

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



MAKALAH

**ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK
PADA MT. MARINE QUEENIE**

Oleh :

RUDIANTO
NIS. 01702/T-1

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



MAKALAH

**ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK
PADA MT. MARINE QUEENIE**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Diklat Pelaut ATT-I**

Oleh :

RUDIANTO
NIS. 01702/T-1

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : RUDIANTO
NIS : 01702/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK
PADA MT. MARINE QUEENIE

Jakarta, 30 Juli 2021

Pembimbing Materi

Pembimbing Penulisan

Bambang Wahyudi, M.Mar.E, MM
NUPT. 9942011485

Zulnasri, SH, MM, MH
NIP. 19570225 197903 1 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

Diah Zakiah, ST, MT

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19790517 200604 2 015

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : RUDIANTO
NIS : 01702/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK
PADA MT. MARINE QUEENIE

Penguji I

Alberto,S.Si T.,MAP
Pembina (IV/a)
NIP. 19760409200604
1001

Penguji II

Diah Zakiah,ST, MT
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19790517 200604
2 015

Penguji III

Bambang Wahyudi,M.Mar E, MM
NUPT. 9942011485

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika

Diah Zakiah, ST, MT
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19790517 200604 2 015

KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati, penulis memanjatkan puji serta syukur kehadiran ALLAH Subhana Wata'ala, atas berkat dan rahmat-Nya serta senantiasa melimpahkan anugerah-Nya, sehingga Penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar Program Upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgrading ATT-I, maka semua Pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada Dosen Pembimbing STIP Jakarta. Sehingga Penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

“ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK PADA MT. MARINE QUEENIE”

Penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan dalam penyusunan serta penulisan makalah ini, sehingga masih banyak kekurangan-kekurangan dan hasilnya masih belum sempurna. Oleh sebab itu Penulis membukakan diri untuk menerima kritik serta saran-saran yang positif guna menuju keperbaikan makalah ini. Selanjutnya segala rendah hati, bersama ini Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Kedua orang tua dan istri tercinta yang telah memberikan motivasi baik secara moril maupun materil hingga terselesaikannya penyusunan makalah ini.
2. Yth. Bapak Amiruddin, M.M, selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Yth. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Yth. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
5. Yth. Bapak Bambang Wahyudi, M.Mar.E.,MM., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan Penulis pada sistematika materi yang baik dan benar.

6. Yth. Bapak Zulnasri, SH.,MM.,MH, selaku Dosen Pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini.
7. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada Penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.
8. Seluruh Rekan-rekan ATT-I angkatan 58 yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran,khususnya Ketua kelas dan staff kelas.

Akhir kata semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi Penulis dan semua pihak yang membutuhkannya.

Jakarta, 30 Juli 2021

Penulis,



RUDIANTO
NIS. 01702/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH	2
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	4
D. METODE PENELITIAN	5
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	6
F. SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN	17
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	18
B. ANALISIS DATA.....	19
C. PEMECAHAN MASALAH	23
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	36
B. SARAN	37
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Grafik Gas Buang Mesin Induk	3
Gambar 3.1 Spring Injector.....	20
Gambar 3.2 Nozzle Injector.....	21
Gambar 3.3 Pendingin air tawar/Heat Exchanger.....	23
Gambar 3.4 Penggantian Nozzle dan Spring Injector.....	25
Gambar 3.5 Sea chest.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Crew List

Lampiran 2. Ship Particular

Lampiran 3. Main Engine Performance Record Mt. Marine Queenie

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Dunia pelayaran pada saat ini sangatlah pesat ditambah semakin banyaknya kapal-kapal yang beroperasi dan semakin berkembangnya permesinan kapal, Untuk itu para pelaut yang bekerja di kapal dituntut peran sertanya untuk lebih memahami dan mengerti cara-cara pengoperasian dan penanganan secara baik dan benar. Dalam hal ini, peranan mesin penggerak utama, diperlukan untuk menunjang dalam pengoperasian kapal khususnya kapal laut.

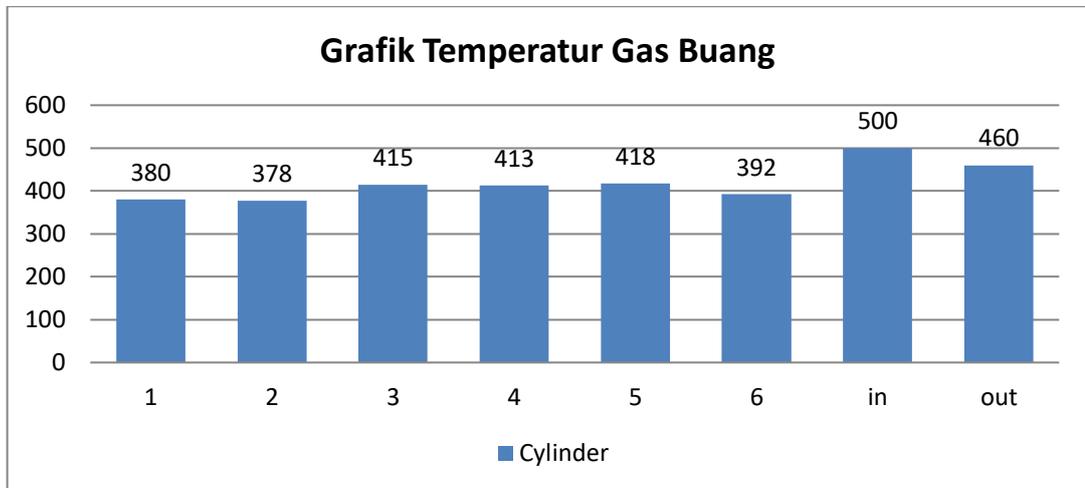
Untuk mempertahankan daya yang dihasilkan mesin penggerak utama harus ditunjang oleh kinerja mesin itu sendiri, oleh karena itu mesin harus dilakukan perawatan sesuai petunjuk dari *manual book*. Hal yang perlu diperhatikan dalam perawatan secara terencana adalah metode atau langkah-langkah dalam melakukan perawatan terhadap mesin induk dan berapa lamanya suku cadang, material, peralatan kerja yang dibutuhkan (*special tools*) dan jumlahnya serta kualifikasi tenaga kerja yang dibutuhkan.

Ada 2 (dua) jenis perawatan yang pertama adalah perawatan korektif yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mengatasi kegagalan atau kerusakan yang ditemukan selama masa waktu perawatan preventif. Strategi perawatan ini membutuhkan perhitungan/penilaian biaya dan ketersediaan suku cadang di kapal yang teratur, sedangkan perawatan preventif adalah ditujukan untuk pencegahan kegagalan atau berkembangnya kerusakan, atau menemukan kegagalan sedini mungkin. Pencegahan ini dapat dilakukan melalui penyetulan secara berkala, rekondisi atau penggantian peralatan serta berdasarkan pemantauan kondisi. Untuk meningkatkan efektifitas dan produktivitas yang merupakan tujuan perusahaan agar dapat melayani masyarakat pengguna jasa angkutan laut.

MT. Marine Queenie adalah jenis kapal pengangkut minyak yang mana pada saat penulis bekerja dikapal tersebut menemukan suatu kejadian yaitu temperature gas buang mesin induk mengalami perbedaan temperatur yang besar dimana dari 6 silinder didapat pada *cylinder* no.3 temperatur 415, *cylinder* no.4 temperatur 413. Dan *cylinder* no. 5 temperatur 418 dan yang lain dibawahnya perbedaannya sangat besar. Tingginya suhu gas buang tergantung pada banyak energi yang terbakar di dalam ruang silinder, namun jika sudah berlebihan suhu pendingin air jaket water, intercoller, pelumas suhunya ikut naik. Ini artinya sudah terjadi sisa pembakaran energi diluar ruang silinder yaitu di *exhaust manifold*. Tempat yang semestinya tidak terjadi pembakaran energi gerak, sehingga mesin boros bahan bakar, oli mesin sering ditambah, air tawar pendingin ditanki ekspansi berkurang. Imbasnya performa mesin induk tidak maksimal yang ditandai dengan penurunan putaran mesin induk, sehingga kelancaran pengoperasian kapal juga terganggu atau tidak optimal dikarenakan tiba dipelabuhannya jadi terlambat / tidak sesuai jadwal. Langkah langkah yang diambil untuk mengatasi keadaan tersebut pada saat kapal sedang berlayar yaitu melakukan pemeriksaan terhadap :

1. *Jacket water* kemungkinan tidak berfungsi dengan baik, sehingga menyebabkan suhu mesin dan suhu disekitar mesin naik.
2. Intercoller udara, kemungkinan tidak berfungsi dengan sempurna mendinginkan udara bilas yang dipakai untuk pembakaran.
3. Kondisi *turbocharger*, apakah ada kebocoran oli pada bagian pelumasan, apakah turbo sudah aus dll. Intinya udara yang digunakan untuk pembakaran panas sehingga partikel udara tidak padat, yang menyebabkan pembakaran tidak sempurna dan terjadi sisa pembakaran diluar ruang bakar.
4. *Injector* dari silinder *head block*, kemungkinan *nozzle* buntu akibat kerak pembakaran sehingga menyebabkan pengabutan yang tidak sempurna.
5. Melakukan pengukuran jarak antara rocker arm dengan kepala *valve case (stel klep)* umumnya mesin beroperasi dalam waktu yang lama *clearance/* kelonggaran klep berubah menyebabkan timing pembakaran tidak benar.

Sebagai data pendukung, dapat dilihat dari grafik gas buang mesin induk di bawah ini :



Gambar 1.1 Grafik Gas Buang Mesin Induk

Berdasarkan hal tersebut diatas maka perlu dilakukan analisis untuk mencari penyebab dan upaya cara mengatasi permasalahan yang timbul pada mesin induk yang berdampak menghambat pengoperasian di atas kapal. Oleh karena alasan tersebut diatas maka penulis mengangkat masalah tersebut diatas ke dalam kertas kerja ini dengan judul:

**“ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK
PADA MT. MARINE QUEENIE”**

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang penulis uraikan identifikasi masalah-masalah untuk dilakukan analisis untuk mencari penyebabnya sebagai berikut:

- a. Temperatur gas buang terlalu besar perbedaannya
- b. Asap gas buang berwarna hitam saat beban besar
- c. Temperatur pendingin air tawar tinggi
- d. Konsumsi pemakaian bahan bakar meningkat

2. Batasan Masalah

Oleh karena luasnya pembahasan mengenai permasalahan yang terjadi pada mesin induk, maka agar pembahasannya lebih fokus penulis membatasi pembahasan pada makalah ini hanya berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di atas MT. MARINE QUEENIE. Ruang lingkup masalahnya yaitu :

- a. Temperatur gas buang terlalu besar perbedaannya.
- b. Temperatur pendingin air tawar tinggi

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah diuraikan diatas maka masalah tersebut perlu dirumuskan secara spesifik agar masalah tersebut dapat dijawab dengan baik dan benar. Dalam masalah tersebut dapat kita pahami bahwa rumusan masalah adalah:

- a. Apa penyebab temperatur gas buang terlalu besar perbedaannya
- b. Apa penyebab temperatur pendingin air tawar tinggi

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk menganalisis penyebab temperatur gas buang sebagian *cylinder* tinggi dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.
- b. Untuk menganalisis masalah terjadinya temperatur pendingin air tawar tinggi dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.

2. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Teoritis

Adapun manfaat penelitian secara teoritis adalah sebagai berikut:

- 1) Manfaat dalam melakukan penelitian ini untuk meningkatkan pengetahuan pembaca atau pun para masinis di atas kapal.

- 2) Penelitian ini juga berguna untuk memberikan pemikiran bagi perkembangan ilmu pengetahuan dibidang manajemen perawatan dan perbaikan untuk menjaga performa mesin induk.

b. Manfaat Praktis

Adapun manfaat penelitian secara praktis adalah sebagai berikut :

- 1) Dapat menjadi masukan kepada para perwira mesin di MT. MARINE QUEENIE dalam mengatasi masalah menurunnya performa mesin induk guna menunjang kelancaran pengoperasian kapal.
- 2) Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan yang berguna dalam melakukan perawatan dan perbaikan mesin induk diatas kppa MT. MARINE QUEENIE serta dapat mengatasi masalah yang timbul di kemudian harinya.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Pembahasan dalam makalah ini menggunakan metode studi kasus dengan alasan, masalah yang dibahas adalah kasus yang terjadi saat penulis bekerja di kapal tersebut, dan memecahkan permasalahan tersebut langsung dari ide penulis sendiri yang dilandasi dengan teori yang ada, sehingga hasilnya 90% baik dan benar.

2. Teknik Pengumpulan Data

a. Studi literatur

Dalam hal ini penulis mengumpulkan data yang dikutip dari berbagai sumber yang berhubungan dengan mesin induk. Daftar pustaka diambil dari buku pedoman/petunjuk mesin induk.

b. Objek praktis

Mengadakan pengamatan langsung masalah yang terjadi serta menganalisis kejadian-kejadian yang terjadi selama pengoperasian mesin

induk berlangsung pada saat dikapal sesuai dengan pengalaman penulis bertugas diatas kapal MT. MARINE QUEENIE.

c. Observasi

Pengumpulan data yang dilakukan dengan cara pengamatan dan menganalisis secara langsung sewaktu di atas kapal MT. MARINE QUEENIE sehingga dapat diambil langkah untuk melakukan tindakan perawatan dan pencegahan terjadi hal serupa.

3. Subjek penelitian

Subjek penelitian adalah temperatur gas buang dan temperatur air pendingin yang terdapat di kapal MT. MARINE QUEENIE.

4. Teknik Analisis Data

Teknis analisis data yang digunakan penulis untuk menemukan jawaban atas permasalahan yang ada adalah dengan menggunakan teknik deskriptif kuantitatif yaitu menganalisis kejadian, fenomena atau keadaan secara sosial dan menampilkan hasil data apa adanya tanpa proses manipulasi atau perlakuan lain, yang mana data yang ada dilapangan dianalisa dan dijabarkan sesuai dengan teori yang ada, sehingga didapat jawaban atas pertanyaan tersebut diatas dan dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini peneliti lakukan antara tanggal 15 Januari sampai 18 Februari 2021, tepatnya saat penulis bekerja di MT Marine Queenie sebagai *Chief Engineer*.

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini adalah di MT. Marine Queenie milik perusahaan Vbunker Pte.Ltd saat berlayar dari China menuju Singapore

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan bertujuan untuk mengangkat dan mengajukan suatu masalah ke dalam makalah sehingga dapat terurai dengan jelas dan mudah dipahami. Berdasarkan pada pedoman penulisan makalah diklat pelaut tingkat 1(satu) maka penulis jabarkan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Pada hal ini diuraikan latar belakang masalah yang selanjutnya diperoleh diidentifikasi sehingga diperoleh beberapa masalah yang akan ditentukan menjadi masalah salah satunya masalah pokok sekaligus membatasi permasalahan yang akan diangkat dan dituangkan penulis dalam makalah. Dalam bab ini juga dijelaskan waktu dan tempat dilakukannya penelitian. Pada akhir bab dijelaskan sistematika penulisan pada setiap babnya.

BAB II LANDASAN TEORI

Menerangkan landasan teori yang didukung dari beberapa tinjauan pustaka dan masalah yang diambil, kemudian disusun dengan kerangka pemikirannya. Teori yang dikutip merupakan teori yang berhubungan dengan perawatan dan manajemen perawatan mesin induk.

BAB III ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini diuraikan deskripsi data dari pengalaman di lapangan yang kemudian akan dianalisa data masalah yang timbul untuk kemudian diambil langkah-langkah pemecahan masalahnya.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai penutup bab ini menjabarkan hasil-hasil dari penelitian melalui kesimpulan untuk kemudian diutarakan saran-saran yang sebaiknya dapat dilaksanakan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Untuk mempermudah pemahaman dalam makalah, maka penulis membuat tinjauan pustaka yang akan memaparkan definisi-definisidan teori-teori yang terkait dan mendukung pembahasan pada makalah. Adapun beberapa sumber yang oleh penulis dijadikan sebagai landasan teori dalam penyusunan makalah adalah sebagai berikut:

1. Mesin Induk

Menurut Handoyo (2015:33), menyatakan bahwa mesin induk (*Main Propulsion Engine*) yaitu suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur. Di kapal tempat penulis bekerja menggunakan motor diesel sebagai mesin penggerak utama kapal.

Menurut Handoyo (2015:34), menyatakan bahwa mesin diesel adalah pesawat pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*), karena didalam mendapatkan energi potensial (berupa panas) untuk kerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang dilaksanakan didalam pesawat itu sendiri, yaitu didalam silindernya. Sebagai mesin induk, mesin diesel lebih menonjol dibandingkan jenis mesin indukkapal lainnya, terutama konsumsi bahan bakar lebih hematdan lebih mudah dalam mengoperasikannya.

Menurut Handoyo, (2015:34), menyatakan bahwa mesin diesel adalah satu pesawat yang mengubah energy potensial panas langsung menjadi energy mekanik, atau juga disebut *Combustion Engine System*. Pembakaran (*Combustion Engine*) dibagi dua yaitu:

- a. Mesin pembakaran dalam (*internal combustion*) adalah pesawat tenaga, yang pembakarannya dilaksanakan di dalam pesawat itu sendiri. Contoh: mesin diesel, mesin bensin, turbin gas, ketel uap dan lain lainnya.
- b. Mesin pembakar luar (*external combustion*) adalah pesawat tenaga, dimana pembakarannya dilaksanakan di luar pesawat itu sendiri. Contoh: turbin uap, mesin uap.

2. Pembakaran Di Dalam Silinder

a. Proses Pembakaran Di Dalam Silinder

Menurut Handoyo (2014:138) pembakaran diartikan suatu proses kimia dari pencampuran bahan-bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang (C), zat cair (H) dengan sebagian kecil zat belerang (S), biasa di sebut hydro carbon. Zat asam yang di butuhkan di dapat dari udara sebagaimana di ketahui udara itu mengandung 23% zat asam dan 77% nitrogen bila di hitung dalam volume atau 21% dengan 79% bila di hitung dalam berat udara. Perlu di ingat bahwa pembakaran di dalam silinder tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus di pecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

Pembakaran yang tuntas dan sempurna secara kimiawi akan menghasilkan panas, proses reaksinya disebut Exterm. Bila sejumlah gas atau udara di kompresi atau di ekspansi akan ada perubahan suhu selama proses terjadi, namun bila keadaan suhunya tidak ada perubahan, maka prosesnya di sebut isothermis. Keadaan itu hanya mungkin terjadi apabila selama proses kompresi berlangsung panas yang timbul diambil dan bila prosesnya ekspansi, panas yang hilang di ganti sehingga suhunya tinggal tetap.

Lain halnya bila sejumlah gas itu saat di lakukan kompresi maupun ekspansi tanpa ada tambahan panas atau kehilangan panas, proses yang demikian di sebut adiabatic.

b. Syarat Proses Pembakaran Yang Sempurna

Selain faktor bahan bakar di atas, Sukoco, dan Zainal Arifin, (2003:97) syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain sebagai berikut:

- 1) Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.
- 2) Bahan bakar harus berbentuk kabut, sehingga kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.
- 3) Pencampuran kabut bahan bakar dengan udara harus merata/senyawa.
- 4) Tekanan pengabutan bahan bakar yang cukup tinggi untuk dikabutkan ke dalam ruang kompresi.
- 5) Mutu bahan bakar yang di gunakan bermutu baik, yaitu seimbang antara unsur $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$.
- 6) Kelambatan penyalaan (*ignition delay*) atau ID harus tepat. Apabila terlalu cepat akan terjadi ketukan atau knocking, tetapi bila terlambat maka pembakaran pun terlambat sehingga gas buang akan tinggi.

c. Pengaruh Suplai Udara Terhadap Pembakaran Di Dalam Silinder

Masalah yang sering timbul pada pengoperasian mesin diesel adalah kurangnya suplai udara pembakaran. Untuk mengetahui cukup atau tidaknya perbandingan udara terhadap bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar adalah dengan melihat warna gas buang. Ketika warna gas buang mulai berwarna gelap hal tersebut menunjukkan kurangnya udara untuk pembakaran, atau yang disebut batas asap. Warna gelap/hitam tersebut disebabkan sebagian bahan bakar tidak terbakar dan menjadi CO yang berbentuk padat. Untuk itu pada mesin diesel besar, misalnya untuk penggerak kapal, baik penggerak utama maupun mesin bantu, selalu dilengkapi dengan sistem pemasukan udara pembakaran dengan menggunakan *Turbocharger*. (Rosyid, 2016:4)

Menurut Maanen (2001:97) bahwa *turbocharger* adalah sebuah alat yang dipasang pada sistem pemasukan udara pembakaran yang tujuannya untuk

memberikan tekanan pada udara bilas dengan cara memanfaatkan tekanan yang terkandung dalam gas buang untuk menggerakkan poros turbin sebagai penggerak poros blower.

