

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN *TURBOCHARGER* MESIN INDUK UNTUK
KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL
MT. DE RUBY**

Oleh :

MUCHAMAD SUBCHI FAJAR

NIS. 01798 / T- 1

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - I
JAKARTA
2022**

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



**OPTIMALISASI PERAWATAN *TURBOCHARGER* MESIN INDUK
UNTUK KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL
- MT. UE RUBY**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Menyelesaikan Program ATT - I**

Oleh :

MUCHAMAD SUBCHI FAJAR

NIS. 01798 / T-1

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - I

JAKARTA

2022

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : MUCHAMAD SUBCHI FAJAR
No. Induk Siswa : 01798 / T-1
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN *TURBOCHARGER* MESIN
INDUK UNTUK KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL
MT. UE RUBY

Penguji I

AN. Pramono, SH, MM
Dosen STIP

Penguji II

Winarto Edi Purnama, MM
Pembina (IV/a)
NIP. 19660726 199808 1 001

Mengetahui
Kepala Jurusan TEKNIKA

Diah Zakiah, S.T., M.T.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19790517 200604 2 015

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : MUHAMMAD SUBCHI FAJAR
No. Induk Siswa : 01750 / T-1
Pengantar Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN TURBOCHARGER MESIN
INDUK UNTUK KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL
MT. UE RUBY

Jakarta, June 2022

Pembimbing I,

Winarto Edy Purnama, M.M.

Pembina (IV/a)

NIP.19660726-199806-1-001

Pembimbing II,

Jarot Delta Susanto, S.SLT., M.M.

Penata Tk. (III/d)

NIP.19820717-200502-1-001

Mengetahui

Kepala Jurusan TEKNIKA

Diah Zakiah, S.T., M.T

Penata (III/d)

NIP. 19790517 200604 2 015

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat serta karunia-Nya sehingga penyusunan dapat menyelesaikan makalah dengan judul :

"OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM *TURBOCHARGER* MESIN INDUK UNTUK KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL DI MT. UE RUBY"

Makalah disusun dalam rangka melengkapi tugas, untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknika Tingkat - I (ATT -I). Dalam rangka penulisan atau pemilihan makalah ini, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Dalam penyusunan makalah juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan penulis mengucapkan rasa terima

kasih yang terhormat :

1. Capt. Sudirna, M.Mr, selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Siropul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Ibu Diah Zakiyah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Winarto Efi Puranana, M.M., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Jurni Bala Samanta, S.Si.T., M.M., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. 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.
7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangah pikiran dan saran serta keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi. Penyusunan makalah

pernyataan tersebut ini.

Akhir kata semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membacanya.

Jakarta, Mei 2022

Penulis,



MUCHAMAD SUBCHI FAJAR
NIS. 01799/T-1

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah	11
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	13
D. Metode Penelitian	14
E. Waktu dan Tempat Penelitian	16
F. Sistematika Penulisan	16
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	18
B. Kerangka Pemikiran	29
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	30
B. Analisis Data	31
C. Pengambilan Masalah	35
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	43
B. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45

BAB 1

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Upaya yang diperlukan untuk memberikan efisiensi yang optimum, kapasitas *turbocharger* harus benar-benar sesuai dengan daya mesin. Kinerja *turbocharger* ditentukan oleh sudut udara masuk ke *impeller*, *diffuser* serta sudut masuk gas ke turbinE, hanya bisa pada kecepatan rotor tertentu. Pada putaran-putaran rotor yang sudut masuk gas buang tidak sesuai dengan sudut masuk, sehingga kerugiannya meningkat. Untuk dapat memberikan efisiensi yang lebih baik pada beban tidak penuh maka *turbocharger* di rancang untuk meningkatkan daya mesin. Sebuah waktu *gate* bisa di manfaatkan untuk mencapai bost yang benar pada beban penuh. Hal tersebut di gunakan pada mesin putaran rendah, menengah dan putaran tinggi.

Turbocharger dapat menghasilkan tekanan udara bilas yang diperlukan sekaligus mempertahankan cadangan yang memadai untuk mengantisipasi *surgings*. *Surgings* merupakan terhentinya aliran gas dan terjadinya aliran balik udara dari ruang bilas ke *diffuser* dan *impeller*. Pada proses pembakaran motor induk, gas buang dijaga agar tetap konstan pada suatu tekanan yang lebih tinggi dari tekanan *atmosfire* dengan demikian turbine dapat beroperasi pada efisiensi optimum.

Pada turbine butuh dua langkah untuk transportasi energi panas. Tekanan yang di hasilkan gas buang, menuju ke *nozzel ring* dengan kecepatan tinggi yang memutar *turbine side*. Peranan *turbine side* sangat di butuhkan seoptimal mungkin untuk memutar *blower side* untuk bergerak, sehingga menghasilkan tekanan udara yang tinggi.

Turbocharger beroperasi dengan memanfaatkan gas buang dari pembakaran tersebut untuk memberikan / hasil tekanan udara yang cukup kuat untuk memutar *turbine*. Putaran *turbine* akan memutar kompresor yang menghisap udara luar masuk ke dalam ruang udara bilas mesin. Dengan kondisi operasi yang demikian, *turbine blade* (sudu-sudu turbin) rentan mengalami pengikisan / pengendapan *carbon* yang diakibatkan oleh material – matrial yang terkandung dalam gas buang

(*exhaust gas*). *Carbon* menjadi komponen utama yang menyebabkan pengikisan/ pengendapan pada sudu-sudu *turbine* (*turbine blade*) serta terbentuknya kerak pada sudu-sudu (*ring nozzle*) *turbocharger*.

Apabila kinerja *turbocharger* yang tidak maksimal/normal jika dibiarkan atau tidak diambil tindakan secara berturut-turut akan mempunyai efek yang besar pada *performance* mesin. Sehingga membawa dampak yang serius atau fatal terhadap kelancaran pengoperasian kapal. Untuk dapat memberikan solusi yang positif mengenai hal tersebut, maka diperlukan rencana perawatan permesinan yang baik, teratur dan tepat waktu sehingga operasional kapal dapat berjalan dengan baik dan lancar sesuai dengan apa yang diharapkan awak mesin kapal dan perusahaan. Disamping itu juga diharapkan kondisi usia mesin dan komponennya dapat mencapai umur yang panjang dan selalu berada pada kondisi yang baik dan dapat berfungsi secara baik dan maksimal.

Pada saat penulis bekerja di kapal, terjadi gangguan atau kerusakan sebagai berikut pada tanggal 06 November 2020 – 08 Desember 2021, Saat kapal beroperasi di perairan Singapore terjadi *surgint* pada *turbocharger*. Masalah diketahui dari bunyi atau suara ledakan yang keras tidak berautan pada *turbocharger* mesin induk secara normal. *Surgint* terjadi karena *compressor* atau *turbine* yang kotor, *intercooler* yang kotor akibat pembakaran yang tidak sempurna. Untuk dapat meneruskan operasional kapal putaran mesin induk di turunkan ke putaran rendah, yang mengakibatkan kapal terlambat (*delay*) dari jadwal yang sudah di rencanakan.

Berdasarkan hal tersebut saya memilih pembahasan perawatan pada mesin penggerak utama pada *turbocharger* kedalam bentuk makalah dengan judul

***OPTIMALISASI PERAWATAN TURBOCHARGER MESIN INDUK UNTUK KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL MT. UE RUBY.**

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Dari fakta kondisi yang penulis alami di atas MT. UE RUBY maka penulis mengidentifikasi masalah sebagai berikut :

- a. Putaran *turbine* tidak normal.
- b. Tekanan udara bilas menurun dibawah normal.
- c. Tingginya temperatur udara bilas masuk *cylinder*.
- d. *Turbocharger* bekerja tidak normal.
- e. Udara yang masuk ke ruang pembakaran kurang bersih

2. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan yang terjadi pada *turbocharger* penulis membatasi pembahasan makalah pada permasalahan yang terjadi di atas MT. UE RUBY selama bekerja di atas kapal tersebut. Pembahasan makalah hanya berkisar tentang :

- a. Putaran *turbine* tidak normal
- b. Tekanan udara bilas turun dibawah normal

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah diatas, maka penulis dapat merumuskan pembahasan masalah yang dibahas pada bab selanjutnya sebagai berikut :

- a. Mengapa putaran *turbine* tidak normal dan bagaimana cara mengatasinya ?
- b. Mengapa tekanan udara bilas dibawah normal dan bagaimana cara mengatasinya .

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui permasalahan yang disebabkan putaran *turbine* tidak normal dan tekan udara bilas dibawah normal yang terjadi pada *turbocharger*.

