karena penyimpangan poros dan kondisi di mana pengukuran dilakukan, terutama kondisi pendukung. Perpindahan eksentrik sumbu pin selama rotasi poros karena faktor yang membuat penilaian kondisi geometris poros tidak dapat diandalkan sehubungan dengan penyimpangan yang ditentukan dari kebulatan pin dan posisi sumbu (Nozdrzykowski *et al.*, 2022).

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir pada dasarnya merupakan representasi konsep dan teori yang menjadi dasar penelitian. Peneliti menggunakan kerangka ini untuk memudahkan pemahaman mengenai arah konsep yang diusung, dengan menghubungkan variabel dan permasalahan yang ada. Kerangka berpikir dirancang untuk memberikan panduan yang logis dan sistematis selama proses penelitian, membantu menjelaskan hubungan antara berbagai elemen atau variabel yang dikaji, serta memandu peneliti dalam menjawab pertanyaan penelitian secara lebih terperinci. Dalam penelitian ini, Pengukuran (X1), Perawatan (X2), dan Sumber Daya Manusia (X3) digunakan sebagai variabel bebas (independen), sementara Kinerja DG (Y1) dan Operasional Kapal (Y2) merupakan variabel terikat (dependen). Berikut adalah kerangka berpikir yang digunakan dalam penelitian ini:



Gambar 2. 5 Kerangka berfikir
Sumber: Dokumentasi Penelitian (2024)

D. Hipotesis

Hipotesis merupakan sebuah pernyataan atau dugaan sementara yang disusun berdasarkan analisis awal peneliti dan belum terbukti kebenarannya. Hipotesis dirancang untuk memberikan arah yang jelas dalam penelitian dan akan diuji menggunakan data empiris guna menentukan tingkat validitasnya. Proses pengujian hipotesis harus berlandaskan teori yang sesuai dan didukung oleh fondasi konseptual yang kokoh, serta memanfaatkan metode analisis yang tepat untuk memperoleh hasil yang valid dan dapat dipercaya. Hipotesis berfungsi untuk menjelaskan hubungan antara variabel yang dikaji serta memberikan gambaran awal mengenai hasil yang diprediksi. Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. X_1 (Pengukuran) dan Y_1 (Kinerja DG)

- a. $H_0 \longrightarrow X_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_1
(Pengukuran tidak berpengaruh terhadap Kinerja DG)
- b. $H_1 \longrightarrow X_1$ berpengaruh terhadap Y_1
(Pengukuran berpengaruh terhadap Kinerja DG)

2. X_2 (Perawatan) dan Y_1 (Kinerja DG)

- a. $H_0 \longrightarrow X_2$ tidak berpengaruh terhadap Y_1
(Perawatan tidak berpengaruh terhadap Kinerja DG)
- b. $H_2 \longrightarrow X_2$ berpengaruh terhadap Y_1
(Perawatan berpengaruh terhadap Kinerja DG)

3. X_3 (Sumber daya manusia) dan Y_1 (Kinerja DG)

- a. $H_0 \longrightarrow X_3$ tidak berpengaruh terhadap Y_1
(Sumber daya manusia tidak berpengaruh terhadap Kinerja DG)
- b. $H_3 \longrightarrow X_3$ berpengaruh terhadap Y_1
(Sumber daya manusia berpengaruh terhadap Kinerja DG)

4. X_1 (Pengukuran) dan Y_2 (Operasional Kapal)

- a. $H_0 \longrightarrow X_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_2
(Pengukuran tidak berpengaruh terhadap Operasional Kapal)
- b. $H_4 \longrightarrow X_1$ berpengaruh terhadap Y_2
(Pengukuran berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

5. X_2 (Perawatan) dan Y_2 (Operasional Kapal)

- a. $H_0 \longrightarrow X_2$ tidak berpengaruh terhadap Y_2
(Perawatan tidak berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

b. $H_5 \longrightarrow X_2$ berpengaruh terhadap Y_2

(Perawatan berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

6. X_3 (Sumber daya Manusia) dan Y_2 (Operasional Kapal)

a. $H_0 \longrightarrow X_3$ tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Sumber daya manusia tidak berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

b. $H_6 \longrightarrow X_3$ berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Sumber daya manusia berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

7. Y_1 (Kinerja DG) dan Y_2 (Operasional Kapal)

a. $H_0 \longrightarrow Y_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja DG tidak berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

b. $H_7 \longrightarrow Y_1$ berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja DG berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh pengukuran, perawatan, sumber daya manusia melalui kinerja DG terhadap operasional kapal, dengan jumlah responden yaitu sebanyak 80 orang diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kerusakan pada *crankpin* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kesalahan ketika proses pengencangan baut *big end connecting rod* yang menjadi dudukan *crankpin bearing*. berikutnya keausan akibat beban berlebih, kualitas pelumas yang sudah menurun, ketidakakuratan dalam pengukuran *clearance*, serta kualitas bahan material *crankpin bearing* yang digunakan. Suhu yang tidak terkontrol dan getaran mesin yang berlebihan juga berkontribusi pada kerusakan ini. Faktor-faktor tersebut saling berkaitan dan dapat memperburuk kondisi *crankpin* jika tidak dikelola dengan baik.
2. Kerusakan *crankpin* dapat mengakibatkan penurunan efisiensi mesin Diesel Generator, menyebabkan kegagalan sistem yang lebih besar, serta meningkatkan biaya perawatan dan penggantian komponen. Dampak lainnya termasuk gangguan operasional yang mengancam kontinuitas pasokan listrik dan keselamatan kerja. Selain itu, kerusakan *crankpin* berpotensi memperpendek umur pakai *crankshaft*, mengharuskan perawatan yang lebih sering dan mahal. Keandalan dan efisiensi mesin dapat terganggu, yang selanjutnya mempengaruhi operasional kapal.

