



**IDENTIFIKASI TINGGINYA SUHU GAS BUANG PADA
MAIN ENGINE DI MT. SAMBU**

SKRIPSI

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

**MUHAMAD MUSA RAMANDHA
551811236894 T**

PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

SEMARANG

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

IDENTIFIKASI TINGGINYA SUHU GAS BUANG PADA *MAIN ENGINE*
DI MT. SAMBU

Ditulis Oleh:

MUHAMAD MUSA RAMANDHA
55181123684 T

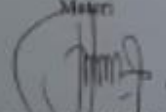
Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat disajikan di depan Dewan Penguji

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, 15, *febr-ov.* 2023

Dosen Pembimbing I

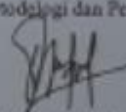
Materi:



DARUL PRAYOGO, M.Pd.
Penata (III/d)
NIP. 19850618 201012 1 001


Dosen Pembimbing II

Metodologi dan Penulisan



KRESNO YUNTORO, S.ST, M.M
Penata (III/c)
NIP. 19710312 201012 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika



AMAD NARTO, M.Pd, M.Mgr.E
Pembina (IV/a)
NIP. 19641212 199808 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Identifikasi Tingginya Suhu Gas Buang Pada Mesin Engine di MT. Sambu" karya,

Nama : MUHAMAD MUSA RAMANDHA

NIT : 551811236894 T

Program Studi : D.IV TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi TEKNIKA,

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari *Rabu*, tanggal *15 Februari 2023*

Penguji I

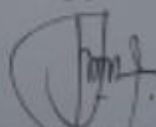


Dr. MUIL HARLIMAN SALEH, M.Pd

Penata (III/d)

NIP. 19711102 199903 1 001

Penguji II



Dr. DARUT PRAYOGO, M.Pd

Penata (III/d)

NIP. 19850618 201012 1 001

Penguji III



Dr. LATIKA SARI, S.Pd, M.Pd

Penata (III/c)

NIP. 19850731 200812 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMAD MUSA RAMANDHA

NIT : 551811236894 T

Program Studi : D.IV TEKNIKA

Skripsi dengan judul "Identifikasi Tingginya Suhu Gas Buang Pada Motor Engine di MT. Samba".

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.

Senarag, 15 - 02 - 2023

Yang menyatakan,



MUHAMAD MUSA RAMANDHA
NIT. 551811236894 T

MOTO DAN PERSEMBAHAN

1. Jangan pernah menyerah dalam keadaan apapun, karna jalan selalu ada selama kita berusaha dan ber Doa.
2. Berjuang hingga titik darah penghabisan adalah cara ninjaku.
3. Jangan pernah memaksa dirimu untuk sempurna, tapi carilah tempat dimana kekurangannmu bisa di terima (1%).

Persembahan:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Edi Surachman dan Ibu Weti Setiawati serta kakak dan keponakan tercinta Dessy F.N, Putry P.M dan Alzena . Terimakasih atas segala do'a restu, semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Direktur PIP Semarang, Capt. Dian Wahdiana, M.M. Bapak Darul Prayogo, M.Pd. dan Bapak Kresno Yuntoro, S.ST, M.M selaku dosen pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

PRAKATA

Segala puji dan rasa syukur, yang penulis lakukan sebagai bentuk pujian kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan nikmat, karunia dan rahmatnya, sehingga penulis mampu menyelesaikan dan menuntaskan penulisan Skripsi yang berjudul “Identifikasi Tingginya Suhu Gas Buang Pada *Main Engine* di MT. Sambu”.

Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Terapan Pelayaran (STr.Pel), serta syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan Skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Yth. Capt. Dian Wahdiana, M.M. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Yth. Bpk Darul Prayogo, M.Pd selaku Dosen Pembimbing materi yang dengan sabar dan tanggungjawab telah memberikan dukungan, bimbingan, dan pengarahan dalam penyusunan Skripsi ini.
3. Yth. Bpk Kresno Yuntoro, S.ST, M.M selaku Dosen Pembimbing penulisan yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak, Ibu serta saudara tercinta yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan do'a.

5. Rekan-rekan angkatan LV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah berjuang bersama-sama.
6. Sahabat seperjuangan serta Junior kasta Jawa Barat angkatan LV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
7. Seluruh *Crew* MT. SAMBU yang telah memberikan data informasi serta ilmu yang diperlukan dalam penyusunan Skripsi ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Tiada sesuatu yang sempurna di dunia ini karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT, maka penulis menyadari bahwa dalam karya ilmiah (Skripsi) ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis menerima kritik dan saran dari berbagai fungsi pihak demi perbaikan di masa yang akan datang. Peneliti mengucapkan banyak terimakasih, semoga karya ini berguna bagi pembaca semua.

Semarang, 13 Februari 2023

Penulis

MUHAMAD MUSA RAMANDHA
NIT. 551811236894 T

ABSTRAKSI

Muhamad Musa Ramandha, NIT: 551811236894 T, 2023, “Identifikasi Tingginya Suhu Gas Buang Pada *Main Engine* di MT. Sambu”. Skripsi Program Studi Teknika, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I : Darul Prayogo, M.Pd., Pembimbing II : Kresno Yuntoro, S.ST., M.M.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui faktor penyebab suhu gas buang yang tinggi pada *main engine* di kapal MT. Sambu. (2) untuk mengetahui usaha yang dapat dilakukan untuk megurangi tingginya suhu gas buang pada *main engine* di MT. Sambu.

Kerangka penelitian dibuat guna mempermudah pembahasan laporan penelitian. Pembahasan dalam penelitian adalah mengenai tidak maksimumnya fungsi *intercooler* pada *main engine* di MT. Sambu.

Pada penelitian ini metodologi digunakan sebagai sumber data. Sumber data penelitian yaitu data primer dan sekunder. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, serta studi pustaka. Proses analisis berdasarkan metode SHELL. Data dianalisis melalui beberapa langkah seperti; *Liveware-Software, Liveware-Hardware, Liveware- Environment, Liveware-Liveware*

Hasil menunjukkan *plan maintenance system* tidak sesuai dengan *instruction manual book*, tidak berfungsinya *turbocharger* secara maksimal dan tidak berfungsinya sisi air laut sistem pendinginan *intercooler*. Melalui hasil pengamatan peneliti menemukan fakta perawatan yang kurang menyesuaikan *plan maintenance system*.

Dapat disimpulkan bahwa *crew* harus melaksanakan PMS dengan baik serta benar disesuaikan dengan buku panduan instruksi, membuka kran-kran air laut dengan penuh sehingga penyerapan suhu panas terlaksana secara optimal, dan melakukan pergantian *crew* sesuai kualifikasi dengan jabatan yang di emban.

Kata Kunci: *Suhu gas buang, main engine*

ABSTRACT

Muhamad Musa Ramandha, NIT: 551811236894 T, 2023, "*Identification of High Exhaust Temperature in Main Engines in MT. Sambu*". Thesis of Engineering Study Program, Diploma IV Program, Semarang Shipping Science Polytechnic, Supervisor I: Darul Prayogo, M.Pd., Supervisor II: Kresno Yuntoro, S.ST., M.M.

The purpose of this study is (1) to determine the factors causing high exhaust gas temperatures in the main engine on MT ships. Sambu. (2) to find out the efforts that can be made to reduce the high temperature of the exhaust gases in the main engine in MT. Sambu.

The research framework was created to facilitate the discussion of research reports. The discussion in the study is about the non-maximum function of the intercooler on the main engine in MT. Sambu.

In this study, the methodology was used as a data source. The sources of research data are primary and secondary data. Data were obtained through observation, interviews, and literature studies. The analysis process is based on the SHEL method. The data is analyzed through several steps such as; Liveware-Software, Liveware-Hardware, Liveware- Environment, Liveware-Liveware

The results show that the system maintenance plan is not in accordance with the manual book instructions, the turbocharger does not function optimally and the seawater side of the intercooler cooling system does not work. Through the results of observations, researchers found the fact that the maintenance did not adjust the maintenance system plan.

It can be concluded that the crew must carry out PMS properly and correctly adjusted to the instruction manual, open the sea water faucets fully so that the absorption of hot temperatures is carried out optimally, and change the crew according to the qualifications of the position held.

Keywords: Exhaust gas temperature, main engine

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
ABSTRAKSI.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan masalah.....	3
C. Fokus Penelitian	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Hasil Penelitian.....	4
BAB II. LANDASAN TEORI.....	6
A. Deskripsi Teori.....	6
B. Kerangka Berfikir.....	24

BAB III. METODE PENELITIAN	25
A. Metode Penelitian.....	25
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
C. Sample Sumber Data Penelitian.....	27
D. Teknik Pengumpulan Data.....	28
E. Instrumen Penelitian.....	32
F. Teknik Analisis Dan Kualitatif.....	33
G. Pengujian Keabsahan Data.....	37
BAB IV. HASIL PENELITIAN.....	38
A. Gambaran Konteks Penelitian.....	38
B. Deskripsi Data.....	42
C. Temuan.....	43
D. Pembahasan Hasil Penelitian.....	63
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN.....	72
A. Simpulan	72
B. Keterbatasan Penelitian.....	73
C. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Spesifikasi <i>Heavy Fuel Oil</i> (HFO)	21
Tabel 4.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu	38
Tabel 4.1 Tabel Studi Pustaka Pelaksanaan <i>Maintenance</i>	46
Tabel 4.2 Tabel Studi Pustaka Pelaksanaan <i>Maintenance</i>	52
Tabel 4.3 Tabel Studi Pustaka Pelaksanaan <i>Maintenance</i>	54
Tabel 4.4 Tabel Studi Pustaka Pelaksanaan <i>Maintenance</i>	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Langkah Hisap.....	8
Gambar 2.2 Langkah Kompresi	9
Gambar 2.3 Langkah Usaha.....	10
Gambar 2.4 Langkah Buang	10
Gambar 2.5 <i>Turbocharge</i>	23
Gambar 2.6 Kerangka Penelitian.....	24
Gambar 4.1 Jadwal <i>Running Hours</i> Melebihi batas.....	45
Gambar 4.2 Kotoran pada <i>tube intercooler</i>	49
Gambar 4.3 Kondisi <i>Intercooler</i> yang kotor	50
Gambar 4.4 <i>Filter</i> Tubro yang kotor.....	51
Gambar 4.5 <i>Blower Turbocharge</i> yang kotor	52
Gambar 4.6 Jurnal suhu di kamar mesin.....	53
Gambar 4.7 PMS yang kurang sesuai	55
Gambar 4.8 Pelaksanaan sudah sesuai PMS	57
Gambar 4.9 Sogok <i>Intercooler</i>	58
Gambar 4.10 Pembersihan Menggunakan <i>Chemical</i>	59
Gambar 4.11 Cara melepas <i>Filter Turbocharge</i>	60
Gambar 4.12 <i>Blower</i> yang bersih.....	60
Gambar 4.13 Tekanan air laut bertambah.....	61
Gambar 4.14 <i>Crewlist</i> terbaru.....	62