- b. Mencari penyebab permasalahan *turbocharger* agar mengefisienkan proses pengerjaan sehingga dapat selesai dengan cepat dan tepat.

2. Manfaat Penelitian

a. Manfaat teoritis.

Diharapkan dapat menjadi sumbangan pemikiran terkait pentingnya perawatan pada *turbocharger main engine*.

b. Manfaat bagi dunia praktis.

Diharapkan dapat menjadi sumbuang saran dalam melakukan perawatan bagi perusahaan pelayaran yang terkait dan bagi kapal lainnya terutama yang mesin diesel atau *turbocharger* yang sejenis.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian adalah:

a. Deskriptif kualitatif.

Yaitu mendeksripsikan bagaimana pengaruh kurangnya perawata *turbocharger* terhadap daya mesin induk dan mengatasi masalah tersebut sehubungan dengan kondisi yang terjadi sehingga mesin induk dapat bekerja secara maksimal.

b. Study kasus

Yaitu pengaruh kurangnya perawatan *turbocharger* terhadap daya mesin induk dapat disesuaikan dengan keadaan yang sebenarnya dan dibandingkan dengan teori yang menunjang serta prosedur-prosedur perawatan yang dibuat oleh perusahaan sehingga mendapatkan sesuatu yang lebih dalam untuk meningkatkan performa mesin induk di atas kapal di masa yang akan datang.

2. Teknik Pengumpulan Data.

Dalam mengumpulkan data penulis dalam pembuatan makalah, menggunakan teknik-teknik pengumpulan data sebagai berikut:

a. Observasi

Penulis menggunakan pengamatan secara langsung di atas MT. UE RUBY terutama terhadap kendala-kendala yang ada, yang menyebabkan

penurunan performa mesin induk yang berakibat pada terganggunya operasional kapal.

b. Studi Kepustakaan.

Penulis mengambil *referensi* dan buku-buku dan catatan yang berhubungan dengan pengaruh kurangnya perawatan *Turbocharger* terhadap daya mesin induk.

3. Teknik Analisis Data.

Dalam penelitian, data yang ditampilkan bersifat deskriptif kualitatif yaitu menggambarkan data yang ditemukan di lapangan dan membandingkan dengan teori/aturan yang ada.

3 WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian.

Pelaksanaan pengambilan data dilakukan pada saat penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* di atas “ MT. UE RUBY” sejak tanggal 06 November 2020 – 08 Desember 2021.

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian MT. UE RUBY milik *FOCUS MARITIM Ltd.Sq.* dengan alur pelayaran *Singapore Water* (Pelayaran Singapura).

F. SISTEMATIKA PENULISAN.

Penulisan makalah disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah diletakkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka di harapkan dapat mempermudah penulisan makalah secara benar dan terperinci. Makalah terbagi dalam 4 (empat) Bab sesuai dengan urutan penelitian ini. Adapun sistematika penulisan makalah adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Menjelaskan pendahuluan yang mengutarakan latar belakang identifikasi belasan, rumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian waktu tempat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II. LANDASAN TEORI

Menjelaskan teori-teori yang digunakan untuk menganalisa data-data yang di dapat melalui buku-buku sebagai referensi untuk mendapatkan informasi dan sebagai tinjauan pustaka. Pada landasan teori juga terdapat kerangka pemikiran yang merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

BAB III . ANALYSIS DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi selama penulis bekerja di atas MT. UE RUBY. Dengan digambarkan dalam deskripsi data kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi. menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Menjelaskan penutup yang mengemukakan kesimpulan perumusan masalah Pembahasan,saran berasal dari evaluasi pemecahan masalah dalam penulisan makalah dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya maka penulis mencari beberapa landasan teori untuk pemecahan perawatan *turbocharger* di atas MT. UE RUBY, di antaranya yaitu sebagai berikut :

1. Perawatan

a. Definisi Perawatan

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:56) bahwa manajemen perawatan kapal adalah pengelolaan (melalui orang lain) yang dapat berusaha terus menerus menjaga agar fasilitas (kapal) dapat selalu siap digunakan untuk kelancaran operasi dan usaha pelayaran.

Menurut Vincenr Gasper (2002:77) Perawatan adalah aktivitas untuk memelihara dan menjaga fasilitas pabrik dan mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan yang direncanakan.

Selain dari itu, Goenawan Damoensmoro (2003:5) menjelaskan bahwa Perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Semua tahu bahwa perawatan memerlukan biaya yang besar, sehingga pekerjaan perawatan sering ditunda agar dapat menghemat biaya. Namun jika hal itu dilakukan, akan segera disadari bahwa sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan. Dengan perawatan pencegahan kita mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, atau untuk menemukan kerusakan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode tertentu untuk menelusuri perkembangan yang terjadi. Perencanaan dan persiapan perbaikan merupakan kaitan bersama. Hal itu telah dibuktikan melalui diskusi dan tukar-mengtukar pengalaman, para peserta dapat menyetujui hal-hal yang praktis dan langkah-langkah organisasi yang akan dijalankan oleh masing-masing pihak. Oleh karena

itu di dalam perawatan di kamar mesin agar selalu diperhatikan perencanaan dalam melakukan pelaksanaan kerjanya. Disini yang perlu diperhatikan meliputi lantai kamar mesin, instalasi pipa-pipa, peralatan kerja di ruang bengkel dan peralatan keselamatan kerja, karena instalasi dan peralatan-peralatan tersebut sangat menunjang pekerjaan perawatan dan keselamatan kerja di kamar mesin.

b. Jenis-Jenis Perawatan

Perawatan dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok adalah sebagai berikut :

1) Perawatan tidak terencana / Insidentil

Perawatan tak terencana adalah Perawatan darurat yang didefinisikan sebagai Perawatan yang perlu segera dilaksanakan untuk mencegah akibat yang lebih serius.

Perawatan insidentil ialah perawatan yang membiarkan mesin bekerja sampai rusak, baru kemudian dilakukan perawatan atau perbaikan. Pada umumnya sangat mahal, oleh karena itu beberapa bentuk sistem perencanaan diterapkan dengan mempergunakan sistem perawatan berencana, tujuannya untuk memperkecil kerusakan, dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan yang diperlukan.

2) Perawatan Terencana

Perawatan berencana adalah perawatan yang dilakukan secara tetap teratur dan terus menerus serta terencana pada mesin untuk dioperasikan setiap saat dibutuhkan. Perawatan berencana dibagi menjadi dua jenis yaitu :

a) Perawatan korektif

Perawatan korektif adalah perawatan yang ditujukan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah diperkirakan, tetapi bukan untuk mencegah karena tidak ditujukan untuk alat-alat yang kritis, atau yang penting bagi keselamatan atau penghasilan. Strategi

memerlukan perhitungan atau penilaian biaya dan ketersediaan suku cadang kapal yang teratur.

b) Perawatan pencegahan

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembangnya kerusakan, atau menemukan kegagalan sedini mungkin. Dapat dilakukan melalui penyetelan secara berkala, rekondisi atau penggantian alat-alat berdasarkan pemantauan kondisi.

3) Perawatan Berkala

Perawatan berkala biasanya melibatkan pembongkaran, penggantian *sparepart* secara berkala terhadap mesin berdasarkan waktu pengoperasian atau jam kerjanya.

4) Perawatan Berdasarkan Pantauan Kondisi (Pemeliharaan Prediktif)

Perawatan berdasarkan kondisi dilakukan berdasarkan hasil pengamatan (*monitoring*) dan analisis untuk menentukan kondisi dan kapan pemeliharaan akan dilaksanakan.

2. Turbocharge

a. Definisi Turbocharger

Menurut Wiranto Arismunandar dan Kofchi Tsuda, (2015:12) bahwa *Turbocharger* adalah sebuah *compressor sentrifugal* yang membutuhkan daya dari sumber tenaganya berasal dari hasil gas buang mesin induk yang berfungsi untuk memutar *turbine*. Biasanya digunakan di mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga dan efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin.

Daya mesin, randemen *thermis* dan pemakaian bahan bakar per jam dari mesin *diesel* relatif tetap. Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna dari bahan bakar yang tersedia dan hasil kerja mesin *diesel* yang efisien, maka diperlukan sejumlah tambahan udara yang dihirup ke dalam

cylinder mesin pada sejumlah aliran bahan bakar tertentu. Bila tekanan udara bertambah sebelum ditambahkan kedalam *cylinder*, seluruh bahan bakar terbakar dan daya mesin bertambah.

