



**ANALISIS KENAIKAN SUHU GAS BUANG MESIN
INDUK DISESEL SULZER *TYPE* 6RTA48T DI MV. DK02**

SKRIPSI

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

Oleh:

**MUHAMMAD FARHAN DZAQWAN DZAFRAN
NIT. 572011217633 T**

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

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KENIKAN SUHU
GAS BUANG MESIN INDUK DIESEL SULZER TYPE
6RTA48T DI MV. DK 02**

Disusun Oleh:

MUHAMMAD FARHAN DZAOWAN DZAFRAN
NIT. 572011217633 T

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

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, ...25 JUNI... 2024

Dosen Pembimbing I
Materi



Dr. MUH. HARLIMAN SALEH, M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP 19711102 199903 1 001

Dosen Pembimbing II
Metodelogi dan Penulisan



ANICITUS AGUNG NUGROHO, S.Si.T., M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19780417 200912 1 002

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika



Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T, M.Mar.E
Penata Tingkat I (III/d)
NIP.19730331 2006041 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Analisis kenaikan suhu gas buang mesin induk diesel sulzer type 6rta48t di MV. DK 02” karya,

Nama : Muhammad Farhan Dzaqwan Dzafran

NIT : 572011237633 T

Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik

Ilmu Pelayaran Semarang pada hari *Senin*, tanggal *1 Juli 2024*

Semarang, *1 Juli 2* 2024

PENGUJI

Penguji I : DIDIK DWI SUHARSO, S.Si.T., M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19770920 200912 1 001

Penguji II : Dr. MUH. HARLIMAN SALEH, M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19711102 199903 1 001

Penguji III : Ir. FITRI KENSIWI, M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19660702 199203 2 009



Mengetahui :
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Capt. SUKIRNO., M.MTr., M.Mar
Pembina Tingkat I (IV/b)
NIP. 19671210 199903 1 001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Farhan Dzaqwan Dzafran

NIT : 572011217633 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul “**Analisis kenaikan suhu gas buang diesel sulzer type 6rta48t di MV.DK02**”

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, 14 AGUSTUS 2024

Yang menyatakan pernyataan,



MUHAMMAD FARHAN D.D
NIT. 572011217633 T

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

1. "Fungsi pendidikan adalah mengajarkan seseorang untuk berpikir intensif dan kritis. Kecerdasan ditambah karakter, itulah tujuan pendidikan yang sesungguhnya" [**Martin Luther King Jr**]
2. "Kerasnya hidup mengajarkan kita untuk menghargai setiap momen kebahagiaan." [**Farhan Dzaqwan**]
3. "Karakter yang kuat adalah hasil dari pendidikan yang mendalam dan pengalaman hidup yang penuh makna." [**Farhan Dzaqwan**]

Persembahan :

1. Keluarga besar saya, terutama kedua orang tua saya
2. Teman seperjuangan, sekasta, sekelas, dan sekapal
3. Kepada Direktur PIP Semarang
4. Kepada Dosen pembimbing saya
5. Almamater PIP Semarang

PRAKATA

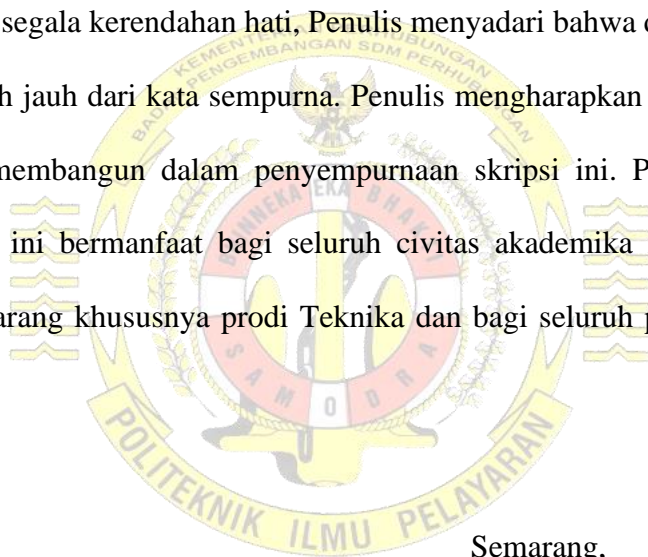
Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat serta hidayah-Nya Penulis telah mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis kenaikan suhu gas buang mesin induk diesel sulzer type 6rta48t di MV. DK02”, guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran dan untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

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

1. Bapak Capt. Sukirno., M.MTr., M.Mar selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T, M.Mar.E selaku Ketua Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Bapak Dr. Muh. Harliman Saleh, M. Pd selaku Dosen Pembimbing materi yang telah sabar dalam memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Anicitus Agung Nugroho, S.Si.T., M.Si.. selaku Dosen Pembimbing Metodologi Penelitian dan Penulisan yang telah sabar dalam memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
5. Seluruh tim penguji skripsi ini.

6. Seluruh dosen PIP Semarang yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.
7. Perusahaan PT. Karya Sumber Energy dan seluruh crew kapal MV. DK02 yang telah memberikan kesempatan untuk tempat penelitian dan praktik laut serta membantu proses penulisan skripsi ini.
8. Bapak dan Ibu selaku orang tua yang telah memberikan doa dan dukungannya.
9. Seluruh teman-teman angkatan LVII terutama teman-teman Prodi Teknika yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

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



Semarang, 2024

Penulis

MUHAMMAD FARHAN D.D
NIT. 572011227647 T

ABSTRAK

Dzafran, Muhammad Farhan Dzaqwan. 2024. “*Analisis kenaikan suhu gas buang mesin induk diesel sulzer type 6rta48t di MV. DK 02*”. Skripsi Program Diploma IV, Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. Muh. Harliman Saleh, M.Pd, Pembimbing II: Anicitus Agung Nugroho, S.Si.T., M.Pd.

Kenaikan suhu gas buang berdampak pada kegagalan mesin induk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis penyebab kenaikan suhu gas buang mesin induk, untuk memahami dan mengevaluasi dampak kenaikan suhu gas buang mesin induk, serta menganalisis cara mengatasi kenaikan suhu gas buang mesin induk di MV. DK 02.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif. Data penelitian dikumpulkan melalui observasi, wawancara dan studi dokumentasi.. *Fishbone analysis* digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kenaikan suhu gas buang pada mesin induk kemudian data dianalisis menggunakan analisis data kualitatif. teknik pengambilan sampel penelitian melalui teknik *purposesif sampling*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan suhu gas buang disebabkan kru mesin lalai dalam pemantauan dan pengecekan pada *control panel*, kerusakan pada injector dan intercooler berdampak pada kenaikan suhu gas buang mesin induk, kualitas bahan bakar buruk, kotornya sudu-sudu turbine pada turbocharge, ketidaksesuaian pelaksanaan perawatan injector dan intercooler pada plan maintenance system, koordinasi kru mesin kurang harmonis. Dampak kenaikan suhu gas buang tersebut menyebabkan kerusakan pada komponen mesin induk, Cara mengatasi kenaikan suhu gas buang pada mesin induk adalah pelatihan bagi kru mesin pada perawatan dan kebersihan *injector, intercooler* dan *turbocharge* semua mengenai pentingnya perawatan rutin dan prosedur yang benar dan terapkan aturan yang ketat untuk memastikan prosedur perawatan diikuti dengan disiplin, Gunakan bahan bakar berkualitas tinggi sesuai dengan spesifikasi mesin, melakukan perawatan dan pembersihan secara berkala pada semua komponen mesin induk sesuai dengan *plan maintenance system*,

Keyword : Kenaikan suhu gas buang, mesin induk, dampak

ABSTRACT

Dzafran, Muhammad Farhan Dzaqwan. 2024. "Analysis of the Causes of Increased Exhaust Gas Temperature of the Sulzer Type 6RTA48T Diesel Main Engine on MV. DK 02". Thesis for the Diploma IV Program, Department of Marine Engineering, Semarang Maritime Polytechnic, Supervisor I: Dr. Muh. Harliman Saleh, M.Pd, Supervisor II: Anicitus Agung Nugroho, S.Si.T., M.Pd.

The increase exhaust gas temperature caused by the failure of the main engine. This research aimed to identify and analyze the causes of the increase exhaust gas temperature of the main engine, to investigate the impact of the increase exhaust gas temperature of the main engine, and to analyze exhaust gas temperature of the main engine technical problems on MV. DK 02.

This research used a qualitative descriptive method. The research data were collected through observation, interviews, and document studies. Fishbone analysis was used to identify the causes of the increase in exhaust gas temperature in the main engine, then the data were analyzed using qualitative data analysis. The research sampling technique was through purposive sampling.

The result of the research showed that increasing in exhaust gas temperature is caused by the negligence of the engine crew in monitoring and checking the control panel, damage to the injector and intercooler impacting the increase in exhaust gas temperature of the main engine, poor fuel quality, dirty turbine blades on the turbocharger, inconsistency in the implementation of injector and intercooler maintenance in the planned maintenance system, and lack of harmonious coordination among the engine crew. The impact of the increase in exhaust gas temperature caused damage to the components of the main engine. The ways to address in increasing exhaust gas temperature on the main engine were to provide training for the engine crew on the maintenance and cleanliness of the injector, intercooler, and turbocharger, emphasizing the importance of routine maintenance and correct procedures, and implementing strict rules to ensure maintenance procedures are followed with discipline, using high-quality fuel according to engine specifications, and performing regular maintenance and cleaning of all main engine components according to the planned maintenance system

.Keyword: Increase in exhaust gas temperature, main engine, impact

DAFTAR ISI

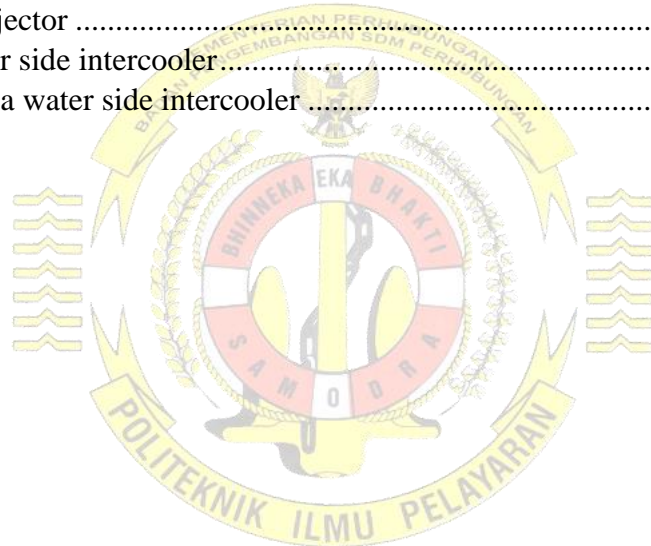
HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Penelitian	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Hasil Penelitian	4
BAB II KAJIAN TEORI.....	6
A. Deskripsi Teori.....	6
B. Kerangka Pikir	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
A. Metode Penelitian.....	30
B. Tempat Penelitian.....	30
C. Sampel Sumber Data Penelitian/Informan.....	30
D. Teknik Pengumpulan Data.....	32
E. Instrumen Penelitian.....	32
F. Teknik Analisis Data.....	34
G. Pengujian Keabsahan data.....	35
BAB IV HASIL PENELITIAN	37
A. Gambaran Konteks Penelitian.....	37
B. Deskripsi Data.....	42
C. Temuan.....	49
D. Pembahasan Hasil Penelitian	56
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	62
A. Simpulan	62
B. Keterbatasan Penelitian	63
C. Saran.....	63

DAFTAR PUSTAKA 65
LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin Induk.....	9
Gambar 2. 2 Langkah kerja mesin 4 tak	12
Gambar 2. 3 Langkah kerja 2 tak	13
Gambar 2. 4 Cylinder Liner	14
Gambar 2. 5 Water Jacket	15
Gambar 2. 6 Oil Feed Lines	15
Gambar 2. 7 Cylinder Head Component.....	16
Gambar 2. 8 Fuel oil system	21
Gambar 2. 9 Sistem pendinginan terbuka	22
Gambar 2. 10 Sistem pendinginan tertutup.....	23
Gambar 2. 11 Kerangka pikir.....	29
Gambar 3. 1 Fishbone Diagram	35
Gambar 4. 1 Main Engine MV. DK 02.....	48
Gambar 4. 2 Panel control main engine.....	50
Gambar 4. 3 Injector	52
Gambar 4. 4 Air side intercooler.....	54
Gambar 4. 5 Sea water side intercooler	55



BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang masalah, fokus penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, serta manfaat penelitian.

A. Latar Belakang Masalah

Mesin induk memegang peranan penting dalam aspek teknis operasional suatu kapal dengan cara menggerakannya selama beroperasi. Kehadirannya di kapal sangatlah penting, terutama karena mesin diesel dimaksudkan untuk menjamin kelancaran operasional pelayaran. Kestabilan pengoperasian suatu mesin induk ditentukan oleh konsistensi tenaga yang dihasilkan pada setiap langkahnya, yang harus memenuhi nilai standar. Tenaga yang dihasilkan motor diesel bergantung pada sistem pembakaran motor induknya, pembakaran yang efisien menghasilkan output daya yang lebih besar, dan sebaliknya. Menurut Dasman dalam (Ziliwu et al., 2020),

Mesin utama berfungsi sebagai tenaga penggerak utama, mengubah energi mekanik kapal menjadi tenaga penggerak baling-baling, sehingga kapal dapat bergerak. Selama pengoperasian, mesin induk yang terus berjalan menghasilkan panas di berbagai komponen mesin. Panas ini merupakan produk sampingan dari proses pembakaran mesin sehingga menyebabkan peningkatan suhu, terutama pada area yang bersentuhan langsung dengan ruang bakar.