3. Optimasi perawatan pada Diesel Generator dapat dilakukan melalui perawatan preventif yang terstruktur, pemantauan kondisi mesin secara real-time, serta pelatihan operator untuk mengurangi kesalahan manusia. Penggunaan teknologi sensor untuk mendeteksi parameter mesin *P-max monitoring system* (PMS) dan perawatan berbasis kondisi juga menjadi strategi penting untuk meningkatkan efisiensi perawatan. Pemilihan suku cadang berkualitas tinggi dan evaluasi berkala terhadap prosedur perawatan juga berperan dalam meningkatkan kinerja mesin.
4. Pengukuran, perawatan, dan sumber daya manusia berpengaruh secara langsung terhadap kinerja DG dengan nilai tertinggi 0,930 dari variable perawatan dan di susul variable sumber daya manusia dengan nilai 0,338 namun pengukuran memiliki nilai terendah dengan -0,321, ini memunjukkan variable pengukuran tidak cocok untuk memediasi variabel terikat dari Kinerja Diesel Generator.

Kemudian pengukuran, sumber daya manusia, dan kinerja DG tidak berpengaruh secara langsung terhadap operasional kapal, namun pada kenyataanya kinerja DG berpengaruh terhadap operasional kapal dikarenakan Mesin Induk membutuhkan suplai daya dari diesel generator untuk menjalankan motor dari pompa minyak lumas, pompa bahan bakar, pompa pendingin, serta pompa AUX blower yang menjadi pesawat bantu dari mesin induk. Serta daya dari DG juga berfungsi untuk menyuplai listrik untuk motor *cargo pump* untuk menunjang saat kapal dalam proses bongkar muat.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian bahwa masih terdapat konsumen yang kurang setuju terhadap pernyataan pada variable pengukuran, perawatan, sumber daya manusia, kinerja DG, dan operasional kapal. Maka berdasarkan tanggapan tersebut disarankan untuk perbaikan yaitu:

1. Meningkatkan pemahaman terhadap faktor-faktor penyebab kerusakan ini sangat penting untuk merancang strategi perawatan yang efektif. Penanganan yang tepat terhadap faktor-faktor ini dapat mengurangi risiko kerusakan dan meningkatkan keandalan mesin Diesel Generator.
2. Perlu adanya deteksi dan perbaikan dini terhadap kerusakan *crankpin* sangat penting untuk meminimalkan dampak negatif tersebut.
3. Implementasi sistem pemantauan berbasis sensor secara *P-max monitoring system* (PMS) real-time, dikombinasikan dengan perawatan berbasis kondisi *plan maintenance system* (PMS) yang disesuaikan dengan data operasional mesin, terus ditingkatkan untuk memastikan deteksi dini terhadap potensi kerusakan, sehingga dapat meminimalkan downtime dan memperpanjang umur operasional Diesel Generator secara efisien.
4. Fokuskan upaya perbaikan pada aspek perawatan Diesel Generator (DG) dan pengukuran yang lebih akurat, karena perawatan memiliki pengaruh langsung terhadap operasional kapal, sementara kinerja DG dan sumber daya manusia perlu dioptimalkan agar dapat mendukung operasional kapal secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, P. A., & Sugiarti, H. (2024). Structural Equation Modeling for the Influence of Effectiveness, Lifestyle, and Income Level on the Use of E-Wallet Services by Urban Workers'. *Jurnal Ilmiah Sains*, 24(April), 70–79. <https://doi.org/10.35799/jis.v24i1.54458>
- Aliakbari, K., Nejad, R. M., Mamaghani, T. A., Pouryamout, P., & Asiabaraki, H. R. (2022). Failure analysis of ductile iron crankshaft in compact pickup truck diesel engine. *Structures*, 36(October 2021), 482–492. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.12.034>
- Amin, N. F., Garancang, S., & Abunawas, K. (2023). Konsep Umum Populasi Dan Sampel Dalam Penelitian . Oleh ka. *JURNAL PILAR*, 14(1), 15–31.
- Amruddin, Priyanda, R., Agustina, T. S., Ariantini, N. S., Rusmayani, N. G. A. L., Alisandar, D. A., Ningsih, K. P., Wulandari, S., Putranto, P., Yuniati, I., Untari, I., Mujiani, S., Wicaksono, D. (2015). *Metodologi Penelitian Kuantitatif*.
- Anwar, S. F., & Adam, M. (2023). Optimalisasi Penggunaan SmartPLS sebagai Alat Pengolahan Data Penelitian Mahasiswa S1. 4(5), 141–145.
- Arifianti, E. R., & Junianto, M. R., Paksi, A. T. D. (2024). Pengukuran Quality Of Service And Facilities terhadap Customer Satisfaction. *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan*, 8(1), 186–195. <https://ejournal.uniramalang.ac.id/index.php/g-tech/article/view/1823/1229>
- Aziz, A. ., Anwar, S., & Setiawan, A. . (2023). Determinant Analysis Corporate Governance and Csr To Financial. *Jurnal Akunida*, 9(1), 1–15.
- Bennett, S. (2010). Modern Diesel Technology Diesel Engines. In *DELMAR CENGAGE Learning*. <https://doi.org/10.1002/9780470114735.hawley05320>
- Chen, G., Wang, Y., Zhong, N., Fan, Z., & Wang, G. (2023). Design and research of a heavy load fatigue test system based on hydraulic control for full-size marine low-speed diesel engine bearings. *Ocean Engineering*, 288(July). <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.116174>
- Chen, Z., Yu, X., Ding, N., Cong, J., Sun, J., Jia, Q., & Wang, C. (2023). Wear resistance enhancement of QT700-2 ductile iron crankshaft processed by laser hardening. *Optics and Laser Technology*, 164(October 2022), 109519. <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2023.109519>
- Darda, A., & Rojikun, A. (2022). ANTESEDEN KINERJA PEGAWAI. In *Eureka Media Aksara*.