Untuk itu mesin *diesel* yang dilengkapi dengan *turbocharger*, bertujuan untuk menekan udara masuk kedalam *cylinder* mesin, sehingga daya mesin lebih besar dibanding mesin dengan dimensi yang sama dan bagian *turbocharger* terdiri dari *turbine side* dan *blower side*. Sekitar tahun 1971, seorang dari negara Swiss bernama Alfred Buchi telah menemukan ide tentang bagaimana memanfaatkan dan mengubah energi gas sisa hasil pembakaran ke dalam energi mekanis. Hal dilakukannya dengan menyalurkan tekanan gas hasil pembakaran ke sumbu *turbine* dan mempergunakan tenaga *turbine* untuk menggerakkan *blower*.

Blower dipergunakan untuk menekan udara yang disalurkan ke ruang bakar. Dengan *turbocharger* kenaikan daya mesin diesel dapat mencapai sebesar 30-40%, dan *turbocharger* yang ekonomis dan terpercaya dapat dimanfaatkan dan berkembang maju.

b. Prinsip Kerja Turbocharger

Proses langkah buang di dalam *cylinder* mesin dilakukan oleh piston menyebabkan gas sisa pembakaran terdorong keluar dari katup buang melalui *manifold* buang menekan sudu *turbine* melalui *nozzle ring* sehingga menghasilkan putaran *turbine* dan sebagian sisa pembakaran keluar ke *atmosfire*, *blower* yang dipasang seporos dengan roda *turbine* ikut berputar sehingga menghisap udara luar yang menyebabkan terjadinya pemadatan udara masuk dengan tekanan diatas satu *atmosfire* yang di dinginkan oleh *intercooler*. Selanjutnya udara yang bertekanan disalurkan ke *manifold* masuk, kemudian masuk ke dalam *cylinder* melalui katup masuk.

Mesin *diesel* di lengkapi dengan *turbocharger* bertujuan untuk memperbesar tenaga mesin tanpa menambah terlampau banyak berat dan ukuran mesin.

c. Konstruksi dari Turbocharger

Unit bagian dari *turbocharger* terdiri dari :

1) Rumah compresor (*compressor housing / blower*)

Rumah compresor terbuat dari bahan aluminium bersambung dengan bagian pusat inti (*cartridge group*) ditopang oleh jaminan baut dan cincin pelat.

2) Pusat inti (*cartridge group*)

Pada bagian pusat ini terdapat poros turbine dan compresor termasuk *turbine shaft bearing*, *compressor shaft bearing*, *thrust washer* dan *oil seal ring* serta *gas seal ring*. Komponen-komponen ditunjang oleh bagian *center housing*, bagian-bagian yang berputar pada *turbocharger* di operasikan pada kecepatan dan *temperature* yang tinggi sehingga materielnya dibuat sangat selektif dengan kepresisian yang tinggi. Mur dan baut *turbocharger* terpasang dengan kuat pada pondasi.

3) Rumah turbine (*turbine housing*)

Terbuat dari bahan *cast steel* dan bersambung dengan bagian rumah pusat inti (*cartridge group*) dengan memakai cincin baja penjamin. Diantara sambungan rumah turbine dan *manifold* buang dipasang *gasket* yang terbuat dari bahan *stainless steel* untuk menjamin sambungan tersebut tidak ada kebocoran gas.

d. Keuntungan Sistem Pengisian Udara Bilas oleh *Turbocharger*

Menurut Sukoco, M.Pd, dan Zainal Arifin, M.T (2008) dalam buku karangannya yang berjudul "*Teknologi Motor Diesel*", beberapa keuntungan sistem pengisian udara bilas yang dilakukan oleh *turbocharger* adalah sebagai berikut :

1) Tenaga mesin dapat ditingkatkan antara 35 % sampai 40 %

Dengan pertambahan pasokan udara ke *cylinder* maka tekanan rata-rata indikator pun meningkat, dengan demikian daya efektif yang dihasilkan juga akan meningkat, dengan kata lain tenaga mesin akan bertambah besar antara 35 % sampai 40 % seiring faktor udara lebih.

2) Pembakaran lebih sempurna

Karena udara didinginkan lebih dahulu di *intercooler*, hingga kandungan molekul oksigen lebih banyak, massa jenis udara akan bertambah. Pembakaran dengan jumlah oksigen yang banyak akan beraksi dengan bahan bakar yang terdiri dari unsur *carbon* (C), *hydrogen* (H₂), *nitrogen* (N₂), *sulfur* (S₂) yang akan menghasilkan gas hasil pembakaran *karbondioksida* (CO₂) yang sempurna.

3) Tekanan kompresi lebih besar

Karena faktor udara lebih masuk *cylinder* sedangkan volume tetap, maka tekanan akhir kompresi lebih tinggi dibandingkan dengan mesin yang tidak menggunakan *Turbocharger*.

4) Jumlah udara yang masuk ke *cylinder* lebih banyak

Karena udara yang ditekan oleh *turbocharger* dan didinginkan lebih dulu di *intercooler*, maka pemadatan udara terjadi dan meningkatkan massa udara tersebut, secara otomatis meningkatkan tenaga pembakaran pada ruang bakar.

e. *Surging* pada *Turbocharger*

Menurut Jusak Johan Handoyo (2013:293) jika pada saat olah-gerak, *suplai* udara dari *blower* berkurang, berarti juga tekanan udaranya berkurang. Sementara tekanan udara dari pompa bilas tetap walaupun saat olah gerak sehingga tekanan udara dari pompa bilas lebih besar daripada tekanan udara dari *blower*, akibatnya terjadi tekanan balik dan tekanan berbenruran di dalam *blower*, yang menimbulkan bunyi seperti "suara ledakan, kondisi tersebut di sebut *Surging*.

Surging ini harus dihilangkan atau diatasi karena jika sering terjadi akan merusak bagian *turbine* dan *blower* seperti *bearing* dan *seal ring* maupun *shaft* bisa bengkok dan tidak *balance* bahkan patah.

Pada saat kondisi sedang olah-gerak (*manouver*), putaran *engine* berubah-ubah terutama dari *full* ke *half* atau ke *slow* dan *dead slow* secara cepat dan mendadak sedangkan putaran *rotor turbine* dan *blower* belum/tidak stabil atau rendah dengan demikian tekanan udara masuk *cylinder* juga rendah, sementara tekanan udara pompa bilas tetap besar

sehingga menimbulkan tekanan balik berubrukan di dalam *blower side* dan menimbulkan bunyi *surgin*.

Untuk mengatasi *surgin* dapat dilakukan dengan cara :

- 1) Menurunkan putaran *Rpm* (*Rario per minu*) mesin secara bertahap. Sebelumnya tentu harus memberitahukan kepada anjungan untuk posisi kapal, dengan menaikkan putaran maka tekanan udara *blower* menjadi lebih besar daripada tekanan udara pompa bilas.
- 2) *Blow down* udara dari pompa bilas sehingga tekanan udara bilas lebih kecil daripada tekanan udara *blower*, dengan menggunakan katup cem yang sudah tersedia.
- 3) Udara pompa bilas diisap oleh *blower* secara *ejector* sehingga tekanan udara pompa bilas lebih kecil dari tekanan udara *blower*.

3. Sistem Pembakaran di Dalam *Cylinder*

Menurut Jusak Johan Haedoyo(2014:138-140) dalam bukunya yang berjudul Mesin *Diesel* Penggerak Utama Kapal, 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 *cylinder* tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus di pecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung dengan sempurna.

Pembakaran yang tuntas dan sempurna secara kimiawi akan menghasilkan panas, proses reaksinya disebut *Exterm*. Bila jumlah gas atau udara di *compresi* 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 *compressi* maupun *expansi* tanpa ada tambahan panas atau kehilangan panas, proses yang demikian di sebut *adlabatic*.

Selain faktor bahan bakar di atas, Sekoco, M.Pd, Zaimat Arifin, M.T (2003:97) syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain sebagai berikut :

- a. Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.
- b. Bahan bakar harus berbentuk kabut, sehingga kinerja alat pengabut bahan bakar harus *optimal*.
- c. Pencampuran kabut bahan bakar dengan udara harus merata/senyawa.
- d. Tekanan pengabutan bahan bakar yang cukup tinggi untuk di kabutkan ke dalam ruang *compressi*.
- e. Mutu bahan bakar yang di gunakan bermutu baik, yaitu seimbang antara unsur $CO_2 + 2H_2O + SO_2$.
- f. Kelambatan penyalaan (*ignition delay*) atau ID harus tepat.

Apabila terlalu cepat akan terjadi keukan atau *knocking*, tetapi bila terlambat maka pembakaran pun terlambat sehingga gas buang akan tinggi.