Pembakaran pada mesin induk sangatlah vital. Ini berfungsi sebagai jantung atau titik kritis dalam pengoperasian mesin utama, di mana hasil akhir

pembakaran diubah menjadi energi untuk menggerakkan operasinya. Secara umum, pembakaran merupakan proses kimia di mana bahan bakar bereaksi dengan oksigen, menghasilkan pelepasan energi panas yang besar. Dalam proses ini, bahan bakar dan udara diperlukan, di mana udara bertindak sebagai oksidator. Bahan bakar yang paling umum digunakan dalam mesin induk adalah hidrokarbon. Saat bahan bakar hidrokarbon dibakar dengan udara, hasilnya adalah gas buang yang merupakan produk pembakaran stoikiometri.

Kelengkapan proses pembakaran sangat memengaruhi kinerja mesin induk itu sendiri, ketidakseimbangan perbandingan bahan bakar, udara, dan pengapian di dalam ruang bakar dapat mengakibatkan pembakaran menjadi kurang efisien. Ini akan menyebabkan mesin utama mengalami kehilangan panas dari gas buang yang tinggi karena berkurangnya pasokan udara dari *turbocharger* dan pembakaran bahan bakar yang tidak optimal karena penyemprotan dari injektor tidak sempurna, yang mengakibatkan pemborosan bahan bakar dan penurunan output daya mesin utama. Hasil pembakaran ini mencakup gas buang yang digunakan dalam mesin pembakaran dalam, hal ini dapat berupa mesin dua tak atau empat tak.

Ada tahapan dimana gas hasil pembakaran bahan bakar dan oksigen dilepaskan ke dalam mesin. Selanjutnya, tahap pembuangan terjadi, di mana gas buang dikeluarkan dari ruang bakar melalui *exhaust manifold*. Dalam pengoperasian normal mesin utama, suara yang dihasilkan halus, dan suhu rata-rata gas buang per silinder pada kecepatan penuh adalah antara $385^{\circ} - 390^{\circ}\text{C}$. Namun, jika mesin utama beroperasi tidak normal, hal ini menyebabkan

peningkatan suhu gas buang dari kisaran normal 385°C hingga 390°C hingga mencapai 450°C. Peningkatan ini menyebabkan suhu *scavenging air* meningkat dan *slow down* pada mesin induk.

Penulis telah mengalami kejadian diatas kapal tentang kenaikan suhu yang tinggi pada tanggal 7 Desember 2022 saat rute keberangkatan kapal MV.DK 02 dari PLTU Karangandri, Cilacap menuju Balikpapan telah terjadi kenaikan suhu gas buang mesin induk *cylinder* no.1 dari suhu normal 388⁰C naik menjadi 600⁰C, dan kenaikan suhu gas buang mesin induk terjadi lagi pada saat rute kembali dari Balikpapan ke PLTU Karangandri, Cilacap pada tanggal 14 Desember 2022 terjadi lagi kenaikan suhu pada gas buang mesin induk *cylinder* no.1 dari suhu normal 390⁰C menjadi 473⁰C, lalu kenaikan suhu gas buang mesin induk kembali terjadi pada tanggal 15 Januari 2023 saat keberangkatan kapal menuju PLTU Karangandri, Cilacap dari Balikpapan, suhu mengalami kenaikan dari suhu normal 390⁰C naik menjadi 450⁰C.

Akibat dari permasalahan tersebut Kepala Kamar Mesin (KKM) melaporkan kejadian tersebut kepada *Captain* kapal dan kemudian Masinis II mengambil tindakan atas persetujuan *Captain* dan KKM untuk menurunkan RPM dari 82 menjadi 0 hingga *stop engine*.

B. Fokus Penelitian

Dari konteks permasalahan yang diuraikan sebelumnya, sekarang penulis akan menguraikan fokus dari penelitian ini. Berikut fokus penelitian yang akan menjadi acuan dalam menyelesaikan skripsi ini. Fokus penelitian ini adalah tentang kenaikan gas buang mesin induk.

C. Rumusan Masalah

Dari fokus penelitian yang sudah dibahas sebelumnya, penulis menyusun beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah penyebab terjadinya kenaikan suhu gas buang mesin induk di MV. DK 02 ?
2. Apakah dampak yang terjadi jika mesin induk mengalami kenaikan suhu yang sangat tinggi di MV. DK 02 ?
3. Bagaimana cara mengatasi kenaikan suhu gas buang mesin induk di MV. DK 02 ?

D. Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah yang sudah disebutkan sebelumnya, penulis akan menjabarkan tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab kenaikan suhu gas buang mesin induk di MV. DK 02
2. Untuk memahami dan mengevaluasi dampak dari proses pembakaran pada kenaikan suhu gas buang mesin induk di MV. DK 02
3. Untuk menganalisis cara mengatasi kenaikan suhu gas buang mesin induk di MV. DK 02

E. Manfaat Hasil Penelitian

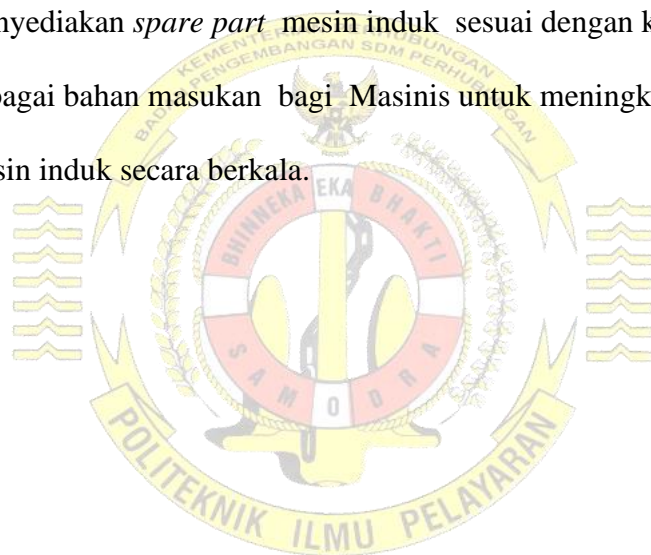
Dari tujuan penelitian yang telah disebutkan sebelumnya, Penulis akan mengemukakan beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis

- a. Dapat berkontribusi pada peningkatan pengetahuan bagi Taruna Akademi Pelayaran tentang penyebab kenaikan suhu gas buang pada mesin induk diesel kapal dan cara mengatasinya.
- b. Dapat meningkatkan pemahaman materi pembelajaran khususnya pada operasional mesin induk.

2. Manfaat Praktis

- a. Sebagai bahan evaluasi bagi bagian operasional untuk dapat menyediakan *spare part* mesin induk sesuai dengan kebutuhan kapal.
- b. Sebagai bahan masukan bagi Masinis untuk meningkatkan perawatan mesin induk secara berkala.



BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Kenaikan suhu gas buang mesin induk

Kenaikan suhu gas buang pada mesin induk merupakan fenomena yang penting untuk dipahami dalam konteks operasional dan pemeliharaan mesin diesel atau mesin pembakaran dalam lainnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi kenaikan suhu gas buang meliputi beban mesin, kondisi pembakaran, jenis bahan bakar, dan efisiensi sistem pendingin.

a. Prinsip Kerja Mesin Induk

Mesin induk, seperti mesin diesel, berfungsi dengan mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanik. Proses ini melibatkan pembakaran bahan bakar di dalam silinder, yang menghasilkan gas buang sebagai produk sampingan. Suhu gas buang merupakan indikator penting dari efisiensi pembakaran dan kondisi operasional mesin.

b. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Suhu Gas Buang

1). Beban Mesin

Suhu gas buang cenderung meningkat dengan meningkatnya beban mesin. Pada beban tinggi, lebih banyak bahan bakar yang dibakar untuk menghasilkan tenaga yang lebih besar, menghasilkan suhu gas buang yang lebih tinggi.

2). Kondisi Pembakaran

Pembakaran yang tidak sempurna, seperti akibat campuran bahan bakar dan udara yang tidak seimbang atau kondisi injektor yang buruk, dapat menyebabkan kenaikan suhu gas buang.

3). Jenis Bahan Bakar

Bahan bakar dengan nilai kalor tinggi atau sifat pembakaran yang berbeda dapat mempengaruhi suhu gas buang. Misalnya, bahan bakar dengan kandungan sulfur tinggi dapat menghasilkan suhu gas buang yang lebih tinggi.

4). Efisiensi Sistem Pendingin

Sistem pendingin yang tidak efisien dapat menyebabkan mesin bekerja pada suhu yang lebih tinggi, yang kemudian meningkatkan suhu gas buang.

c. Dampak kenaikan suhu gas buang mesin induk

1). Kerusakan Komponen

Suhu gas buang yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada komponen mesin, seperti katup, *manifold*, dan *turbocharger*. Kerusakan ini dapat mengurangi umur mesin dan meningkatkan biaya perawatan.

2). Efisiensi Bahan Bakar

Suhu gas buang yang tinggi dapat mengindikasikan pembakaran yang tidak efisien, yang berarti lebih banyak bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan tenaga yang sama.

3). Emisi

Suhu gas buang yang tinggi dapat meningkatkan emisi gas berbahaya, seperti nitrogen oksida (NO_x), yang berdampak negatif pada lingkungan.

d. Pemantauan dan pengendalian

1). Sensor Suhu Gas Buang

Untuk memantau suhu gas buang secara real-time, sensor suhu gas buang dipasang pada sistem knalpot. Data dari sensor ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi masalah dan mengoptimalkan kinerja mesin.

2). Sistem Pendingin

Memastikan sistem pendingin bekerja dengan baik dapat membantu mengontrol suhu operasi mesin dan, dengan demikian, suhu gas buang.

3). Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan rutin, termasuk pembersihan injektor dan pengecekan sistem bahan bakar, dapat membantu mencegah kenaikan suhu gas buang yang berlebihan.

2. Pengertian Mesin Induk (Mesin Diesel)

Menurut Kusairi dalam (Ziliwu et al., 2021), mesin diesel adalah jenis motor bakar yang menggunakan proses pembakaran *internal combustion engine* di dalam mesin itu sendiri. Selama proses pembakaran, udara masuk dikompresi ke dalam ruang bakar atau silinder, menghasilkan udara bertekanan tinggi dan suhu tinggi. Selama proses ini, bahan bakar disemprotkan atau dikabutkan ke dalam ruang bakar, menyebabkan pembakaran.



Sumber : <https://www.full-ahead.net>

Gambar 2. 1 Mesin Induk

Menurut Nusantara dalam (Yaqin et al., 2020), mesin induk kapal dapat beroperasi dengan baik jika didukung oleh sistem penunjang. Sistem penunjang ini termasuk sistem bahan bakar, sistem pelumasan, sistem pendinginan, sistem angin *starter*, sistem gas buang, sistem pneumatik, dan sistem pendinginan. Prinsip Kerja Mesin Induk (Mesin Diesel).

3. Prinsip Kerja Mesin Induk (Mesin Diesel)

Sesuai dengan gerakan piston untuk mendapatkan satu kali proses tersebut maka mesin diesel tersebut dibagi dalam 2 macam:

- a. Mesin diesel 4 langkah, juga dikenal sebagai mesin diesel 4 tak, adalah mesin di mana setiap satu siklus kerja menghasilkan empat langkah piston atau dua putaran poros engkol.
- b. Mesin diesel 2 langkah, juga dikenal sebagai mesin diesel 2 tak, adalah mesin di mana setiap satu siklus kerja menghasilkan dua langkah piston atau satu putaran poros engkol.

Prinsip kerja mesin diesel 4 tak yang membedakan adalah cara memasukan bahan bakarnya. Pada mesin diesel bahan bakar disemprotkan langsung ke ruang bakar dengan menggunakan *injector*. Proses mesin diesel 4 langkah yang dimaksud adalah :

1). Langkah Isap

Pada titik ini, piston beralih dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB). Katup isap dibuka saat piston bergerak ke bawah, menyebabkan tekanan udara di dalam silinder segera menjadi lebih rendah dari tekanan atmosfer. Akibatnya, memungkinkan udara masuk secara langsung ke dalam ruang silinder.

2). Langkah Kompresi

Pada langkah ini, piston bergerak dari Titik Mati Bawah (TMB) menuju Titik Mati Atas (TMA) dan kedua katup, baik masuk maupun buang, tertutup. Ketika udara yang berada di dalam silinder terdesak

oleh gerakan piston, tekanan dan suhu meningkat secara signifikan, menyebabkan udara di dalam silinder menjadi sangat panas. Beberapa derajat sebelum piston mencapai Titik Mati Atas, bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar oleh injector dalam bentuk kabut.

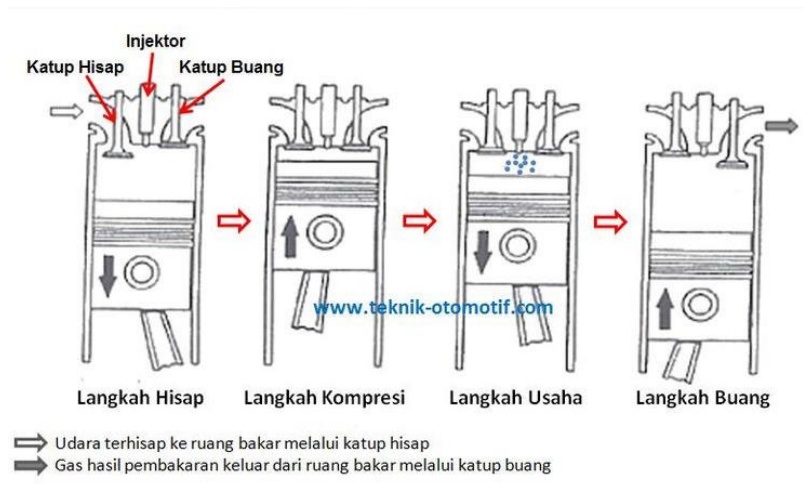
3). Langkah Usaha

Pada tahap ini, kedua katup tetap tertutup. Ledakan pembakaran terjadi di ruang bakar, meningkatkan suhu dan tekanan. Tekanan yang tinggi akan mendorong piston ke bawah, menyebabkan gaya aksial. Gaya aksial ini kemudian diubah menjadi gaya radial (putaran) oleh poros engkol.