- Darwin, M., Umam, K. (2020). Analisis Indirect Effect pada Structural Equation Modeling (Comparative Study of Using Amos and SmartPLS Software). *Nucleus*, 1(2), 50–57.
- Duryadi. (2021). Metode Penelitian Ilmiah Metode Penelitian Empiris Model Path Analysis dan Analisis Menggunakan SmartPLS. In *Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik* (Vol. 7, Issue 1).
- Energi, D. of. (2005). *Diesel Engine Fundamental*.
- Febrianingrum, A., Lutfiyani, E. B., Yusron, M.(2024). Analisis Structural Equation Modelling Pendekatan Partial Least Square Dan Pengelompokan Dengan Finite Mixture Pls (Fimix-Pls) (Studi Kasus: Kemiskinan Rumah Tangga di Indonesia 2017). *Jurnal Gaussian*, 8(1), 35–45. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v8i1.2662>
- Fernanda, J. W., Luthifiana, V., & Akhyar, M. K. (2022). Analisis Partial Least Square Structural Equation Model (PLS-SEM) untuk Pemodelan Penerimaan Sistem Jaringan Informasi Bersama Antar Sekolah (JIBAS). *J Statistika: Jurnal Ilmiah Teori Dan Aplikasi Statistika*, 15(2), 292–297. <https://doi.org/10.36456/jstat.vol15.no2.a6436>
- Ferreira, R. N., Falleiros, J. C., Zampieri, P. R., Ferreira, J. V., & Bittencourt, M. L. (2024). Experimental and numerical fatigue evaluation of lightweight crankshafts. *Results in Engineering*, 23(September 2023). <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102730>
- Fonte, M., Freitas, M., & Reis, L. (2019). Failure analysis of a damaged diesel motor crankshaft. *Engineering Failure Analysis*, 102(January), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.04.025>
- Hosseini, S. M., Azadi, M., Ghasemi-Ghalebahman, A., & Jafari, S. M. (2023). Fatigue crack initiation detection in ductile cast iron crankshaft under rotating bending fatigue test using the acoustic emission entropy method. *Engineering Failure Analysis*, 144(November 2022), 106981. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106981>
- Husen, A. (2023). Strategi Pemasaran Melalui Digital Marketing. *Journal Of Social Science Research*, 4(1), 1–11.
- Intruccion Book L23/30H. (2005). Intruction Book L23/30H ZHENJIANG MARINE DIESEL WORKS. *ZHENJIANG MARINE DIESEL WORKS*.
- Irvan, I. A., & Afgani, M. W. (2023). Filosofi Penelitian Kuantitatif Dalam Manajemen Pendidikan Islam. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran (JRPP)*, 6(4), 1407–1417.
- Irwan, & Adam, K. (2020). Metode Partial Least Square (Pls) Dan Terapannya

(Studi Kasus: Analisis Kepuasan Pelanggan Terhadap Layanan Pdam Unit Camming Kab. Bone). *Jurnal Teknosains*, 9(1 Januari), 53–68.

Jiao, A., Liu, B., Chen, X., Zou, X., & Wang, F. (2020). Fracture failure analysis of KL crankshaft. *Engineering Failure Analysis*, 112(May 2019), 104498. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104498>

Kuldeep, B., Ravikumar, K. P., Guruprasad, B. S., Amriya Tasneem, H. R., Ashrith, H. S., Shree, N., Ali, M. M., Bashir, M. N., & Ahamad, T. (2023). A novel composite connecting rod: study on mechanical and dynamic behaviour through experimental and finite element approach. *Composites Part C: Open Access*, 12(October). <https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2023.100413>

Kumar, L. R., Ravinthiran, A., Srivarshani, P., Sharadha, S., Saravanan, V., & Ajith Kumar, R. (2023). Investigations on multi cylinder four stroke diesel engine's crankshafts with different materials. *Materials Today: Proceedings*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.058>

Li, G., Wang, J., Li, K., Yang, K., Han, W., & Li, S. (2024). Effects of isopropanol-butanol-ethanol on the performance, combustion and emission characteristics of a diesel-methanol dual-fuel engine. *Renewable Energy*, 237(November). <https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.121790>

Li, X., Liang, G., Ling, X., Xu, C., & Xu, J. (2023). An investigation of relationships between statistical dispersion of crankshaft's fatigue properties and initial damage. *Engineering Failure Analysis*, 154(September). <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107680>

Lin, Y. A. (2019). Examining the Optimal Choice of SEM Statistical Software Packages for Sustainable Mathematics Education: A Systematic Review. *Sustainability (Switzerland)*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/su15043209>

Ma, K., Du, J., Liu, Y., & Chen, X. (2024). Torsional vibration attenuation of a closed-loop engine crankshaft system via the tuned mass damper and nonlinear energy sink under multiple operating conditions. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 207(September 2023), 110941. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2023.110941>

Mateus, J., Anes, V., Galvão, I., & Reis, L. (2019). Failure mode analysis of a 1.9 turbo diesel engine crankshaft. *Engineering Failure Analysis*, 101(March), 394–406. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.04.004>

Munifa, & , M Suun, J. Z. (2024). SEIKO : Journal of Management & Business Karakteristik Perusahaan Dimoderasi Pengungkapan Corporate Social Responsibility Terhadap Nilai Perusahaan. *SEIKO : Journal of Management & Business*, 7(1), 680–696.