4. Pengaruh Suplai Udara Terhadap Pembakaran Di Dalam *Cylinder*

Mengutip dari <http://jurnalmesin.petra.ac.id/index.php/mes/article/> 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 banas 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 *turboscharger*.

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 *turbine* sebagai penggerak poros *blower*.

Pemasukan udara pada sistem adalah dengan cara mengkompresi udara *atmosfire* dengan menggunakan *blower* agar memiliki tekanan yang tinggi. Tekanan tinggi akan diikuti naiknya *temperature*. Selain akibat kenaikan tekanan, kenaikan *temperature* 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 di dinginkan di dalam *air cooler*, kemudian baru dialirkan ke dalam ruang bakar. Putaran *turbine* yang normal untuk mensuplai udara kedalam udara bilas adalah diatas 10.000 *rpm* dan apabila putarannya dibawah 10.000 *rpm* akan mempengaruhi *supply* udara kedalam ruang pembakaran dan akan mengakibatkan :

- a. *Exhaust gas (flexible joint)* akan retak dan mengeluarkan asap gas buang.
- b. *Temperature Gas* buang keluar tiap *cylinder head* tiap *cylinder* tidak stabil sehingga *rpm* mesin tidak maksimal

Akibatnya kenaikan tekanan udara bilas di dalam ruang bakar, maka akan meningkatkan daya dari mesin tersebut. Sumber energi yang dipergunakan untuk memanaskan sudu-sudu *turbine* adalah energi kinetik gas sisa pembakaran dari mesin *diesel* itu sendiri.

5. Pendingin Di Dalam Cylinder.

Menurut P. Van Maanen, (2001:82) dalam bukunya yang berjudul *Motor Diesel Kapal*, 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 : Pompa pendingin air tawar, pompa sirkulasi air uwar, *sea water cooling pump*, *Strainer* dan *Seachest*. Dari kelima komponen 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 *cylinder*. Jika *cylinder* 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 liner*, *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 *cylinder* 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 suhu masuk air tawar normalnya yaitu $70^{\circ}\text{C} - 85^{\circ}\text{C}$ *temperature* untuk pendinginan *cylinder head* dan *cylinder jacket*, *cylinder liner* dan katup gas buang yang telah ditetapkan dalam buku petunjuk dari buku manual kapal 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. Selain itu 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 di rawat oleh para *engineer duty*.

Selain itu 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.

Adapun tujuan utama dari pendinginan adalah :

- a. Mengatur / memperahankan suhu mesin agar selalu berada pada spesifikasi kerja mesin yang diinginkan.
- b. Mencegah material dari kerusakan.
- c. Menjaga struktur dan sifat - sifat dari suatu material agar tidak berubah
- d. Membuat material mesin agar bertahan lebih lama.

Perawatan berkala dilakukan sesuai dengan jam kerja dari mesin dan berdasarkan petunjuk dari PMS (Plant maintenance Service) agar *turbocharger* selalu dalam keadaan baik maka perawatan berkala jangan sampai lewat dari jam kerja yang telah ditentukan diatas, atas batas toleransi 10% dari jam kerja

6. Daya Motor Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo (2014 : 65) Daya motor induk adalah salah satu parameter dalam menentukan kinerja dari suatu motor induk tersebut. Daya diklasifikasikan menjadi 2 macam yaitu :

- a. Daya indicator yaitu daya secara teoritis yang diambil melalui diagram indicator dari hasil pembakaran di dalam setiap *cylinder* mesin induk. Daya *indicator* dapat diukur melalui hasil pengukuran diagram indicator dengan menggunakan *planimeter* (*indicator cook*) dengan skala pegas yang sudah ditentukan pada saat pengambilan diagram *indicator* tersebut.

Mesin induk di kapal tidak semuanya dapat diambil diagram *indicator* nya, sehingga daya *indicator* dapat juga dihitung dengan menggunakan data-data mesin yang sudah ada, yang umumnya secara teoritis dilakukan pada perhitungan mesin induk dan disingkat dengan sebutan (Pi). Rumus daya *indicator* adalah $(P_i) = 0,785.D^2.S.Z.pi.n.100$.

- b. Daya efektif (Pe) yaitu daya yang benar-benar efektif menggerakkan poros engkol, yaitu daya *indicator* setelah dikurangi kerugian mekanik atau

umumnya disingkat dengan sebutan *rendemen mekanik* (m). Berikut rumusnya : $(Pe) = 0,785.D^2.S.Z.pe.n.100$.

Dimana : P_i = daya *indicator* dalam I Kw.

P_e = daya efektif dalam E Kw.

D = *Diameter cylinder* dalam m $\Rightarrow D$ = *diameter torak*

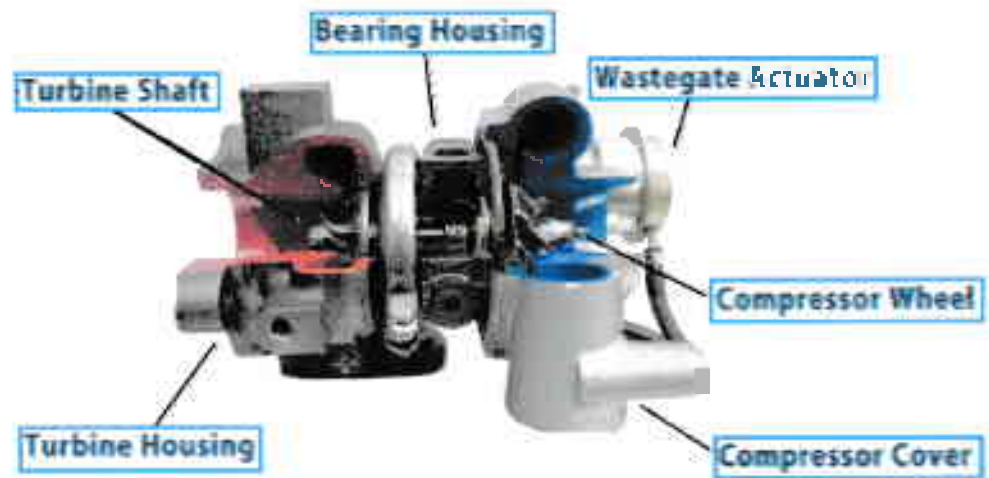
S = langkah torak dalam meter . d = *diameter batang torak* (m)

N = putaran motor dalam Rpm .

Z = jumlah *cylinder* dalam buah.

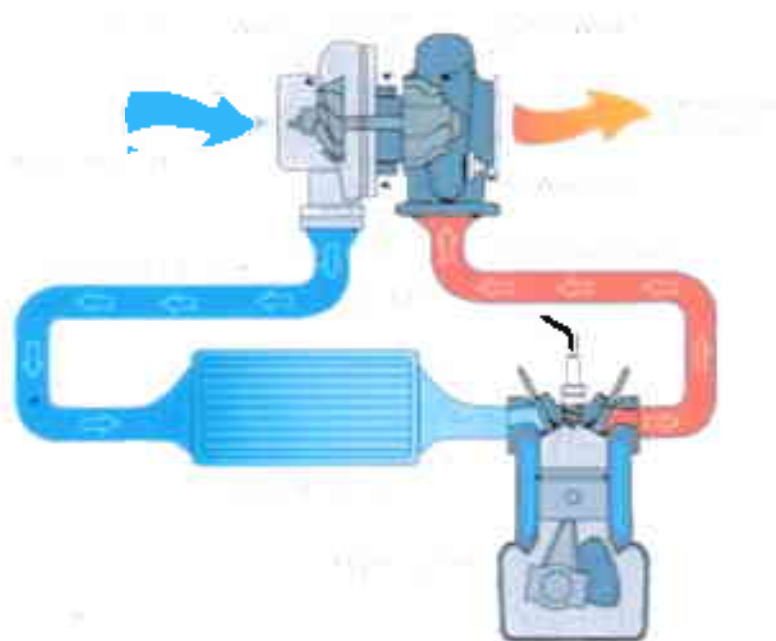
P_i = tekanan rata-rata *indicator* dalam bar.

P_e = tekanan rata-rata efektif dalam bar.