Pemasukan udara adalah dengan cara mengkompresi udara atmosfer dengan menggunakan blower agar memiliki tekanan yang tinggi. Tekanan tinggi akan diikuti naiknya temperatur. Selain akibat kenaikan tekanan, kenaikan temperatur juga disebabkan oleh adanya rambatan panas dari gas buang melalui dinding *blower*. Tekanan tinggi akan tetapi temperaturnya juga tinggi maka tujuan menaikkan massa udara menjadi tidak tercapai / kurang optimal. Untuk itu setelah keluar dari *blower* udara kemudian didinginkan di dalam *air cooler*, kemudian baru dialirkan ke dalam ruang bakar.

3. Pendinginan Di Dalam Silinder

a. Definisi Pendinginan Di Dalam Silinder

Menurut Maanen, (2001:82) pendingin adalah suatu media (zat) yang berfungsi untuk menurunkan panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam *cylinder*. Di dalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain: *Fresh water Cooler*, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, *Strainer* dan *Sea Chest*. Dari kelima komponen inilah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap motor induk.

Proses pengoperasian motor diesel akan timbul panas. Suhu yang demikian tingginya dipindahkan langsung ke dinding silinder. Jika silinder tidak didinginkan secara optimal, maka bahan - bahan yang dipakai akan kehilangan kekuatan yang diperlukan. Oleh karena itu pada mesin induk digunakan fasilitas pendingin yaitu pendingin air tawar yang mana bagian yang didinginkan adalah *cylinder head*, *cylinder jacket* dan klep buang. Pendingin air laut atau *fresh water Cooler* hanya berfungsi untuk menyerap panas air tawar yang high temperature yang bersirkulasi dari *fresh water cooler* dan *air cooler* mesin induk.

Apabila dinding silinder tidak didinginkan secara terus menerus, maka bahan - bahan yang dipakai akan kehilangan kekuatan yang diperlukan. Timbulnya masalah - masalah pada sistem pendinginan motor induk akibat dari tekanan pompa tidak normal, disebabkan oleh kurangnya perawatan terhadap media pendingin dan air pendingin serta peralatan sistem pendingin yang tidak bekerja dengan normal. Dengan demikian suhu (*temperature*) air pendingin sering panas melewati batas maksimum walaupun dalam putaran mesin minimum (rendah). Air pendingin dalam fungsinya sangat vital untuk menjaga kelancaran pengoperasian mesin induk. Dalam mempertahankan tujuan pendinginan, perlu dipertahankan pada nilai normalnya yaitu 65°C - 70°C untuk *temperature jacket water cooling inlet main engine* yang telah ditetapkan dalam buku manual dikapal tempat bekerja penulis.

Perlunya pendinginan pada motor induk dalam bekerja, sering mengalami gangguan sehingga pendinginan tidak optimal mengakibatkan naiknya suhu air tawar. Hal ini salah satunya disebabkan oleh adanya kebocoran, sehingga air yang ada di tangki ekspansi berkurang. Agar kondisi motor induk dapat normal kembali, hal - hal yang perlu dilaksanakan antara lain perawatan air pendingin, dan perawatan fasilitas sistem pendingin. Tidak sempurnanya fungsi dari sistem pendingin, jelas akan berpengaruh terhadap kinerja motor induk. Segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem perlu dijaga dan dirawat oleh para masinis.

Agar kondisi motor induk dapat normal kembali, hal - hal yang perlu dilaksanakan antara lain perawatan air pendingin, dan perawatan fasilitas sistem pendingin. Tidak sempurnanya fungsi dari sistem pendingin, jelas akan berpengaruh terhadap kerja motor induk. Segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem perlu dijaga dan di rawat oleh para masinis.

b. Fungsi Pendinginan Di Dalam Silinder

Menurut Maanen (2001:5) ada beberapa fungsi utama dari pendinginan diantaranya yaitu :

- 1) Mengatur / mempertahankan suhu mesin agar selalu berada pada spesifikasi kerja mesin yang diinginkan.
- 2) Mencegah material dari kerusakan.
- 3) Menjaga struktur dan sifat - sifat dari suatu material agar tidak berubah.
- 4) Membuat material mesin agar bertahan lebih lama.

c. Macam-macam Pendinginan Dalam Silinder

Menurut Handoyo (2015:57) bahwa pada umumnya di kapal ada dua cara untuk mendinginkan mesin utama maupun motor bantu, yaitu dengan menggunakan sistem pendinginan secara langsung (terbuka) dan sistem pendinginan secara tidak langsung (tertutup).

1) Sistem Pendinginan Terbuka

Sistem pendinginan terbuka adalah sistem pendinginan yang menggunakan media pendingin air laut untuk mendinginkan media lain. Proses pendinginannya adalah dari air laut diisap dari *Sea Chest* melalui katup, saringan dengan pompa air laut. Kemudian air laut disirkulasikan ke *Cooler* Minyak Lumas, *Cooler* Air Tawar dan *Cooler* Udarayang berguna untuk mendinginkan minyak lumas, air tawar dan udara, kemudian air laut dibuang ke luar kapal. Air laut masuk ke *Cooler* di *control three way valve* yang diatur dengan alat *temperature indicatorcontrol* sehingga air laut yang masuk untuk mendinginkan media lain sesuai / tidak terlalu dingin dan tidak terlalu panas, sehingga suhu pendingin mesin induk tetap stabil.

2) Sistem Pendinginan Tertutup

Sistem pendinginan tertutup menggunakan dua media pendingin yang digunakan yaitu air tawar dan air laut. Air tawar digunakan untuk mendinginkan bagian-bagian motor sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar, setelah itu air laut dibuang langsung ke luar kapal. Proses pendinginan tertutup adalah air tawar didinginkan di *Cooler* air tawar dengan air laut, kemudian air tawar yang sudah

dinginkan diisap oleh pompa pendingin air tawar digunakan untuk mendinginkan mesin induk. Kemudian air tawar sebagian masuk ke tangki ekspansi, sebagian masuk ke *Cooler* air tawar untuk didinginkan kembali, sehingga dapat disirkulasikan terus menerus untuk mendinginkan mesin induk. Apabila air tawar berkurang karena adanya kebocoran maka air tawar diisi di Tanki Expansi air tawar pendingin. Air tawar yang masuk mesin induk suhunya diatur dengan *three way valve* dan *temperature indicator control* sehingga air tawar masuk untuk mendinginkan mesin induk sesuai dengan kebutuhan pendinginan.

d. Sistem Pendingin Air Tawar di Mesin Induk

Menurut Handoyo (2015:60) bahwa untuk memperlancar pengoperasian motor induk diatas kapal, maka beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya adalah pendingin sebagaimana dalam pembahasan ini bahwa media pendingin yang dipakai untuk mendinginkan motor induk di atas kapal adalah air tawar. Maka untuk kelancaran proses pendinginan diperlukan peralatan atau komponen pendukung seperti yang dijelaskan sebagai berikut :

1) *Sea Chest*

Sekurang-kurangnya posisi *Sea Chest* pada posisi *high side* dan *low side*. Untuk daerah pelayaran yang dangkal, disarankan bahwa harus terdapat sisi pengisapan air laut yang lebih tinggi, untuk mencegah terhisapnya lumpur atau pasir yang ada di perairan dangkal tersebut. Tiap *Sea Chest* dilengkapi dengan suatu ventilasi yang efektif.

2) Saringan

Alat yang berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran yang terbawa masuk oleh air.

3) Pompa Air Laut

Pompa air laut berfungsi untuk menghisap air laut dari *Sea Chest* kemudian didistribusikan ke *Cooler* Minyak Lumas, *Cooler* Air Tawar dan *Cooler* Udara untuk mengambil panas dari Minyak Lumas, Air Tawar dan Udara hasil pendinginan mesin induk. Pompa air laut digerakkan dengan menggunakan motor listrik.

4) Instalasi pipa pipa

Instalasi pipa diatas kapal adalah suatu alat yang ditempati air pendingin untuk bersirkulasi di dalam pipa tersebut. Pada setiap pipa membiarkan tahanan tertentu kepada aliran air yang disalurkan untuk itu bentuk pipa dan ukuran pipa akan mempengaruhi kenaikan tahanan aliran. Tahanan aliran air juga dapat meningkat pada setiap belokan dan katup yang dilalui oleh air tersebut.

5) *Cooler* Minyak Lumas

Minyak pelumas adalah suatu media yang berfungsi untuk mendinginkan bagian-bagian mesin yang bergesekan dan bersirkulasi di dalam sistem pelumasan di dalam motor. Tempat pertukaran panas menggunakan jenis *honeycomb cooling pad* dan tabung (*shell and tube*) untuk pertukaran panas dengan air sebagai media pendingin dimana di dalamnya terdapat pipa-pipa tembaga yang dialiri air laut sebagai media pendinginnya, sedangkan di sekeliling pipa-pipa mengalir minyak pelumas yang didinginkan.

6) *Cooler* Air Tawar Pendingin

Berfungsi mendinginkan air tawar pendingin yang telah menyerap panas dari dalam mesin dengan menggunakan media air laut. Di kapal tempat penulis bekerja jenis penukar kalornya menggunakan jenis *heat exchanger type honeycomb cooling pad*. Air laut mengalir didalam sela-sela plat yang akan menyerap panas pada air tawar pendingin, dimana prosesnya mengalir secara bersebrangan di dalam sekat plat tersebut.

7) Tangki ekspansi

Tangki ekspansi berfungsi sebagai tangki penampungan air tawar dan untuk menambah bila ada kekurangan di dalam sistem. Tangki ditempatkan pada tempat yang lebih tinggi dari saluran pipa. Sehingga bisa memelihara tekanan konstan dalam sistem dan mencegah adanya udara atau uap didalamnya dan ukurannya tergantung pada kapasitas air. Juga sistem keseluruhan, termasuk ruang air dalam ruang pendingin motor induk.