4). Langkah Buang

Pada tahap ini, gaya yang masih tersimpan di flywheel akan mengangkat piston kembali dari Titik Mati Bawah (TMB) ke Titik Mati Atas (TMA). Pada saat yang sama, katup buang terbuka sehingga sisa udara pembakaran yang tersisa akan dikeluarkan dari ruang silinder menuju ke cerobong melalui manifold. Proses ini terjadi secara berulang-ulang, membentuk siklus pergerakan piston dalam mesin. yang

tidak berhenti. Siklus ini tidak akan berhenti selama faktor yang mendukung siklus tersebut tidak ada yang terputus.



Sumber : <https://asset.kompas.com>

Gambar 2. 2 Langkah kerja mesin 4 tak

Proses pembakaran dalam motor diesel memang memerlukan kondisi tertentu untuk terjadi. Segitiga api adalah konsep penting, yang terdiri dari udara yang telah terkompresi dengan suhu tinggi, bahan bakar yang disemprotkan, dan panas yang cukup untuk memulai pembakaran.

Saat bahan bakar disemprotkan ke udara yang terkompresi dan panas, proses pembakaran dimulai. Pembakaran ini menghasilkan tekanan yang mendorong piston ke bawah, dan gaya ini kemudian diubah menjadi gaya putaran oleh poros engkol, menghasilkan gerakan yang kita kenal sebagai proses ekspansi. Proses ini merupakan bagian penting dari siklus kerja dalam mesin diesel, di mana energi panas dari pembakaran diubah menjadi energi mekanik yang digunakan untuk

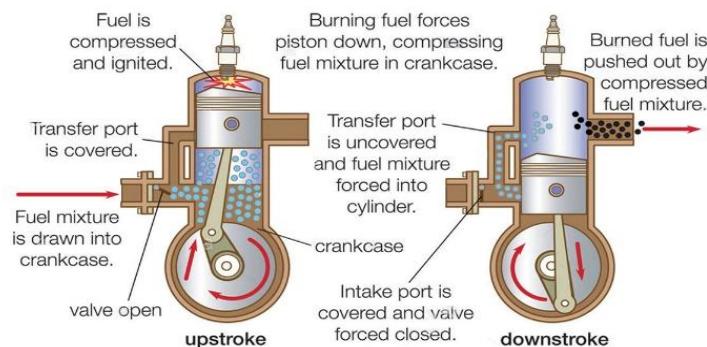
memutar poros engkol dan menghasilkan tenaga. Dengan kata lain, mesin diesel kedua tidak dapat menghasilkan satu siklus sempurna hanya dengan satu putaran engkol.

5). Langkah Hisap dan Kompresi

Langkah ini terjadi saat piston bergerak dari Titik Mati Bawah (TMB) ke Titik Mati Atas (TMA). Pada saat ini, campuran udara dan bahan bakar memasuki ruang silinder dan kemudian dikompresi selama tahap kompresi. Kedua tahap ini, yaitu masuknya campuran udara dan bahan bakar serta kompresi, terjadi dalam satu langkah gerakan piston..

6). Langkah usaha dan buang

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) selama langkah usaha dan buang. Busi memicu campuran udara dan bahan bakar saat pembakaran terjadi, dan produk pembakaran langsung dibuang melalui katup outlet. Selain itu, kedua tahap ini terjadi dalam satu langkah.



Sumber: <https://www.speedwork.id>

Gambar 2. 3 Langkah kerja 2 tak

4. Bagian Utama Mesin Induk

Untuk komponen mesin diesel, secara umum komponen mesin diesel memiliki tugas dan fungsinya masing-masing yaitu :

a. *Cylinder Block*

Blok silinder adalah komponen utama dari motor diesel, baik yang menggunakan prinsip kerja 2 tak maupun 4 tak. Komponen ini menjadi fondasi untuk menempatkan berbagai komponen mesin yang mendukung proses kerja mesin. Meskipun bentuk blok silinder pada umumnya serupa untuk setiap mesin, detailnya bisa berbeda. Perbedaan tersebut disebabkan oleh penyesuaian pembuatan detail blok silinder dengan komponen lain yang akan terpasang di blok ini.

Umumnya pada sebuah blok mesin memiliki beberapa komponen antara lain :

1) *Cylinder Liner*

Komponen ini akan berfungsi sebagai tempat terjadinya pembakaran pada mesin diesel, dan pelumasan pada komponen piston.

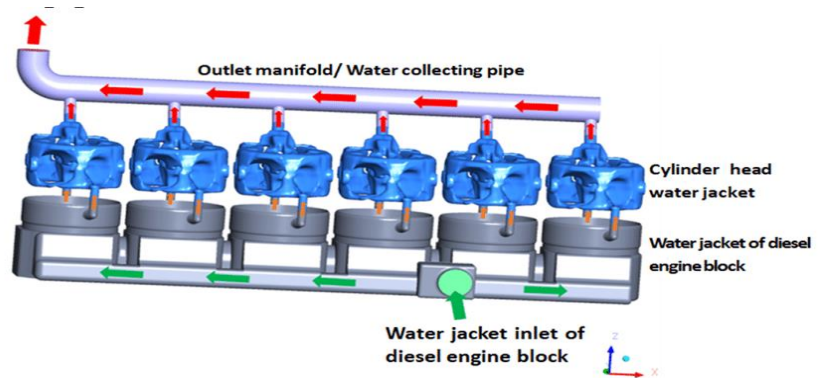


Sumber : <https://www.almaship.com>

Gambar 2. 4 Cylinder Liner

2) Water Jacket

Water jacket berbentuk lubang di dalam blok silinder yang mengelilingi *liner* dan berfungsi untuk memastikan proses pendinginan mesin berlangsung secara optimal.



Sumber : <https://www.researchgate.net>

Gambar 2. 5 Water Jacket

3) Oil feed lines

Lubang oli pada blok silinder berfungsi sebagai jalur untuk mengalirkan oli mesin dari kepala silinder menuju crankcase. Fungsinya sangat penting dalam mendukung proses sirkulasi oli mesin ke seluruh bagian mesin diesel.

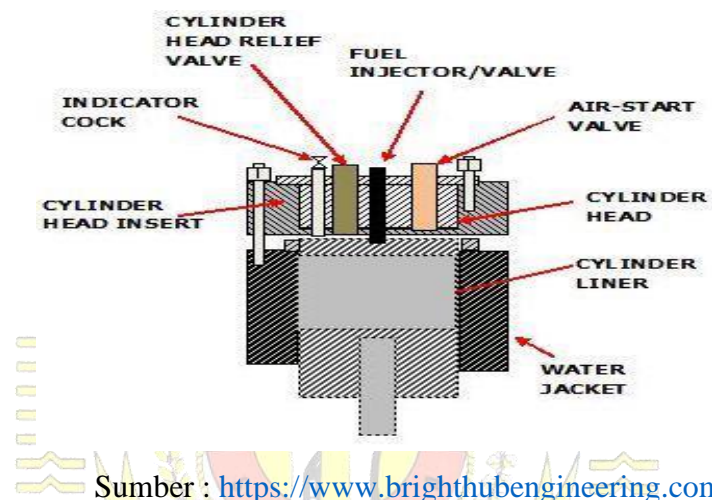


Sumber : <https://www.mazworx.com>

Gambar 2. 6 Oil Feed Lines

b. *Cylinder Head*

Bagian mesin yang sangat penting untuk menjalankan mesin adalah *cylinder head*, yang berfungsi sebagai penutup *cylinder* dan tempat *injector* mengabutkan bahan bakar. *Cylinder head* terdiri dari *injector*, *exhaust valve*, *starting valve*, *intake valve*, dan pendingin.



Sumber : <https://www.brighthubengineering.com>

Gambar 2. 7 Cylinder Head Component

1) *Valve dan Spring*

Bagian ini berfungsi sebagai mekanisme untuk membuka dan menutup jalur masuk dan keluar udara pada mesin. *Spring* digunakan untuk menjaga agar katup tetap tertutup.

2) *Camshaft*

Camshaft adalah komponen penting dalam mesin otomotif, yang bertanggung jawab atas pengaturan pembukaan dan penutupan katup, kontrol poros distributor, pengoperasian pompa bahan bakar, dan penginderaan sudut rotasi *camshaft*. Komponen mesin yang

sangat penting, biasanya terletak di kepala silinder; namun, beberapa varian diposisikan di blok mesin.

3) *Rocker Arm*

Rocker arm adalah komponen dalam mesin kendaraan yang termasuk dalam sistem *valve train*. Letaknya berada di kepala silinder atau *cylinder head*, tepatnya terpasang di antara *camshaft* dan katup (klep)..

4) *Injector*

Menurut Handoyo dalam (Khusniawati & Palippui, 2020), fungsi utama *injector* adalah menyemprotkan bahan bakar hingga terpecah menjadi partikel halus dan berbentuk kabut pada suhu tinggi. Bahan bakar ini kemudian bercampur dengan udara kompresi, yang menghasilkan pembakaran cepat dan sempurna. *Injector* merupakan salah satu komponen utama dalam sistem bahan bakar diesel. Fungsi *injector* adalah mengalirkan bahan bakar diesel dari *injection pump* ke dalam silinder pada akhir setiap langkah kompresi, saat torak (piston) mendekati posisi TMA.

c. *Piston dan Connecting Rod*

Piston merupakan komponen yang berfungsi sebagai sumbat dalam silinder mesin pembakaran, baik dalam mesin pembakaran dalam maupun dalam silinder hidrolik, pneumatik, dan silinder pompa. Selain ditemukan dalam mesin kendaraan, piston juga digunakan dalam

berbagai mesin lain seperti kompresor udara, konverter hidrolik, dan pompa ban *manual*.

Connecting Rod, atau batang penghubung, adalah salah satu komponen kunci dalam sistem piston. Batang ini bertanggung jawab untuk mentransfer beban dari piston ke poros engkol. Pada mesin diesel modern, di mana torsi yang tinggi dicapai pada kecepatan putaran rendah, tekanan yang tinggi diterapkan pada piston, poros engkol, batang penghubung, dan komponen mesin lainnya (Witek & Zelek, 2019). Secara umum, piston terbagi menjadi tiga bagian inti:

1) Ring Kompresi

Ring ini bersifat elastis yang fungsinya untuk mencegah terjadinya kebocoran udara saat langkah kompresi. Cara kerja ring ini yaitu dengan menutup celah antara dinding piston dan *main liner*.

2) Ring Oli

Ring oli berperan untuk mencegah oli mesin masuk pada ruang bahan bakar. Ring kompresi memiliki sisi luar berbentuk tirus yang menghadap ke dinding silinder.

3) Pin Piston

Pin piston merupakan part kecil yang bertugas menyambungkan piston dan setang piston. Part ini biarpun kecil tapi perannya vital. Seperti part-part lain, kemungkinan terjadi kerusakan di part ini juga ada meskipun tergolong jarang.

d. *Crankshaft*

Crankshaft adalah salah satu bagian mesin yang paling penting, paling banyak memuat dan paling mahal. Poros engkol terkena beban yang sangat kompleks yang disebabkan oleh tekanan gas di dalam silinder dan gaya inersia massa yang bolak-balik dan berputar di dalam proses kerja dan torsi keluaran eksternal. Kegagalan poros engkol dapat menyebabkan kerusakan pada bagian lain (Jiao et al., 2020).

e. *Sump Tank*

Sump Tank atau tanki edar, adalah sebuah tangki yang berfungsi sebagai penyimpan pasokan minyak pelumas untuk mesin diesel yang berjenis sistem pelumasan kering.

f. *Fly Wheel*

Flywheel atau biasa disebut roda gila pada awalnya berfungsi untuk menyeimbangkan putaran mesin. Komponen ini terbuat dari besi padat yang dapat menyimpan torsi, itulah mengapa komponen ini dapat menyeimbangkan putaran mesin.