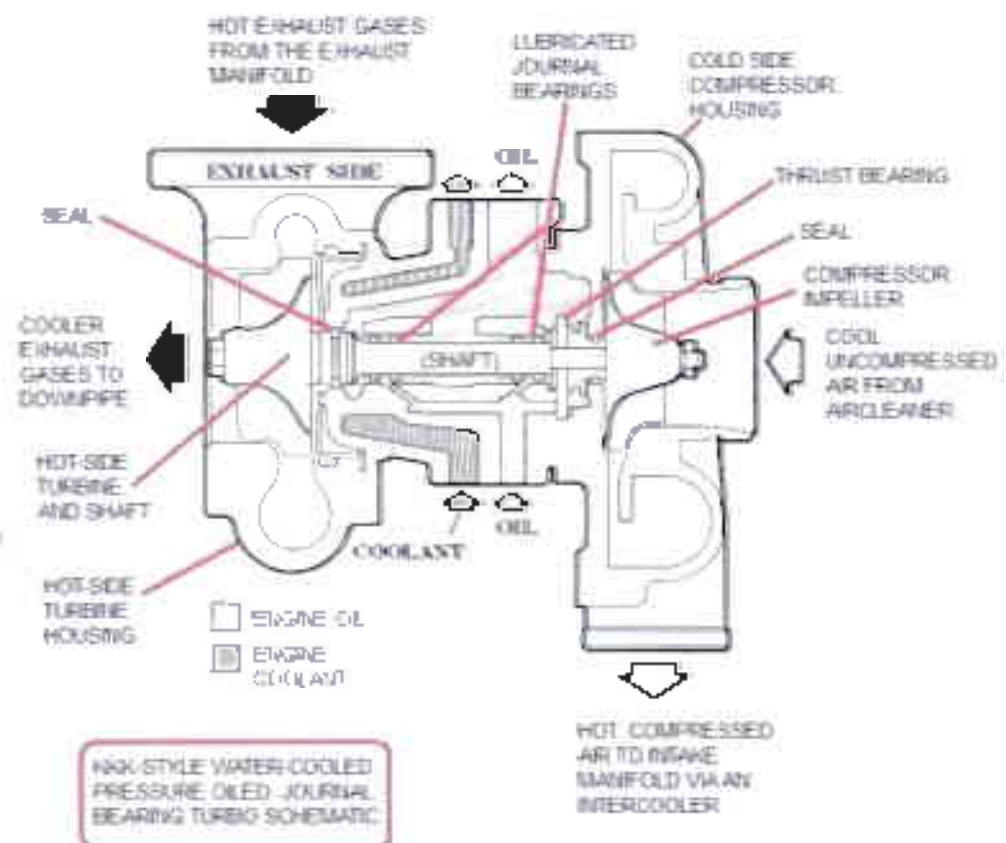


komponen turbocharger

Gambar 1.1

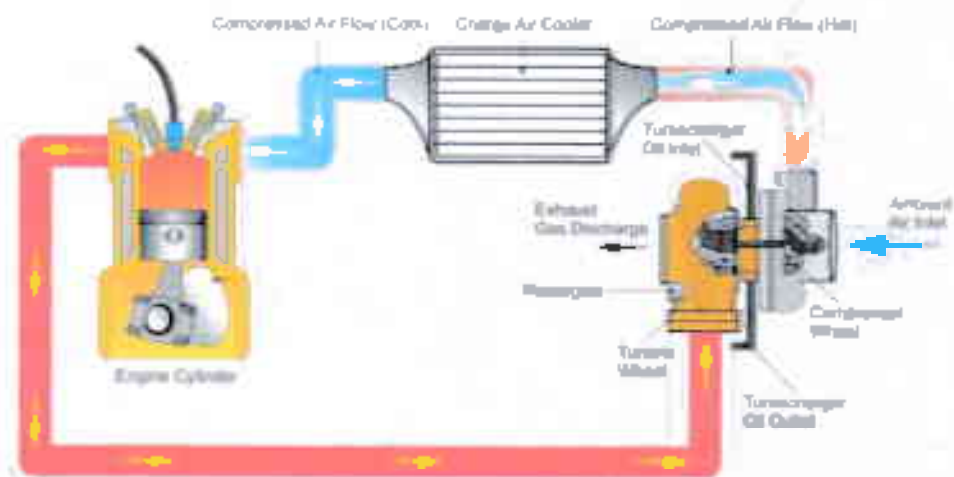
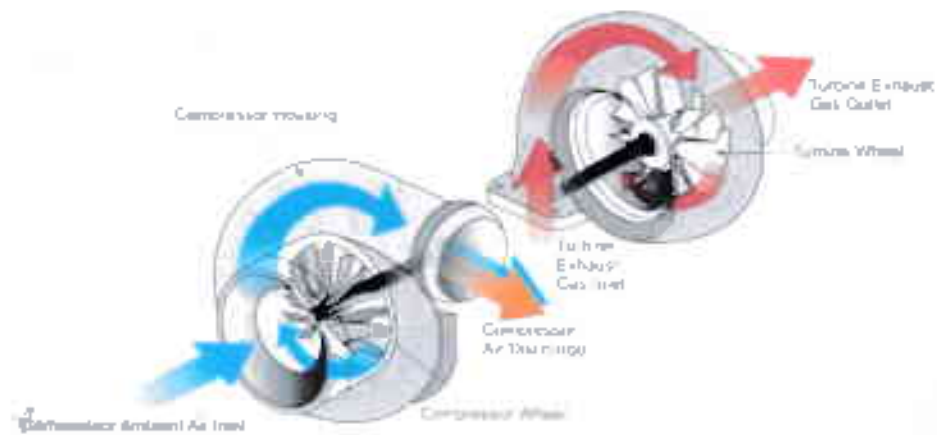


Gambar 1.2



Gambar 1.3

Turbocharger Works



Gambar 1.3

BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

B. DESKRIPSI DATA

Masalah pada mesin akan mengakibatkan suatu kerugian yang sangat besar bagi perusahaan, baik dalam bentuk materi maupun waktu. Oleh karena itu kapal diharapkan tidak mengalami gangguan atau kerusakan dalam pelayarannya dan selalu berangkat atau tiba tepat waktu. Mengingat peranan motor induk sangat menentukan bagi kelancaran operasi kapal, para *engineer* dituntut melakukan perawatan yang ekstra terhadap motor induk, dengan tanpa mengganggu operasinya kapal.

Mesin induk tersebut dilengkapi dengan sistem pengisian tekan. Tujuan pengisian tekan adalah untuk memasukan udara ke dalam *cylinder* dengan cara ditekan agar udara pengisian sejak awal kompresi telah memiliki tekanan yang lebih tinggi dari tekanan udara luar sehingga di harapkan hasil pembakaran didalam *cylinder* dengan sempurna, dan menghasilkan tenaga yang optimal pada mesin. Untuk keperluan itu, mesin induk tersebut dilengkapi dengan *exhaust gas turbocharger*. Pada *turbochargers* tersebut sering terjadi gangguan yang mengakibatkan berkurangnya tenaga yang dihasilkan oleh motor induk. Waktu penelitian yang dilakukan penulis di atas MT. UE RUBY.

Berdasarkan pengalaman penulis saat bekerja sebagai *Chief Engineer* sejak tanggal 10 April 2020 sampai dengan 06 November 2021, terjadi gangguan atau kerusakan pada *Turbocharger* sebagai berikut:

1. Putaran *Turbine* Tidak Normal

Penggunaan *turbocharger* dimaksudkan untuk menaikkan daya mesin *diesel* serta memperbaiki konsumsi bahan bakar yang digunakan. *Turbocharger* adalah *System Turbine side* yang paling sederhana terdiri dari poros *turbine* dan *blower turbine*, dan *ball bearing*. Energi yang digunakan untuk menggerakkan *turbine* diambil dari energi pada saat langkah buang dimana

piston bergerak keatas (TMA) dan akan mendorong gas buang keluar ruang pembakaran didalam *cylinder* yang didalamnya terkandung gas buang yang masih bersuhu dan ber tekanan tinggi. Sehingga di harapkan hasil pembakaran didalam *cylinder* memberikan tenaga yang sebesar-besarnya pada mesin. Gangguan pada *turbocharger* akan mengurangi tenaga yang dihasilkan oleh motor induk. 04 November 2021, 13.00 PM Gangguan pada *turbocharger* terjadi saat kapal berangkat dari *Loading port*. Tiba-tiba terdengar bunyi atau suara ledakan yang keras dan tidak beraturan pada *turbocharger* mesin induk atau yang biasa dikenal dengan istilah *surginy*. Untuk dapat meneruskan pelayarannya ke kapal yang akan di supply maka putaran mesin induk dari 750 RPM atau maju penuh, diturunkan ke putaran 450 - 500 RPM, kecepatan kapal menjadi menurun dari 10 *knots* menjadi 7 *knots*.

Turbocharger terdiri dari sebuah *turbine side* dan sebuah *blower side*, keduanya dipasang satu poros. *Turbine side* berfungsi sebagai pemutar *blower side* dengan memanfaatkan energi gas buang. Gas buang dari *exhaust manifold* disalurkan menuju rumah sudu *turbine* gas hingga *turbine* berputar. Putaran *turbine* disalurkan ke *compressor* melalui poros penghubung hingga *compressor* juga berputar. Putaran *turbocharger* dapat mencapai 18.000 rpm lebih, putaran yang begitu tinggi menghasilkan jumlah udara yang jauh lebih banyak dibandingkan pengisian alami.