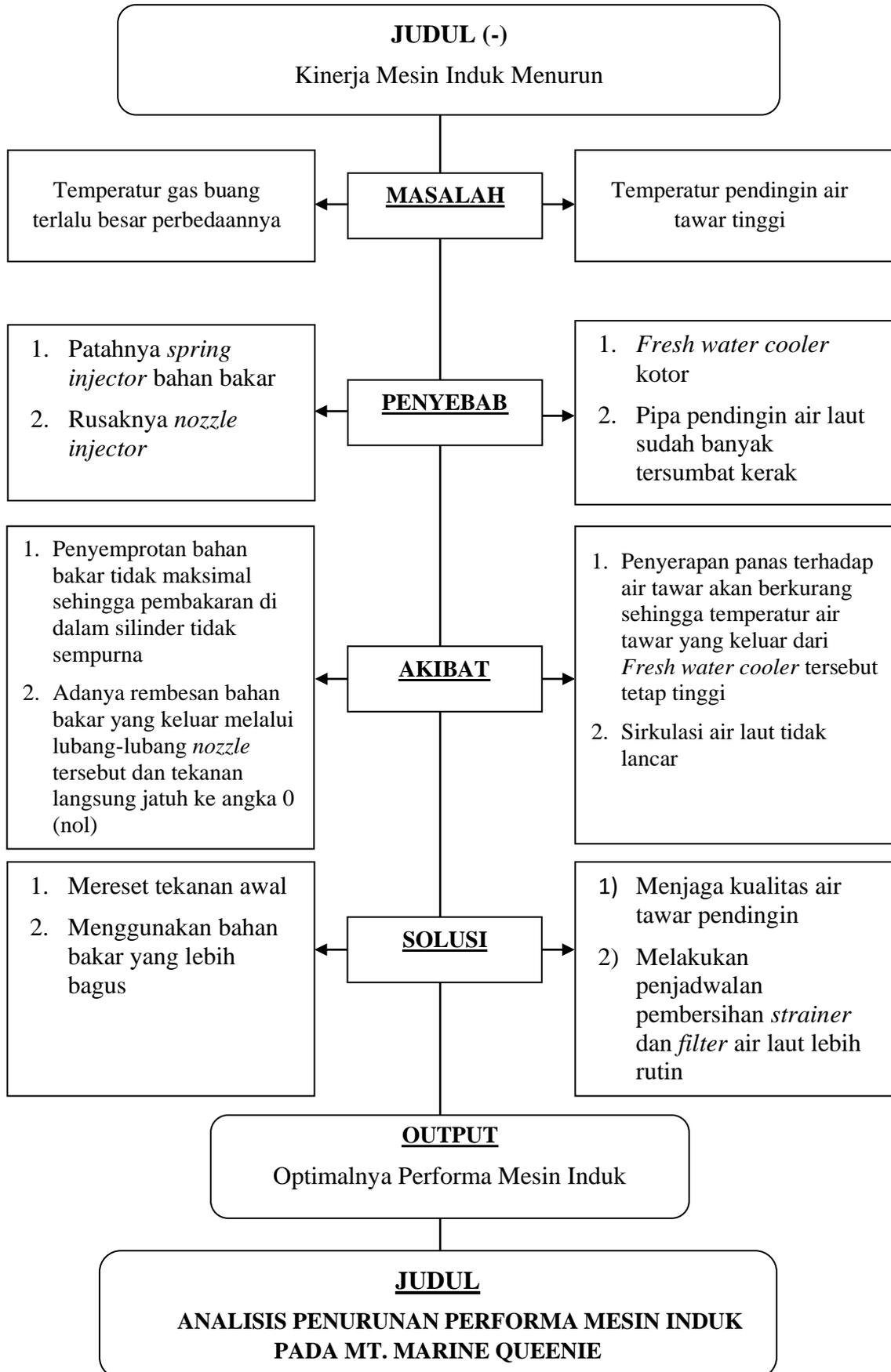
8) Pompa sirkulasi air tawar

Pompa sirkulasi air tawar berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin di dalam sistem, atau suatu pesawat yang bisa memindahkan cairan dari suatu tempat ketempat lain berdasarkan perbedaan tekanan. Sebagian besar mesin diesel menggunakan pompa sentrifugal untuk sirkulasi air tawar pendingin pada motor induk diatas kapal, dimana pompa tersebut digerakkan dengan motor listrik.

9) Pengukur suhu

Pengukur suhu berfungsi untuk mengukur suhu air pendingin yang masuk dan keluar dari motor induk. Umumnya suhu air pendingin diukur dengan *thermocouple* untuk (*electric system*) dan thermometer jenis - jenis air raksa gelas biasa yang dibungkus dengan plat logam untuk melindungi kaca agar tidak mudah pecah.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Kapal MT. Marine Queenie merupakan kapal tanker jenis Product Oil Tanker berbendera Singapore milik perusahaan Vbunkers Pte. Ltd. Adapun data kapal MT. Marine Queenie sebagai berikut :

<i>Name of Vessel</i>	: MT. Marine Queenie
<i>Flag</i>	: Singapore
<i>Vessel Type</i>	: Product Oil tankers
<i>Call Sign</i>	: 9V5348
<i>Gross Tonnage/Net</i>	: 3898 T/1747 T
<i>Main Engine</i>	: 2 X Daihatsu Diesel
<i>Engine Model</i>	: 6 DKM 20 Ef (L)
<i>Rated Speed</i>	: 900 Rpm
<i>Idle Speed</i>	: 480 Rpm
<i>Fresh water temp.</i>	: 75°C
<i>Exhaust gas temp.</i>	: abt. 430°C

Penulis melakukan pengamatan selama bekerja di atas kapal MT. Marine Queenie sebagai *Chief Engineer*, periode 15 Januari 2020 sampai 18 Februari 2021. Selama bekerja di kapal tersebut, penulis melakukan pengamatan dan pengumpulan data yang berhubungan dengan analisa penurunan performa mesin induk. Berdasarkan pengalaman yang penulis alami selama bekerja di atas kapal MT. Marine Queenie, ada beberapa fakta dan kondisi yang penulis temukan untuk mendasari penyusunan makalah diantaranya yaitu :

1. Temperatur gas buang terlalu besar perbedaannya

Pada waktu penulis bekerja di atas kapal MT. Marine Queenie terjadi kenaikan suhu gas buang melebihi batas normal. Kejadian ini terjadi pada tanggal 29 January 2021. Pada saat itu posisi *handle rack* yang sama sehingga mengakibatkan di beberapa *cylinder* gas buangnya tinggi mencapai 415°C dan

sebagian gas buang di beberapa *cylinder* rata-rata gas buang antara 320°C - 380°C. Dengan terjadinya perbedaan suhu gas buang pada beberapa *cylinder* ini mengakibatkan performa mesin induk tidak maksimal, sehingga kelancaran pengoperasian kapal juga terganggu atau tidak optimal dikarenakan tiba di pelabuhannya jadi terlambat / tidak sesuai jadwal, karena ketika RPM mesin ditambah sesuai *Maximum Continues Ratingnya* (MCR) 850 RPM, dimana gas buang yang sudah tinggi akan mencapai batas diatas maximal yaitu 430 °C. adapun jam kerja *injector* yaitu 1200 jam kerja.

2. Temperatur pendingin air tawar tinggi

Pada tanggal 29 January 2021 saat kapal dalam pelayaran dari China menuju Singapore yaitu terjadi kenaikan suhu air tawar pendingin. Hal tersebut diketahui dari *high temperatur alarm indicator* mesin induk di kamar mesin yaitu pada sistem pendingin air tawar dimana suhu air pendingin menunjukkan untuk *water inlet* ke *main engine* 80⁰C dan *water outlet cylinder* rata-rata di semua *cylinder* 90⁰C. Adapun data *manual book* suhu normal servis untuk *water inlet* ke *main engine* 65⁰C - 70⁰C dan alarm maksimum *water outlet cylinder* 90⁰C.

B. ANALISIS DATA

1. Temperatur Gas Buang Terlalu Besar Perbedaannya

Penyebabnya adalah :

a. Patahnya *Spring Injector* Bahan Bakar

Injector adalah suatu alat yang berfungsi sebagai alat penyemprotan bahan bakar, agar bahan bakar dapat terbakar di dalam *cylinder*, melalui proses pembakaran didalam *cylinder* dengan jalan mengabutkan bahan bakar didalam ruang pembakaran, sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan melalui suatu proses pembakaran. pada *injector* bahan bakar mesin induk yang masuk dengan temperatur $\pm 125^{\circ}\text{C}$ (bahan bakar jenis HFO Cst 380). Jika pada saat kapal sedang berlayar maka akan terjadi proses pembakaran didalam *cylinder* secara terus menerus dan bergantian.

Kerusakan pada *spring injector* menyebabkan penyemprotan bahan bakar tidak maksimal, sehingga pembakaran di dalam silinder tidak sempurna. Pembakaran yang tidak sempurna akan mengakibatkan performa mesin induk menurun. Oleh karenanya, *spring injector* yang rusak harus diganti.



Gambar 3.1 ; *Spring injector*

b. Rusaknya *Nozzle Injector*

Proses pengabutan bahan bakar oleh *injector* ialah disebabkan pergesekkan permukaan dari bagian jarum, yang kerucut yang duduk pada *nozzle* denganyang duduk pada *nozzle body* sudah tidak halus benar begitu juga jarum (*needle*) batangnya aus, akan terlihat bila diteliti dengan seksama bidang cincin tersebut akan tampak goresan-goresan seperti garis-garis halus sehingga permukaan tersebut tidak seratus persen rata, tentunya proses pengabutan bahan bakar menjadi tidak sempurna sehingga bahan bakar yang telah disemprotkan masih mengandung kotoran / partikel-partikel.

Dapat terlihat secara nyata sewaktu *injector* tersebut di test dengan tekanan 350 kg/cm^2 serta $\pm 30 \text{ kg/cm}^2$, dampak lain dari tidak rataanya permukaan serta ausnya *needle valve* tadi, maka pada akhir penyemprotan bahan bakar tersebut terus-menerus akan terlihat rembesan bahan bakar yang keluar melalui lubang-lubang *nozzle* tersebut dan tekanan langsung jatuh ke angka 0 (nol). Sudah tentu tidak boleh, seharusnya setelah *injection*, tekanan harus bertahan pada 280 kg/cm^2 dan jatuhnya 100 kg/cm^2 memakan waktu 1 menit (350-250), itulah *injector* yang baik.



Gambar 3.2 ; *Nozzle Injector*

Untuk mengatasinya *nozzle* harus dirawat antara lain : *Needle valve* tersebut harus *dilapping* (diskir) terhadap *seat, nozzle* yang sudah terpakai biasanya dibawa ke salah satu *work shop* didarat yang mempunyai refutasi, akan tetapi hasilnya belum dapat dijamin 100 % baik, karena *nozzle* tersebut sudah tidak standar lagi.