5. Sistem Penunjang Mesin induk

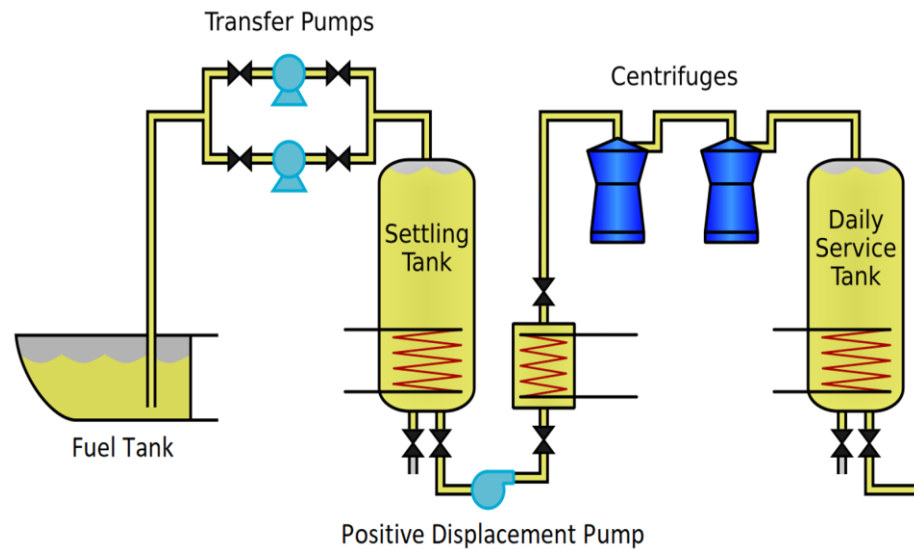
Di kapal, terdapat beragam sistem yang mendukung fungsi mesin utama kapal agar tetap beroperasi dengan baik. Sistem-sistem ini bekerja secara kontinu namun tak terhindarkan dari kemungkinan kegagalan. Gagalnya salah satu sistem bisa berakibat pada kegagalan mesin utama kapal, mengganggu fungsi kapal, dan bahkan mengancam keselamatan kapal dan penumpang karena risiko keamanan yang meningkat. Sistem

pendukung mesin utama kapal merupakan bagian dari sistem yang kompleks dan memerlukan strategi pemeliharaan yang tepat, termasuk program perawatan yang efektif. Untuk menjalankan fungsinya dengan baik, mesin diesel yang dipasang di kapal didukung oleh berbagai sistem penunjang seperti:

a. Sistem Bahan Bakar

Salah satu sistem penunjang yang sangat penting adalah sistem bahan bakar (Islam et al., 2019). Sistem bahan bakar bertugas untuk menyimpan bahan bakar dengan aman, mengalirkan bahan bakar ke mesin, dan mengabutkan bahan bakar agar bisa bercampur dengan udara (Marsudi & Palippui, 2020). Bahan bakar yang disuplai ke dalam tangki/double bottom saat proses pengisian bahan bakar, baik itu jenis MFO (*Marine Fuel Oil*) maupun MDO (*Marine Diesel Oil*), harus diperhatikan secara khusus. Hal ini karena dapat menyebabkan pencemaran minyak di laut, sehingga diperlukan perhitungan, pengaturan, dan pengawasan yang tepat saat proses pengisian bahan bakar.

Untuk mengetahui volume minyak, level, dan permukaan minyak bahan bakar di dalam tangki, Anda harus mengetahui trim kapal saat itu dan berat jenis/spesifik gravity. Bahan bakar yang masuk ke dalam tangki atau double bottom tidak boleh melebihi 80% volumenya.



Sumber : <https://savree-storage.s3.amazonaws.com>

Gambar 2. 8 Fuel oil system

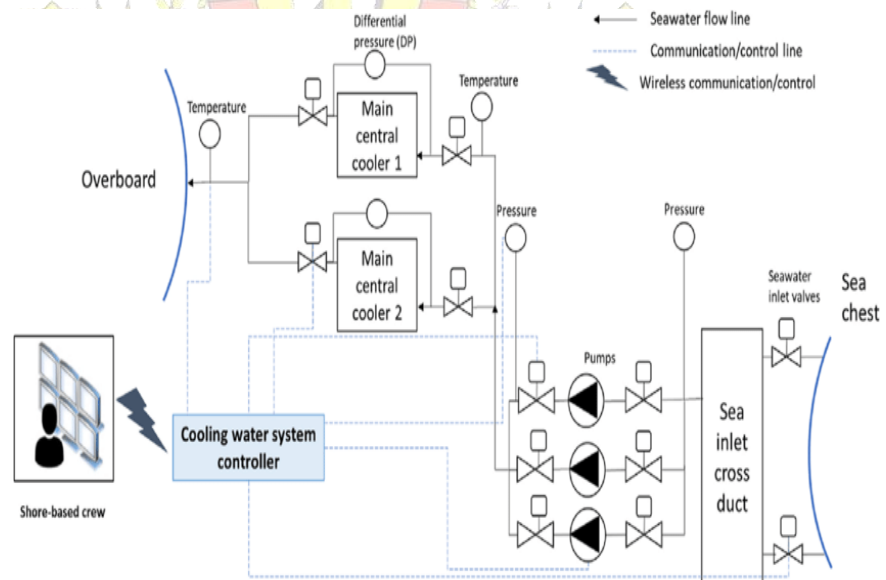
b. Sistem Pendingin (*cooling system*)

Di kapal, limbah panas dihasilkan oleh mesin utama, generator, dan berbagai mesin bantu lainnya. Untuk mengeluarkan limbah panas tersebut dari sistem, digunakan sistem air pendingin bersuhu sentral. Pada tahap pembuatan kapal, beban panas yang dihasilkan oleh kapal dihitung terlebih dahulu, diikuti dengan perencanaan kapasitas pendingin pusat, kapasitas pompa air pendingin, dan kapasitas pompa air laut (Lee et al., 2021).

Sistem pendingin berfungsi menjaga suhu mesin pada tingkat tertentu sesuai dengan desain yang ditetapkan, sehingga mesin diesel dapat beroperasi secara berkesinambungan (Ziliwu et al., 2021). Sistem pendinginan yang diterapkan di kapal umumnya dibagi menjadi dua jenis:

1) Sistem Pendinginan Terbuka

Sistem pendinginan terbuka menggunakan air laut sebagai media pendingin utamanya. Air laut diambil dari sekitar kapal dan langsung digunakan dalam proses pendinginan, seperti untuk mendinginkan mesin atau sistem lainnya di kapal. Air laut masuk ke dalam sistem pendinginan melalui pompa dan melewati berbagai komponen dalam mesin atau sistem yang membutuhkan pendinginan. Setelah digunakan, air laut yang telah dipanaskan kemudian dibuang kembali ke laut. Sistem ini umumnya lebih sederhana dalam desain dan lebih ekonomis untuk diimplementasikan, namun dapat menyebabkan masalah korosi pada komponen-komponen logam karena sifat korosif air laut.

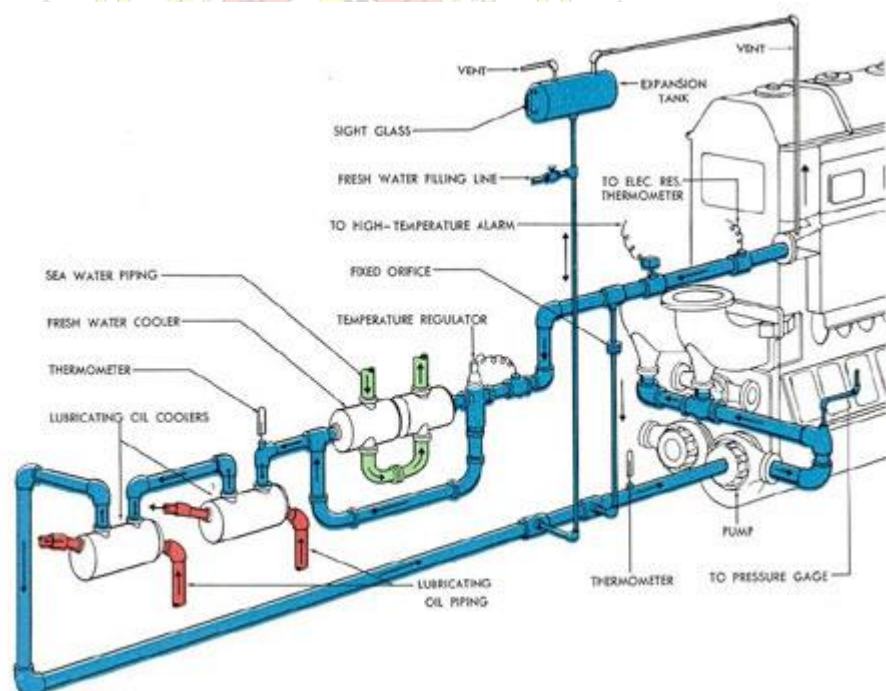


Sumber : <https://www.google.com>

Gambar 2. 9 Sistem pendinginan terbuka

2) Sistem Pendinginan Tertutup

Sistem pendinginan tertutup menggunakan cairan pendingin seperti air tawar sebagai media pendingin. Cairan pendingin ini disirkulasikan melalui sistem pendinginan menggunakan pompa. Panas yang diserap oleh cairan pendingin dari mesin atau sistem lainnya di kapal kemudian dihapus melalui pertukaran panas dengan udara atau dengan menggunakan penukar panas. Karena tidak langsung menggunakan air laut, sistem ini dapat mengurangi risiko korosi pada komponen mesin, tetapi memerlukan perawatan lebih lanjut untuk menjaga kualitas cairan pendingin dan mencegah kerusakan pada sistem.



Sumber : <https://maritime.org>

Gambar 2. 10 Sistem pendinginan tertutup

c. Sistem Pelumasan

Sistem pelumasan di kapal memiliki peran yang sangat vital dalam menjaga kinerja mesin dan peralatan bergerak lainnya. Sistem ini bertanggung jawab memastikan bahwa komponen bergerak dalam mesin kapal terlumasi dengan baik untuk mengurangi gesekan dan keausan, serta menjaga suhu operasi yang optimal. Berikut adalah beberapa komponen dan prinsip dasar dari sistem pelumasan di kapal:

1) Pompa Pelumas

Pompa pelumas digunakan untuk mengalirkan pelumas dari tangki penyimpanan ke komponen yang membutuhkan pelumasan. Jenis pompa yang digunakan dapat bervariasi tergantung pada kebutuhan, seperti pompa tekanan rendah untuk memasok pelumas ke bagian-bagian yang memerlukan pelumasan konstan atau pompa tekanan tinggi untuk aplikasi seperti pelumasan dalam mesin diesel.

2) Tangki Penyimpanan

Pelumas disimpan dalam tangki khusus di kapal. Lokasi biasanya berada di dek bawah dan ukuran tangki dapat bervariasi tergantung pada kebutuhan dan desain kapal.

3) Sistem Distribusi

Sistem distribusi bertugas menyebarkan pelumas dari tangki penyimpanan ke komponen yang membutuhkan pelumasan. Proses ini melibatkan penggunaan pipa-pipa pelumas, katup-katup, dan

perangkat distribusi lainnya untuk mengalirkan pelumas secara tepat ke titik-titik pelumasan yang diperlukan.

4) Pengaturan Tekanan dan Aliran

Dalam beberapa situasi, pelumasan memerlukan pengaturan tekanan dan aliran yang tepat agar pelumas dapat dialirkan dengan benar ke komponen yang membutuhkan pelumasan. Hal ini sering dicapai melalui penggunaan katup pengatur aliran atau katup tekanan. Katup-katup ini memungkinkan kontrol yang presisi terhadap jumlah pelumas dan tekanan yang dialirkan ke setiap komponen yang memerlukan pelumasan.

5) *Filter*

Sistem pelumasan sering dilengkapi dengan *filter* untuk menghilangkan kotoran dan partikel yang dapat mengganggu kinerja sistem pelumasan dan merusak komponen mesin.

6) Pelumas

Pelumas yang digunakan di kapal dapat berupa oli mineral atau sintetis, tergantung pada aplikasi dan persyaratan mesin yang digunakan. Pemilihan pelumas harus dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan kesesuaian dengan kondisi operasional kapal dan spesifikasi dari produsen mesin yang bersangkutan..

7) Pemantauan dan Pemeliharaan

Pemantauan secara teratur terhadap kondisi sistem pelumasan merupakan hal yang penting, termasuk melakukan pemeliharaan

yang dibutuhkan seperti penggantian pelumas, pemeriksaan filter, serta perbaikan atau penggantian komponen yang telah aus. Hal ini diperlukan untuk memastikan kinerja sistem pelumasan tetap optimal dan mencegah terjadinya kerusakan pada mesin dan komponen lainnya.

d. Sistem Angin *Start*

Sistem air starting pada mesin induk kapal dirancang untuk memberikan daya dorong yang cukup guna memulai mesin dengan efektif dan aman. Pemeliharaan dan pengujian rutin sistem ini menjadi bagian penting dari pemeliharaan berkala kapal, yang bertujuan memastikan bahwa mesin dapat dihidupkan dengan lancar setiap saat.

Sistem *air starting* berfungsi sebagai metode untuk memulai mesin utama (mesin induk) pada kapal. Komponen-komponen kritis dari sistem ini memastikan bahwa mesin dapat dihidupkan dengan sukses setelah periode berhenti atau saat awal perjalanan. Berikut adalah beberapa komponen dan prinsip dasar dari sistem air starting pada mesin induk kapal:

1) Tangki Air

Sistem air starting biasanya menggunakan tangki air bertekanan sebagai sumber energi untuk memulai mesin. Air disimpan dalam tangki di bawah tekanan yang cukup tinggi untuk memberikan daya dorong yang diperlukan untuk memutar mesin.

2) Kompresor

Kompresor bertugas untuk mengisi tangki air dengan udara bertekanan. Udara bertekanan inilah yang kemudian digunakan untuk memberikan dorongan pada air di dalam tangki, menciptakan tekanan yang cukup untuk memutar mesin.

3) Klep Air dan Klep Pengisian

Klep air dan klep pengisian mengatur aliran udara bertekanan dari kompresor ke dalam tangki air. Klep-klep ini mengatur tekanan dan volume udara yang disalurkan ke dalam tangki, memastikan bahwa tekanan yang diperlukan untuk memulai mesin terpenuhi.

4) Klep Pengatur

Klep pengatur digunakan untuk mengontrol aliran air dari tangki air ke piston starting atau ke unit starting lainnya yang langsung berhubungan dengan mesin. Ini memungkinkan pengaturan yang tepat dari aliran air untuk memastikan bahwa putaran mesin dimulai dengan lancar.