Tetapi akibat dari proses pembakaran yang tidak sempurna, menghasilkan karbon-karbon atau jelaga-jelaga tersebut menempel di *sudu-sudu nozzle ring* dan *sudu-sudu turbine* yang lama kelamaan membuat saluran gas bekas atau *sudu-sudu nozzle ring* dan *sudu-sudu turbin* akan menyempit, bahkan menutup *sudu-sudu turbine side* tersebut. Akibat dari penyumbatan *sudu-sudu nozzle ring* dan *sudu-sudu turbine* maka gas bekas tidak dapat mengalir dengan lancar, sehingga gas bekas terkumpul di saluran gas buang (*manifold*) dan masuk ke dalam ruang *cylinder*, yang menyebabkan suhu gas buang di tiap-tiap *cylinder* meningkat. Untuk memperoleh tenaga mesin induk yang maksimal, maka proses pembakaran harus berlangsung dengan seimbang, artinya perbandingan antara bahan bakar dan udara harus sebanding, serta temperatur yang cukup untuk menyalakan atau membakar bahan bakar yang dikabutkan ke dalam *cylinder* sehingga tidak ada bahan bakar yang tidak terbakar. Apabila

pada proses pembakaran *supply* udara yang masuk *cylinder* tidak seimbang dengan udara untuk kebutuhan pembakaran, maka udara yang masuk didalam *cylinder* menjadi berkurang atau menurun disamping karena kerja *turbocharge* tidak stabil juga dikarenakan *turbo blower casing* sudah kotor sehingga rotor berputar berat atau tersendai-sendai dan terjadi *surgin* pada *blower side*.

2. Tekanan Udara Bilas Menurun Di bawah Normal

Pada tanggal 25 February 2021, 01.30 AM saat kapal dalam pelayaran, mendadak gas buang mesin induk naik melebihi batas normal. Sedangkan gas buang rata-rata 460°C, dan tekanan udara bilas pada alat indikator turun dari 1,2 bar menjadi 0,46 bar. Penulis langsung mengadakan pemeriksaan melalui data yang ada pada *monitoring* sistem secara *visual*. Penulis menemukan gangguan pada sistem udara bilas, yaitu terjadi kebuntuan pada sistem saluran udara masuk pada sisi udara ditandai dengan kenaikan suhu udara masuk (naik 30°C) ke dalam *cylinder* dan penurunan tekanan udara bilasnya menjadi 0,46 bar dari tekanan normal 1,2 bar. Dalam kondisi normal yang sesuai dengan *manual book* mesin induk suhu udara masuk *cylinder* berkisar antara 60°C - 65°C, sehingga mengakibatkan putaran mesin turun. Selanjutnya dilakukan pengecekan melalui data *monitoring* sistem dimana tekanan udara bilas menurun dan melakukan pengecekan pada mesin Induk dan mengambil kesimpulan terjadi permasalahan dengan *intercooler*, maka penulis melaporkan hal tersebut kepada Nakhoda di anjungan untuk menyetop Mesin Induk guna melakukan perbaikan *intercooler* yang bermasalah tersebut.

C. ANALYSIS DATA

Berdasarkan deskripsi data di atas, maka dapat dianalisa masing-masing penyebab dari masalah utama sebagai berikut :

1. Putaran Turbine Tidak Normal

Dengan bertitik tolak dari uraian-uraian tersebut diatas penyebabnya adalah sebagai berikut.

a. Nozzle Ring tersumbat oleh karbon-karbon atau jelaga

Turbocharger adalah suatu pesawat yang dilihat dari segi konstruksi maupun proses kerjanya sangat berbeda dengan mesin induk. Dengan

memanfaatkan gas bekas hasil pembakaran yang merupakan suatu kerugian bagi mesin induk yang dapat menghasilkan nilai tambah yang sangat besar pada mesin ini sendiri. Gangguan pada *Turbocharger* berdampak langsung pada kinerja dari mesin tersebut. Gangguan umum terjadi pada *turbocharger* adalah berdengung, gejala ini sebetulnya adalah getaran *Frekuensi* dari *blower* atau rotor yang berputar pada keadaan tertentu. Gangguan pada *turbocharger* selalu tidak dikehendaki oleh setiap *Engineer*, karena gangguan mengakibatkan kerusakan pada *turbocharger* itu sendiri maupun pada mesin induknya, walaupun secara luasnya tidak terkait langsung dengan mesin induk itu sendiri. Dampak yang langsung terjadi pada mesin induk ialah penurunan daya dari mesin induk secara drastis, meskipun mesin induk masih bisa bekerja. Berbagai jenis *carbon* yang berasal dari bahan bakar seperti senyawa-senyawa *sodium* atau *vanadium* senyawa-senyawa belerang berbagai *carbon* logam seperti besi dan nikel. Jika bahan bakar minyak memiliki kandungan bahan-bahan pencemar atau kontaminan yang tinggi seperti *sodium*, besi, *calcium*, *magnesium* dan lain sebagainya endapan-endapan kotorannya mungkin akan banyak sekali. *Nozzle turbine side* tersumbat banyak jelaga, sehingga *supply* gas buang tidak sesuai dengan yang diharapkan. Penyebab *nozzle* gas buang pada *turbine side* tersumbat banyak jelaga adalah gas buang yang masuk ke *nozzle* kotor banyak mengandung jelaga akibat dari pembakaran yang tidak sempurna, yaitu tidak seimbang antara bahan bakar dengan udara pembakaran. Hal terjadi karena tekanan udara bisa rendah yang disebabkan *supply* udara dari *turbo* kurang karena putaran *rotor* tidak stabil sehingga kerja *turbocharger* tidak optimal. Putaran *rotor turbine* berkurang sehingga putaran *blower* berkurang mengakibatkan *supply* udara tidak sesuai dengan yang diharapkan. Baik buruknya kerja *turbocharger* sangat tergantung dari putaran *rotor turbine*, dimana konstruksi *rotor turbine* dibuat menjadi satu dengan *blower side* sebagai penangkap udara akibat putaran *rotor turbine* berkurang maka gas buang keluar *nozzle* terhambat tidak lancar keluar cerobong. Oleh karena gas buang terhambat pada *nozzle* gas buang, maka seharusnya gas buang sudah keluar cerobong akan mengumpul pada saluran gas buang, bahkan akan tersisa dalam *cylinder* pada waktu langkah buang, gas buang tidak

seluruhnya di *expansi* ke saluran gas buang melainkan akan tersisa dalam *cylinder* mesin. Dalam hal terbut sangat mengganggu proses kerja sebuah mesin dalam proses pembakaran selanjutnya.

Akibat lainnya gas buang keluar masing-masing *cylinder* akan cenderung naik, bahkan akan mencapai suhu gas buang yang melebihi suhu maksimum yang telah ditentukan oleh *maker*.

b. Putaran *Blower Turbocharger* Rendah

Pada motor *diesel* tanpa *turbocharger*, berat *volume* udara sangat tergantung pada kondisi udara *atmosfera* di hisap. Bila tekanan udara lebih tinggi dan temperatur yang lebih rendah, berat udara yang dihisap akan bertambah. Sebaliknya bila tekanan udara lebih rendah dan temperatur yang lebih tinggi, berat udara yang dihisap akan berkurang, jika kita bandingkan dengan daya motor maksimum yang dihasilkan, dengan faktor kelebihan udara yang sama, ternyata bahwa dengan tekanan udara yang lebih tinggi dan *temperature* yang lebih rendah dapat diperoleh daya motor yang lebih besar.

Demikian juga dalam keadaan dimana jumlah maksimum bahan bakar yang disemprotkan adalah konstan, meskipun faktor kelebihan udara tidak konstan, tekanan udara yang lebih tinggi dan *temperature* yang lebih rendah akan menghasilkan daya motor yang lebih tinggi. Hal tersebut disebabkan karena tekanan yang lebih rendah dan *temperature* yang lebih tinggi akan menyebabkan berkurangnya jumlah udara yang dimasukkan sehingga faktor kelebihan udara menjadi lebih menurun, dengan demikian efisien termal dan daya motor yang dihasilkan akan menurun, sementara itu gas buang berasap lebih tebal.

Hal terjadi akibat pembakaran yang tidak sempurna, karena tidak ada keseimbangan antara bahan bakar dan udara bilas sehingga gas buang dari hasil pembakaran tidak dapat menggerakkan *blower* secara optimal.