- Muthia, A., Setiawan, T. H., G. S. (2021). Analisis Tingkat Penerimaan Program “Beberes Sendiri Pada Restoran Kfc Menggunakan Metode Structural Equation Modelling – Partial Least Square (Sem-Pls). *Jurnal Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 2(1), 22–33. <https://doi.org/10.46306/lb.v2i1.51>
- Nozdrzykowski, K., Grządziel, Z., & Dunaj, P. (2022). Determining geometrical deviations of crankshafts with limited detection possibilities due to support conditions. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 189(October 2021), 110430. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.110430>
- Nozdrzykowski, K., Grzejda, R., Nozdrzykowska, M., & Stepień, M. (2024). Determination of geometrical deviations of large crankshafts depending on the adopted conditions of their fixing and support. *Precision Engineering*, 91(September), 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2024.09.004>
- Nugraha, B. S. P., & Masithoh, D. (2023). Partial Least Squares-Structural Equation Modeling, Kebiasaan Baru Masa Pandemi Covid 19 Dan Perubahan Perilaku Konsumen Terhadap Penguatan Karakter Sociopreneur. *Jurnal Economina*, 2(6), 1233–1246. <https://doi.org/10.55681/economina.v2i6.593>
- Nurhalizah, S., & Kholijah, G. (2023). Analisis Structural Equation Modeling Partial Least Square pada. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 6(2), 125–135.
- Nurhalizah, S., Kholijah, G., & Gusmanely, Z. (2024). Analisis Structural Equation Modeling Partial Least Square pada Kinerja Pegawai PT. Bank Pembangunan Daerah Jambi. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 6(2), 125. <https://doi.org/10.13057/ijas.v6i2.78921>
- Nusrang, M., Fahmuddin, M., & Hafid, H. (2023). Penerapan Metode Structural Equation Modelling-Partial Least Squares (Sem-Pls) Dalam Mengevaluasi Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pdrb Di Indonesia. *Seminar Nasional Dies Natalis 62, 1*, 543–548. <https://doi.org/10.59562/semnasdies.v1i1.1088>
- Park, M. H., Hur, J. J., & Lee, W. J. (2023). Prediction of diesel generator performance and emissions using minimal sensor data and analysis of advanced machine learning techniques. *Journal of Ocean Engineering and Science*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.joes.2023.10.004>
- Permata, A. R. (2023). Analisis Data Penelitian Kesehatan: Perbandingan Hasil antara SmartPLS, R dan IBM SPSS Health Research Data Analysis: Comparison of Results between SmartPLS, R and IBM SPSS. *Jurnal Sains Natural*, 1(1), 17–22.
- Purwanto, A., & Sudargini, Y. (2021). Partial Least Squares Structural Squation

Modeling (PLS-SEM) Analysis for Social and Management Research : A Literature Review. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 2(4), 114–123.

Sabir, M., & Sandy, S. (2022). Marketing Mix Dengan Pendekatan SEM-PLS. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(11), 15426–15436. <https://jurnal.syntaxliterate.co.id/index.php/syntax-literate/article/view/9941>

Santoso, E., Arisyahidin, Askafi, E. (2021). JURNAL FAIR VALUE. *JURNAL ILMIAH AKUNTANSI DAN KEUANGAN*, 4(2), 441–457.

Santoso, T. I., Indrajaya, D. (2023). Penggunaan SEM – PLS dan Aplikasi SmartPLS Untuk Dosen dan Mahasiswa. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Akademisi*, 2(2), 97–104. <https://doi.org/10.54099/jpma.v2i2.630>

Sayyida. (2023). Structural Equation Modeling (Sem) Dengan Smartpls Dalam Menyelesaikan Permasalahan Di Bidang Ekonomi. *Journal MISSY (Management and Business Strategy)*, 4(1), 6–13. <https://doi.org/10.24929/missy.v4i1.2610>

Sitorus, R. R., & Tambun, S. (2023). Pelatihan Aplikasi Smart PLS untuk Riset Akuntansi bagi Ikatan Akuntan Indonesia (IAI) Wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.33394/jpu.v4i1.6624>

Subhaktiyasa, P. G. (2024). *PLS-SEM for Multivariate Analysis : A Practical Guide to Educational Research using SmartPLS*. 4(3).

Sudiksa, I. ., Sutrisni, K. ., & Sunarta, N. (2024). Analisis Data Penelitian Teknologi Pembelajaran:Perbandingan Hasil Antara Warppls, Smartpls, Amos,Dan Spss Dengan Jumlah Sampel Sedang. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia*, 14(1), 93–102. https://ejournal2.undiksha.ac.id/index.php/jurnal_tp/article/download/3424/1450/

Sudirman, Samudera, W., Hadi, S., & Hadlun. (2023). Pendampingan Pengenalan Program SEM-PLS Di STAI Al-Amin Gersik Kediri Lombok Barat. *Jurnal Pengabdian Al-Amin*, 1(1), 96–105. <https://doi.org/10.54723/jpa.v1i1.114>

Sun, H., Zhang, W., & Wang, Y. (2024). *Experimental study on the cerium oxide nanoparticles doped in diesel fuel improving the cold start performance of diesel engines at high-altitude and low-temperature environments*. 381(September 2024).

Sunandar, H., Medan, B. D., Greedy, A., & Greedy, S. (2019). Optimalisasi Implementasi Algoritma Greedy dalam Fungsi Penukaran Mata Uang Rupiah. *Jurnal Teknik Informatika Unika St. Thomas*, 04, 193–201.

- Suriana, S., Rahmawati, R., & Ekawati, D. (2022). Partial Least Square-Structural Equation Modeling pada Tingkat Kepuasan dan Persepsi Mahasiswa terhadap Perkuliahan Online. *Saintifik*, 8(1), 10–19. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v8i1.362>
- Suryanto, D. (2022). The Effect of Leadership And Motivation On Employee Performance At Pt. Selago Makmur Plantation Palm Factory Unit Incari Raya Group. *INVEST : Jurnal Inovasi Bisnis Dan Akuntansi*, 3(1), 108–118.
- Taylor, D. (2003). Introduction To Marine Engineering. In *ELSEVIER*.
- Tian, L., Ding, N., Liu, L., Xu, N., Guo, W., Wu, X., Xu, H., & Wu, C. M. L. (2023). Fracture failure of the multi-throw crankshaft in a sport utility vehicle. *Engineering Failure Analysis*, 145(January). <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.107036>
- Waruwu, M. (2023). Pendekatan penelitian pendidikan: metode penelitian kualitatif, metode penelitian kuantitatif dan metode penelitian kombinasi (Mixed Method). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7, 2896–2910.
- Wingdes, I. (2019). Pemanfaatan SEM PLS untuk Penelitian. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 43–48.
- Xu, Z., Wang, S., Gao, L., Qiao, X., & Cui, Y. (2024). Fatigue life analysis model of crankshaft under uncertain working conditions based on physical-data collaboration. *Journal of Engineering Research (Kuwait)*, December. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.12.002>
- Yuliawan, K. (2021). Pelatihan SmartPLS 3.0 Untuk Pengujian Hipotesis Penelitian Kuantitatif. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 43–50.
- Zhenwei, W., Jianping, W., Changwen, H., Jiabing, S., Baoguo, X., & Xingquan, Z. (2022). Cracking failure analysis of steel piston forging die. *Engineering Failure Analysis*, 138(November 2021), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106291>
- Zhu, S., Cong, J., Yuan, W., Guo, Q., Yao, X., Chi, B., & Yan, A. (2023). Simulation of heavy-duty crankshaft sub-dynamics and experimental study of wear mechanisms. *Materials Today Communications*, 36(August), 106826. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2023.106826>