Saat *nozzle* bergerak terangkat karena tekanan bahan bakar dari pompa injeksi, maka bahan bakar mengalir dengan cepat keluar melalui lubang *injector*. Pada saat tekanan bahan bakar turun, *nozzle* menutup lubang *injector* dengan cepat akibat peregangan pegas. Pada situasi *nozzle* bergerak dengan dudukannya dan terjadi berulang kali. Jika jam kerja dari *injector* sudah mencapai 1200 jam kerja, maka sebaiknya *nozzle* diperiksa satu persatu kemudian diadakan perawatan dengan melakukan pembersihan dari karbon-karbon yang menempel akibat dari kotoran-kotoran pada bahan bakar yang mengalir melalui lubang *injector* tersebut.

Setelah dilakukan pembersihan dari karbon-karbon dan kotoran lainnya, kemudian dilakukan pengetesan pada *injector* dengan menggunakan *injector test pump* untuk mengetahui apakah *injector* tersebut kondisinya sudah normal atau belum. Apabila tekanan dan pengabutan masih dalam keadaan baik, maka *injector* dapat digunakan lagi dan bila sudah tidak dapat direkondisi maka segera dilakukan penggantian dengan yang baru.

Karena kualitas bahan bakar yang tidak bagus atau bahan bakar kotor bisa menyebabkan rusaknya lubang pada *nozzle*, jika lubang menjadi besar

maka daya semprot bahan bakar sudah tidak normal lagi atau tidak bisa mengabut, tapi bila lubang *nozzle* ada yang buntu maka bahan bakar yang disemprotkan berkurang karena bahan bakar yang disemprotkan tertahan lubang yang buntu.

2. Temperatur Pendingin Air Tawar Tinggi

Penyebabnya adalah:

a. Pendingin Air Tawar Kotor

Pendingin air tawar atau *fresh water cooler* merupakan suatu pesawat yang berfungsi menurunkan panas tanpa merubah *fase* dari yang didinginkan, misalnya jika yang masuk *fase* air laut maka yang keluar *fase* air laut, yang mana gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari mesin induk 81°C dan masuk mesin induk 70°C. Apabila di dalam *fresh water cooler* terdapat kotoran kerak atau lumpur yang menyumbat di plat, maka akan mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *fresh water cooler* tersebut tetap tinggi. Maka dinamakan proses pendinginan tidak sempurna.

Pendingin air tawar atau *Fresh water cooler* merupakan bagian yang penting dalam hal untuk pendinginan air tawar pendingin karena sesuai dengan fungsinya yaitu menurunkan panas. Pendingin dari sistem pendingin mesin induk dan peralatannya dipasang untuk menjamin bahwa temperatur air pendingin yang telah ditentukan dapat diperoleh pendinginan yang optimal. Instalasi pipa pendingin dilengkapi dengan jalur *by-pass* yang berfungsi sebagian pengatur pendingin air bila mana terjadi gangguan pada bekerjanya *Cooler* untuk menjaga sistem pendingin mesin induk.

Pada ujung saluran pipa air tawar sebelum masuk pendingin air tawar dipasang *thermometer* dengan skala derajat celcius dan juga pada bagian keluarnya dipasang juga *thermometer* dengan skala derajat celcius. Maksud dari pemasangan adalah sebagai alat kontrol suhu pada air pendingin.



Gambar 3.3 ; Pendingin air tawar

b. Pipa Pendingin Air Laut Sudah Banyak Tersumbat Kerak

Pada pipa-pipa air laut selain memiliki kelemahan-kelemahan oleh karena bawaan material pipa yang cacat produksi faktor lain yang menyebabkan pipa bocor adalah terjadinya proses korosi pada pipa. Untuk memahami lebih jauh tentang jenis-jenis korosi, mekanisme terjadinya proses korosi suatu logam dapat dipelajari di ilmu-ilmu kimia dan metalurgi.

Pada analisa secara garis besarnya atau umum yang dikenal mengenai korosi yaitu dimana terjadi peristiwa perusakan atau degradasi material logam akibat bereaksi secara kimia dengan lingkungan. Sesuai pengamatan di lapangan dimana korosi terjadi pada bagian dalam pipa pendingin air laut, maka dari beberapa jenis korosi yang diklasifikasi menurut bentuknya yang perlu dipahami dan yang terjadi dipipa-pipa pendingin air laut antara lain;

- 1) Korosi merata (*uniform corrosion*) yaitu korosi yang terjadi pada suatu permukaan logam yang bersentuhan dengan elektrolit dengan intensitas sama.
- 2) *Erosion corrosion* yaitu korosi yang ditimbulkan gerakan cairan atau paduan antara bahan kimia yang terkandung pada air laut dan gesekan mekanis fluida.
- 3) *Galvanic corrosion* terjadi bila dua logam yang berbeda berada dalam satu larutan elektrolit.
- 4) *Crevice corrosion* adalah korosi yang terjadi pada celah yang sempit.

- 5) *Pitting corrosion* merupakan korosi yang terlokalisir pada suatu atau beberapa titik dan mengakibatkan lubang kecil yang dalam.

Kebocoran akibat *erosion corrosion* sering ditemukan pada pipa-pipa setelah pompa air laut sedangkan kebocoran pada pipa isapan pompa air laut adalah karat bakteri atau karat yang disebabkan adanya bakteri di dalam rongga-rongga pipa. Karat bakteri atau karat akibat mikroorganisme laut yang terdapat pada pipa yaitu keberadaan bakteri tertentu yang hidup dalam kondisi tanpa zat asam akan mengubah garam sulfat menjadi asam yang reaktif dan menyebabkan karat, namun secara umum jika terdapat zat asam maka laju pengkaratan pada besi relatif lambat namun pada kondisi seperti di atas pengkaratan masih terjadi dan dalam kasus sering terjadi pada pipa- pipa air laut khususnya pipa isap pompa. Kejadian sesuai dengan penulis alami yaitu apabila rongga rongga pipa dibersihkan dari karat dan kotoran yang ada di dalam maka timbul bau busuk dari pipa sehingga disimpulkan bahwa karat dan kotoran yang menyatu pada bagian dalam pipa mengandung bakteri yang merusak pipa, sebab setelah pipa bersih maka kondisi pipa semakin menipis dan kadang-kadang kalau membersihkannya dengan benda tajam seperti *wire brush* maka pipa dapat bocor dengan mudah.

C. PEMECAHAN MASALAH

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Temperatur Gas Buang Terlalu Besar Perbedaannya

Masalah tersebut dapat diatasi dengan cara:

1) *Mengganti Nozzle dan Spring Injector*

Suhu gas buang yang melampaui batas normal dapat disebabkan karena *spring injector* yang rusak, oleh karenanya perlu dilakukan penggantian *spring injector*. Adapun dalam penggantian *spring injector* harus menggunakan *genuine part* agar dapat berfungsi dengan sebagaimana mestinya dan jam kerja sesuai standar *maker*.



Gambar 3.4; Penggantian Nozzle and spring injector

Perbaikan pada alat pengabut bahan bakar dan bagian – bagiannya dalam membuka *nozzle* pertama yang harus dilakukan yaitu dengan cara melonggarkan mur pengatur tekanan, agar pen *nozzle* tidak putus dan pada permukaan *nozzle* yang terhimpit tidak terbuka. Setelah *nozzle* terbuka, periksa dan buka bagian – bagian lainnya. Apabila *nozzle* sudah terlihat aus, *nozzle* harus dilapping atau diskir dengan menggunakan tangan, kalau bisa jangan menggunakan alat – alat putar atau menggunakan mesin. Lakukan penyekiran hingga permukaan yang diskir menjadi rata. Biasanya dalam hal penyekiran digunakan pasta yang khusus untuk menyekir. Bersihkan penyemprotan dengan alat yang terbuat dari bahan lunak. Jangan mengorek – ngorek lubang *nozzle* dengan kawat logam karena dapat merusak permukaan.

Proses penggantian *nozzle* baru, sebelum dipasang kedalam *injector* harus dioles dahulu dengan pasta agar kedudukan *nozzle* tepat pada tempatnya. Kemudian dilakukan pengetesan dengan menggunakan alat *test pump injector* yang disebut *injection calibration process* agar mendapatkan pengabutan yang sempurna sesuai dengan *Instruction Manual Book* untuk mendapat standarisasi yang diinginkan.

Alat pengabutan bahan bakar memakai suatu *nozzle assembly* sesuai dengan yang standar, maka akan memperoleh hasil pengabutan bahan bakar yang sempurna. Untuk mengatasinya, *nozzle* harus dirawat antara lain : *Needle valve* tersebut harus *dilapping* (diskir) terhadap *seat*, *nozzle* yang sudah terpakai biasanya dibawa ke salah satu *work*

shop di darat yang mempunyai reputasi, akan tetapi hasilnya belum dapat dijamin 100% baik, karena *nozzle* tersebut sudah tidak standar lagi.

Apabila *nozzle assembly* yang benar-benar asli dan bukan hasil rekondisi dapat bertahan dalam pemakaian jam kerjanya, hasilnya pun dalam pengabutan bahan bakar benar-benar kabut tentunya. Hal sangat menguntungkan dalam pembakaran bahan bakar di dalam *cylinder*. Apabila *nozzle assembly* hasil dari rekondisi hasil pengabutan bahan bakar tidak dapat bertahan lama dalam jam kerjanya tentunya. Sangat tidak menguntungkan untuk hasil pembakaran bahan bakar di dalam *cylinder*, bila dibiarkan maka dalam waktu yang sangat singkat *nozzle assembly* akan mengalami berbagai masalah, antara lain *needle valve* dan *seatnya* akan tidak berfungsi dengan baik, sehingga bahan bakar akan merebus atau bocor menjadi tetesan bahan bakar melalui lubang-lubang pengabutan tersebut tentunya tidak boleh terjadi akan mengakibatkan menjadi karbon.

Perawatan terhadap *fuel injector* ini sesuai dengan *running hours* (jam kerja) dari *fuel injector* tersebut. Adapun langkah-langkah yang harus diambil dalam perencanaan perawatan yang terencana diatas adalah sebagai berikut :

- a) Tiap jam kerja atau terpakai 1000 jam kerja mesin induk, harus diadakan pengetesan ulang dengan menjaga tekanan penyemprotannya yaitu 340 kg/cm^2 .
- b) Pada prinsipnya pengabut lebih sering digunakan pengetesan ulang akan meyakinkan kita pada tekanan yang kita inginkan, tetapi harus sesuai dengan prosedur perawatan yang ditentukan pada *instruction manual book*.
- c) Kabut yang keluar dari lubang – lubang *nozzle* pada waktu diadakan pengetesan besarnya harus sama. Apabila tidak sama berarti lubangnya ada yang kotor atau tersumbat.