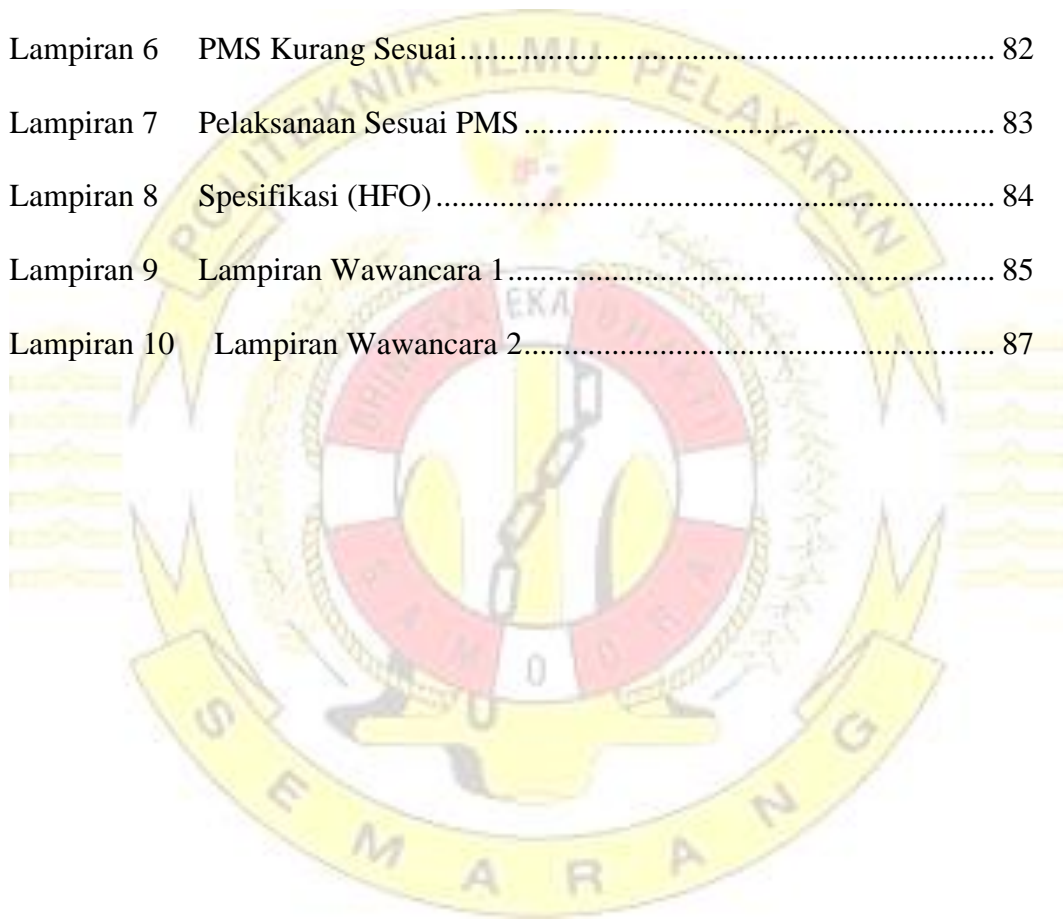
DAFTAR DIAGRAM

Diagram 3.1 Hubungan Metode SHEL..... 36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Ship Particular</i>	77
Lampiran 2	<i>Crew List</i>	78
Lampiran 3	Hasil Turnitin.....	79
Lampiran 4	Jadwal <i>Running Hours</i> Melebihi Batas	80
Lampiran 5	Jurnal Suhu Kamar Mesin	81
Lampiran 6	PMS Kurang Sesuai.....	82
Lampiran 7	Pelaksanaan Sesuai PMS	83
Lampiran 8	Spesifikasi (HFO).....	84
Lampiran 9	Lampiran Wawancara 1.....	85
Lampiran 10	Lampiran Wawancara 2.....	87



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Transportasi laut adalah satu dari sekian jenis akomodasi yang sangat dibutuhkan untuk mendukung perdagangan dan perekonomian yang bertaraf nasional ataupun global sejak dulu kala. Di lain sisi, Indonesia sebagai Negara kepulauan dengan berbagai pulau yang saling terhubung dengan perairan yang luas juga membutuhkan peran penting dari transportasi laut. Dengan jumlah pulau yang banyak serta tidak semua jenis transportasi dapat menjangkaunya menjadikan transportasi laut sangat berperan penting dalam menyokong kesejahteraan dan kestabilan ekonomi Indonesia. Transportasi laut memiliki posisi penting dalam perkembangan ekonomi di Negara ini karena keadaan geografis pulau yang saling terpisah, baik dalam skala regional, nasional, maupun internasional. Karena hal tersebut, banyak perusahaan yang bergerak dibidang pelayaran berlomba-lomba agar semakin unggul untuk menyediakan jasa transportasi laut.

Kapal yang beroperasi dengan baik tentunya memiliki mesin-mesin yang berperan didalamnya. Untuk mengetahui tingkat keoptimalan mesin pada kapal dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain dengan menggunakan indra penciuman agar dapat mendeteksi adanya aroma terbakar, mengidentifikasi melalui indra pendengar untuk mendeteksi suara yang tidak wajar dari mesin kapal. Untuk mendeteksi adanya warna pada gas buang atau kebocoran suatu sistem dapat dilihat dengan indra penglihatan, serta

menggunakan indra perasa untuk mendeteksi adanya gangguan atau kerusakan mesin dengan cara meletakkan jari atau tangan pada mesin untuk merasakan getaran mesin. Temperatur gas buang Main Engine tugas berat cukup tinggi 250-400°C (Johnson,2006)

Gas buang yang dikeluarkan oleh mesin pada kapal harus memenuhi standar yang ditentukan, karena gas buang yang tidak sesuai atau buruk menjadi penyebab polusi udara dan mencemari lingkungan sehingga tidak menyehatkan. Oleh karena itu gas buang mesin harus benar-benar diperhatikan. Merupakan cara yang lebih menguntungkan untuk Main Engine (Al-Ain,2001)

Contoh-contoh mesin yang menghasilkan gas buang, antara lain gas buang yang dihasilkan oleh mesin *boiler* pada proses perebusan air untuk menghasilkan uap, gas buang yang dihasilkan oleh mesin *incinerator* pada proses pembakaran sampah, serta gas buang yang dihasilkan oleh mesin diesel pada proses pembakaran bahan bakar agar dapat dihasilkan tenaga baik mesin penggerak utama maupun mesin pembantu (*auxiliary engine*). Gas buang pada *main engine* penting untuk diperhatikan krena semua rangkaian kerja pada mesin diesel menghasilkan gas buang. Unsur yang harus diperhatikan antara lain warna, pemeriksaan tingkat kelembapaan gas buang yang mana ketika gas buang lembab maka dalam proses pembakaran juga dapat membakar air pendingin atau pelumasan, dan pemeriksaan suhu gas buang yang mana akan berdampak pada mesin diesel apabila gas buang bersuhu tinggi. Selain itu, sangat penting untuk melakukan perawatan pada mesin

intercooler, *turbocharge*, dan juga pompa pendingin. Komponen pendukung *main engine*, seperti *intercooler* yang tidak berfungsi dengan baik dapat mempengaruhi *main engine* yang sedang beroperasi sehingga tidak maksimal. Penelitian yang dilakukan oleh penulis yang bertempat pada kapal MT.SAMBU menunjukkan adanya masalah pada daya mesin yang kurang maksimal akibat dari suhu yang terlalu tinggi pada gas buang yang dihasilkan *main engine*. Kondisi komponen pendukung yang berkaitan dengan suhu gas buang yang tinggi sangat mempengaruhi daya mesin tersebut.

Penulis pernah mengalami peristiwa kenaikan suhu gas buang mencapai suhu rata-rata 400°C pada *main engine* utama bagian kiri ketika tim jaga memeriksa kondisi suhu gas buang yang mana suhu normal rata-rata sebesar 350°C ketika kapal berlayar dari pelabuhan Cilacap menuju pelabuhan Cengkareng pada tanggal 15 Januari 2021. Suhu gas buang yang sangat tinggi membuat teknisi kapal memperlambat putaran mesin yang mengakibatkan berkurangnya kecepatan kapal, sehingga kapal terlambat. Peristiwa yang sama kembali terjadi ketika kapal berlayar dari Pelabuhan Cengkareng menuju pelabuhan Cilacap yang mana kenaikan suhu gas buang pada mesin induk kiri mencapai rata-rata 415°C dari suhu awal 380°C pada tanggal 19 Januari 2021 yang mengakibatkan putaran mesin mengalami *overwork* sehingga perjalanan kapal menjadi terlambat. Daya kerja pada *main engine* kapal serta bahan material yang berkaitan dengan sistem saluran *exhaust gas* menjadi sangat berbahaya akibat hal tersebut. Adanya perbedaan/gap antara teori dan fakta yang ada serta berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul: “Identifikasi Tingginya Suhu Gas Buang Pada *Main Engine* Di MT. SAMBU”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah uraian diatas yang menjelaskan tentang tingginya suhu gas buang dari silinder *main engine* di kapal MT.

Sambu, maka dapat dirumuskan masalah yang akan di bahas pada penelitian ini, antara lain yaitu :

1. Faktor apakah yang menyebabkan tingginya suhu gas buang pada *main engine* di MT. Sambu ?
2. Bagaimana upaya yang dilakukan untuk mengurangi tingginya suhu gas buang pada *main engine* di MT. Sambu ?

C. Fokus Penelitian

Dengan terbatasnya pengetahuan dan ilmu yang dimiliki penulis, maka pada penelitian ini pembahasan Skripsi tidak dijelaskan secara menyeluruh, melainkan diberi batasan penjelasan tentang kerusakan dari “Pengaruh Komponen Main Engine di MT. Sambu”, mengingat pembahasan masalah ini cukup luas. Fokus penelitian ini sama halnya dengan penelitian yang dilakukan penulis ketika menjalani praktek laut.

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui faktor penyebab tingginya suhu gas buang pada *main engine* di MT. Sambu.
2. Mengetahui upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingginya suhu gas buang pada *main engine* di MT. Sambu.