LAMPIRAN 1 Ship Particular



PT GEMILANG BINA LINTAS TIRTA SHIP MANAGEMENT

CREW LIST (1.4.03.2019) Rev.08

C-04

CREW LIST

NAME OF VESSEL		M/T PETROMAX	FLAG	INDONESIA	IMO NO	9295050					
CALL SIGN		YDBJ	TYPE	OIL TANKER	GT / NRT	22,184 / 9,834					
S/N	CREW NO	NAME	RANK	NATIONALITY	DATE		PASSPORT	SEAMAN BOOK	COC		
					D.O.B	SIGN ON				NO	
					PLACE OF BIRTH	SIGN OFF PROJECTION				EXPIRY	
1	D-D308	DADI SUYADI	MASTER	INDONESIAN	7-Jul-1966	02-Nov-2023	E 2606415	G 005428	ANT I		
					SUBANG	02-May-2024	13-Jun-2033	14-May-2025	6200107142N10214		
2	D-S442	SAEFTIN NOHA	CH OFF	INDONESIAN	4-May-1988	08-Dec-2023	C 809740	I 093149	ANT I		
					PEMALANG	08-Jun-2024	9-Sep-2026	12-Oct-2026	6200351770N10319		
3	D-M229	MUHAMMAD SONI ISWANTO	2ND OFF	INDONESIAN	27-Jan-1993	30-Jul-2023	C 7448928	F 162486	ANT II		
					BANYUMAS	24-Mar-2024	13-Nov-2025	14-Aug-2025	6201309277N20117		
4	D-R090	REZA PRATAMA	3RD OFF	INDONESIAN	15-Dec-1994	13-Jun-2023	E 3843109	H 037962	ANT III		
					TB KARIMUN	13-Mar-2023	8-Jun-2033	18-Jul-2025	6211413790N30117		
5	D-F090	FAADHIL RAIS ZALNI	Jr. OFF	INDONESIAN	10-Mar-1998	28-Jun-2023	E 3362904	F 219934	ANT III		
					PADANG	28-Feb-2024	6-Jun-2033	21-Feb-2026	6211760638N35120		
6	E-J025	JAKA ARISTIYANTO	CH ENG	INDONESIAN	30-Jun-1976	16-Nov-2023	E 5204907	G 027135	ATT I		
					SEMARANG	16-May-2024	13-Oct-2033	3-Dec-2025	6201016626T10319		
7	E-Z036	ZULKIFLI AZIKIN	2ND ENG	INDONESIAN	1-Aug-1985	28-Jun-2023	C 5038220	F 220578	ATT II		
					ULUNG PANDANG	28-Dec-2023	6-Mar-2025	25-Feb-2024	6200420735T20415		
8	E-R066	RIZKAL JULIANDI RENWARIN	3RD ENG	INDONESIAN	30-Jul-1992	30-Jul-2023	C 7898439	I 028318	ATT II		
					JAKARTA	24-Mar-2024	4-May-2026	28-Mar-2026	6201481284T20118		
9	E-H080	HERLAN GUSTIRANDA	4TH ENG	INDONESIAN	26-Aug-1996	28-Jun-2023	C 7793539	I 057090	ATT II		
					PAYAKUMBUH	28-Feb-2024	19/Mar/2026	5-Jun-2026	6211523858T20121		
10	E-M244	MUHAMMAD ALFIN NORMANDY	JR. ENG	INDONESIAN	22-Aug-1999	10-Jun-2023	C 3753125	F241920	ATT III		
					MAGELANG	10-Feb-2024	8/Jul/2024	9/Jul/24	6211853618T3021		
11	E-Y105	YUSUF ANUGRAH	ELECTRICIAN	INDONESIAN	1-Apr-1996	02-Nov-2023	C 8244782	I 097622	ETO		
					BANYUMAS	02-Jul-2024	14-Dec-2036	22-Sep-2026	6211585248E10518		
12	D-D079	DARYONO	P/MAN A	INDONESIAN	7-Jun-1962	06-Sep-2023	C 6966180	F 312827			
					KEBUMEN	06-May-2024	14-Jul-2025	1-Oct-2025	6200505269340716		
13	D-D24P	DIJEMY HUMBAS	P/MAN B	INDONESIAN	22-Jan-1971	10-Jun-2023	C 8527709	E 112110			
					MANADO	10-Feb-2024	8-Mar-2027	23-Aug-2023	6200086114340716		
14	D-E038	EDI NUHLUNG	Q/M A	INDONESIAN	15-Aug-1992	30-Jul-2023	C 8679104	I 059119			
					RANTE LIMBONG	17-Mar-2024	13-May-2027	12-Jul-2026	6200171279340221		
15	D-M266	MOHAMMAD ZAIRI	Q/M B	INDONESIAN	18-May-1998	10-Jun-2023	C 7932232	F 221754			
					BANGKALAN	10-Feb-2024	18-May-2026	28-Mar-2024	6211711638340120		
16	D-B317	BAYU ARIF SETIAWAN	Q/M C	INDONESIAN	10-Sep-1988	28-Jun-2023	C 8676020	G 048020			
					SEMARANG	28-Feb-2024	17-Mar-2027	16-Dec-2025	6200261317340517		
17	E-D01C	DEDY UNAEDI	OILER NO.1	INDONESIAN	7-Apr-1968	06-Sep-2023	E2605223	I 076392			
					SUBANG	06-May-2024	24-May-2033	14-Aug-2026	6200063617420223		
18	E-S226	SUBAIRI ARIFIN	OILER A	INDONESIAN	19-Apr-1967	10-Jun-2023	C 7386311	G 107855			
					SAMPANG	10-Feb-2024	9-Oct-2025	12/Nov/2024	6200066281420717		
19	E-A258	AHMAD KHOIRI	OILER B	INDONESIAN	3-Jun-1989	28-Jun-2023	C 7103258	G 039121			
					LAMONGAN	28-Feb-2024	14/Jul/2025	6/Dec/2024	6201317965420517		
20	E-O011	OSA UMANSYAH	OILER C	INDONESIAN	02-Nov-1971	12-May-2023	C 8676071	I 027870			
					JAKARTA	11-Jan-2024	18/Mar/2027	17/Mar/2027	6200084111420716		
21	C-M2C3	MUSTOPA	CH COOK	INDONESIAN	13-Feb-1967	30-Jul-2023	C 8427838	I 041971			
					BANGKALAN	23-Feb-2024	3-Feb-2027	22-May-2026	6211747539010321		
22	D-M427	MAULANA WAHYU ARDIYANTO	M/BOY	INDONESIAN	4-Sep-1992	28-Jun-2023	C 7841367	F 158869			
					TEMANGGUNG	28-Feb-2024	20-Sep-2026	8-Jan-2024	6211747539010321		
23	D-M465	MUHAMMAD ADIB SYAFRUDDIN	D/CADET A	INDONESIAN	1-Apr-2001	02-Nov-2023	E 2860475	I 008294			
					TEMANGGUNG	02-Nov-2024	28-Mar-2033	27-Feb-2025	6212251677010322		
24	D-M459	MUHAMMAD FAIZ ALIF PRAMANDA	D/CADET B	INDONESIAN	27-Jul-2003	08-Dec-2023	E 2860613	I 008291			
					KLATEN	08-Dec-2024	28/Mar/2033	27/feb/2026	6212251675010322		
25	D-A445	ALFINO LINGGIALO	D/CADET C	INDONESIAN	10-May-2000	11-Feb-2023	C 9571281	G110634			
					BATAM	10-Feb-2024	14/Jul/2027	08/Sep/2024	6212023360010420		
26	E-B071	BAGAS KURNIA SETIATMAJI	E/CADET A	INDONESIAN	11-Aug-2000	08-Dec-2023	E 3610573	H 094491			
					PONOROGO	08-Dec-2024	31/May/2033	30/Jun/2026	6212230200010522		
27	E-A282	AFZA SABIQ FAIZUN	E/CADET B	INDONESIAN	6-Jan-2001	12-May-2023	C 8542233	H 020478			
					PEKALONGAN	11-May-2024	112 APR 27	01/Apr/2025	6212114103010321		
SUBMITTED BY		Capt. Dadi Suyadi		COPY TO GBLT JAKARTA							
DATE		8-Dec-23									