5) *Starting Air*

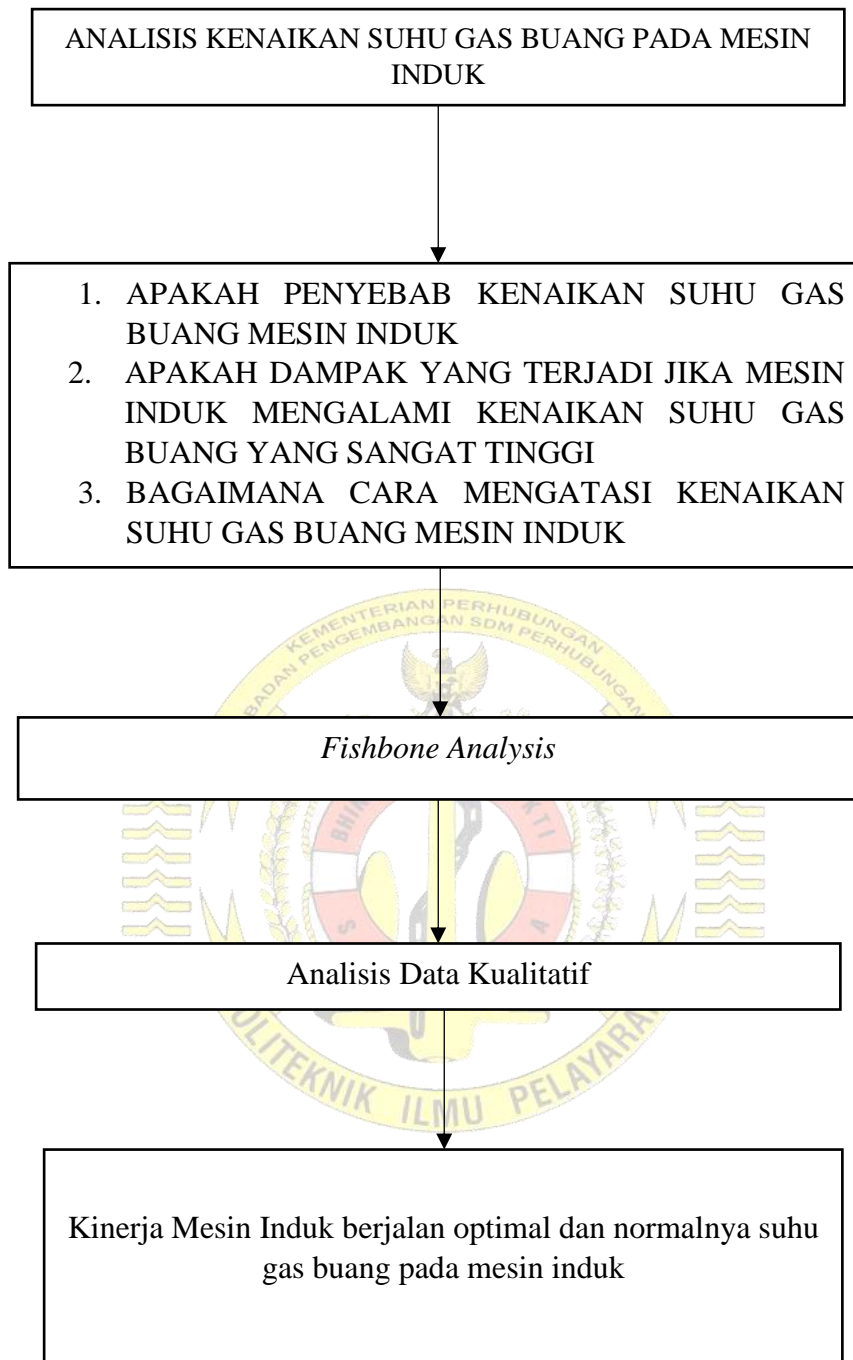
Ini adalah perangkat mekanis yang menerima tekanan air dari tangki dan mengubahnya menjadi gerakan mekanis yang digunakan untuk memutar mesin. Piston *starting* sering kali terhubung langsung ke *flywheel* mesin dan digunakan untuk memutar mesin pada kecepatan awal sebelum beralih ke bahan bakar utama.

6) Klep Pembuangan

Setelah mesin berhasil dihidupkan, klep pembuangan digunakan untuk mengeluarkan udara yang tersisa dari sistem starting, mempersiapkannya untuk digunakan kembali dalam siklus berikutnya.

B. Kerangka Pikir

Kerangka pikir dalam upaya memudahkan pembahasan laporan penelitian melibatkan analisis tentang tidak berfungsinya *intercooler* dan *injector* secara maksimal pada *main engine*. Pembahasan ini terhubung erat dengan perumusan masalah dan batasan masalah yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Salah satunya adalah terkait dengan peningkatan suhu gas buang yang melebihi batas normal, yang disebabkan oleh gangguan pada kerja *intercooler* dan *injector* sebagai bagian dari *main engine*. Oleh karena itu, untuk menghindari risiko yang tidak diinginkan, diperlukan pengawasan dan perawatan yang efektif dan efisien terhadap *intercooler* dan *injector*.



Gambar 2. 11 Kerangka pikir

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dengan memperhitungkan semua faktor yang relevan, dapat disimpulkan bahwa langkah-langkah yang diambil selama ini memiliki dampak yang signifikan dalam mencapai tujuan peneliti. Berdasarkan pembahasan pada bab 4 peneliti dapat menyimpulkan :

1. Penyebab meningkatnya suhu gas buang pada mesin utama di kapal MV.DK 02 adalah kerusakan *O ring injector*, kurangnya tekanan pengabutan pada *injector* yang harusnya 42 bar menjadi 25 bar, kotornya tube *sea water side air side intercooler*, sedangkan jika *intercooler* bersih aliran air tidak terhambat, sehingga efisiensi pendinginan udara yang masuk ke mesin tetap optimal, dan ausnya *nozzle injector* sedangkan normalnya *nozzle injector* yang tidak aus menyemprotkan bahan bakar secara optimal.
2. Dampak kenaikan suhu gas buang pada mesin induk kapal dari suhu normal 380°C sampai 390°C menjadi 600°C pada *cylinder* no.1 dapat menyebabkan *overheating*, pada berbagai komponen mesin, seperti piston, silinder, dan katup, yang bisa mengakibatkan kerusakan atau bahkan kegagalan total mesin, efisiensi bahan bakar menurun, dan *slow down* pada mesin induk.
3. Untuk mengatasi permasalahan pada penelitian ini langkah-langkah solutif yang bisa diambil meliputi, menyediakan pelatihan berkelanjutan yang komprehensif bagi *crew engine* untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang pentingnya perawatan rutin (seminggu sekali) dan cara

melakukannya dengan benar.,menegakkan kebijakan perawatan yang lebih ketat dan memastikan setiap langkah prosedur perawatan diikuti dengan disiplin melalui pengawasan yang ketat dan inspeksi berkala dan mengganti *o ring, lapping* bagian *nozzle injector* yang aus, kalibrasi tekanan pengabutan pada *injector* dan melakukan perawatan dan pembersihan pada secara berkala pada *intercooler air side* dan *sea water side*

B. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini tidak dapat terhindar dari keterbatasan dan kelemahan. Keterbatasan dan kelemahan ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Keterbatasan utama dalam skripsi ini adalah kekurangan dokumentasi atau foto-foto sebagai bukti yang dapat digunakan. Hal ini disebabkan oleh fokus peneliti yang terbagi antara pekerjaan harian dan menemukan solusi untuk mengatasi masalah yang ada. Akibatnya, peneliti tidak memiliki waktu untuk mendokumentasikan momen ketika masalah tersebut terjadi.
2. Kemudian keterbatasan yang signifikan adalah keterbatasan waktu. Selama praktik laut di atas kapal, peneliti tidak memiliki kesempatan untuk melakukan penelitian secara intensif pada mesin induk selama periode 12 bulan. Peneliti baru mulai terlibat secara langsung dalam menyelesaikan permasalahan mesin induk sekitar bulan ke-9, yang berarti pemahaman peneliti terhadap semua sistem mesin induk masih kurang mendalam.

C. Saran

Demi mencapai hasil yang lebih optimal, saya ingin memeberikan beberapa saran yang mungkin bermanfaat bagi *crew engine*, antara lain:

1. Sebaiknya melakukan pemeriksaan dan pembersihan *intercooler* dan *injector* serta komponen lainnya secara teratur untuk mencegah penumpukan kotoran dan mendeteksi bagian yang rusak atau aus, dan pastikan sistem monitoring suhu digunakan untuk memantau suhu gas buang secara langsung dan segera tangani jika ada indikasi kenaikan suhu yang tidak normal..
2. Sebaiknya memperhatikan kondisi lingkungan operasional seperti suhu udara dan kelembaban, serta sesuaikan pengaturan mesin untuk mengoptimalkan kinerjanya dalam kondisi tersebut dan pastikan sistem ventilasi di ruang mesin berfungsi dengan baik untuk menjaga suhu lingkungan yang optimal bagi kinerja mesin.
3. Sebaiknya membuat catatan rinci tentang semua kegiatan perawatan dan masalah yang muncul, serta analisis data tersebut untuk mengidentifikasi pola atau metode yang dapat membantu dalam pencegahan masalah di masa depan.

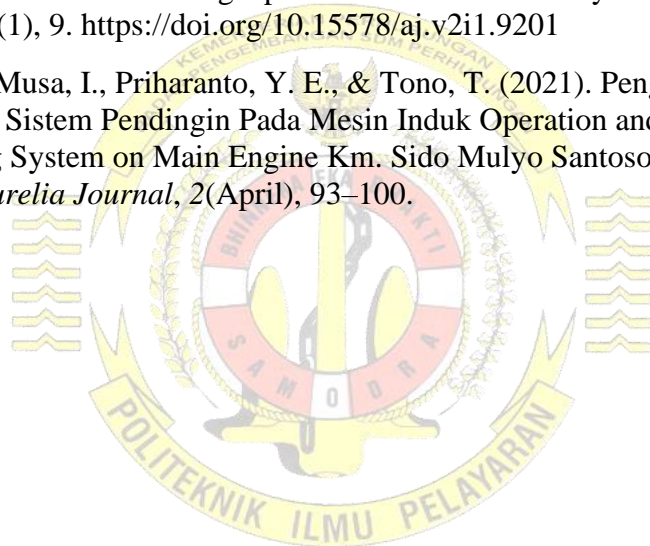
Dengan demikian, peneliti telah menguraikan kesimpulan dari penelitiannya dan menyajikan saran kepada pembaca. Meskipun penelitian ini belum mencapai kesempurnaan, Peneliti berharap bahwa hasil penelitian ini dapat menjadi panduan yang bermanfaat bagi mereka yang menghadapi masalah meningkatnya suhu gas buang pada mesin utama di kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adlini, M. N., Dinda, A. H., Yulinda, S., Chotimah, O., & Merliyana, S. J. (2022). Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(1), 974–980. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v6i1.3394>
- Alfansyur, A., & Mariyani. (2020). Seni Mengelola Data : Penerapan Triangulasi Teknik , Sumber Dan Waktu pada Penelitian Pendidikan Sosial. *Historis*, 5(2), 146–150.
- Islam, R., Anantharaman, M., Khan, F., & Garaniya, V. (2019). Reliability assessment of a main propulsion engine fuel oil system-what are the failure-prone components? *TransNav*, 13(2), 415–420. <https://doi.org/10.12716/1001.13.02.20>
- Jiao, A., Liu, B., Chen, X., Zou, X., & Wang, F. (2020). Fracture failure analysis of KL crankshaft. *Engineering Failure Analysis*, 112(November 2019), 104498. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104498>
- Kurnia, Y., & Nasarudin, N. (2023). Perbaikan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Pada Proses Pembuatan Wajan Aluminium Dengan Metode Fishbone Diagram. *Jurnal Industrial Galuh*, 5(2), 124–131. <https://doi.org/10.25157/jig.v5i2.3311>
- Lee, C. M., Jeon, T. Y., Jung, B. G., & Lee, Y. C. (2021). Design of energy saving controllers for central cooling water systems. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/jmse9050513>
- Marsudi, S., & Palippui, H. (2020). Analisis Perawatan Purifier Pada Sistem Bahan Bakar Main Engine Kapal. *Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.62012/sensistek.v3i1.13232>
- Megayanti, Y., Eka Priana, S., & Dewi, S. (2022). Perencanaan Saluran Sekunder D.I Batang Timbo Abu Kecamatan Talamau Kabupaten Pasaman Barat. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 33–39. <https://doi.org/10.33559/err.v1i2.1122>
- Sa'adah, M., Rahmayati, G. T., & Prasetyo, Y. C. (2022). Strategi Dalam Menjaga Keabsahan Data Pada Penelitian Kualitatif. *Jurnal Al 'Adad: Jurnal Tadris Matematika*, 1(2), 61–62. <https://e-journal.iainptk.ac.id/index.php/al-adad/article/download/1113/408%0Ahttps://e-journal.iainptk.ac.id/index.php/al-adad/article/view/1113>
- Susanto, D., Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Teknik Pemeriksaan Keabsahan Data Dalam Penelitian Ilmiah. *Jurnal QOSIM : Jurnal Pendidikan, Sosial & Humaniora*, 1(1), 53–61. <https://doi.org/10.61104/jq.v1i1.60>
- Udang, O. S., Tabaru, M., Sampetoding, E. A. M., & Manapa, E. S. (2021). Pengolahan Data Siswa SMA Negeri 1 Sambuara Kabupaten Kepulauan Talaud Pada Aplikasi DAPODIK. *Journal Dynamic Saint*, 6(1), 7–11.