Udara yang dihisap oleh *blower* atau *compressor* tidak selamanya bersih, akan tetapi sering tercampur dengan kotoran-kotoran debu, minyak-minyak yang ada disekitar *blower side*, serta *carbon carbon* yang di

hasilkan oleh pembakaran yang keluar lewat cerobong, dihisap oleh *blower* kamar mesin, dimana salah satu saluran udara dari *blower* diarahkan ke *blower side*.

2. Tekanan udara *Blower* Menurun Dibawah Normal

Menurunnya tekanan udara bisa disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut:

a. Saringan Udara (*copper mesh*) *Turbocharger* kotor

Salah satu penyebab menurunnya tenaga mesin induk adalah karena udara yang dihisap oleh *turbocharger* mengandung partikel debu, uap minyak dan lain sebagainya. Kotoran-kotoran tersebut akan melekat pada saringan dan sudu-sudu *blower* dari *turbocharger* serta kisi-kisi *intercooler* sehingga mengakibatkan aliran udara bisa kurang dan menimbulkan proses pembakaran bahan bakar yang kurang sempurna. Hal tersebut akan menimbulkan carbon yang menempel pada celah-celah *piston*, katup buang dan ruang pembakaran sehingga mengakibatkan tenaga mesin induk menurun.

Tekanan udara bisa *turbocharger* sangat tergantung pada baik buruknya gas buang dari hasil pembakaran di dalam *cylinder* mesin. Apabila pembakarannya sempurna akan menghasilkan gas buang yang baik dan dapat menggerakkan *turbine blade* dengan putaran maksimal. Dalam hal gas buang dimanfaatkan untuk menggerakkan *turbine blade* pada *turbocharger* yang terhubung dengan *blower side*. *Blower side* tersebut menghisap lalu menekan udara masuk ke dalam *cylinder*. Dengan demikian tekanan udara yang masuk ke dalam *cylinder* dapat diperbanyak sehingga daya mesin dapat diperbesar. Begitupun sebaliknya jika proses pembakaran di dalam *cylinder* tidak sempurna, maka akan menghasilkan pembakaran tidak sempurna. Sehingga putaran *turbocharger* menjadi rendah dan produksi udara menjadi berkurang. Salah satu faktor tekanan udara bisa rendah adalah *turbocharger* yang dalam perawatannya kurang diperhatikan dan jam kerjanya telah melampaui batas yang ditentukan. Sehingga untuk memenuhi kebutuhannya udara yang masuk ke dalam *cylinder* sudah tidak

dapat maksimal lagi. Terjadi karena kecepatan pergerakan vinyage kupal tersebut.

Akibat dari udara yang dihasilkan oleh *turbocarger* berkurang serta kurung lancar, sehingga udara yang masuk didalam *cylinder* menjadi berkurang / menurun disamping karena kerja *turbocarger* tidak stabil juga dikarenakan *turbo blower casing* sudah kotor sehingga rotor berputarnya berat / tersendat-sendat dan terjadi surging pada *blower side*.

b. Pendingin Udara atau *Intercooler* Tidak Terawat

Untuk menghasilkan udara yang memiliki tekanan yang lebih besar dari tekanan udara luar maka diperlukan suatu usaha atau energi yang menggerakkan *compressor* atau *blower*. Energi yang dimaksud disini adalah gas panas hasil dari pembakaran di ruang silinder yang tidak dimanfaatkan untuk usaha mesin, dengan kata lain gas bekas yang merupakan suatu kerugian. Tekanan gas yang masuk ke *turbine* bisa sekitar 3 bar sampai 4 bar, dan tekanan udara yang di hasilkan oleh blowernya antara 1,2 bar sampai 1,5 bar. Cara manapun yang dianut untuk menghasilkan udara tekan maka daya motor bisa meningkat.

Udara yang dihasilkan oleh *compressor* memiliki *temperature* 70°C udara yang dihasilkan *compressor* dialirkan ke sebuah saluran udara pada pembilasan bersama, melalui sebuah pendingin (*intercooler*), Udara yang dihisap oleh *compressor* didinginkan karena dua sebab:

- 1) Karena penurunan suhu dan kepekatan udara akan meningkat
- 2) Sedangkan suhu awal *compresi* yang rendah akan mengakibatkan suhu akhir *compresi* rendah dan suhu pembakaran rendah.

Kotoran yang terhisap sedikit demi sedikit akan menempel dan bertumpu pada kisi-kisi saluran udara bilas di *intercooler*. Penumpukan kotoran lama kelamaan akan menyumbat saluran udara bilas atau kisi-kisi di *intercooler*. Penyempitan saluran udara tersebut menyebabkan terhambatnya udara yang masuk ke *intercooler*, sehingga terjadi tekanan balik dan beraturan atau tabrakan udara di *blower side*.

Pada kondisi yang demikian terjadi penurunan putaran dari *turbocharger* secara mendadak, yang pada akhirnya menimbulkan bunyi atau suara ketukan yang keras dan tidak beraturan di *turbachurger* (*surgling*).

D. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan analisis data di atas, maka dapat diketahui pemecahan masalahnya sebagai berikut :

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Putaran *Turbine* Tidak Normal

Untuk mengatasi putaran *turbine* tidak normal maka dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a. Membersihkan *Nozzle Ring* Yang Tersumbat Oleh Carbon-Carbon Atau Jelaga

Tujuan dari pembersihan adalah untuk membersihkan *blade turbine side* gas buang dari kotoran-kotoran jelaga yang menempel supaya gas buang keluar lewat *nozzle* untuk memutar sudu-sudu *turbine* gas buang lancar dan rutin dapat berputar dengan baik, sehingga dapat menghasilkan udara cukup untuk pembakaran.

Pada saat mesin beroperasi dapat juga dilakukan pembersihan pada sudu-sudu *turbine* dengan cara *Injection pressure* air panas ke *turbine side*, putaran dari mesin induk harus diturunkan hingga putaran 450 rpm atau pada kecepatan maju pelan. Sangat berguna agar suhu dari gas buang mengalami penurunan, sehingga temperatur pada bagian atau bahan *turbo* ikut turun hingga mendapatkan selisih *temperature* dengan air panas yang tidak terlalu tinggi. Setelah *temperature* dari *turbocharger* sudah turun, katup cerat di bagian bawah *turbocharger* dibuka, yang kemudian diikuti dengan katup air panas, sampai air panas keluar dari pipa cerat. Proses pembersihan bisa dilakukan selama 20 menit, dan bisa diulangi kembali sampai jelaga-jelaga atau kerak-kerak terkikis dari sudu-sudu *nozzle ring*, atau sampai *turbocharger* tidak terjadi *surgling*.

Dan ikuti insruksi-insruksi dalam hal perawatan dan pengoperasian dari pabrik pembuatannya, antara lain : prosedur pembersihan sudu-sudu *turbine* dengan penyemprotan air panas $\pm 60^{\circ}\text{C}$ kedalam rumah *turbine*, ketika kapal mesin utama bekerja dengan putaran *slow* untuk membersihkan permukaan sudu-sudu *turbobcharger*.

b. Melakukan Penggantian *Ball Bearing* Dengan Yang Baru

Clearance bearing hanya bisa diukur pada saat pemasangan (*overhaul*) dengan menggunakan alat ukur (*clock meter*) dengan ukuran normal *axial* maksimum 0.16 mm dan ukuran normal *radial* maksimum 0.99 mm. Setelah dilakukan pengukuran di dapat ukuran *axial* sebesar 0,19 mm dan ukuran *radial* sebesar 1.2 mm maka *clearance bearing* tersebut melebihi normal maka perlu dilakukan penggantian dengan *bearing* yang baru.

Suku cadang yang yang diganti harus benar-benar berasal dari para pemasok suku cadang asli (*geunine parts*), pada waktu *overhaul* suku cadang tersebut adalah :

- 1) *Ball bearing dan sealing bush turbine side.*
- 2) *Ball bearing dan sealing bush blower side.*

Suku cadang ini harus dapat dipercaya (*realible supplier*) dan dilengkapi dengan *manufacture certificate*.

Poros *turbine* dan *impeller* dipasang dua buah *bearing* pada bagian ujung poros di sisi *turbine* dan di sisi *blower*, dimana *turbine* dan *impeller / blower* dipasang satu poros. Besarnya tekanan dan banyaknya udara yang dihasilkan oleh *impeller / blower* sangat tergantung dari kecepatan putaran *turbine*. Banyaknya putaran *impeller / blower* sama dengan banyaknya putaran *turbine*.