TOTAL NUMBER OF CREW INCLUDING MASTER: 27 PERSONS (ALL INDONESIAN)

LAMPIRAN 2 Crew List

M.T. PETROMAX - PARTICULARS

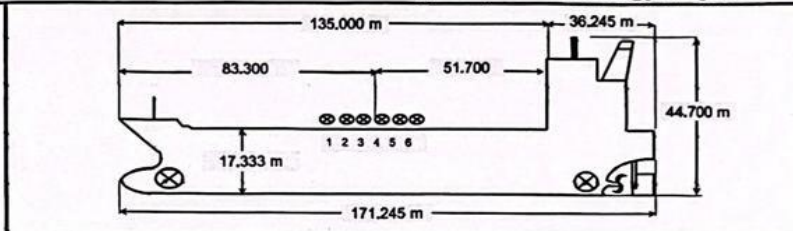
CALL SIGN	Y D B J 2
FLAG	INDONESIA
PORT OF REGISTRY	JAKARTA
TYPE	OIL TANKER
IMO NUMBER	9295050
CLASS SOCIETY	NKK
CLASSIFICATION NO.:	059845
CLASS NOTATION	NS / MNS (TOB)(ESP)(PSCM)(M0)
P&I CLUB	THE STANDARD CLUB ASIA LTD

CONTRACT	Monday, May 12, 2003
KEEL LAID	Friday, July 23, 2004
DELIVERED	Tuesday, March 8, 2005
BUILDING PLACE	DALIAN SHIPYARD, CHINA

SATELLITE COMMUNICATION		
	INMARSAT-F	INMARSAT-C
PHONE	870-773993443	
FAX	-	
TELEX	-	452504696
	-	452504697
MMSI	525121013	
Email (1)	petromax@gemilang-sm.com	
Email (2)	petromax@gemilangfleet.com	

OWNER	PT. NAGA SINAR MARITIM: Jalan Jemur Andayani 50 Blok C 38, Surabaya Jawa Timur, Indonesia
MANAGER	PT. GEMILANG BINA LINTAS TIRTA: Danatama Square II, Floor 1-3, Jalan Mega Kuningan Timur Block C6, Kav. 12A Jakarta Selatan - 12950, Indonesia Tel: +62 21 30485608 Email: marine@gemilang-sm.com & technical@gemilang-sm.com

PRINCIPAL DIMENSIONS	
LOA	171.245 m
LBP (registered)	163.690 m
BREADTH (registered)	27.390 m
DEPTH (moulded)	17.333 m
HEIGHT	44.700 m
BRIDGE FRONT - BOW	135.000 m
BRIDGE FRONT - STERN	36.245 m
BRIDGE FRONT - M'FOLD	51.700 m



TONNAGE	REGISTERED	SUEZ	PANAMA
NET	9,434	20,440	18,708
GROSS	22,184	23,621.64	-
REDUCED GROSS TONNAGE	17,398		

LOADLINE INFORMATION	Freeboard	Draft	Deadweight *Displacement
SUMMER	5.518 m	11.815 m	34,583 MT
WINTER	5.764 m	11.569 m	33,565 MT
TROPICAL	5.272 m	12.061 m	35,614 MT
LIGHTSHIP	14.596 m	2.737 m	9,143 MT
NORMAL BALLAST COND	10.174 m	7.159 m	15,921 MT
SEGRD BALLAST COND	10.096 m	7.237 m	16,210 MT
FRESH WATER ALLOWANCE (FWA): 264 mm			
TPC AT SUMMER DRAFT: 41.48 MT			