<https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v6i1.1193>

- Waruwu, M. (2023). Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method). *Jurnal Pendidikan Tambusai* , 7(1), 2896–2910.
- Witek, L., & Zelek, P. (2019). Stress and failure analysis of the connecting rod of diesel engine. *Engineering Failure Analysis*, 97(December 2018), 374–382. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.01.004>
- Yaqin, R. I., Zamri, Z. Z., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., Alirejo, M. S., & Umar, M. L. (2020). Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(3), 189–200. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v9i3.4075.189-200>
- Ziliwu, B. W., Musa, I., Hutapea, R. Y. F., & Ziddin, H. (2020). Penggunaan Mesin Induk Pada Alat Tangkap Purse Seine di KM. Surya Jaya. *Aurelia Journal*, 2(1), 9. <https://doi.org/10.15578/aj.v2i1.9201>
- Ziliwu, B. W., Musa, I., Priharanto, Y. E., & Tono, T. (2021). Pengoperasian Dan Perawatan Sistem Pendingin Pada Mesin Induk Operation and Maintenance of Cooling System on Main Engine Km. Sido Mulyo Santoso Di PPN Siboga. *Aurelia Journal*, 2(April), 93–100.



LAMPIRAN 1

Main engine specification

1

PARTICULARS

Model	:	2 stroke, single acting, airless injection, direct reversible, crosshead type, exhaust gas turbocharged marine diesel engine, DIESEL UNITED - SULZER 6RTA48T
Manufacturer	:	DIESEL UNITED, LTD.
Classification Society	:	DET NORSKE VERITAS
Engine No.	:	DU ; 3349
Nos. of Cylinder	:	6
Cylinder Bore	:	480 mm
Piston Stroke	:	2000 mm
Maximum Continuous Rating	:	9620 PS X 108 RPM
Maximum Combustion Pressure	:	145 kg/cm ²
Mean Effective Pressure	:	18.46 kg/cm ²
Mean Piston Speed at Rated Output	:	7.2 m/sec.
Direction of Rotation (Ahead)	:	Clockwise seen from after side
Firing Order(Ahead)	:	1 - 5 - 3 - 4 - 2 - 6 - (1)
Crank Shaft	:	Semi-built up type
Piston cooling	:	Oil cooling
Cylinder Cooling	:	Fresh water
V.I.T.(Variable Injection Timing Mechanism)	:	Equipped
Exhaust Gas Turbocharger	:	Ishikawajima-Harima ABB Type VTR 454D-32 x 1 set with ball bearing

LAMPIRAN 2

Injector Diesel United Sulzer 6rta48t

2722-1/A1

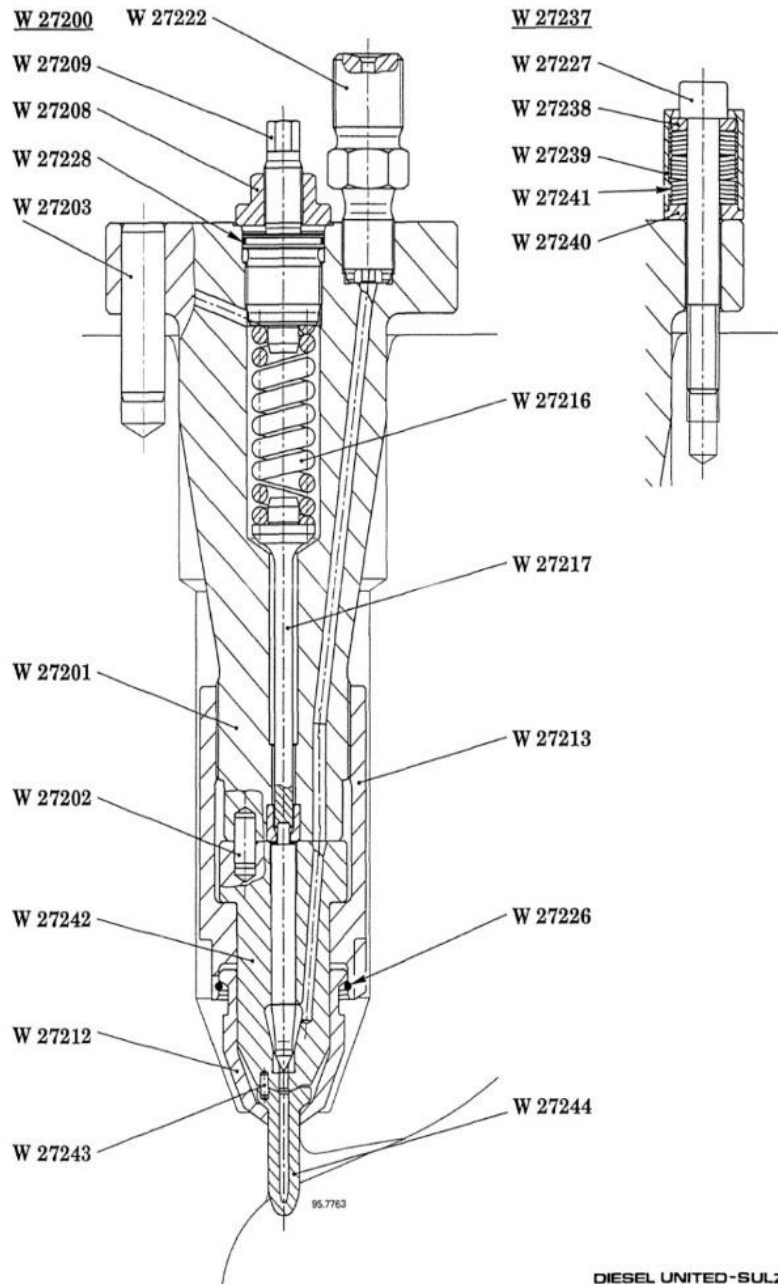
Ersatzteile / Spare parts

Brennstoffventil

Fuel Valve

600.909.11

**New
Sulzer
Diesel**
RTA48T



Brennstoffventil

Fuel Valve

<u>W 27200</u>	Brennstoffventil, komplett	Fuel valve, complete
W 27201	Düsenhalter	Nozzle holder
W 27202	Zylindrischer Stift zu W 27201	Dowel pin for W 27201
W 27203	Zylindrischer Stift zu W 27201	Dowel pin for W 27201
W 27208	Bundmutter	Collar nut
W 27209	Federspanner	Spring tensioner
W 27212	Haltehülse	Retaining husk
W 27213	Ueberwurfmutter	Retaining nut
W 27216	Druckfeder	Compression spring
W 27217	Stößel	Tappet
W 27222	Doppelnippel	Barrel nipple
W 27226	Sprengring	Snap ring
W 27227	Zylindrische Schraube	Hexagon socket head cap screw
W 27228	O-Ring	O-ring
<u>W 27237</u>	Spannscheibenkäfig, komplett	Tension washer cage, complete
	(W 27238 – W 27241)	(W 27238 – W 27241)
W 27238	Deckel	Cover
W 27239	Büchse	Bush
W 27240	Boden	Bottom
W 27241	Tellerfeder	Cup spring
W 27242	Düsenkörper mit Nadel	Nozzle body with needle
W 27243	Zylindrischer Stift	Dowel pin
W 27244	Düsenkopf	Atomizer
	Bitte zusätzlich angeben: Genaue Düsen-	Please state in addition: Full detail of
	bezeichnung (Auf der Düse eingraviert	nozzle (engraved on the nozzle and
	und im Steuerungsprotokoll eingetragen)	entered in the setting table)

45

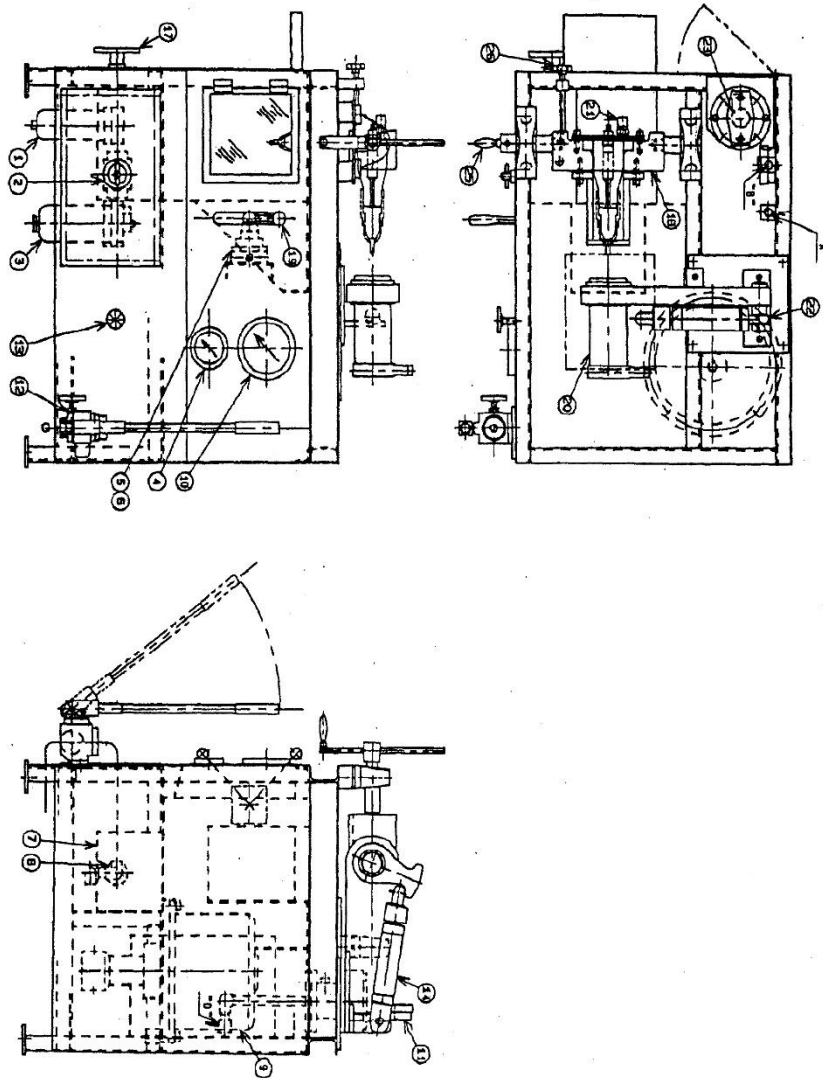
LAMPIRAN 3

O ring injector



LAMPIRAN 5

Test Injector machine



NAME OF PARTS

1. AIR FILTER
2. REGULATOR
3. LUBRICATOR
4. PRESSURE GAUGE
5. AIR SWITCHING VALVE
6. SILENCER
7. FUEL TANK
8. SUCTION STRAINER
9. BOOSTER
10. PRESSURE GAUGE
11. PRESSURE GAUGE
12. HAND PUMP
13. STOP VALVE
14. RAM CYLINDER
15. CHECK VALVE
16. CHECK VALVE
17. AIR IN
18. MOUNTING STAND OF FUEL VALVE
19. INJECTION LEVER
20. SPANNER OF RAM CYLINDER
21. MOUTH PIECE OF THE FUEL VALVE
22. MOUTH PIECE OF RAM CYLINDER
23. FIXING HOLDER OF FUEL VALVE
24. LOCK BOLT
25. HANDLE OF MOUNTING STAND OF FUEL VALVE
26. STOPPER OF MOUNTING STAND OF FUEL VALVE

SPECIFICATION

- BOOSTER --- 400kgf/cm
(OPERATIONAL PNEUMATICS ---4kgf/cm)
- THEORETICAL DISCHARGE RATE ---92.3cc/Stroke
- HIGH PRESSURE HAND PUMP ---1.173kgf/cm

PREPARATION AND GENERAL PRECAUTIONS

1. Perform Air Piping to the Air Supply Inlet (17).
(Leave the High Pressure Stop Valve (13) open.)
(Leave the Regulator (2) closed.)
2. Inject Fuel Oil into the Oil Tank(7).
3. Occasionally inspect the Lubricator(3). If the oil lever is low, supply first-class Turbine oil ISO VC 32.
4. Using the Air Filter (1) for a lengthy period caused water to collect. Occasionally check this and drain the water.

INJECTION TEST PROCEDURE

1. Firmly secure the fuel Injection Valve to be tested, to the Mount Stand of Fuel Valve(18).
2. Turn mounting stand of Fuel Valve (18), and secure (18) with Stopper of Mounting Stand of Fuel Valve (26) to set it downward.
3. Connect one end of high Pressure Metal joint with Connector A, and connect the other end with Mouth Piece of the Fuel Valve(21).
4. Confirm that air is being supplied to the air supply. Set pressure to 6 bars with the Air Regulator (2). Pressure Indication can be read from the Pressure Gauge (4).
5. Open High Pressure Stop Valve(13), and release air into the Booster(9) by moving the Control Lever up and down several times.
6. Close High Pressure Stop Valve(13) and inject by moving Control Lever (19) down.
7. When the Open Valve Pressure is read, set the Air Supply to 3-4 bars, and inject slowly. Read the pressure from the pressure Gauge(10).

FUEL INJECTION VALVE DISASSEMBLY PRESSURE

1. Firmly secure the Fuel Injection Valve to the Mount (18).
2. Turn Mounting Stand of Fuel Valve (18). And secure (18) with Stopper of Mounting Stand of Fuel Valve (27) to set it horizontally.
3. Secure Fuel Injection Valve with Spanner of Ram Cylinder(20). Adjust the position of the Fuel Injection Valve Open /Close Nut Cylinder(16), so that the Open/Close Nut Spanner can be inserted easily.
4. Connect one end of the High pressure Metal Joint with Connector A, and connect the other End with Mouth Piece of Ram Cylindre (22).
5. Confirm that the Air Supply is Connected. Adjust the Air pressure to 2 bars with the Air Regulator(2).
6. Move the control Lever (19) down, and operate.
* Read tightening and disassembly values from the Pressure Gauge(10).
* Adjust the tightening and disassembly values according to the Air Regulator(2) indicated values.
7. Raise Pressure of Air Regulator(2), loosen the Nut.
8. Loosen the Nut while it can not be turned by hand, and take out Spanner of Ram Cylinder(20). turn the Fuel Injection Valve. Secure the Fuel Injection Valve with Stopper of Mounting Stand of Fuel Valve (26) to set it upward, and disassemble it.