- d) Setelah pengabut dilakukan pengetesan beberapa kali periksa ujung bawah *nozzle* basah oleh bahan bakar bertanda bahwa pengabut atau *nozzle* tersebut masih belum baik. Harus dijaga *nozzle* bagian bawah harus tetap kering.
- e) Setelah dilakukan pengetesan jika diketahui ada minyak yang menetes dibawah lubang – lubang masih bocor. Maka keadaan tersebut harus diperbaiki atau dilakukan pengetesan kembali.
- f) Mengadakan penyetelan mur dan baut *adjustment fuel injector*, dari baut dan mur pengikat dipastikan terikat. Lakukan pengetesan ulang yang mungkin dapat berubah lagi.
- g) Apabila setelah dilakukan pengetesan ulang ternyata tekanan kurang dari 340 kg/cm^2 , maka tidak boleh dipakai lagi. Periksa *spring* (pegas) dengan teliti menyangkut ketegangan bahan atau kelelahan dari bahan tersebut.
- h) Melakukan penyetelan *timing injection* yang tepat sesuai dengan *instruction manual book*, karena hal tersebut akan sangat berpengaruh pada proses pengabutan daya tekanan kompresi dan tekanan injeksi bahan bakar dari *fuel injector*.

2) Perawatan Bahan Bakar

Bahan bakar yang kualitasnya kurang baik seperti terkontaminasi dengan air dapat mengganggu kelancaran *supply* bahan bakar ke mesin induk, oleh karena itu perlu adanya perawatan terencana seperti memasukkan dalam daftar *docking list* untuk diadakan pencucian tangki saat kapal di atas dock. Para masinis jaga harus sesering mungkin melakukan peneratan (drain) *settling tank* dan *service tank* untuk meminimalkan kotoran dan air yang tercampur dengan bahan bakar di dalamnya. Dengan demikian suplai bahan bakar ke mesin induk lancar sehingga mesin induk bekerja optimal.

Penceratan terhadap tangki harian bahan bakar yang sering diabaikan, lama kelamaan menyebabkan bertimbunnya kotoran dan juga air di dalam tangki. Posisi kran cerat yang terletak agak jauh dibawah plat

lantai sering menjadi sebab segannya petugas kamar mesin melakukan penceraan air dan kotoran tangki terbawa aliran *supply* menuju mesin sehingga mempercepat kotornya saringan bahan bakar.

Seorang masinis harus selalu mengecek dan melakukan penceraan air / kotoran untuk memperkecil kemungkinan lolosnya air masuk kepompa tekanan tinggi dan pengabut. Oleh karena itu dibutuhkan perhatian yang lebih terhadap bahan bakar sebelum dikonsumsi oleh mesin induk untuk menghindari kerusakan- kerusakan yang disebabkan oleh bahan bakar yang kotor.

Usaha terpenting yang harus diperhatikan adalah mencegah adanya air dan kotoran didalam bahan bakar. Maka ada beberapa hal yang perlu dilakukan seperti dibawah :

- a) Sebelum Bahan bakar dialirkan dari tanki penyimpanan ke tanki bakar (harian) sebaiknya bahan bakar dalam tanki penyimpanan dibiarkan kurang lebih 24 jam dari sejak pengisian bahan dari darat. Hal ini dimaksudkan agar air atau kotoran didalamnya mengendap. Dan bagian atas bahan bakar itu merupakan yang bersih. Dan bagian inilah yang dialirkan ke tanki harian.
- b) Sebelum melakukan pemindahan bahan bakar disarankan untuk mencerat (drain) tanki penyimpanan agar kotoran atau air yang mengendap akan keluar dari ceratan (drain) tersebut.
- c) Pemindahan bahan bakar dari tanki penyimpanan ke tanki harian (*settling tank*) diharuskan memakai purifier sehingga bahan bakar yang masuk dalam tanki harian adalah bahan bakar yang benar benar bebas dari kotoran dan air.
- d) Diusahakan agar tangki bahan bakar selalu terisi penuh setiap kali mesin selesai dipergunakan. Hal ini bertujuan agar jumlah udara di dalam tanki menjadi berkurang dan mengurangi terjadinya pengembunan air yang ada pada udara. Terutama pada cuaca dingin atau malam hari.
- e) Lakukan pengecekan bahan bakar secara visual dan pergantian *filter* secara rutin.

b. Temperatur Pendingin Air Tawar Tinggi

Kotornya Pendingin air tawar dapat mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *cooler* tersebut tetap tinggi. Maka pemecahan masalah yang harus dilakukan adalah:

1) Menjaga Kualitas Air Tawar Pendingin

Air pendingin mesin induk yang digunakan secara terus menerus dan jarang dilakukan perawatan maka akan mengakibatkan banyaknya endapan kotoran, kerak-kerak serta korosi pada komponen mesin induk. pH air tawar yang diijinkan untuk pendingin antara 7 sampai 8.

Untuk mendapatkan hasil air tawar yang baik perlu menambahkan *additive* bahan kimia (*chemical*). Untuk mempertahankan kadar *nitrit*, *chloride* dan pH air pendingin biasanya digunakan sejenis *chemical*. Yang normal *range*-nya sebagai berikut:

- a) *Nitrit* 1200-2400 ppm yaitu penambahan Nitrit no.2 antara 7 sampai 13 tablet. *Nitrit* berfungsi sebagai penghambat korosi, dosis *nitrit* pada air pendingin minimum sebesar 1200 ppm karena suatu penghambat hanya dapat bekerja efektif setelah kadarnya mencapai harga tertentu. Kadar minimum yang dibutuhkan oleh *nitrit* agar bekerja efektif disebut batas kritis.
- b) *Chloride* maksimum 50 ppm yaitu tablet *chloride* yang ditambahkan maksimum 3.5 tablet, batas yang direkomendasikan maksimal 50 ppm. Nilai *chloride* dari air pendingin harus dijaga serendah mungkin, setiap kenaikan nilai apakah tiba-tiba atau bertahap akan menjadi indikasi kontaminasi air laut. Jika tingkat *chloride* melebihi 50 ppm, kemungkinan korosi dalam sistem meningkat karena *chloride* memiliki efek negatif pada film pasif yang diciptakan oleh *nitrit*. Oleh karena itu sampai tindakan korektif telah berhasil membawa tingkat *chloride* kembali turun dibawah 50 ppm. Tingkat nitrit harus disimpan dekat dengan batas atas yaitu 2400 ppm.

- c) Dosis *Rocor NB Liquid* yang perlu ditambahkan yaitu 2,1 liter *Rocor NB Liquid* pada tiap ton air pendingin akan menaikkan ppm Nitrit sebanyak 250 ppm.

Air tawar yang keluar dari *cooler* air tawar suhunya berkisar 65°C - 70°C, agar temperatur yang dikehendaki tercapai maka *cooler* harus dirawat dengan rutin supaya bersih dan agar tekanan serta volume air laut yang mengalir selalu normal.

Pendingin air tawar adalah suatu alat pemindah panas yang gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari mesin induk. Air tawar ini masuk ke dalam *cooler* didinginkan oleh air laut yang ditekan masuk ke dalam *cooler* oleh pompa sirkulasi dan kemudian setelah mendinginkan air tawar tersebut melalui saluran pipa yang dibatasi oleh *seal* agar cairan tidak tercampur. Terus air laut dibuang ke laut.

Sesuai dengan fungsinya *cooler* adalah media pendingin air yang keluar dari mesin induk akan didinginkan di *fresh water cooler* oleh air laut yang bersirkulasi terbuka. *Fresh water cooler* dikatakan bekerja normal bila perbedaan suhu air tawar masuk dan keluar $\pm 10^{\circ}\text{C}$, dimana suhu air tawar keluar *cooler* berkisar antara 65°C – 70°C, untuk mendapatkan temperatur yang dikehendaki maka *cooler* perlu dirawat secara rutin.

Untuk mengatasi Pendingin air tawar yang kotor, maka perlu dilakukan pembersihan saringan di *Sea Chest* dan *cooler* tersebut setiap satu bulan atau tergantung area operasi kapal serta pembersihan *Cooler* dilakukan perawatan setiap 3 bulan, disesuaikan dengan kondisi kinerja *Cooler* tersebut. Untuk pengecekan dan pembersihan secara keseluruhan maka setiap 2 tahun kapal kapal MT. Marine Queenie dilakukan saat kapal *docking*, dengan prosedur pertama membuat *repair list docking*, untuk pipa dan katup instalasi air laut masuk Pendingin air tawar. Dianjurkan untuk dilakukan *pressure test* agar mengetahui kekuatan pipa-pipa dan kebocoran dalam tekanan kerja 7 kg/cm² selama 24 jam tidak ada kebocoran pada paking dan sambungan pipa-pipa pendinginnya.

Air laut yang keluar dari Pendingin air tawar suhunya berkisar antara 40°C - 45°C agar suhu yang dikehendaki tercapai maka *Fresh water cooler* pendingin harus dirawat dengan rutin supaya bersih dan tekanan serta jumlah air yang dibutuhkan selalu mencukupi. Apabila didalam sekat plat yang terkandung di dalam Pendingin air tawar terdapat kotoran seperti lumpur akan mengakibatkan penyerapan panas pada air tawar berkurang sehingga suhu air tawar yang keluar dari *Cooler* masih tinggi. Dengan demikian perlu perawatan supaya air tawar yang keluar tetap dibatas normal dengan melakukan perawatan yang teratur pada *Cooler* dengan membersihkan sekat plat di bagian dalamnya dengan menggunakan sikat plastik, yang mana mata sikat terbuat dari bahan plastic yang tidak terlalu lentur.

Untuk membersihkan cooler adalah di buka semua *nut* pengikat plat tersebut, selanjutnya semua sisi plat tersebut di sikat kemudian disemprot dengan air tawar supaya kotoran dan endapan-endapan terlepas dari plat dan sisa gesekan-gesekan halus dari sikat plastic akan terlepas hingga bersih. Kemudian yang perlu diperhatikan lagi adalah *packing* karet di semua sisi plat *Cooler* tersebut harus dalam keadaan baik. Setelah semua siap dan bersih, kemudian plat disusun dan *nut* dipasang kembali.