TANK CAPACITIES (M3)						
CARGO TANKS (100%)			FW Tanks (100%)	BALLAST TANKS (100%)		
COT 1	2254.3	2254.0		WBT 1W	2314.9	
COT 2	3201.8	3201.6	(P) - 173.8	WBT 2W	1299.2	
COT 3	3852.2	3851.9		DBT 2P	457.0	
COT 4	4345.9	43.45.6	(S) - 173.8	DBT 2S	571.2	
COT 5	3611.9	3611.6	Ttd 347.6	WBT 3W	2457.3	
COT 6	1493.4	1493.3		WBT 4W	2747.3	
TOTAL	37517.5		Boiler - 111.7	WBT 5W	2616.8	
SLOP	587.2	734.1	CW Tk - 9.0	WBT 6W	1672.4	
RESIDUAL	146.2		FW Dr. - 5.0	F P T	909.8	
TOTAL	1467.5		Ttd 125.7	A F T	768.4	
Level Gauge	AUXITROL Radar Refl.	Level Gauge <td>AUXITROL Radar Refl.</td> <th>TOTAL</th> <td>15814.3</td>	AUXITROL Radar Refl.	TOTAL	15814.3	
Overfill Alarm	98%	High alarm	95%			

MACHINERY / PROPELLER / RUDDER	
MAIN ENGINE	MAN-B & W 5550MC Mk6
M.C.R.	7150 KW @ 127 RPM
N.C.R.	6078 KW @ 110 RPM
GENERATOR (3 sets)	7L23/30H (910 KW @ 720 rpm)
PROPELLER	FIXED PITCH 4 BLADES
RUDDER	Semi balanced, Hanging type
STEERING GEAR (2-Ram)	Electro-Hydraulic Rapsom Slide
BOW THRUSTER	1150 BHP
STERN THRUSTER	1150 BHP
FW GENERATOR CAP	15 M3/DAY

BUNKER TANKS 100%	
1 FOT (P)	216.50 m3
1 FOT (S)	216.50 m3
2 FOT (P)	408.8 m3
2 FOT (S)	345.1 m3
FO Minor	152.9 m3
FO Sel.	51.0 m3
FO Srv	38.2 m3
FO Offw	21.6 m3
TOTAL	1478.2 m3
MGO (P/S)	57.6 / 70.7 m3
MGO Svc	47.9 m3
TOTAL	176.2 m3

WINCHES / ROPES / WIRES / ANCHORS / E T A		
	FWD	AFT
WINCHES	4	4
MOORING ROPES	8	8
WINDLASSES	2	
FIRE WIRES	1	1
ANCHORS	2	
EMERGENCY TOWING ARRANGEMENT	1	1

CARGO AND BALLAST PUMPING SYSTEM - FRAMO				
MAIN PUMPS	NO.	CAPACITY	HEAD	L/Min / Bar
CARGO OIL P/P's	10	500 M3/Hr	130 m	520 / 238
CARGO OIL P/P's	4	300 M3/Hr	130 m	318 / 234
CARGO OIL P/P	1	70 M3/Hr	60 m	67 / 159
PORTABLE P/P	1	250 M3/Hr	60 m	216 / 238
BALLAST PUMP	2	1000 M3/Hr	25 m	262 / 230
BILGE EJECTOR	1	80 M3/Hr	-	-
Fire/GS pump	1		11/4.5	-
Fire/Bilge/Ballast	1	168/280 M3/Hr	Kg	-
Emerg. Fire Pump	1	72 M3/Hr	9 Kg	-

LIFE BOATS	
FF 1x(34) + RB 1x(6)	
LIFE RAFTS	
4x(20) + 1x(6)	

CRANES	
Hose Handling Crane	10 T
Monorail Crane	4 T
Overhead Crane in E/R	3 T

MANIFOLD ARRANGEMENT (6 / 400 mm / Stainless Steel)	
Distance between cargo manifold centres	2,000 mm
Distance ship's rail to manifold	3,900 mm
Distance manifold to ship's rail	4,600 mm
Distance top of rail to centre of manifold	600 mm
Distance main deck to centre of manifold	1,950 mm
Distance spill grating to centre of manifold	900 mm
Manifold height above the waterline in normal ballast	12,124 mts
Manifold height above the waterline at SDWT condition	7,468 mts

IGS / VAPOUR EMISSION / VENTING	
IGS BLOWER CAPACITY (2 nos)	3750 M3/Hr Each
P/V VALVE PR / VAC. SETTING	1400 mm / -350 mm WG
P/V BREAKER PR / VAC. SETTING	1800 mm / -500 mm WG

SPEED INFORMATION	
Ballast speed (max): 14.2 kts	
Laden speed (max): 12.9 kts	
Propeller Immersion: 6.10 m	

FIRE FIGHTING SYSTEM	
E/RM	CO2 System + Local Micro Fog system
PUMP ROOM	CO2 System
CARGO AREA	Low exp. foam 3 % Flour Protein