FUEL PUMP SAFETY VALVE
TEST PROCEDURE

1. Connect one end of the High Pressure Metal Joint to the Safety Valve. Connect the other End of the Connector B of the Test Device (Connect inside the Oil Tank.)
2. Attack a 1,500 bar Pressure Gauge to Connector B.
3. Raise Pressure, Controlling the Hand Pump(12).

CYLINDRE-COVERED SAFETY
VALVE TEST PROCEDURE

1. With 2 bolts, set precisely on the Safety Valve Test Mount(23) to be tested.
2. Connect one end of the High Pressure Metal Joint to the Connector D, located at the lower part of the Test Mount(23). Connect the other end to the Test Devive Connector B.
3. Attach the 1,500 bar Pressure Gauge to Connector D.
4. Raise Pressure , ontrolling the Hand Pump.

LAMPIRAN 6

Metode perawatan *intercooler*

7-3 Chemical cleaning agent

We recommend you to use the following chemical cleaning agents when chemical cleaning is done.

CLEANING AGENTS

o For cooling water side	o For air side
NEOS CM305D	NEOS A
SAF-ACID	ACC 9
MAGNUS-SSS	MG-ACC
	GAMLEN-ACC
	GAMLEN "H" COLVENT

7-4 Chemical cleaning method

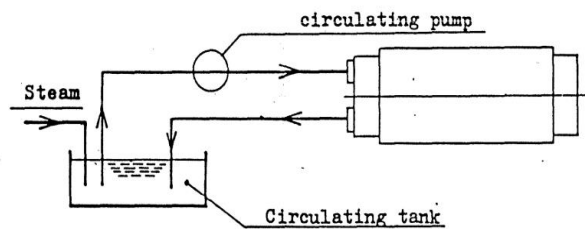
(1) Cleaning of the cooling water side

NEOS CM305D NEOS CO., LTD.

There are such cleaning methods as chemical circulating as shown below with heating of chemicals, and cleaning method of filling chemical solution in the apparatus.

Chemical solution is CM305D 5 ~ 10 %

Water 95 ~ 90 %



LAMPIRAN 7

Crew list

CREW LIST						
(Name of shipping line, agent, etc)				<input checked="" type="checkbox"/> Arrival <input type="checkbox"/> Departure		Page No. 1/1
1. Name of ship DK 02		2. Port of Departure		3. Date JULI 2023		
4. Nationality of ship INDONESIA			5. Next port of Call		6. Nature and No. of identity document (seamen's book/validity)	
7. No	8. Family name, Given names	9. Rank or rating	10. Nationality	11. Certificate no and validity (DD / MM / YY)	Date and Place of Engagement (DD / MM / YY)	
1	CAPT. HARLAFI RASYID	MASTER	INDONESIAN	6200015177N10217 15/06/2027	H 036865 18/07/2025	31/01/2023 Cilacap, Indonesia
2	NICKMAT SAHURY	C/OFF	INDONESIAN	6200353217N20216 27/04/2026	F 312811 14/09/2023	31/01/2023 Cilacap, Indonesia
3	MOHAMMAD FAHRUL ARIFFIN	2/OFF	INDONESIAN	6211401378N20121 07/10/2026	G 075280 15/04/2024	30/03/2023 Bojonegara, Indonesia
4	AMIRUL SAFIK	3/OFF	INDONESIAN	6211755490N30320 16/09/2025	F 120857 24/05/2025	17/05/2023 Cilacap, Indonesia
5	PRİYONO	C/ENG	INDONESIAN	6200029366T10214 15/09/2026	F 061644 06/09/2024	27/04/2023 Cilacap, Indonesia
6	SULISTYO BUDI PRABOWO	2/ENG	INDONESIAN	6201640633T20320 11/11/2025	F 096567 14/03/2025	07/12/2022 Cilacap, Indonesia
7	SRI PULUNG EDY WICAKSONO	3/ENG	INDONESIAN	6211521033T20519 23/01/2025	H 036416 18/06/2025	07/12/2022 Cilacap, Indonesia
8	MUHAMMAD IRMANTO	4/ENG	INDONESIAN	6211946542T30521 14/10/2026	F 340160 26/03/2025	18/07/2022 Cilacap, Indonesia
9	ISMAIL DUNGGIO	BOATSWAIN	INDONESIAN	6200092736330719 01/11/2024	F 244002 19/07/2024	20/06/2022 Cilacap, Indonesia
10	ABDILLAH RAHMAT EFENDI	A/B	INDONESIAN	6201319849010121 21/10/2026	F 118081 11/02/2024	25/12/2021 Cilacap, Indonesia
11	TARMUDI BIN WAGE	A/B	INDONESIAN	6200195766340210 04/01/2022	F 268524 12/09/2024	10/03/2023 Bojonegara, Indonesia
12	TONNY SETIAWAN	A/B	INDONESIAN	6200190816340221 20/12/2026	F 220572 21/02/2024	07/12/2022 Cilacap, Indonesia
13	TRY HARYANTO	E/FMAN	INDONESIAN	6200092874420221 01/12/2026	G 109131 08/12/2024	06/01/2023 Cilacap, Indonesia
14	SLAMET HARIANTO	OILER	INDONESIAN	6200145203420718 05/06/2023	G 057805 28/07/2024	16/03/2023 Bojonegara, Indonesia
15	JOVAN INDRA PURWANTARA	OILER	INDONESIAN	6200487681420719 19/02/2024	E 158470 11/04/2024	06/01/2023 Cilacap, Indonesia
16	RŒCKI PERMANA	OILER	INDONESIAN	6211587603420121 08/04/2026	E 100905 24/07/2023	06/11/2022 Cilacap, Indonesia
17	ATBAH MURBANI	COOK	INDONESIAN	6201473850010720 16/02/2027	F 314655 06/01/2025	02/05/2023 Cilacap, Indonesia
18	MARSA DWI DARMAWAN	DECK CADET	INDONESIAN	6212132861010320 46314	H 020334 01/04/2025	12/08/2022 Cilacap, Indonesia
19	MUHAMMAD TAUFIK TRIANTORO	DECK CADET	INDONESIAN	6212132860010320 19/10/26	H 0201524 01/04/2025	12/08/2022 Cilacap, Indonesia
20	RIFKY YARIN YUDHISTIRA	DECK CADET	INDONESIAN	6212132850010321 19/10/26	H 020329 01/04/2025	12/08/2022 Cilacap, Indonesia
21	YUSUF ADI PRATAMA	DECK CADET	INDONESIAN	6212132856010320 19/10/25	H 020326 01/04/2025	12/08/2022 Cilacap, Indonesia
22	MUHAMMAD FARHAN DZAQWAN D	ENGINE CADET	INDONESIAN	6212114895010321 18/10/26	H 020729 30/03/2025	12/08/2022 Cilacap, Indonesia
23	FALLAH FAUZAN	ENGINE CADET	INDONESIAN	6211859612010322 28/03/27	H 020724 30/03/2025	12/08/2022 Cilacap, Indonesia
24	FENDY PRADIPTA RACHMAN	ENGINE CADET	INDONESIAN	6212114913010321 18/10/26	H 020698 30/03/2025	12/08/2022 Cilacap, Indonesia

12. Date and signature by master, authorized agent or officer


CAPT. HARLAFI RASYID
 MASTER MV. DK 02

LAMPIRAN 8

Ship particular

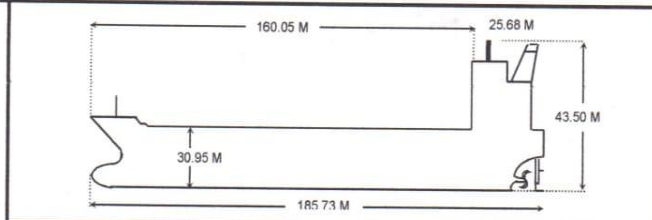


PT. KARYA SUMBER ENERGY
SHIP'S PARTICULARS

NAME	MV. DK.02	KEEL LAID	09-Sep-97	SATELLITE COMMUNICATION	
CALL SIGN	3 F E Q 8	LAUNCHED	05 JANUARI 1998	INM-C 452502595	
FLAG	INDONESIA	DELIVERED	27 FEBRUARI 1998	E-MAIL	
PORT OF REGISTRY	TG PRIOK	SHIPYARD	OSHIMA SHIPBUILDING COMPANY LTD NAGASAKI JEPANG	PHONE	
OFFICIAL NUMBER	25455-94-CH			FAX	
IMO NUMBER	9154555			TELEX	
CLASS SOCIETY	DNV-GL/BKI			MMSI	371554000
CLASSIFICATION CHARACTER				EX NAME	MV.VOC DEASY
P & I CLUB	RAETS MARINE MARINE INSURANCE BV			CS / FLAG	INDONESIA

OWNERS	KOKUSAI TRANSPORT PTE LTD.
OPERATORS	Van Omeren Clipper Bulk

PRINCIPAL DIMENSIONS	
LOA	185.73 M
LBP	177.00 M
BREADTH	30.95 M
DEPTH (molded)	16.40 M
HEIGHT (maximum)	43.50 M
BRIDGE FRONT - BOW	160.05 M
BRIDGE FRONT - STERN	25.68 M



TONNAGE	
NET	16.061 MT
GROSS	25.807 MT
GROSS Reduced (Rt:13495)	NA

TANK CAPACITIES (cbm)					
CARGO HOLD CAPACITY			BLST TKS (100 %)		
GRAIN (M3)	BALE (M3)				
GRAIN (M3)	58.999	BALE (M3)	57.851	CLN BLST	23.218
TOTAL	58.999	TOTAL	57.851	TOTAL	23.218

LOAD LINE INFORMATION	FREEBOARD	DRAFT	DWT
TROPICAL FRESH		12.290 M	48.406 MT
FRESH		12.045 M	47.188 MT
TROPICAL		12.022 M	48.428 MT
SUMMER		11.777 M	47.183 MT
WINTER		11.532 M	45.941 MT
LIGHT SHIP T= 7,131 MT			

MACHINERY / PROPELLER / RUDDER	
MAIN ENGINE	DU-SULZER 6RTA48T: 1 SET
M.C.O	9,60PS x 108.0 RPM
NCR	8,175PS x 102.3 RPM
Consumption	28.00 tonnes per day
MAX CRITICAL RANGE	
AUX. BOILER TYPE	
GENERATOR (3 sets)	Daihatsu engine 3 x 600 kw 100/440V 60HZ a.c
EMER D.G.	
PROPELLER	
RUDDER	

BUNKER TANKS	
DF	130 T
RF	1.519 T
total	1.649 T

WINCHES / WINDLASS / ROPES / EMERGENCY TOWING			
	FWD	AFT	PARTICULARS
WINCHES			
MRG Ropes			
Winch BHC			
WINDLASS			
FIRE WIRE			
ANCHOR			
EMG.			
TOWING			