E. Manfaat Hasil Penelitian

Penelitian-penelitian yang diadakan terhadap *main engine* secara tidak langsung akan menimbulkan masalah-masalah yang berkaitan dengan mesin induk tersebut. Sehingga melalui penelitian ini masalah yang terjadi akan terpecahkan dan menghasilkan suatu jawaban.

Hasil dari penelitian diharapkan dapat berguna bagi para perwira mesin, pembaca serta teman-teman juga yang memiliki permasalahan yang sama,

untuk dijadikan sebagai pedoman dalam upaya mengidentifikasi suhu gas buang yang melebihi batas normal pada *main engine*. Pembuatan Skripsi ini juga memiliki kegunaan yang lebih terperinci diantaranya :

1. Manfaat teoritis

Untuk meningkatkan pengetahuan, wawasan, dan pengetahuan yang berhubungan dengan sistem gas buang bagi junior sebelum melaksanakan praktek laut ataupun para perwira kapal sebagai referensi tentang pengetahuan dalam hal penunjang operasional kapal. Terutama dalam hal tingginya suhu gas buang pada *main engine* serta sebab dan akibat dari masalah yang terjadi pada tingginya suhu gas buang pada *main engine* kapal.

2. Manfaat praktis

a. Bagi *Crew Engine* di kapal

Penulis berharap penelitian ini membawa manfaat bagi para perwira kapal sebagai bahan masukan dan pemeliharaan kelancaran mesin induk.

b. Bagi siswa di lembaga Pendidikan

Penelitian ini dapat dijadikan refererensi untuk belajar terkait salah satu upaya meningkatkan mutu dan kualitas siswa dalam pengetahuan.

c. Bagi Perusahaan

Dari penelitian ini penulis berharap dapat dijadikan sebagai dasar bagi perusahaan pelayaran untuk menentukan kebijakan-kebijakan baru dalam menajemen perawatan dan untuk menerapkan pola atau sistem yang sama untuk mengatasi masalah yang terjadi di kapal yang tentunya dengan masalah yang sama.

d. Bagi Lembaga Pendidikan

Hasil dari penelitian ini penuis berharap para taruna menjadi berkualitas dan memudahkan para taruna serta perwira siswa yang sedang menempuh masa pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang sebagai referensi dan sumber bacaan untuk belajar.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Motor Diesel

Penemuan mesin diesel oleh Rudolf Diesel telah diresmikan pada tanggal 23 Februari 1893, setahun setelah mesin diesel di temukan pada tahun 1982. Mesin diesel adalah jenis mesin pembakaran dalam atau yang memiliki pemicu kompresi dimana bahan bakar akan dibakar atau dinyalakan oleh suhu yang tinggi. Gas yang dihasilkan dari kompresi dan bukan merupakan hasil pembakaran yang di buat oleh alat berenergi lain seperti halnya busi yang ada pada mesin bensin. Dan pada umumnya mesin diesel berukuran besar, karena mesin diesel dapat menghasilkan ledakan atau pembakaran yang besar.

Menurut Handoyo, (2015: 34), dalam buku *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*. Yang Menyatakan bahwa mesin diesel adalah salah satu pesawat yang bantu di atas kapal yang mengubah energi potensial panas langsung menjadi energi mekanik agar kapal dapat bergerak maju, atau pun juga disebut (*Combustion Engine System*).

Pembakaran atau combustion terbagi dalam dua bagian yaitu yang biasa disebut *Internal Combustion* (Mesin Pembakaran Dalam) dan *external combustion* (Mesin Pembakaran Luar)

- a. *Internal Combustion* ataupun Mesin Pembakaran ialah suatu pesawat yang tenaga mekaniknya diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar dicoba didalam silinder mesin induk motor itu sendiri. Contohnya seperti motor bensin serta motor diesel.

- b. *External Combustion* atau Mesin Pembakaran merupakan suatu pesawat yang energi mekaniknya diperoleh dengan pembakaran bahan bakar dilakukan diluar pesawat tersebut. Contohnya adalah turbin uap.

Mesin diesel dibagi menjadi dua sesuai dengan langkah kerjanya, yaitu mesin diesel 2-tak dan mesin diesel 4-tak. Mesin diesel 2-tak, biasanya digunakan dikapal kapal yang besar, karena mesin diesel 2-tak ini memiliki kekuatan yang besar dari pada mesin 4-tak.

Proses 4-tak berlangsung sepanjang 2 putaran dari poros engkol serta 4 langkah torak. Proses yang diawali kala torak terletak di titik mati atas (TMA) bergerak ke titik mati bawah (TMB) buat melaksanakan langkah hisap yang membuat udara masuk ke dalam silinder. Berikutnya langkah kompresi yang mana torak bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas sehingga udara dimampatkan mencapai tekanan ± 35 kilogram/cm². Dilanjutkan 150° sebelum torak hingga titik mati atas serta udara telah dimampatkan sampai tekanan yang cocok maka *injector* akan menyembrotkan bahan bakar yang berupa kabut, sehingga bahan bakar bertemu dengan udara panas serta menimbulkan ledakan yang mana terjadi pengembangan volume serta torak hendak terdorong dari titik mati atas ke titik mati bawah, dalam dorongan itu terjalin tekanan pada sudut tertentu sehingga poros engkol hendak berbalik serta menggerakkan torak. Serta langkah terakhir merupakan langkah buang yang mana gas hendak terdorong keluar melalui *exhaust valve* sebab terdorongnya oleh torak yang bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas kemudian piston hendak bergerak Kembali ke titik mati bawah buat melaksanakan langkah hisap. Siklus itu akan mengulang terus-menerus sampai memerintahkan mesin untuk berhenti.

2. Siklus Proses Pembakaran pada Motor 4-Tak

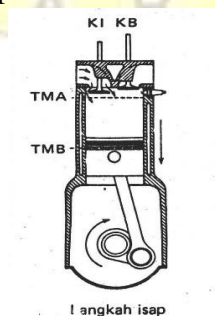
Motor 4 langkah atau motor 4-tak merupakan motor yang satu siklus kerjanya diperlukan 4 langkah gerakan piston atau 2 putaran engkol sehingga menghasilkan 1 usaha, empat langkah piston tersebut dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

- a) Langkah Hisap
- b) Langkah Kompresi
- c) Langkah Usaha
- d) Langkah Buang

Siklus motor 4 langkah ini ditemukan oleh seorang insinyur Jerman, yaitu Nikolas A. Otto pada tahun 1876, untuk mengenang jasanya maka motor 4 langkah sering disebut motor Otto. Namun pada konsep motor otto atau biasanya juga di bilang dengan motor bensin itu melakukan campuran bahan bakar dengan udara yang berlangsung di luar ruang bakar sebelum masuk ke dalam ruang pembakaran. Berbeda dengan motor diesel yang melakukan percampuran bahan bakar dan udara yang berlangsung didalam ruang pembakaran bersifat spontan karena tekanan dan temperature yang tinggi (*compression ignition*).

Siklus kerja motor 4-tak adalah sebagai berikut:

- a. Langkah Hisap



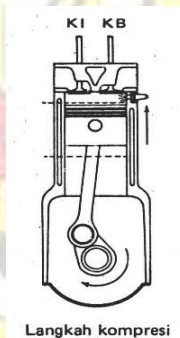
Gambar 2.1 Langkah Hisap

Dikutip dari (ETS Worlds.id 2019)

Langkah hisap adalah suatu proses dimana gas (campuran udara dan bahan bakar dengan kadar tertentu) dimasukkan ke dalam sebuah ruang tertutup, ruang tertutup ini disebut sebagai ruang bakar.

Piston bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) menuju TMB (Titik Mati Bawah). Posisi katup hisap terbuka dan katup buang tertutup. Akibat Gerakan piston volume di dalam silinder membesar sehingga tekanan turun. Turunnya tekanan di dalam silinder menyebabkan adanya perbedaan tekanan di luar silinder dengan di dalam silinder sehingga udara bersih dari katup hisap dapat terhisap masuk ke dalam silinder dengan proses yang begitu cepat.

b. Tahap kompresi

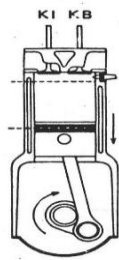


Gambar 2.2 Langkah Kompresi

Dikutip dari (ETS Worlds.id, 2019)

Piston bergerak dari TMB menuju TMA. Posisi katup hisap dan katup buang tertutup. Gerakan piston menyebabkan volume di dalam silinder mengecil dan memampatkan atau mengkompresi campuran bahan bakar di dalam silinder sehingga tekanan dan temperature naik.

c. Tahap Usaha



Langkah kerja

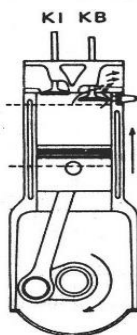
Gambar 2.3 Langkah Usaha

Dikutip dari (ETS Worlds.id, 2019)

Langkah usaha bisa diartikan sebagai *main stroke*, karena pada langkah ini terjadi pembakaran. Sebelumnya pada akhir langkah kompresi, posisi piston sudah ada diatas dengan gas di dalam ruang bakar sudah dalam kondisi *full pressure* dan *high pressure*.

Dalam kondisi tersebut, beberapa saat sebelum TMA, *injector* mengabutkan bahan bakar. Adanya pemampatan udara menyebabkan bahan bakar terbakar. Terbakarnya campuran bahan bakar menyebabkan temperature dan tekanan di dalam silinder naik. Tekanan mendorong piston dari TMA menuju TMB, melalui batang piston gaya tekan piston digunakan untuk memutar poros engkol, pada poros engkol digunakan untuk memutar beban.

d. Tahap Buang



Langkah buang

Gambar 2.4 Langkah Buang

Dikutip dari (ETS Worlds.id, 2019)

Piston bergerak dari TMB menuju TMA. Posisi katup hisap tertutup dan katup buang terbuka. Gerakan piston menyebabkan piston mendorong gas

buang ke luar menuju knalpot melalui katup buang. Setelah langkah buang maka motor melakukan langkah hisap, kompresi, usaha dan buang, demikian terus-menerus sehingga selama ada proses pembakaran maka motor berputar terus.

3. Gas Buang

Menurut P.Van Maaen (Motor Diesel Kapal jilid 1;3.18) Gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran dalam. Proses pembakaran terjadi didalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja. Didalam motor diesel terdapat torak yang menggunakan beberapa silinder yang didalamnya torak dapat bekerja bolak – balik (*translasi*). Didalam silinder itu terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan udara yang dihasilkan dari *turbocharger*.