Cara perawatan dan pembersihan *cooler (type honeycomb cooling pad)* adalah:

- a) Melakukan pengukuran dahulu jarak antara penutup plat masing-masing dari yang terluar, ambil di enam titik saling berlawanan, kemudian buka bautnya.
- b) Bersihkan semua permukaan plat menggunakan sikat plastik.
- c) Semprot dengan air tawar semua platnya sehingga lumpur dan kotorannya jatuh.
- d) Ganti anti karat (*zinc anode*) yang sudah habis pada *strainer*.
- e) Tutup (*cover strainer*) harus dicat anti karat.
- f) Periksa *rubber seal* di sisi terluar plat.

- g) Pasang kembali semua plat, sesuai dengan ukuran yang telah di catat sebelumnya.
- h) Setelah semuanya terpasang harus dicek ada kebocoran apa tidak dan harus didrain angin yang berada disistem sehingga *fresh water cooler* pendingin siap dioperasikan.

2) Mempercepat Penjadwalan Pembersihan *Strainer* atau *Sea Chest* Laut Secara Rutin dan Sesuai Kondisi Laut

Pemeriksaan terhadap *sea chest* sangatlah penting, karena sabagai jalur utama masuknya air laut untuk pendinginan mesin. Sering terjadi penyumbatan terhadap *sea chest* diakibatkan oleh kerak-kerak yang menutupi kisi-kisi, sehingga menghalangi aliran air laut yang akan masuk ke *box sea chest*. Apabila beroperasi dilaut yang kotor maka penyumbatan juga dapat di akibatkan oleh sampah-sampah dan juga plastik-plastik yang agak tebal. Hal tersebut sering di alami oleh kapal-kapal yang beroperasi di perairan dangkal dan pelabuhan yang kotor yang banyak terdapat sampah plastiknya.



Gambar 3.5; *Seachest*

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Temperatur Gas Buang Terlalu Besar Perbedaannya

1) Mengganti *Nozzle* dan *Spring Injector*

Keuntungannya:

- a) Pengabut bahan bakar dapat berfungsi dengan baik sehingga pembakaran di dalam silinder sempurna
- b) Tekanan pengabut bahan bakar normal
- c) Suhu gas buang mesin induk normal

Kerugiannya:

Membutuhkan waktu dan biaya untuk mengganti *nozzle* dan *spring injector* yang baru

2) Perawatan Bahan Bakar dan Tanki

Keuntungannya:

- a) Bahan bakar bersih dari kotoran
- b) Pengabutan bahan bakar lebih sempurna

Kerugiannya:

Susah mendapatkan bahan bakar yang bagus, sehingga membutuhkan penanganan dan pengawasan khusus saat penerimaan bahan bakar (*bunker*)

b. Temperatur Pendingin Air Tawar Tinggi

1) Menjaga Kualitas Air Tawar Pendingin

Keuntungannya:

- a) Penyerapan panas pada *fresh water cooler* lebih maksimal
- b) Suhu air tawar pendingin normal
- c) *Cooler* dan mesin induk terbebas dari kerak atau endapan lumpur air pendingin.

Kerugiannya:

Membutuhkan waktu, pengawasan rutin dan ketelitian dalam pelaksanaannya

2) Mempercepat Penjadwalan Pembersihan *Strainer* dan *Sea Chest* Laut Secara Rutin

Keuntungannya:

- a) Sirkulasi air tawar pendingin lancar
- b) Pendingin air tawar (*fresh water cooler*) bekerja maksimal

Kerugiannya:

Membutuhkan waktu dan pengawasan rutin dalam pelaksanaannya

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

a. Temperatur Gas Buang Terlalu Besar Perbedaannya

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi masalah suhu gas buang yang melampaui batas yaitu dengan cara:

Mengganti *nozzle* dan *spring injector* dengan yang baru dikarenakan lebih mudah dilakukan dan biaya yang lebih murah serta menggunakan bahan bakar yang berkualitas dan mengandung sulfur yang rendah.

b. Temperatur Pendingin Air Tawar Tinggi

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi masalah sistem pendingin mesin induk terlalu tinggi (*overheat*) yaitu:

Mempercepat penjadwalan pembersihan *strainer* dan *sea chest* secara rutin. Solusi ini dipilih dikarenakan lebih optimal untuk kelancaran sirkulasi air untuk sistem pendingin sehingga sistem pendingin bekerja maksimal.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dalam upaya mempertahankan kinerja mesin induk mengalami berbagai kendala. Sesuai uraian dan penjelasan pada bab sebelumnya mengenai kurang optimalnya kinerja mesin induk yang mana penyebabnya sebagai berikut :

1. Temperatur gas buang terlalu besar perbedaannya disebabkan :
 - a. Rusaknya *nozzle* dan *spring injector* bahan bakar sehingga mengakibatkan Penyemprotan bahan bakar tidak maksimal dan menyebabkan pembakaran di dalam silinder tidak sempurna.
 - b. Penggunaan bahan bakar yang berkualitas rendah mempengaruhi tingkat pembakaran diruang bakar (*combustion chamber*) didalam *cylinder*
2. Temperatur pendingin air tawar tinggi disebabkan :
 - a. Pendingin air tawar kotor sehingga mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari pendingin air tawar tersebut tetap tinggi.
 - b. Pipa pendingin air laut sudah banyak tersumbat kerak sehingga mengakibatkan sirkulasi air laut tidak lancar.

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan-kesimpulan di atas, maka penulis memberikan pemecahan masalah atau solusi, sebagai berikut :

1. Untuk mengatasi temperatur gas buang melampaui batas normal akibat rusaknya *nozzle* dan *spring injector* sebaiknya menggunakan bahan bakar yang berkualitas dengan sulfur yang rendah sehingga tidak ada air atau kotoran yang masuk ke area *nozzle* dan tekanan *injector* menjadi normal.
2. Untuk mengatasi *FW cooling temperature* mesin induk terlalu tinggi (*overheat*) akibat pipa pendingin air laut sudah banyak tersumbat kerak maka sebaiknya mempercepat penjadwalan pembersihan *strainer* dan *sea chest* secara rutin sehingga sirkulasi air laut lancar

DAFTAR PUSTAKA

- Danuasmoro, Gunawan. (2003). *Manajemen Perawatan*. Jakarta : Yayasan Bina Citra Samudera.
- Jusak, Johan Handoyo. (2015). *Sistim Perawatan Permesinan Kapal*. Ahli Teknik Tingkat III, Ed.3, Jakarta : EGC
- Jusak, Johan Handoyo. (2014). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta : EGC
- Jusak, Johan Handoyo. (2015). *Manajemen Perawatan Dan Perbaikan Kapal*. Jakarta: Deepublish.
- Lindley R.Higgis and Keith Mobley. (2002). *Maintenance Engineering Handbook, sixth edition*, McGraw-hill
- M.S Sehwarat dan J.S Narang. (2001). *Production Manajemen*. Jakarta : Erlangga
- P.Van Maanen. (2001). *Motor Diesel Kapal*, Nautech
- Sukoco, Zainal Arifin. (2003). *Teknologi Motor Diesel*, Bandung : Alfabeta.

SHIP PARTICULAR MT.MARINE QUEENIE

VESSEL NAME	MT.MARINE QUEENIE	BUILD DATE	DATE KEEL LAID 2015
FORMER NAME	-	DELIVERY DATE	
PORT REGISTRY	SINGAPORE	OWNERS	UNIQUE TANKERS PTE.LTD
CALL SIGN	9V5348	OPERATORS	SINANJU TANKERS
IMO NO	9812664	ADDRESS	61 ALEXANDRA TERRACE
OFFICIAL NO	400947		HARBOUR LINK COMPLEX
MMSI	563 024 500		SINGAPORE 11936
SB NO	SB 8833 J	OWNERS TELEPHONE	+ 65 6376 5066
MANNING	16 PERSON	TYPE OF HULL	DOUBLE HULL
CLASSIFICATION	BUREAU VERITAS	HULL NO	SZ 15045
SHIP TELEPHONE NO		TYPE OF VESSEL	OIL TANKER
EMAIL	queenie@sinanju.com.sg	GMDSS	AREA A1
P & I	SHIPOWNERS PTE.LTD,99,GRAND RUE L1661 LUXEMBOURG	BUILT PLACE	ZHEJIANG SHENZOU SHIPBUILDING CO.LTD XIANGSHAN,CHINA

LOA	88.9 MTR	GRT	3879 T
LBP	83.5 MTR	NRT	1451 T
BREADTH / BEAM	17.3 MTR	DWT	6000 T
DEPTH	9.60 MTR	SUMMER DRAFT	
MAX HEIGHT		BLOCK COEFICIENT	

MAIN ENGINE	2 X DAIHATSU DIESEL TYPE : MFG,6 DKM-20eF, BHP 2 X 1028 KW, DATE MANUFACTURED : 10/2016
GENERATOR	3 X CUMMINS TYPE : K19-DM. 41241800, 3 X 358 KW, DATE MANUFACTURED : 08/2016
MERG'CY GENERATOR	1 X DONFENG CUMMINS,TYPE : 68TAA5.9-GM115,78318117, 1 X 115 KW,POWER OUT : 75 KW. DATE MANU : 07/16
BOW THRUSTER	MARATHON TYPE : HJN1355L-4, 330KW
PROPELLER	TWIN SCREW, OUTWARD, FIXED PROPELLERS
CARGO PUMP	2 X FUEL OIL SANKO ENGINEERIN, TYPE :SPQ-1000AF, CAP : 1000KL/HR, DATE MANU :10/16 1 X MGO PUMP SANKO ENGINEERIN, TYPE :SPQ-300B, CAP : 350KL/HR, DATE MANU :10/16
BALLAST PUMP	2 X DESMI, TYPE : CENTRIFUGAL PUMP, CAPACITY : 300KL/HR
MAX LOADING RATE	1000 M3 / HRS
MAX VENTING RATE	850 M3 /HRS

CARGO TK COATING	FULL EPOXY COATED	MGO TANK CAP	
BALLAST TK COATING	FULL EPOXY COATED	LIGHT SHIP DRAFT	
CARGO TK CAP		LIGHT SHIP DISPL	
SLOP TK CAP		BALLASTED DRAFT	
BALLAST TK CAP		BALLASTED DISPL	
F.W TK CAP		BALLASTED DWT	
TPC		SERVICE SPEED	11 KNOTS

CARGO TANK CAPACITY IN m3					
COT 1P		COT 3P		COT 5P	
COT 1S		COT 3S		COT 5S	
COT 2P		COT 4P		SLOP P	
COT 2S		COT 4S		SLOP S	