BALLAST PUMPING SYSTEM			

LIFE BOATS	

FIRE FIGHTING SYSTEM	

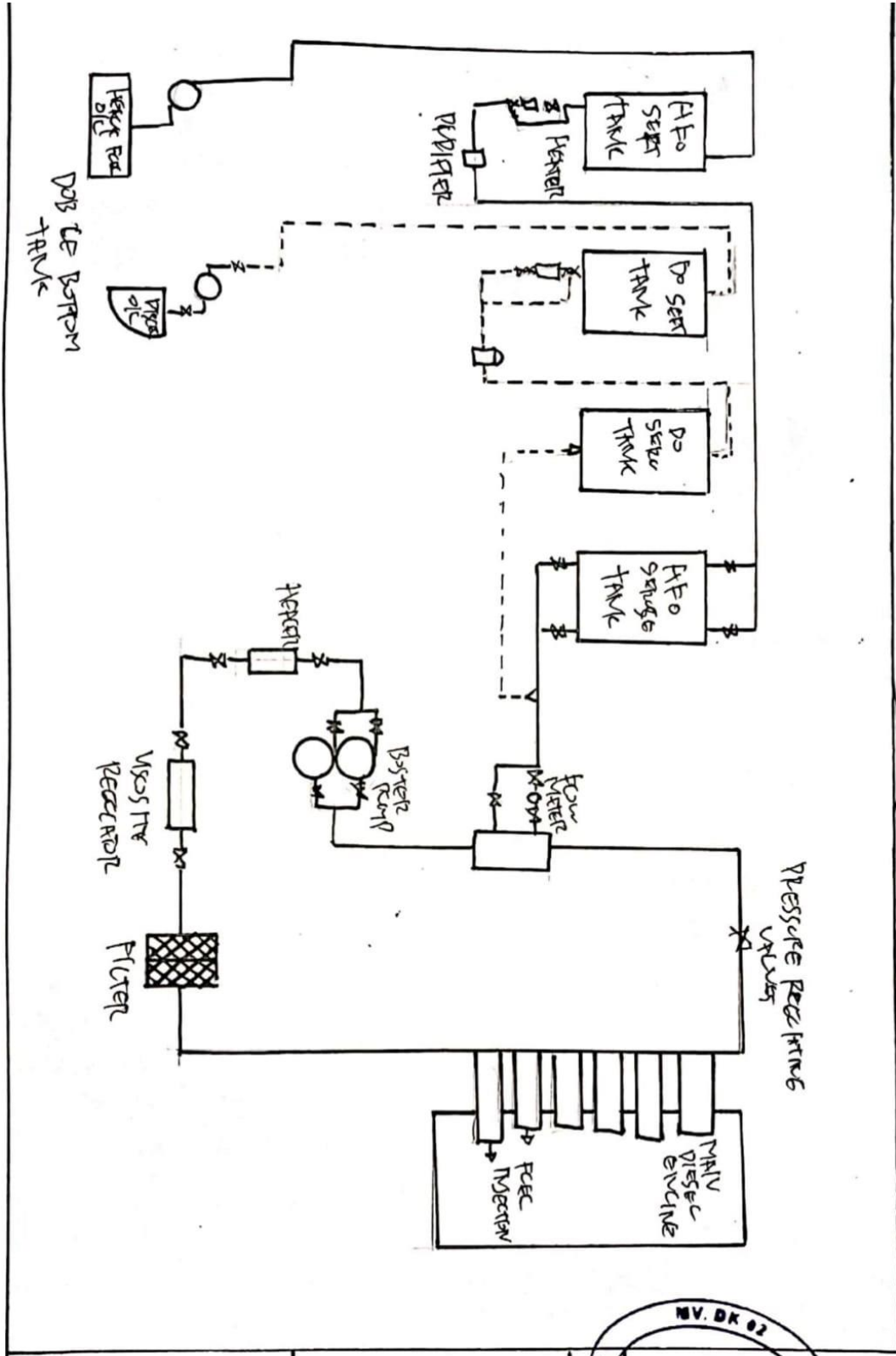
LUBE OIL TANK M3	
TOTAL	

CRANES	
	4 X 30 T SWL



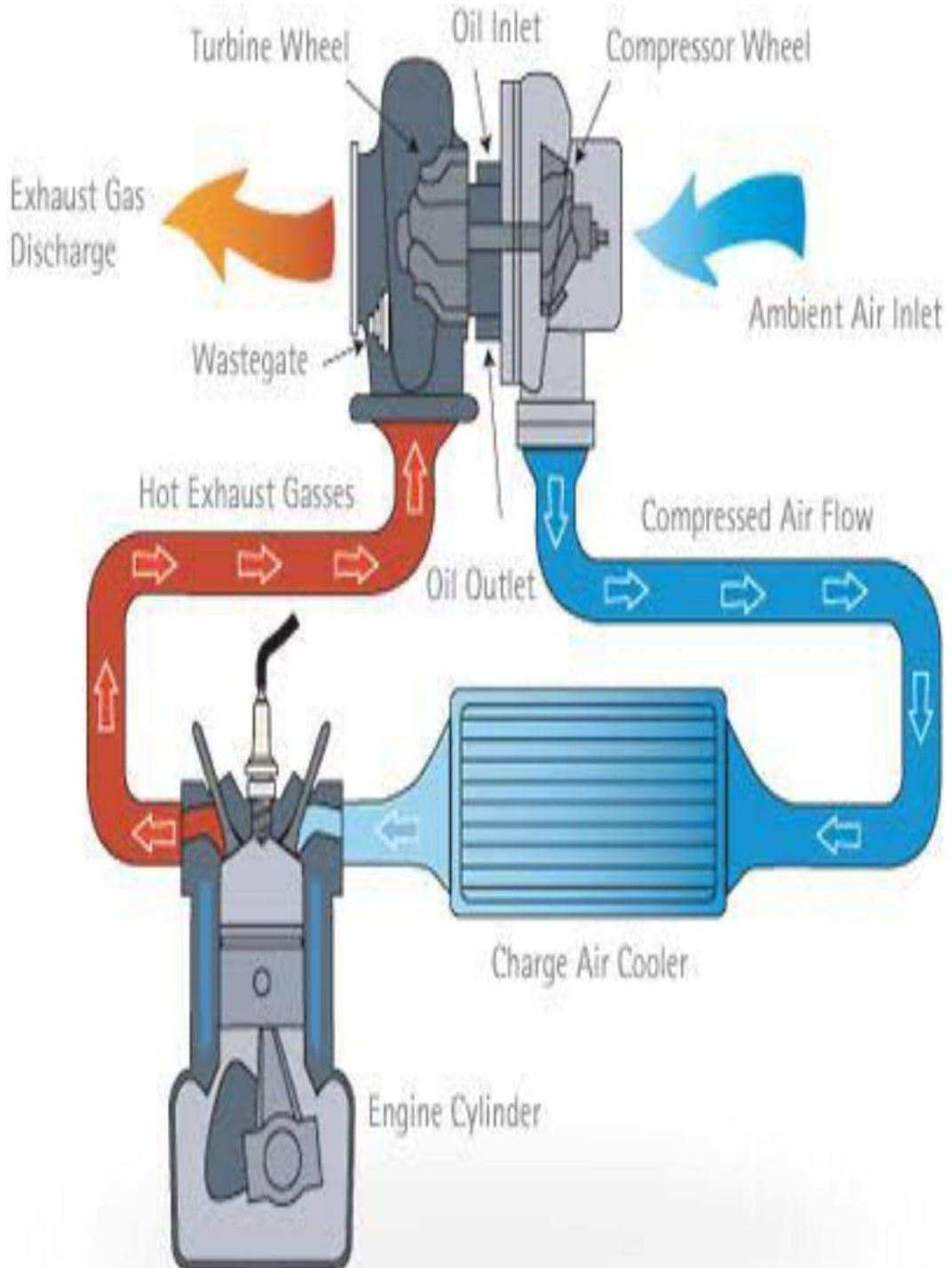
LAMPIRAN 9

FO Main engine pipe line



LAMPIRAN 10

Intercooler system



LAMPIRAN 11

Wawancara dengan Informan

Identitas Informan

Nama : Sulistyo Budi Prabowo

Jabatan : *2nd Engineer*

Hasil Wawancara

Peneliti : “Selamat pagi, Bass. Mohon maaf sebelumnya, izin untuk mengajukan beberapa pertanyaan tentang permasalahan yang terjadi ketika mesin induk tiba-tiba ada alarm stop engine, apakah penyebab dari kenaikan suhu gas buang tersebut, Bass?”

2nd engineer : “Pagi juga, Det, baik saya jelaskan beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya kenaikan suhu pada gas buang mesin induk. Sesuai dengan yang saya analisa yaitu pembakaran tak sempurna, jika pembakaran dalam mesin tidak optimal, bisa menyebabkan sebagian bahan bakar tidak terbakar sepenuhnya. Hal ini menghasilkan lebih banyak panas yang dilepaskan ke dalam sistem gas buang, meningkatkan suhu gas buang, dan sistem pendingin yang tidak efektif, jika sistem pendingin mesin tidak berfungsi dengan baik atau tidak mampu menghilangkan panas dengan efisien dari komponen-komponen mesin, suhu gas buang dapat meningkat Det, jadi sebelum menentukan problem yang terjadi kita juga

bisa membaca *manual book* di *engine control room*. Pada saat mesin induk bekerja terdapat alarm suhu gas buang tinggi *auto stop engine* kita harus melihat ada alarm yang terjadi. kemudian muncul alarm mesin induk gas buang, maka itu adalah indikasi bahwa kenaikan suhu pada gas buang terjadi.”

Peneliti : “Dengan kenaikan suhu gas buang tersebut pasti akan menimbulkan dampak, apakah dampak yang terjadi jika kenaikan suhu gas buang terjadi, Bass?”

2nd Engineer : “Menurut pengalaman saya Det, Dampak kenaikan suhu gas buang pada mesin induk ini yaitu : Kerusakan Komponen ,Suhu gas buang yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada komponen mesin, seperti katup, piston, atau turbocharger. Panas berlebih dapat menyebabkan pemuaiian atau deformasi pada bagian-bagian ini, yang pada gilirannya dapat mengurangi umur pakai dan menyebabkan kegagalan mesin. Penurunan Oli Mesin, kenaikan suhu gas buang yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas oli mesin karena paparan panas yang berlebihan. Oli yang terlalu panas dapat mengalami degradasi lebih cepat, mengurangi kemampuannya untuk melumasi dan melindungi komponen mesin. Kerusakan Sistem Pendinginan,

kenaikan suhu gas buang yang terlalu tinggi juga dapat mengakibatkan kerusakan pada sistem pendinginan mesin. Komponen-komponen seperti radiator atau pompa air pendingin dapat mengalami keausan lebih cepat atau bahkan kegagalan total jika terpapar panas yang berlebihan. Dan yang terakhir Det, peningkatan resiko kegagalan mesin, secara keseluruhan kenaikan suhu gas buang yang signifikan dapat meningkatkan risiko kegagalan mesin secara keseluruhan. Ini dapat

mengakibatkan downtime yang tidak direncanakan dan biaya perbaikan yang tinggi bagi pemilik kapal. Begitu Det, apakah sudah jelas?”

Peneliti : “Siap Bass terimakasih penjelasannya, ijin bass saya ingin bertanya lagi.”

2nd Engineer : “Baik Det boleh mau nanya apalagi?”

Peneliti : “Ijin bertanya Bass, melihat begitu banyaknya dampak yang timbul akibat dari kenaikan suhu gas buang mesin induk,apakah upaya yang tepat dalam mengatasi masalah tersebut, Bass?”

2nd Engineer : “Menurut saya setelah melakukan *trouble inspection* dengan ditemukannya masalahnya yaitu pada *injector* dan *intercooler* yang bekerja kurang maksimal dikarenakan kurangnya *maintenance* pada bagian

tersebut, tentu setelah mengetahui penyebab masalah dari kenaikan suhu tersebut saya wajib merawat dan melakukan pemeriksaan secara teratur sesuai dengan *manual book* . Begitu Det, sudah jelas?”

Peneliti : “Siap Bass jelas, jadi intinya kita harus secara teratur memeriksa dan merawat bagian-bagian mesin induk, sistem-sistemnya sesuai *manual book* ya Bass?”

2nd Engineer : “Ya minimal seperti itu Det.”

Peneliti : “Terima kasih atas penjelasan yang sangat lengkap dan detail, Bass, ini membantu saya dalam penyusunan skripsi kedepannya dan pengalaman yang sangat berharga sebagai bekal nantinya waktu saya menjadi masinis.”

2nd Engineer : “Ya Det, semoga lancar kuliahmu dan cepat wisuda.”

Peneliti : “Siap Bass terima kasih banyak dan semoga sehat selalu Bass.”

Identitas Informan

Nama : Priyono

Jabatan : *Chief Engineer*

Hasil Wawancara

Peneliti: Selamat pagi, *Chief*. Terima kasih telah meluangkan waktu untuk berbicara dengan saya. Saya ingin mendiskusikan tentang kenaikan suhu gas buang pada mesin induk. Bisa Anda jelaskan apa saja penyebab utama kenaikan suhu gas buang tersebut?

Chief Engineer Selamat pagi. Tentu saja, ada beberapa penyebab utama yang bisa mempengaruhi kenaikan suhu gas buang. Pertama, kerusakan pada O-ring komponen injector adalah salah satu faktor utama. O-ring yang aus atau rusak dapat menyebabkan kebocoran bahan bakar yang mengganggu pembakaran yang efisien. Kedua, intercooler yang kotor, baik di sea water side maupun air side, dapat mengurangi efisiensi pendinginan. Ketiga, kondisi lingkungan operasional yang ekstrem, seperti suhu ambient yang tinggi, juga berkontribusi pada masalah ini.

Peneliti Baik, jadi kerusakan pada injector dan intercooler yang kotor adalah penyebab utama, ditambah dengan kondisi lingkungan yang tidak mendukung. Bagaimana dampak dari kenaikan suhu gas buang ini terhadap kinerja mesin dan operasional keseluruhan?

Chief Engineer Dampaknya cukup signifikan. Pertama, kenaikan suhu gas buang dapat menyebabkan penurunan kinerja mesin secara

keseluruhan. Mesin akan kehilangan daya dan efisiensinya. Kedua, risiko overheating meningkat, yang bisa memicu mode slow down atau shutdown darurat untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Ketiga, emisi gas buang berbahaya seperti nitrogen oksida (NOx) akan meningkat, yang tidak hanya berdampak buruk pada lingkungan tetapi juga bisa melanggar peraturan emisi.

Peneliti : Itu sangat serius. Lalu, apa saja langkah yang bisa kita ambil untuk mengatasi dan mencegah kenaikan suhu gas buang ini?

Chief Engineer : Ada beberapa langkah yang bisa kita ambil. Pertama, lakukan perawatan rutin pada injector, termasuk pembersihan dengan bahan kimia khusus dan metode ultrasonik, serta pemeriksaan dan penggantian O-ring secara berkala. Kedua, bersihkan intercooler secara rutin untuk memastikan tidak ada kotoran yang menghambat aliran udara dan efisiensi pendinginan. Gunakan air bertekanan rendah dan bahan pembersih yang aman untuk intercooler. Ketiga, pastikan penggunaan bahan bakar dan bahan pendingin berkualitas tinggi yang sesuai dengan spesifikasi pabrik. Selain itu, berikan pelatihan kepada kru tentang prosedur perawatan yang benar dan pentingnya menjalankan perawatan sesuai jadwal.

Peneliti : Terima kasih atas penjelasannya, Chief. Ini sangat membantu untuk memahami masalah dan solusinya. Apakah ada hal lain yang ingin Anda tambahkan?

Chief Engineer : ya, saya ingin menekankan pentingnya disiplin dalam menjalankan prosedur perawatan dan pelatihan kru. Kesalahan kecil dalam perawatan bisa berdampak besar pada kinerja mesin. Oleh karena itu, setiap anggota kru harus memahami tanggung jawab mereka dan menjalankan tugasnya dengan benar. Jika kita dapat menjaga perawatan dengan baik, kita bisa mencegah masalah ini terjadi di masa depan.

Peneliti : Terima kasih banyak, *Chief*. Informasi ini sangat berharga untuk penelitian saya dan akan sangat membantu dalam menyusun rekomendasi yang lebih efektif.

Chief Engineer : Semoga penelitian Anda sukses dan bisa memberikan manfaat bagi operasional kita. Jika Anda membutuhkan informasi lebih lanjut, jangan ragu untuk menghubungi saya.

Peneliti : Tentu, *Chief*. Terima kasih sekali lagi atas waktu dan penjelasannya