Gas yang dihasilkan oleh proses pembakaran mampu menggerakkan torak yang dihubungkan dengan poros engkol oleh batang penggerak. Konsep pembakaran pada motor diesel adalah melalui proses penyalaan kompresi udara pada tekanan tinggi. Akibatnya udara akan mempunyai tekanan dan temperature melebihi suhu dan tekanan penyalaan bahan bakar. Sisa hasil pembakaran itu menghasilkan gas yang disebut dengan gas buang dan akan keluar melalui *manifold* selanjutnya dilewatkan menuju turbin dan dibawa ke *economizer* yang akhirnya keluar melalui cerobong. Daya tekan gas buang inilah yang digunakan sebagai penggerak utama turbin untuk memutar sudu-sudu.

Gas buang dari mesin dialirkan langsung menuju ke turbin. Kompresor *turbo* menghasilkan udara dan didinginkan di sebuah pendingin (didinginkan dengan air laut) dan diteruskan ke sebuah saluran udara bilas. Pendingin tersebut sangat penting karena dikehendaki kepekatan udara yang setinggi mungkin sehingga menghasilkan pengisian silinder yang sebesar-besarnya

dan juga dapat menurunkan rendemen thermis motor. Dari sebuah saluran udara bilas bersama udara dialirkan ke berbagai silinder. Apabila salahsatu komponen yang berhubungan dengan gas buang mengalami kerusakan, misalkan *intercooler* mengalami kerusakan maka proses pembilasan udara akan terganggu. Hal tersebut dapat menyebabkan tingginya temperature gas buang pada pembakaran selanjutnya.

Pada gas buang motor diesel tidak banyak mengandung CO dan UHC. Disamping itu, kadar NO₂ sangat rendah jika dibandingkan dengan NO. jadi komponen utama gas buang motor diesel yang membahayakan adalah NO dan asap hitam.

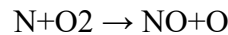
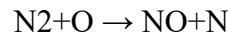
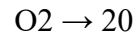
a. Asap Hitam

Asap hitam ini berbahaya karena mengeluarkan udara sehingga mengganggu pandangan, tetapi juga karena adanya kemungkinan mengandung *karsinogen*. Asap hitam terjadi karena adanya hidrokarbon yang tidak terbakar (UHC), karbon monoksida CO dan oksida nitrogen NO dan NO₂. Dalam hal tersebut terakhir, NO dan NO₂ Biasa dinyatakan dengan NO_x. Namun jika di bandingkan dengan motor bensin, gas buang mesin diesel tidak banyak mengandung CO dan UHC. Disamping itu, kadar-kadar NO₂ sangat rendah jika dibandingkan dengan NO. Jadi boleh dikatakan bahwa komponen utama gas buang mesin diesel yang membahayakan adalah NO dan asap hitam.

Selain dari komponen tersebut diatas, beberapa hal berikut ini juga merupakan bahaya atau gangguan meskipun hanya bersifat sementara. Asap putih terjadi karena kabut bahan bakar atau minyak pelumas yang terbentuk pada waktu start dingin, asap biru terjadi karena adanya bahan bakar yang terbakar atau tidak terbakar sempurna terutama pada periode pemanasan mesin atau pada beban rendah, serta bau kurang sedap merupakan bahaya atau mengganggu lingkungan. Selanjutnya bahan bakar kadar belerang yang tinggi sebaiknya tidak dipergunakan karena akan menyebabkan adanya SO₂ didalam gas buang.

b. Oksida Nitrogen (NO)

NO terbentuk akibat terjadinya reaksi antara N₂ dan O₂ pada temperature tinggi (lebih dari 2000oC). persamaan reaksinya yaitu :



Lambatnya NO diurai menjadi N₂ dan O₂ , meski dalam temperature tinggi. Dengan kata lain, hal tersebut sukar terjadi dalam waktu singkat atau dalam satu siklus pembakaran.

Gambar yang memperlihatkan reaksi kimia dengan waktu. Bersamaan dengan perubahan NO menjadi NO₂ terjadilah O₃, HCHO, CH₃HCO dan PAN. NO₂ turun setelah mencapai maksimum, sedangkan konsentrasi komponen lainnya naik perlahan-lahan. Pada gambar, pphm berarti "*parts per hundred million*" yaitu jumlah molekul NO₂ dalam 10⁸ molekul gas buang. Sedangkan ppmC berarti "*Parts per million carbon*", yaitu angka yang diperoleh dari hasil perhitungan jumlah atom karbon dalam gas dengan mempergunakan "*flame ionization detector*" (FID). Selanjutnya, HC ppm adalah angka yang di peroleh dari pengukuran HC, dengan anggapan bahwa HC adalah n-hexane, dengan menggunakan "*non dispersive infrared analyzer*" (NDIR). Karena ppmC di peroleh dengan anggapan bahwa HC adalah methane, maka 6 ppmC adalah 1 ppm.

4. Udara Pembilas

Udara bilas dalam mesin dihasilkan *turbocharger* yang memproduksi udara tekan dari *blower* ke *combustion engine*, hal ini di nyatakan pada buku (Motor Diesel jilid 1, 1983; 3.1) oleh P.Van Maanen.

Perawatan udara bilas adalah usaha untuk mempertahankan dan memelihara udara pada proses pembilasan atau pembersihan udara sisa pembakaran di dalam silinder pembakaran. *Turbocharger* juga dipasang sebagai usaha untuk mengurangi kerugian pembuangan yang cukup besar

dari gas buang melewati saluran buang. Dalam hal ini gas buang dimanfaatkan untuk menggerakkan kompresor. Kompresor tersebut mendorong udara masuk ke dalam silinder sehingga menaikkan tekanan dan jumlah udara masuk ke dalam silinder sehingga menaikkan tekanan dan jumlah udara masuk ke dalam silinder.

Udara bilas (*Scaving air*) pada mesin berfungsi sebagai sumber udara untuk dikompresikan saat melakukan pembakaran pada silinder *main engine*, udara bilas juga berfungsi untuk membilas sisa pembakaran dari silinder menuju *exhaust manifold* untuk membersihkan sisa gas hasil pembakaran di dalam *combustion chamber*. Udara bilas bertekanan tersebut dihasilkan dari putaran *blower* pada *turbocharger* saat mesin sedang beroperasi. *Turbocharger* akan menghasilkan udara bertekanan di atas 1 atm serta dalam keadaan dingin. Bila udara dingin maka udara tersebut menjadi berat dan padat, sehingga molekul oksigennya (O_2) bertambah banyak.

Pada motor diesel 4-tak jumlah kerja yang dihasilkan motor diesel per silinder dan per proses untuk rendemen total tetap, akan sebanding dengan banyaknya bahan bakar yang dapat di bakar dalam silinder per proses. Apabila daya silinder diperbesar dengan membakar bahan bakar lebih banyak, maka per proses akan memerlukan udara pembakaran yang sebanding pula. Hal ini dimungkinkan dengan mengkomprimir udara pembakaran sebelum dialirkan ke dalam silinder karena dengan jalan demikian kepekatan udara bertambah. Kompresi awal udara pembakaran dengan tujuan memperbesar daya motor disebut pengisian tekan.

Pada motor 2-tak udara bilas dan udara pembakaran harus diselenggarakan oleh sebuah pompa bilas terpisah karena pada proses kerja tidak ada langkah hisap. Seluruh volume silinder harus di bilas bersih dan di bebaskan dari gas pembakaran pada proses sebelumnya dan pada waktu bersamaan silinder harus diisi dengan udara pembakaran baru. Seluruh proses pertukaran gas tersebut berlangsung amat singkat ketika pada waktu torak berada di sekitar TMB.

Mengenai cara pengisian tekan *turbo* pada mesin diesel 2-tak ada beberapa macam :

a. Sistem tetap atau tekanan sama

Gas buang dari seluruh silinder dialirkan ke sebuah saluran gas buang yang lebar. Denyut tekanan di dalam aliran gas akan di ratakan sehingga gas dengan tekanan yang hampir rata-rata akan mengalir ke dalam turbin yang dihubungkan pada saluran tersebut. Energi yang tersedia dalam gas oleh pusean di rubah kedalam panas sehingga untuk Sebagian besar akan hilang dalam perubahan usaha di dalam turbin. Akibat aliran yang teratur dari gas melalui sudu turbin maka rendemen aliran turbin tinggi, dan kapasitas turbin dapat di pergunakan sepenuhnya. Jumlah turbin yang di perlukan tidak tergantung dari jumlah silinder akan tetapi tergantung dari kapasitas turbin.

b. Sistem denyut atau impulse

Setiap silinder dihubungkan dengan sebuah saluran gas pendek dan sempit dengan pemasukan dari turbin. Di dalam turbin tidak hanya energi ekspansi di dalam gas yang di rubah ke dalam

energi mekanis, akan tetapi juga dimanfaatkan energi kinetis yang terdapat dalam gas yang mengalir dengan kecepatan tinggi. Untuk tujuan ini maka diameter dari saluran harus dipilih dengan sebaik-baiknya, karena pada diameter yang terlalu besar maka Sebagian dari efek “denyut” akan hilang, sedangkan dengan diameter yang terlalu kecil akan terjadi kerugian besar akibat gesekan aliran dari gas.

c. Sistem konvertor denyut

Aliran gas yang terpisah dicampur dalam sebuah saluran gas buang yang di bentuk khusus sehingga dapat di hindarkan denyut gas buang dari sebuah silinder mengganggu pembilasan dalam silinder yang lain. Turbin hanya memiliki sebuah saluran masuk ke dalam mana dialirkan gas yang tetap. Pada aliran ini denyut tekanan buang dari berbagai silinder disuperposisikan. Dengan demikian maka Sebagian dari energi kinetis dari aliran gas dapat dipergunakan dengan sebaiknya sedangkan rendemen turbin akibat aliran gas yang kontinyu akan meningkat.

Menurut Endrodi.MM.ATT I (Motor Penggerak Utama; 24) Yang dimaksud dengan pengisian tekan pada motor diesel adalah memasukan udara sebanyak-banyaknya kedalam silinder dengan tekanan lebih dari 1 atmosfer. Tujuan dari pengisian tekan pada motor diesel adalah agar dalam proses pembakaran bahan bakar didalam silinder cukup oksigen, sehingga terjadi pembakaran yang sempurna dan berdampak atau berakibat pemakaian bahan bakar

tiap HP atau KW akan lebih hemat, pada system pengisian tekan terdiri dari dua sisi, yaitu sisi gas buang dan sisi udara.



1) Sistem denyut

Adalah gas buang yang keluar dari masing-masing silinder dibagi atas kelompok. Pengelompokan pipa gas buang ini disarkan dari susunan *firing order* dengan *exhaust manifold*-nya tidak besar, sehingga baik tekanan maupun kecepatan gas buang keluar dari masing-masing silinder tidak mengalami penurunan. Hal ini berakibat bahwa putaran rod sudu turbin gas buang menjadi sangat tinggi. Udara yang dihasilkan cukup banyak untuk pembakaran bahan bakar didalam silinder sehingga pembakaran bahan bakar sempurna dan daya motor optimal.