LAMPIRAN 3 Tabulasi Data

No	Jenis Kelamin	X1.1	X1.2	X1.3	X1.4	X2.1	X2.2	X2.3	X2.4	X3.1	X3.2	X3.3	X3.4	Y1.1	Y1.2	Y1.3	Y1.4	Y2.1	Y2.2	Y2.3	Y2.4
1	RIYAN DAMARA	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5
2	SATRIYO KINAYUNG	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5
3	RIYAN DAMARA	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4
4	NAUFAL AHMAD TSANI	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4
5	ANGELINA ADRIA SETYA PUTRI	3	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4
6	SULTAN DIANANDA E.A	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5
7	ALFIANA CAHYA SYAHRANI	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5
8	DAWAM BANU AL AZHAR	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5
9	RICO ARIEF MUTTAQIN	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
10	MUHAMMAD FAQIH	3	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4
11	FATCHUR RAHMAN KHOIRUDDIN	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
12	FEBRI DWI NURROHMAN	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	FERI TAZKINUFUS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14	GILANG PRASETYO	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4
15	KRESNA AJI SAPUTRA	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4
16	IKHSAN FERRYANDA MALIK	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4
17	KEVIN RAHADI WIJAYA	4	5	4	5	4	3	5	5	5	4	4	3	4	3	5	4	4	3	5	5
18	MIFTAKHUL KHOIRI	4	5	4	5	4	3	5	5	5	4	4	3	4	3	5	4	4	3	5	5
19	MUHAMMAD HENDRI IQBAL MUTTAQIN	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5
20	RIZKY FIRMANSYAH	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
21	ARSYA SOFWAN SIRAJ	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
22	CANDRA YONGKY PRATAMA	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4
23	DAFA HERJUNO	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4
24	FARISYA ARNANDA HARIDANI	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
25	FARIZKY IHZA AZHARI	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
26	DIMAS BARAGAMA FAIZ SUHARWAN	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5
27	EKA CANDRA WIJAYA	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
28	FAIZAL PUTRA PERDANA	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5
29	MUHAMMAD ALFAN SYAHRONI	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4

No	Jenis Kelamin	X1.1	X1.2	X1.3	X1.4	X2.1	X2.2	X2.3	X2.4	X3.1	X3.2	X3.3	X3.4	Y1.1	Y1.2	Y1.3	Y1.4	Y2.1	Y2.2	Y2.3	Y2.4
30	DOTO LAKSONO	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5
31	YUNAN VALENTINO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
32	AJI MUHAMAD YUNUS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
33	ALFA YOFA PERMANA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
34	ANANG WICAKSONO	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
35	ARIEF BAGUS SETYO WIDAYAT	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
36	AKHMIL FAZA GHANI	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
37	KELVIN ENOS A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
38	LUTHFI DWI IBNU ARIDITYA	3	3	5	3	3	5	5	3	3	5	3	5	5	5	5	5	3	5	5	3
39	OLFAT JABIR HIDAYAT	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
40	HADI SUWITO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
41	MUHAMMAD DRIYA SATRIATAMA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
42	MUHAMMAD REZA DHIAULHAQ	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5
43	MUHAMMAD SHOBRON AZIZI	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
44	WILLYAM SETIADI	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4
45	ZALTA IBRAHIMOVIC	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
46	M.ADITYA BAGASKARA	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5
47	MUHAMMAD CAHYA GUMILANG	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
48	MUHAMMAD KHILMAN AQIL	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4
49	PRIYOGO PANGESTU	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4
50	RAKHMAT EDI AL AKBAR	3	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4
51	TRI SEPTA ADITYA	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5
52	YOZA IRFAN RAMDHANI	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5
53	APRIYANDO ADITIYA	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5
54	DANUARTA JULIAN SISWANTO	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
55	MOH IKBAL JUMAIDI	3	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4
56	HENDAN AFFANDIS	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
57	I GUSTI AGUNG NGURAH ADITYA PUTRA B	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
58	IDA BAGUS RAMA SUARBAWA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
59	M.YASFIK HASIM	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4
60	MUCHAMAD TAUFIK HIDAYAT	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4
61	ZAYEN AZMARA	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4

No	Jenis Kelamin	X1.1	X1.2	X1.3	X1.4	X2.1	X2.2	X2.3	X2.4	X3.1	X3.2	X3.3	X3.4	Y1.1	Y1.2	Y1.3	Y1.4	Y2.1	Y2.2	Y2.3	Y2.4
62	ANDI NAUFAL ADRIAN	4	5	4	5	4	3	5	5	5	4	4	3	4	3	5	4	4	3	5	5
63	MUH RIZKI FIRMANSYAH	4	5	4	5	4	3	5	5	5	4	4	3	4	3	5	4	4	3	5	5
64	SATRIO ADJIE PURNOMO	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5
65	TASSIN YOFA PRADANA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
66	DANIEL ARIANTO	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
67	DHUTA TANTRA YUSTITIO HARIYONO	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4
68	FAHMI HANIF FAHLURROKHI M	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4
69	FAHMI HERI PRASETYO	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
70	FAISAL BAYU RIZKI PRATAMA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
71	KRISNA HANDIKA WICAKSONO	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5
72	M MUKTAMAMUL ULA	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
73	MUHAMMAD IQBAL ARRASYID	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5
74	MUHAMAD RIDWAN NOVRIYADI	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4
75	MUHAMMAD SAID NUR RAFLIANTO	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5
76	FAHRUDIN MOCHTAR	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
77	I PUTU ADHITYA YASTRA PRAMANA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
78	ABID FATONI ALAUDIN	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
79	AJI PANGESTU	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
80	ARYA ZIBRO FARIK	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Jumlah	323	348	346	350	345	335	355	344	348	346	346	346	335	335	355	345	343	329	359	346
	Rata-Rata	4,03	4,35	4,32	4,37	4,31	4,18	4,43	4,30	4,35	4,32	4,32	4,32	4,18	4,18	4,43	4,31	4,28	4,11	4,48	4,32

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama : Afza Sabiq Faizun
2. NIT : 572011227668 T
3. Tempat/Tanggal lahir : Pekalongan, 6 Januari 2001
4. Jenis kelamin : Laki-laki
5. Agama : Islam
6. Alamat : Alamat jl.cendrawasih, Rt/Rw 07/03,
ds.pesanggrahan, kec wonokerto, kab. Pekalongan
7. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Furqoni
 - b. Ibu : Rita (alm)
8. Riwayat pendidikan
 - a. SDN 2 Sijambe : 2006-2012
 - b. SMP 1 Wonokerto : 2012-2015
 - c. SMK Baruna Putra : 2015-2018
 - d. PIP Semarang : 2020 – sekarang
9. Pengalaman Prala
 - a. Perusahaan : PT. Topas Maritime
 - b. Nama Kapal : MT. PETROMAX
 - c. Jenis Kapal : Tanker