SOPM V 4 Appendix 1.5 MAIN ENGINE MONTHLY PERFORMANCE RECORD

MAIN ENGINE PORT SIDE																																																																																																																																																																																													
VESSEL:	MT.MARINE QUEENIE	Loading Condition:	LOADING																																																																																																																																																																																										
DATE:	30/12/2020 : 12.30 HRS	Weather Condition:	CALM																																																																																																																																																																																										
ENGINE:	PORTSIDE	Vessel trim:	0,5 M																																																																																																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3"></th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Turbocharger</th> </tr> <tr> <th colspan="3"></th> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Engine Speed</td> <td>rpm</td> <td>826</td> <td>T/C speed</td> <td>Rpm</td> <td>47218</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Speed Sett Air</td> <td>kg/cm2</td> <td>6.0</td> <td>Filter press across blower</td> <td>Mm/WC</td> <td>NA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fuel Cons.</td> <td>ton/day</td> <td>3.580</td> <td>Press drop across air cooler</td> <td>Mm/WC</td> <td>NA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F.O. press b4 filter</td> <td>kg/cm2</td> <td>1.30</td> <td>Scavenge air manifold press</td> <td>kg/cm2</td> <td>1.90</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F.O. press after filter</td> <td>kg/cm2</td> <td>3,11</td> <td>Press drop across protect grid</td> <td>Mm/WC</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bearing oil press.</td> <td>kg/cm2</td> <td>4.51</td> <td>T/C Exhaust inlet temp</td> <td>Degree C</td> <td>485</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Camshaft oil press.</td> <td>kg/cm2</td> <td>4.48</td> <td>T/C Exhaust outlet temp</td> <td>Degree C</td> <td>529</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Turbocharger oil press</td> <td>kg/cm2</td> <td>3.73</td> <td>T/C L.O. inlet temp</td> <td>Degree C</td> <td>48</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F.W. press.</td> <td>kg/cm2</td> <td>2.62</td> <td>T/C L.O. out temp turbo blower</td> <td>Degree C</td> <td>361</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S.W. press.</td> <td>kg/cm2</td> <td>3.47</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Air Cooler</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>S.W. inlet temp.</td> <td>Degree C</td> <td>29</td> <td>Air cooler sea water inlet temp</td> <td>Degree C</td> <td>45</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Engine Room temp</td> <td>Degree C</td> <td>39</td> <td>Air cooler sea water outlet temp</td> <td>Degree C</td> <td>48</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F.O inlet temp</td> <td>Degree C</td> <td>46</td> <td>Scavenge air cooler inlet temp</td> <td>Degree C</td> <td>70</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F.O. spec gravity @ 15/4 Degree</td> <td></td> <td>0.8678</td> <td>Scavengeair cooler outlet temp</td> <td>Degree C</td> <td>45</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Viscosity @ 50 Degree C</td> <td>Cst.</td> <td>0.9873</td> <td>Scavengeair manifold temp</td> <td>Degree C</td> <td>41</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sulfur content</td> <td>wt %</td> <td>0.0920</td> <td colspan="5"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Calorific value</td> <td>kcal/kg</td> <td></td> <td colspan="5"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rocker arm oil feed rate</td> <td>liter/day</td> <td>NA</td> <td colspan="5"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cylinder oil feed rate</td> <td>liter/day</td> <td>NA</td> <td colspan="5"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								Turbocharger								1	2	3	Engine Speed	rpm	826	T/C speed	Rpm	47218			Speed Sett Air	kg/cm2	6.0	Filter press across blower	Mm/WC	NA			Fuel Cons.	ton/day	3.580	Press drop across air cooler	Mm/WC	NA			F.O. press b4 filter	kg/cm2	1.30	Scavenge air manifold press	kg/cm2	1.90			F.O. press after filter	kg/cm2	3,11	Press drop across protect grid	Mm/WC				Bearing oil press.	kg/cm2	4.51	T/C Exhaust inlet temp	Degree C	485			Camshaft oil press.	kg/cm2	4.48	T/C Exhaust outlet temp	Degree C	529			Turbocharger oil press	kg/cm2	3.73	T/C L.O. inlet temp	Degree C	48			F.W. press.	kg/cm2	2.62	T/C L.O. out temp turbo blower	Degree C	361			S.W. press.	kg/cm2	3.47	Air Cooler				1	2	3	S.W. inlet temp.	Degree C	29	Air cooler sea water inlet temp	Degree C	45				Engine Room temp	Degree C	39	Air cooler sea water outlet temp	Degree C	48				F.O inlet temp	Degree C	46	Scavenge air cooler inlet temp	Degree C	70				F.O. spec gravity @ 15/4 Degree		0.8678	Scavengeair cooler outlet temp	Degree C	45				Viscosity @ 50 Degree C	Cst.	0.9873	Scavengeair manifold temp	Degree C	41				Sulfur content	wt %	0.0920									Calorific value	kcal/kg										Rocker arm oil feed rate	liter/day	NA									Cylinder oil feed rate	liter/day	NA								
			Turbocharger																																																																																																																																																																																										
				1	2	3																																																																																																																																																																																							
Engine Speed	rpm	826	T/C speed	Rpm	47218																																																																																																																																																																																								
Speed Sett Air	kg/cm2	6.0	Filter press across blower	Mm/WC	NA																																																																																																																																																																																								
Fuel Cons.	ton/day	3.580	Press drop across air cooler	Mm/WC	NA																																																																																																																																																																																								
F.O. press b4 filter	kg/cm2	1.30	Scavenge air manifold press	kg/cm2	1.90																																																																																																																																																																																								
F.O. press after filter	kg/cm2	3,11	Press drop across protect grid	Mm/WC																																																																																																																																																																																									
Bearing oil press.	kg/cm2	4.51	T/C Exhaust inlet temp	Degree C	485																																																																																																																																																																																								
Camshaft oil press.	kg/cm2	4.48	T/C Exhaust outlet temp	Degree C	529																																																																																																																																																																																								
Turbocharger oil press	kg/cm2	3.73	T/C L.O. inlet temp	Degree C	48																																																																																																																																																																																								
F.W. press.	kg/cm2	2.62	T/C L.O. out temp turbo blower	Degree C	361																																																																																																																																																																																								
S.W. press.	kg/cm2	3.47	Air Cooler				1	2	3																																																																																																																																																																																				
S.W. inlet temp.	Degree C	29	Air cooler sea water inlet temp	Degree C	45																																																																																																																																																																																								
Engine Room temp	Degree C	39	Air cooler sea water outlet temp	Degree C	48																																																																																																																																																																																								
F.O inlet temp	Degree C	46	Scavenge air cooler inlet temp	Degree C	70																																																																																																																																																																																								
F.O. spec gravity @ 15/4 Degree		0.8678	Scavengeair cooler outlet temp	Degree C	45																																																																																																																																																																																								
Viscosity @ 50 Degree C	Cst.	0.9873	Scavengeair manifold temp	Degree C	41																																																																																																																																																																																								
Sulfur content	wt %	0.0920																																																																																																																																																																																											
Calorific value	kcal/kg																																																																																																																																																																																												
Rocker arm oil feed rate	liter/day	NA																																																																																																																																																																																											
Cylinder oil feed rate	liter/day	NA																																																																																																																																																																																											

Cylinder units		Unit 1	Unit 2	Unit 3	Unit 4	Unit 5	Unit 6	Unit 7	Unit 8	Mean
Max cylinder pressure	Bar	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5			
Cylinder compress Pressure	Bar	12.0	12,2	11.2	11.4	12,3	11.4			
Fuel pump index	mm	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0			
Exhaust gas outlet temperature	Degree C	380	380	360	385	385	330			
Cooling Water inlet temperature	Degree C	75	75	75	75	75	75			
Cooling water outlet temperature	Degree C	40	40	40	40	40	40			

SERVICE / OVERHAUL REMARKS:



RUDIANTO
 CHIEF ENGINEER
 DATE:31 DEC 2020
 NOTE: To be submitted every month to Head Office.

SOPM V 4 Appendix 1.5 MAIN ENGINE MONTHLY PERFORMANCE RECORD

MAIN ENGINE STBD SIDE

VESSEL:	MT.MARINE QUEENIE	Loading Condition:	LOADING
DATE:	30/12/2020 : 12.30 HRS	Weather Condition:	CALM
ENGINE:	STBD SIDE	Vessel trim:	0,5 M

			Turbocharger				
				1	2	3	
Engine Speed	rpm	812	T/C speed	Rpm	44383		
Speed Sett Air	kg/cm2	5.50	Filter press across blower	Mm/WC	NA		
Fuel Cons.	ton/day	3.580	Press drop across air cooler	Mm/WC	NA		
F.O. press b4 filter	kg/cm2	1.27	Scavenge air manifold press	kg/cm2	1.81		
F.O. press after filter	kg/cm2	2.81	Press drop across protect grid	Mm/WC	NA		
Bearing oil press.	kg/cm2	4.32	T/C Exhaust inlet temp	Degree C	421		
Camshaft oil press.	kg/cm2	4.30	T/C Exhaust outlet temp	Degree C	511		
Turbocharger oil press	kg/cm2	3.32	T/C L.O. inlet temp	Degree C	55		
F.W. press.	kg/cm2	2,25	T/C L.O. out temp turbo blower	Degree C	342		
S.W. press.	kg/cm2	3.20	Air Cooler				
S.W. inlet temp.	Degree C	29	Air cooler sea water inlet temp	Degree C	44		
Engine Room temp	Degree C	39	Air cooler sea water outlet temp	Degree C	50		
F.O inlet temp	Degree C	43	Scavenge air cooler inlet temp	Degree C	71		
F.O. spec gravity @ 15/4 Degree		0.8678	Scavenge air cooler outlet temp	Degree C	44		
Viscosity @ 50 Degree C	Cst.	0.9873	Scavenge air manifold temp	Degree C	42		
Sulfur content	wt %	0.0930					
Calorific value	kcal/kg						
Rocker arm oil feed rate	liter/day	NA					
Cylinder oil feed rate	liter/day	NA					

Cylinder units		Unit 1	Unit 2	Unit 3	Unit 4	Unit 5	Unit 6	Unit 7	Unit 8	Mean
Max cylinder pressure	Bar	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5			
Cylinder compress Pressure	Bar	11,3	12,2	12,0	11,7	11,4	12,0			
Fuel pump index	mm	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5			
Exhaust gas outlet temperature	Degree C	385	386	350	360	360	355			
Cooling Water inlet temperature	Degree C	73	73	73	73	73	73			
Cooling water outlet temperature	Degree C	40	40	40	40	40	40			

SERVICE / OVERHAUL REMARKS:



RUDIANTO
 CHIEF ENGINEER
 DATE: 31 DEC 2020

NOTE: To be submitted every month to Head Office.