2) Sistem tekanan rata

Gas buang yang keluar dari masing-masing silinder digabung dalam menjadi satu *exhaust manifold* tanpa

mempertimbangkan *firing order* nya. Diameter pipa gas buang lebih besar sehingga tekanan gas buang menurun dan putrannya menjadi rendah, hal ini berakibat putaran *turbocharger* nya tidak setinggi sistem denyut dan udara yang dihasilkan *blower*-nya juga tidak sebanyak sistem denyut. Akibat masih diperlukan *blower* udara bantu yang di gerakan oleh motor listrik. Terutama saat melakukan mengolah gerak atau *manouvering* dimana putaran motor diesel belum stabil.

3) Sistem serie

Udara hasil *turboblower* di pasang parallel dengan hasil *blower* bantu yang digerakan oleh motor listrik.

4) Sistem paralel

Udara hasil *turbo blower* di pasang parallel dengan hasil *turboblower* bantu yang digerakan oleh motor listrik.

5) Sistem serie dan parallel

Adalah kombinasi dari kedua sistem seri dan parallel.

5. Bahan Bakar

a. Pengertian bahan bakar

Materi apa pun dapat diubah menjadi energi. Biasanya, bahan bakar mengandung panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Sebagian besar bahan bakar yang digunakan manusia mengalami pembakaran (reaksi nuklir), dimana bahan bakar tersebut melepaskan panas setelah bereaksi dengan oksigen di udara. Proses lain yang melepaskan energi

dari bahan bakar adalah melalui reaksi eksotermik dan nuklir (seperti fisi nuklir atau fusi nuklir). Hidrokarbon (termasuk bensin dan solar) sejauh ini merupakan bahan bakar yang paling umum digunakan oleh manusia. Bahan bakar lain yang dapat digunakan adalah logam radioaktif. (Harjono, 2001: 19)

1) Jenis – Jenis Bahan Bakar

a) *Heavy Fuel Oil* (HFO)

Istilah umum *Heavy Fuel Oil* atau bahan bakar minyak berat menggambarkan bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan gerakan atau menghasilkan panas yang memiliki viskositas dan kepadatan yang sangat tinggi. HFO digunakan pada mesin berputaran rendah <300 RPM. Dalam konvensi kelautan MARPOL tahun 1973-1978, minyak bahan bakar berat didefinisikan dengan kepadatan lebih besar dari 900 kilogram/m³ pada 15°C atau viskositas kinetik lebih dari 180 mm²/detik pada 50°C. HFO memiliki persentasi besar molekul berat seperti *hidrokarbon* rantai Panjang dan *aromatic* dengan lantai samping bercabang Panjang berwarna hitam.

HFO digunakan sebagai bahan bakar di laut dan yang sering digunakan pada saat ini. Hampir semua mesin diesel sedang dan rendah dirancang untuk bahan bakar minyak berat.

Menurut Rabiman (2011) HFO adalah bahan bakar residu yang dibuat dengan penyulingan minyak mentah. Kualitas bahan bakar residual tergantung pada kualitas minyak mentah yang digunakan di Kilang.

Untuk mencapai berbagai spesifikasi dan tingkat kualitas, bahan bakar residu ini dicampur dengan bahan bakar yang lebih ringan seperti *solar* atau *Diesel Oil*. Campuran yang dihasilkan juga disebut dengan *Intermediate Fuel Oil* (IFO) atau *Marine Diesel Oil* (MDO).

Tabel 2.1 Spesifikasi *Heavy Fuel Oil* (HFO)

Property	Unit	Limit HFO
Viscosity at 100°C, max.	eSt	55
Viscosity at 50 °C, max.	eSt	700
Viscosity, before injection pumps.	eSt	16...24
Density at 15 °C, max.	Kg/m ³	991/1010
CCAI, max.		850
Water, max	% volume	0.5
Water before engine, max	% volume	0.3
Sulphur, max	% mass	1.5
Ash, max.	% mass	0.05
Vanadium, max.	mg/kg	100
Sodium, max.	Mg/kg	50
Sodium before engine, max.	Mg/kg	30
Aluminium + silicon, max.	Mg/kg	30
Aluminium + silicon before engine, max.	Mg/kg	15
Carbon residue, max.	% mass	15
Asphaltenes, max.	% mass	8
Flash Point (PMMC), min.	°C	60
Pour point, max.	°C	30
Total sediment potential, max.	% mass	0.1
Used lubricating oil, calcium, max.	Mg/kg	30
Used lubricating oil, zinc, max.	Mg/kg	15
Used lubricating oil, phosphorus, max.	Mg/kg	15

Sumber : Pertamina

b) *Marine Fuel Oil* (MFO)

Merupakan bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran langsung pada industri besar dan digunakan sebagai bahan bakar untuk *Steam Power Station*. MFO sendiri merupakan bahan bakar minyak yang termasuk dalam jenis *Destillate* tetapi masuk ke dalam jenis residu yang lebih kental pada suhu kamar. Teksturnya sendiri berwarna hitam pekat dan tingkat kekentalannya lebih tinggi dibandingkan diesel. MFO biasanya digunakan untuk mesin diesel berputaran menengah atau lambat 300-1000 rpm.

c) *Marine Diesel Oil*

MDO merupakan jenis bahan bakar campuran *gasoline* (bensin) dan *Heavy Fuel Oil* minyak bahan bakar berat (HFO), dengan lebih sedikit *gasoline* dari pada HFO. MDO juga disebut "*Destillate Marine Diesel*". MDO banyak digunakan oleh mesin

diesel berkecepatan menengah dan tinggi MDO banyak disukai oleh pihak industri perkapalan karena harganya yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar yang halus.

d) *High Speed Diesel (HSD)*

HSD jenis bahan bakar minyak sulingan yang digunakan untuk mesin “kompresi pengapian” kualitas pembakaran yang ditunjukkan oleh angka setana / *Cetana Number (CN)*. Di Indonesia biasanya HSD sering disebut dengan solar. Semakin banyak kandungan setana (C16) maka solar akan semakin mudah terbakar. Penggunaan HSD atau minyak solar pada umumnya adalah bahan bakar pada semua jenis mesin diesel dengan putaran tinggi (≥ 1000 RPM). Solar biasanya disebut *Gas Oil, Automotive Diesel Oil* atau *High Speed Diesel*. Bahan bakar ini umumnya digunakan untuk mesin transportasi mesin diesel yang umum dipakai dengan sistem pompa injeksi mekanik (*Injection pump*) dan *Electronic Injection*. Adapun beberapa keuntungan menggunakan bahan bakar ini adalah temperature mesin tetap terjaga, pembakaran sempurna, tidak perlu sering mengganti *Filter* bahan bakar dan produktivitas *Injector* tetap terjaga.

6. *Turbocharger*

Menurut Sukoco dan Arifin dalam buku karangannya yang berjudul teknologi motor bantu (bab 5: 127-128) yang menerangkan tentang sistem pengisian dan *turbocharger* dijelaskan bahwa *turbocharger* merupakan sebuah bagian dari mesin bantu diesel yang berfungsi untuk menambah jumlah udara yang masuk ke dalam silinder dengan memanfaatkan energi gas buang. menurut MAN Diesel *Turbocharger* pada *Manual Book*-nya menjelaskan bahwa *Turbocharger* adalah turbin yang digerakan oleh gas buang dan memberikan daya ke kompresor yang diposisikan diporos yang sama dengan turbin. Hal ini memberi lebih banyak udara ke dalam aspirasi normal. Aspirasi normal tentang tekanan udara 1 bar. *Turbocharged “aspiration”* 3,8 bar tekanan udara. *Turbocharger* merupakan peralatan untuk mengubah sistem

pemasukan udara secara alami dengan sistem paksa. Bila sebelumnya masukannya udara mengandalkan *kevacuman* yang dibentuk karena gerakan torak pada langkah hisap, maka dengan *turbocharger* udara ditekan masuk kedalam silinder menggunakan *blower* yang diputar oleh *turbin* gas buang.

Menurut Drs.Boentarto (Pedoman Perawatan dan Perbaikan Mesin Diesel; 68) Untuk meningkatkan masukannya udara ke dalam ruang bakar maka motor-motor diesel menggunakan *supercharger*. Dengan menggunakan *supercharger* tenaga motor bertambah hingga 34% tetapi pemakaian bahan bakar bertambah 10%.

Supercharger dibedakan menjadi dua yaitu yang digerakan secara mekanik dan yang digerakan oleh gas buang. *Supercharger* yang digerakan oleh gas buang sering disebut *Turbocharger*. Perbedaan cara kerja tersebut mengakibatkan perbedaan hasil kerjanya. *Turbocharger* baru akan mulai terasa pengaruhnya pada putaran motor yang tinggi. Sedangkan *supercharger* pengaruhnya mulai terasa pada putaran rendah hingga putaran tinggi.

Menurut Arismunandar dan Tsuda (Motor diesel putaran tinggi; 29) Kerugian eliminasi cukup besar, sehingga perlu dilakukan upaya untuk menguranginya. Salah satu cara untuk mengurangi tingkat kerugian. Salah satu cara untuk mengurangi kehilangan emisi adalah dengan memasang *turbocharger* pada knalpot. Dalam hal ini gas buang dimanfaatkan untuk menggerakan turbin gas yang menggerakan *compressor*. *Compressor* tersebut menginjeksikan udara ke dalam silinder sehingga meningkatkan tekanan dan jumlah udara yang masuk ke silinder meningkatkan tekanan dan jumlah udara yang masuk ke silinder. Alhasil, jumlah bahan bakar yang disuntikkan ke dalam silinder bisa bertambah sehingga tenaga mesin bisa meningkat. Dengan *turbocharger* ini, sekitar 8% hingga 10% dari total panas pembakaran bahan bakar dapat dihemat. Sistem pemasukan udara yang menggunakan *turbocharger* ini sangat menguntungkan bagi mesin diesel karena akan menambahkan jumlah

volume udara bilas sehingga meningkatkan tekanan kompresi dan suhu yang akan memperpendek *ignition delay* sehingga seluruh bahan bakar yang disemprotkan dalam bentuk kabut oleh *injector* akan terbakar seluruhnya yang akan menyebabkan terjadinya pembakaran secara sempurna didalam ruang silinder, hal ini akan meningkatkan daya dari motor diesel.

Jumlah oksigen yang ada didalam silinder saat ini terjadi proses pembakaran yang akan menentukan *efisiensi* pembakaran. Semakin banyak akan semakin sedikit jumlah bahan bakar yang tidak terbakar karena tidak mendapatkan oksigen, sehingga *efisiensi* pembakaran meningkat atau jumlah kalor hasil pembakaran akan lebih banyak. Hasilnya tentu tenaga mesin diesel akan bertambah. Di samping itu, jumlah oksigen yang bertambah akan meningkatkan temperature proses kompresi hasil ini akan memperpendek *ignition delay* dan proses pembakaran yang akan semakin baik. Hasil lain dengan penambahan oksigen jumlah oksigen adalah bertambahnya tekanan diakhir langkah kompresi, hal ini akan menambah semakin tingginya puncak tekanan akhir pembakaran. Dampak tekanan akhir pembakaran yang lebih tinggi adalah tenaga motor akan meningkat.



Gambar 2.5 Turbocharger

(Sumber : Dokumen Penelitian diolah, 2022 MT. Sambu)

Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.6 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir yang disusun upaya memudahkan pembahasan laporan penelitian adalah pembahasan mengenai tidak berfungsinya *intercooler* secara maksimal pada *main engine* di MT. Sambu. Pembahasannya tidak terlepas dari perumusan masalah dan Batasan masalah yang telah diterangkan pada bab sebelumnya. Diantaranya mengenai tingginya suhu gas buang yang melebihi batas normal yang di sebabkan terganggunya kerja *intercooler* sebagai bagian dari *main engine*. Untuk itu dalam menghindari resiko yang tidak diinginkan maka diperlukan satu pengawasan dan perawatan yang efektif dan efisien terhadap *intercooler*.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Hasil dari penelitian yang dilaksanakan di lapangan serta hasil penelitian perolehan dari metode SHEL yang telah dijabarkan pada pembahasan bab-bab sebelumnya, didapatkan kesimpulan yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas dalam Skripsi ini, yakni:

1. Faktor yang menjadi penyebab tingginya suhu gas buang pada *main engine* di MT. Sumbu disebabkan oleh tidak terlaksananya PMS yang sesuai dengan *instruction manual book*, tersumbatnya *tube-tube intercooler* dan adanya kerak pada kisi-kisi *intercooler*, kotornya *filter turbocharger* dan kotornya *blower*, tingginya suhu air laut dan kurangnya kualitas *crew* yang ada di atas kapal.
2. Upaya yang dilaksanakan dalam mengatasi suhu gas buang yang tinggi pada *main engine* di MT. Sumbu ialah pelaksanaan PMS dengan baik serta benar disesuaikan dengan buku panduan instruksi, merawat *intercooler* dengan mendorong keluar kotoran penyumbat *tube-tube* dan pembersihan kisi-kisi udara yang kotor memakai *chemical* sehingga air laut yang melintas bervolume besar serta panas diserap menjadi optimal. Kemudian membersihkan penyaring udara dan *blower* pada *turbocharger* sehingga *turbocharger* menghisap dan berputar optimal dan udara bilas bertekanan tinggi dan kembali normal. Selain itu upaya yang dilakukan terhadap suhu air laut yang tinggi adalah dengan membuka kran-kran air laut dengan penuh sehingga air laut yang masuk dengan volume yang besar sehingga penyerapan suhu panas terlaksana secara optimal. Lalu terkait kualitas *crew* yang kurang akibat tidak sesuainya jabatan dan tugas yang dilaksanakan dengan kualifikasi pada *crew* tersebut, sehingga upaya yang dilakukan adalah dengan melakukan pergantian *crew* sesuai kualifikasi dengan jabatan.

B. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian berdasarkan hasil kajian penelitian ini terdapat keterbatasan-keterbatasan yang ditemui selama penelitian ini:

1. Penelitian yang digunakan pada tingginya suhu gas buang pada *main engine* di MT. Sambu didasarkan pada buku-buku penelitian terdahulu serta dengan *manual book* dan pengumpulan data-data secara observasi, wawancara dan studi Pustaka.
2. Penelitian dilakukan pada saat penulis melakukan praktek laut selama 12 bulan 7 hari di MT. Sambu, selebihnya penelitian dilakukan dengan sumber pada buku-buku yang ada.
3. Penelitian ini hanya membahas faktor, dan upaya akan tingginya suhu gas buang *main engine* di MT. Sambu saja.

C. Saran

Berdasarkan simpulan di atas peneliti menyarankan.

1. Disarankan *crew* yang memiliki kualifikasi yang sesuai dapat melaksanakan *plan maintenance system* dengan anjuran pada *instruction manual book* ketika melaksanakan tugas dan tanggung jawab di atas kapal.
2. Melaksanakan perawatan dan perbaikan pada permesinan terutama pada *supporting device* sesuai dengan jam kerja atau *running hours* tidak hanya dilakukan ketika adanya peristiwa kerusakan. Sehingga dapat mencegah terjadinya kerugian pada kapal maupun pada perusahaan.
3. Mengadakan familiarisasi dan menjalin komunikasi antara *crew* kapal dengan perusahaan terkait dengan *spare part* maupun pergantian *crew* sehingga proses pelaksanaan perawatan di kapal dapat berjalan sesuai dengan mana mestinya, untuk menghindari peristiwa yang menyebabkan kerugian bagi kapal maupun bagi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahmat Fathoni. (2011). *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*. Jakarta : PT.Rineka Cipta.
- Abd-Alla, G. H. (2002). Using exhaust gas recirculation in internal combustion engines: a review. *energy conversion and management*, 43(8), 1027-1042.
- Arismunandar, Wiranto dan Koichi Tsuda. 2011. *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: PT. Pradnya Pratama.
- Boentarto, Drs., 1999, “*Teknik Sepeda Motor*”, Penerbit CV. Aneka, Solo.
- Britha, Mikkelsen. 2005. *Metode Partisipatoris*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Budi Raharjo, 2011, *Belajar Otodidak Membuat Database Menggunakan MySQL*, Informatika: Bandung.
- Danim, Sudarwan. 2002. *Menjadi Peneliti Kualitatif*, Bandung: Pustaka Setia.
- Endra, Febri. 2017. *Pengantar Metodologi Penelitian*. Sidoarjo: Zifatama Jawa.
- Gunawan, Imam. 2013. *Metode Penelitian Kualitatif. Teori dan Praktik*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Handoyo, Jusak Johan, 2014, *Mesin Penggerak Utama Turbin Uap*, CV. Budi Utama, Yogyakarta
- Helaluddin & Hengki Wijaya, *Analisis Data Kualitatif: Sebuah Tinjauan Teori & Praktik*, Makassar: Sekolah Tinggi Theologia Jaffray Makassar, 2019.
- Instruction Manual Book MAN B & W 195
- Karyanto, E. 2000. *Panduan Reparasi Mesin Diesel*, Pedoman Ilmu Jaya. Jakarta.
- Nanang Martono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta. Rajawali Pers.
- Notoatmodjo, S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Putri, Budi Rahayu Tanama, 2017. *Manajemen Pemasaran*. Denpasar-Bali: Swasta Nulus.
- Rabiman, Zainal Arifin. (2011). *Sistem Bahan Bakar Motor Diesel*. Yogyakarta :Graha Ilmu.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 2001. *Kimia Organik, Sterokimia, Lemak, dan Protein*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Situmorang. (2010). *Data Penelitian; Menggunakan Program SPSS*. Medan: USU Press.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: CV Alfabeta.
- Sukoco, Zainal Arifin. (2008). *Teknologi Mesin Bantu*. Penerbit Alfabeta, Bandung.

- Sutrisno, Edy. 2016. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Cetakan Kedelapan. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Twigg, M. V. (2007). Progress and future challenges in controlling automotive exhaust gas emissions. *Applied Catalysis B: Environmental*, 70(1-4), 2-15.
- Van Maanen. P. 2001, *Motor Diesel Kapal*, Jakarta: Triasko Madra.
- Zagoto, Maria M., Yarni, Nevi; Dakhi, O. (2019). *Perbedaan Individu dari Gaya Belajarnya Serta Implikasinya Dalam Pembelajaran*. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 2(2), 259-265



LAMPIRAN Lampiran 1 SHIP PARTICULAR

SAMBU / YFQE			
NAME	SAMBU	KEEL LAID	16 DECEMBER 2009
CALL SIGN	YFQE	LAUNCHED	27 AUGUST 2010
FLAG	INDONESIA	DELIVERED	27-Apr-11
PORT OF REGISTRY	JAKARTA	SHIPYARD	ZHEJIANG CHENYE SHIPBUILDING CO. Ltd China
OFFICIAL NUMBER	2011 Pst No 6886L		
IMO/LLOYDS NUMBER	9508732		
CLASS SOCIETY	DNV + BKI		
CLASS NOTATION	+1A1 Tanker for Oil ESP,CSR,ECO,BIS,SPM,LCS-DC,CLEAN,VCS-2,COAT-PSPC,(B),BMW-E(S)		
P & I CLUB	GARD P&I		
SATELLITE COMMUNICATION			
	SAT B	INM-C	
E-MAIL	sambu@pertamina.com		
PHONE	006707209051		
V-SAT	0062214301986 (E6,6191)		
TELEX	INM-C	452502054	
MMSI	525008065		
SHIP NO	CH-0801		
LAST FLAG	PANAMA		
OWNERS	PT PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING, PATRA JASA OFFICE TOWER, 114 F, JL. GATOT SUBROTO KAV. 32-34 JAKARTA PUSAT 12950 - INDONESIA		
OPERATORS	PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING		
PRINCIPAL DIMENSIONS			
LOA	180.00 M		
LBP	173.00 M		
BREADTH (Extreme)	30.50 M		
DEPTH (molded)	15.90 M		
HEIGHT (maximum)	44.90 M		
BRIDGE FRONT - BOW	145.90 M		
BRIDGE FRONT - STERN	34.10 M		
BRIDGE FRONT - MFOLD	58.90 M		
TONNAGE		REGO	SUEZ
NET	7,253 T	N/A	
GROSS	24,167 T	N/A	
GROSS Reduced for SBT	N/A	N/A	
LOAD LINE INFORMATION		FREEBOARD	DRAFT
TROPICAL	6,726 M	9,204 M	30,678,426
SUMMER	6,914 M	9,016 M	29,755,633
WINTER	7,102 M	8,826 M	28,836,316
LIGHTSHIP	13,508 M	2,422 M	9,348,57
NORMAL BALLAST COND	9,360 M	6,670 M	18,157,300
SBT	18220,19 cbm (61,2%)		
FWA	199 MM		
TPC @ Summer draft	49,6 T/CM		
TANK CAPACITIES (cbm)			
CARGO TANKS (100 %)		BLST TKS (100 %)	
1P	2690,707	1S	2689,427
2P	3775,766	2S	3764,776
3P	3864,357	3S	3861,881
4P	3864,221	4S	3864,858
5P	3858,356	5S	3853,277
6P	2983,969	6S	2983,021
TTL COT CAP	42430,735	F.W Tanks 100%	
S.P	684,818	FW Tank (P)	134,789
S.S	691,501	FW Tank (S)	134,789
TOTAL	43430,735	TOTAL	289,578
OTHER DETAILS			
H. Level Alarm	95%	Level gauge	Makar: HANLA IMS Co.Ltd
Overfill Alarm	98%		Model: MMCU-550
MACHINERY / PROPELLER / RUDDER		BUNKER TANKS	WINCHES / WINDLASS / ROPES / EMERGENCY TOWING
MAIN ENGINE	HYUNDAI-MAN B & W 8542M7	No 1 HFO P	199,173
M.C.R.	6480 KW @ 136 RPM	No 1 HFO S	199,173
N.C.R.	5832 KW @ 121.3 RPM	No 2 HFO P	192,827
MAX CRITICAL RANGE	53-65 RPM	No 2 HFO S	315,996
THERMAL OIL BOILER(1)	EURO BOILERS GARIONNAVAL INDUSTRI & MARINE	HFO SV P/S	62,069
GENERATOR (3 sets)	ANQING - DAIHATSU 60K-26	HFO ST P/S	61,107
EMER D.G. 181 Kw	CUMMINS ENGINE Co Ltd 6CTA8.3-D(M)	TOTAL	1,830,345
PROPELLER	HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES	No 1 DDT P/S	38,92
RUDDER	TYPE HERIANA	No 2 DDT S	182,292
STEERING GEAR	2Ram, 4Cylinder, Rapson Slide Type	DO S/V/Sel	40,598
FW GENERATOR CAP	20T/D, Single Stage, Plate Type SWD 2UBU	TOTAL	281,810
CARGO AND BALLAST PUMPING SYSTEM		LIFE BOATS	MANIFOLD ARRANGEMENT (400 mm / Steel)
MAIN PUMPS	NO. CAPACITY HEAD RPM	2 x 30 prn	Distance of cargo manifold to cargo manifold
CARGO OIL PIP's	3 1300/865 cbm/hr 125 m 1791	6,5 X 2,3 X 1,200	Distance of cargo manifold to vpr. return manifold
STRIPPING PUMP	1 150 cbm/hr 5 mwc 1775	Totally enclosed life boats	Distance of manifolds to ship's rail
BALLAST PUMP	2 650 cbm/hr 25 m 1188	LIFE RAFTS	Distance of spill tray grating to centre of manifold
BALLAST eductor		4 x 20 prn, 1 x 6 prn	Distance of main deck to centre of manifold
TK CLEANING Pip	1 120 cbm/hr 145 m 1780	PROV. CRANE (2nos)	Distance of main deck to top of rail
		1 set (S) x 3,3 ton-6.92 M	Distance of top of rail to centre of manifold
		1 set (S) x 0,9 ton-7,15 M	Distance of manifold to ship side
		10 mlt/m	Distance of manifold from keel
CARGO HOSE CRANES			
	1 set x 10 ton x 10m/min at a midship		
IG / VAPOR EMISSION / VENTING		FIRE FIGHTING SYSTEM	
IG BLOWER CAPACITY	2x5000 cum/hr	E/RM	CO 2 FOAM & WATER MIST
P/V VALVE PR. VAC. SETTING	1400mmWg/-350mmwg	PUMP ROOM	CO2 & FOAM

LAMPIRAN 2
CREW LIST MT. SAMBU

1. Name of Ship & Call Sign:		2. Operator Name:		3. Operator No. of Identification:		4. Name of Ship:		
PT SAMBU 7 YEG		INDONESIA		INDONESIA		INDONESIA		
5. Arrival Port: CENGKRENG		6. Departure Port:		7. Arrival Date:		8. Departure Date:		
CENGKRENG		CENGKRENG		14-Jan-2024		14-Jan-2024		
No.	Full Name	Sex	Rank	Nationality	Date of Birth	Position	Signature	Temp. No.
1	KARTIKO TRIANDRO KIRONO	M	Master	Indonesian	14-Nov-1972	C 872723	14-Jan-2024	35,5
2	MURUL HUGGHI	M	Chief Off	Indonesian	17-Jan-1987	C 819323	14-Jan-2024	35,7
3	SUDIEMAH	M	2nd Off	Indonesian	05-Jan-1983	C 816824	14-Jan-2024	35,5
4	MUHAMMAD ROMLI YANWA	M	3rd Off	Indonesian	13-Jan-1994	C 822825	14-Jan-2024	36,2
5	ANDY PUTRA	M	Chief Eng	Indonesian	03-Sep-1978	F 164348	14-Jan-2024	36,0
6	JOKO SUPARNO	M	2nd Eng	Indonesian	27-Sep-1987	F 164348	14-Jan-2024	35,7
7	IRVAN DAMPANG	M	3rd Eng	Indonesian	01-Mar-1987	D 838438	14-Jan-2024	35,5
8	ABIF RAHMAT	M	4th Eng	Indonesian	04-Jul-1991	E 854448	14-Jan-2024	36,3
9	MUHAMMAD SYAFUDIN	M	Elect Eng	Indonesian	18-Mar-1983	F 381472	14-Jan-2024	35,2
10	DEWI WISMA SAPUTRA	M	Pumpman	Indonesian	28-Oct-1971	F 251823	14-Jan-2024	36,5
11	SUARBI	M	Barun	Indonesian	25-Jan-1983	E 845135	14-Jan-2024	36,3
12	RESPATI YUDA PERWIRA	M	AB 1	Indonesian	30-Mar-1935	C 883162	14-Jan-2024	35,4
13	SYAFIUDIN SALEU	M	AB 2	Indonesian	01-Mar-1983	F 855552	14-Jan-2024	35,9
14	TRIVONO	M	AB 3	Indonesian	07-Jan-1971	E 124435	14-Jan-2024	35,6
15	EDI HERHANTO	M	OS	Indonesian	18-Jan-1984	E 128735	14-Jan-2024	36,2
16	IRFAN MOOR HUDA	M	Fitter	Indonesian	14-Mar-1934	F 287831	14-Jan-2024	36,3
17	MUSTOFA	M	Masterman 1	Indonesian	15-Oct-1985	F 342245	14-Jan-2024	36,3
18	MUHAMMAD SUPRIATNA	M	Masterman 2	Indonesian	08-Feb-1981	F 341734	14-Jan-2024	36,4
19	DULMADI	M	Masterman 3	Indonesian	14-Feb-1978	D 818215	14-Jan-2024	35,7
20	EDI GUNTORO	M	Wiper	Indonesian	03-Oct-1937	E 882819	14-Jan-2024	35,3
21	MUHAMMAD ILHAM	M	Chief Cook	Indonesian	11-Jan-1976	E 875432	14-Jan-2024	36,2
22	MUHAMMAD ALID K.	M	Meatman	Indonesian	13-Dec-1938	E 882335	14-Jan-2024	36,1
23	DELLA PADRIA ANANTA	F	Deck Cadet	Indonesian	11-Sep-2000	F 281418	14-Jan-2024	35,8
24	MUHAMMAD HUSN R.	M	Ensign Cadet	Indonesian	13-Mar-1995	G 814312	14-Jan-2024	35,5

TOTAL CREW : 24 PERSON INCLUDED MASTER

Master : Kartika Tiandra Kirana



IMO CREW LIST

LAMPIRAN 4
JADWAL RUNNING HOURS MELEBIHI BATAS

 MT. SAMBU		MAIN ENGINE RUNNING HOURS					Month of MAY 2021	
DESCRIPTION	Stdrd R/H	Date of last O/H	Running hours			Remain	Remark	
			last month	Current	Total			
HYUNDAI-M B&V 6S42MC7	TOTAL	R/H	31826	87,9	31913,9			
CYLINDER UNIT No.1								
Cylinder Cover O/H	16000		6330	87,9	6417,9	9582,1		
Exhaust valve replacement	6000		6312	87,9	6399,9	2113,0		
Fuel valve replacement Fore & Aft	2000	#####	263,7	87,9	357,6	1642,4	Check & Pressure test	
Fuel Injection Pump (B/O)	8000		3539	87,9	9686,9	1235,3		
Starting valve	12000		6330	87,9	6417,9	5582,1		
Piston rod stuffing box	7000		3737	87,9	3884,9	3115,1		
Piston crown (Renew)	16000		3395	87,9	3482,9	12517,1		
Piston crown (O/H)	7000		3395	87,9	3482,9	3517,1		
Piston Ring	8000		2410,2	87,9	2498,1	5501,9		
Cylinder Lubricator	10000		4867	87,9	4954,9	5045,1		
Cylinder Liner measurement (Observation)	10000		4867	87,9	4954,9	5045,1		
Cylinder liner Replacement	20000		4867	87,9	4954,9	15045,1		
Crankpin bearing (Check)	8000	25-Apr-21	0	87,9	87,9	7912,1	Check & Measurement	
Crosshead bearing (Check)	7000	25-Apr-21	0	87,9	87,9	6912,1	Check & Measurement	
CYLINDER UNIT No.2								
Cylinder Cover O/H	16000	#####	870,3	87,9	958,2	15041,8	Check & cleaned	
Exhaust valve replacement	6000		2376	87,9	2463,9	3536,1		
Fuel valve replacement Fore & Aft	2000	#####	263,7	87,9	357,6	1642,4	Check & Pressure test	
Fuel Injection Pump (B/O)	8000		6417	87,9	6504,9	1495,1		
Starting valve	12000		7168	87,9	7255,9	4744,1		
Piston rod stuffing box	7000		3933	87,9	4080,9	2919,1		
Piston crown (Renew)	16000		3140	87,9	3227,9	12772,1		
Piston crown (O/H)	7000		3140	87,9	3227,9	3772,1		
Piston Ring	8000	#####	870,3	87,9	958,2	7041,8	Change old spare	
Cylinder Lubricator	10000		3933	87,9	4080,9	5919,1		
Cylinder Liner measurement (Observation)	10000	#####	870,3	87,9	958,2	9041,8	Check & Measurement	
Cylinder liner Replacement	20000		3933	87,9	4080,9	15919,1		
Crankpin bearing (Check)	8000	23-Apr-21	0	87,9	87,9	7912,1	Check & Renewed @ SMI dock yard	
Crosshead bearing (Check)	7000	23-Apr-21	0	87,9	87,9	6912,1	Check & Renewed @ SMI dock yard	
CYLINDER UNIT No.3								
Cylinder Cover O/H	16000		6633	87,9	6780,9	9219,1		
Exhaust valve replacement	6000		6476	87,9	6563,9	2113,0		
Fuel valve replacement Fore & Aft	2000	#####	263,7	87,9	357,6	1642,4	Check & Pressure test	
Fuel Injection Pump (B/O)	8000		6417	87,9	6504,9	1495,1		
Starting valve	12000		6340	87,9	6427,9	5572,1		
Piston rod stuffing box	7000		2150	87,9	2237,9	4762,1		
Piston crown (Renew)	16000		3186	87,9	3273,9	12726,1		
Piston crown (O/H)	7000		2150	87,9	2237,9	4762,1		
Piston Ring	8000		2108,2	87,9	2196,1	5803,9		
Cylinder Lubricator	10000		3669	87,9	3756,9	6243,1		
Cylinder Liner measurement (Observation)	10000		3669	87,9	3756,9	6243,1		
Cylinder liner Replacement	20000		2126	87,9	2213,9	17786,1		
Crankpin bearing (Check)	8000	25-Apr-21	0	87,9	87,9	7912,1	Check & Measurement	
Crosshead bearing (Check)	7000	25-Apr-21	0	87,9	87,9	6912,1	Check & Measurement	
CYLINDER UNIT No.4								
Cylinder Cover O/H	16000		6430	87,9	6517,9	9482,1		
Exhaust valve replacement	6000		2150	87,9	2237,9	3762,1		
Fuel valve replacement Fore & Aft	2000	#####	263,7	87,9	357,6	1642,4	Check & Pressure test	
Fuel Injection Pump (B/O)	8000		6417	87,9	6504,9	1495,1		

LAMPIRAN 5
JURNAL SUHU KAMAR MESIN

RUMAH 3 - Ambon - BAWA

Date: Minggu, 03 Desember 2011

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
340		4		4																									
330		330		330																									
75%		75%		75%																									
30	32	31	30	31	32	31	30	30	32	30	30																		
30	31	30	30	32	33	31	30	31	32	30	29																		
4.4		4.4		4.4																									
2.5		2.6		2.6																									
4.4		4.4		4.4																									
4		4		4.0																									
68	68	64	70	70	68	70	68	66																					
68	68	66	68	70	70	70	70	66	68	64	68																		
378	378	376	378	380	378	379	380	380	378	373	363	378																	
377	383	376	379	380	380	381	379	382	378	387	379																		
385	380	365	380	385	380	370	380	385	375	365	385																		
380	360	370	370	385	370	375	375	385	360	370	370																		
0.28		0.28		0.26																									
4.2		4.0		4.0																									
58		60		60																									
42		44		42																									
63		64		63																									
57		58		57																									
40		40		40																									
37		39		36																									
40		40		40																									
58	48	53	58	45	45	58	55																						
393	323	326	139	359	76	139	394	87	139	910	60	139	910	60	50	96	45												
55	mil	60	mil	60	mil	27	mil																						
93	cm	76	cm	77	cm	98	cm																						
38	°C	38	°C	38	°C																								
32		32.3		32.4																									
100	cm	870	cm	7	ambon																								
Jan	03		8	Minggu		20																							
10	filler	Amplex	ME	KI/KA																									

* TIBA PUL AMBON *
* DINA = 13.00
* Start by: 13.45 AS
* Stop: 13.51.40 - 14.04.45
* Pukul: 14.05.25
* ME OFF: 14.06

Kapal Bandar PUL Ambon

* Kapal
* DINA

LAMPIRAN 6
PMS KURANG SESUAI

		- Bersihkan Filter air laut	
		- Periksa kebocoran gas	
		- Bersihkan panel dan area sekitarnya	
	28	RABU , 28 OKTOBER 2020	
644.01.02		* WATER BOILER PLANT	
		- Periksa system pengapian	
		- Periksa bersihkan electrode nozzle photo cell	
		- Bersihkan filter FO	
		- Blow down blow up	
		- Periksa kebocoran uap pipa dan bahan bakar	
756.02.01		* FEED WATER PUMP FOR BOILER NO. 1 & 2	
		- Periksa kebocoran pompa	
		- Periksa rawat contactor dan terminal kabel el-mot	
		* GENERATOR MESIN BANTU NO.2	
		- Rawat & bersihkan rotor , stator & exiter	
		- Periksa ikatan baut-baut terminal kabel	
		- Ganti saringan udara generator	
		- Bersihkan body generator	
		* KEBERSIHAN UMUM KAMAR MESIN	
	29	KAMIS , 29 OKTOBER 2020	
571.01-03		* RUANG A.H.U PLANT NO. 01,02 DAN 03	
		- Bersihkan kisi-kisi evaporator	
		- Bersihkan cuci filter udara	
		- Bersihkan filter chilled dan dicerat	

LAMPIRAN 8
SPESIFIKASI HEAVY FUEL OIL (HFO)
SUMBER PERTAMINA

Property	Unit	Limit HFO
Viscosity at 100 °C, max.	cSt	55
Viscosity at 50 °C, max.	cSt	700
Viscosity, before injection pumps.	cSt	16...24
Density at 15 °C, max.	Kg/m ³	991/1010
CCAI, max.		850
Water, max	% volume	0.5
Water before engine, max	% volume	0.3
Sulphur, max	% mass	1.5
Ash, max.	% mass	0.05
Vanadium, max.	mg/kg	100
Sodium, max.	Mg/kg	50
Sodium before engine, max.	Mg/kg	30
Aluminium + silicon, max.	Mg/kg	30
Aluminium + silicon before engine, max.	Mg/kg	15
Carbon residue, max.	% mass	15
Asphaltenes, max.	% mass	8
Flash Point (PMMC), min.	°C	60
Pour point, max.	°C	30
Total sediment potential, max.	% mass	0.1
Used lubricating oil, calcium, max.	Mg/kg	30
Used lubricating oil, zinc, max.	Mg/kg	15
Used lubricating oil, phosphorus, max	Mg/kg	15

LAMPIRAN WAWANCARA 1

Nama : Andy Putra
 Jabatan : Kepala Kamar Mesin
 Nama Kapal : MT. SAMBU
 Jenis kapal : TANKER

Berikut adalah hasil wawancara setelah terjadinya insiden

1. Penulis : Selamat pagi *chief* mohon izin bertanya, terkait dengan tingginya suhu gas buang pada *main engine*, apa yang menyebabkan hal tersebut *chief*?

KKM : Pada dasarnya prosedur pengoprasian sudah benar, namun untuk perawatan masih kurang diperhatikan karena beberapa faktor dan akan di lakukan perawatan bila sudah terjadi kerusakan juga tidak sesuai dengan PMS. Pengaruhnya terhadap tingginya suhu gas buang adalah dari kualitas pada *supporting device* yang mana pada *intercooler* terjadi kebocoran pada *tube-tube* air laut dan juga kisi-kisi udara yang kotor. Lalu ada juga pengaruh dari *turbocharge* yang mana *filter* pada *turbocharge* kotor sehingga masuk ke dalam *blower* dan kisi-kisi *intercooler*. Lalu kurangnya kualitas *crew* yang di sebabkan oleh putaran atau orang pengganti yang berada di atas kapal karena tidak sesuai akan kualifikasi ijazah yang dimiliki dengan jabatan yang di emban.

2. Penulis : Lalu upaya apa yang bisa dilakukan agar suhu gas buang pada mesin dapat bekerja dengan optimal *chief*?

KKM : Upaya untuk mengatasi perawatan yang kurang sesuai dengan PMS yaitu dengan mempelajari serta mengaplikasikan perawatan seperti yang sudah di jelaskan pada *manal book* yang ada di *engine control room* sehingga tidak ada alasan lagi untuk melakukan perawatan sesuai denga jadwal. Upaya yang kami lakukan adalah dengan melakukan perbaikan pada *intercooler* yaitu menyogok *tube-tube* air laut dan memberi

chemical pada kisi-kisi udara, lalu melakukan pembersihan pada *filter* udara dan *blower* pada *turbocharge* sehingga *supporting device* dapat bekerja secara optimal dan maksimal yang mana dapat mendinginkan suhu udara bilas sesuai dengan yang di inginkan. Dan dengan melakukn pergantian mesin yang sesuai dengan kualifikasi yang di butuhkan



LAMPIRAN WAWANCARA 2

- Nama : Joko Suparto
- Jabatan : Masinis 2
- Nama Kapal : MT. SAMBU
- Jenis kapal : TANKER
1. Penulis : Selamat pagi bass mohon izin bertanya, terkait dengan tingginya suhu gas buang pada *main engine*, menurut bass apa yang menyebabkan hal tersebut?
- Masinis 2 : Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya suhu gas buang pada *main engine* faktor pertama dari segi lingkungan adalah tingginya suhu air laut yang merupakan media pendingin untuk mendinginkan mesin. Karena tingginya suhu laut tersebut mengakibatkan kurang optimalnya dalam melakukan penyerapan suhu pada *supporting device* terutama pada *intercooler* dalam menyerap panas udara bilas, sehingga suhu udara bilas meningkat dan membuat suhu pembakaran tinggi dan juga kenaikan suhu pada *main engine*.
2. Penulis : Lalu bagaimana upaya yang bass lakukan dalam menghadapi suhu air laut yang tinggi?
- Masinis 2 : Agar suhu air laut dapat optimal dalam melakukan pendinginan yaitu dengan cara membuka kran-kran air laut sehingga membuka secara maksimal, sehingga volume air laut yang masuk pada permesinan mempunyai volume yang besar.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Muhamad Musa Ramandha
 NIT : 551811236894 T
 Tempat/Tanggal Lahir : Bandung, 19 November 1995
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Agama : Islam
Nama Orang Tua
 Nama Ayah : Edi Surachman
 Nama Ibu : Weti Setiawati
 Alamat : Komp Margahayu Kencana Blok D. XI No. I, RT04/13 Bandung.

Riwayat Pendidikan

1. SD Margahayu I : 2001 - 2007
2. SMP Margahayu I : 2007 - 2010
3. SMA Negeri 18 Bandung : 2010 - 2013
4. PIP Semarang : 2018 - sekarang

Pengalaman Praktek Laut

1. Perusahaan Pelayaran : PT. Samudera Indonesia
2. Alamat : Jl. S. Parman Kav 35 Slipi, Jakarta Barat 11480, lantai 2
3. Nama Kapal : MT. SAMBU
- Masa Layar Praktek Laut : (07-12-2020) – (17-12-2021)