Putaran *turbine* dan *impeller / blower* harus benar-benar *balance*, karena apabila putaran *turbine impeller / blower* tidak *balance* akan mengakibatkan *turbine* dan *impeller* dapat bersinggungan dengan bagian-bagian lain dari *turbobcharger* yang akhirnya mengakibatkan kerusakan pada sudu-sudu *turbine* dan *impeller / blower* serta bagian

lain yang bersinggungan. Akibat lain adalah akan terjadi getaran (*vibration*) pada *turbocharger* dan *intercooler* serta bunyi yang mengaung pada *intercooler*.

Semua akibat-akibat akan terjadi apabila kondisi dari *bearing turbocharger* (*clearance*) sudah melebihi normal. Untuk menghindari kerusakan-kerusakan pada sudu-sudu *turbine* dan *impeller / blower*, seorang masinis harus memastikan bahwa *bearing* terpasang dengan baik atau sempurna.

b. Tekanan Udara Bilas Dibawah Normal

Alternatif pemecahannya adalah :

1) Antisipasi kebocoran terhadap minyak lumas, bahan bakar serta Carbon deposit dari Exhaust

Penyebab menurunnya tenaga motor induk adalah saringan udara pada *turbocharger* kotor, oleh sebab itu pembersihan terhadap saringan udara tersebut harus dilakukan sesering mungkin, karena mengingat *turbocharger* sangat penting agar kapal dapat beroperasi.

Pembersihan yang dimaksud di atas, dapat dilakukan dengan berbagai cara sebagai berikut :

1) Mencuci dengan *chemical*

Pembersihan dengan merendam saringan udara didalam suatu wadah yang berisi air kemudian dicampur dengan cairan kimia yang berfungsi untuk mengeluarkan kotoran-kotoran minyak didalam saringan. kemudian dikeringkan dan di bilas dengan angin sebelum digunakan. Pekerjaan normalnya dilakukan dalam bulan sekali atau sebelumnya jika ditemukan kondisinya sudah kotor.

2) Menyemprot dengan angin

Pembersihan dengan angin dilakukan bilamana kondisi saringan belum pada kondisi sangat kotor dan dilakukan dengan

penyempotan angin yang berkekanan kearah saringan dan tidak memerlukan waktu yang lama karena langsung bisa dipakai.

Pembersihan ini dilakukan pada saat kapal sudah tiba dipelabuhan tujuan dimana mesin penggerak utama dalam keadaan tidak beroperasi dan bertujuan agar saringan *turbocharger* hanya menghisap udara dengan baik tanpa adanya kotoran yang menyumbat kisi-kisi saringan pada *turbocharger*.

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah faktor terpenting dalam pengoperasian kapal, terutama pemeliharaan *turbocharge* dan mesin induk sebagai penggerak kapal. Untuk pemeliharaan tersebut perlu dibutuhkan seorang Masinis yang masih handal dan mengerti membaca buku *instruction book*. Pada perusahaan *Winning Shipmanagement* untuk pemeliharaan (*maintenance*) ada *standard* yang diatur didalam buku manual *ISM Code*.

Dalam *maintenance system* (PMS) di kapal dibuat oleh masing-masing Kepala Departemen yang mengacu pada *instruction manual* *ISM Code* maupun dari *instruction book* yang dikeluarkan maker, PMS ini setelah selesai dibuat dianda tangani oleh Nakhoda selanjutnya dikirim ke kantor pusat. Di kantor pusat setelah dapat persetujuan dari manajer teknik dan ditandatangani, dikembalikan lagi ke kapal untuk dilaksanakan PMS tersebut.

Di kapal dalam pelaksanaanya sering tidak sesuai dengan jadwal pemeliharaan yang telah ditetapkan, oleh karena terkendala ketatnya jadwal pengoperasian kapal sehingga dalam pemeliharaan *turbocharge* tidak mengacu pada jadwal pemeliharaan yang telah ditentukan.

2) Membersihkan / Check Drain Valve (Katup Cerat) Ruang Udara Bilas

Karena banyaknya karbon (sisa pembakaran) yang bercampur dengan sisa oli dalam ruang udara bilas, ruangan minimal sekali sebulan dibersihkan dengan memakai minyak tanah, sebab bila lambat dilakukan, kotoran-kotoran akan membentuk endapan - endapan yang berupa lumpur yang setiap saat dapat terbakar dan juga sangat mengganggu aliran udara bilas dan proses pembakaran dalam *cylinder*.

Perlu dilakukan sebab sesuai dengan pengalaman penulis, katub sering tersumbat oleh kotoran - kotoran yang berupa lumpur, dari sisa - sisa pembakaran yang bercampur dengan oli sehingga kotoran - kotoran yang lainnya tidak dapat mengalir keluar. Katub pada saat berlayar dibuka $\frac{1}{4}$ putaran, dengan tujuan agar kotoran - kotoran dapat keluar dan udara bilas tidak terlalu banyak keluar, tetapi pada saat dipelabuhan katub harus dibuka penuh agar kotoran - kotoran lebih mudah keluar.

3) Melakukan Perawatan pada *Intercooler*

Untuk mengatasi kondisi, pastikan bahwa saringan-saringan minyak lumas, saringan isap udara masuk *blower* dan saringan masuk kedalam pendingin udara bilas (*intercooler/aircooler*) hal tersebut sangat penting untuk membantu jalannya putaran *turbocharger* agar tidak terhambat sedikitpun oleh gesekan ataupun hasil udara yang dihisap ataupun yang diproduksi untuk kebutuhan mesin putaran *turbocharger* harus meluncur dengan bebas hambatan tanpa sedikitpun guna mencapai *Ratio Per Menit* (RPM) maksimal, *intercooler* harus dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menyumbat. Proses pembersihan dari *intercooler* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

1) Sistem Sirkulasi

Untuk membersihkan *intercooler* pada sistem sirkulasi, *intercooler* harus dilepas dan diturunkan dari pondasinya. Salah

satu sisi udaranya diutup dengan pelat dan dibuatkan lubang yang di pasang dengan sebuah katup.

Katup akan di hubungkan dengan sistem yang di pakai untuk sirkulasi pada media pembersih. Pada sistem akan di pakai sebuah pompa yang berfungsi untuk menghisap dan menekan media atau zat cair yang di gunakan untuk membersihkan saluran udara atau kisi-kisi dari *intercooler*. Media yang digunakan disini adalah campuran antara *chemical* (*air cooler cleaner*) dengan air tawar. Komposisi perbandingannya adalah 1 : 4.

Pembersihan dengan cara sirkulasi ini dilakukan secara terus menerus selama kurun waktu 16 jam sampai 24 jam, tergantung dari hasil yang di capai. Setelah selesai dibersihkan dengan campuran *air cooler cleaner* dengan air tawar, plat tutup pada *intercooler* di buka kembali, *intercooler* dibilas dengan air tawar sampai bersih, kemudian disemprotkan dengan angin hingga kering. *Intercooler* dapat dipasang kembali pada pondasinya.

2) Sistem Injeksi

Pada sistem *injeksi*, *intercooler* tidak perlu dibuka atau diurunkan dari pondasinya, karena pada sistem sudah tersedia rangkaian sistem yang permanen, memiliki sebuah tabung yang berfungsi untuk tempat cairan yang akan digunakan untuk pembersihan, dan sebuah pipa penyemprot berada di bagian dalam tutup *intercooler* terpasang secara tegak lurus yang mana pada pipa tersebut terdapat 3 lubang, yang terletak pada bagian atas, tengah dan bawah.

Cairan atau media yang di pakai untuk membersihkan *intercooler*, sama dengan yang digunakan pada sistem sirkulasi yaitu *air cooler cleaner* di campur dengan air tawar dengan perbandingan 1 : 4. Proses pembersihan dengan *system injeksi* ini dilakukan pada saat mesin induk dalam keadaan jalan, pada putaran mesin maju. Tentunya pembersihan dengan sistem injeksi pada putaran maju

full tidak dapat dilakukan, karena pada kondisi demikian *turbocharger* akan *surgin*. Agar *intercooler* dapat di bersihkan dan tidak menimbulkan *surgin* pada *turbocharger*, maka penyemprotan atau *injeksi* cairan air *cooler cleaner* yang sudah di campur dengan air , *rpm* mesin induk harus di turunkan ke 450 - 500 Rpm. Pada kondisi seperti ini kotoran-kotoran di sisi udara *intercooler* tidak dapat dibersihkan secara keseluruhan, oleh karena sistim *injeksi* ini dilakukan pada putaran *full* (750 Rpm). Pada putaran 750 RPM, proses kerja dari *turbocharger* berada dalam kondisi yang maksimum, dimana putaran dan *impeller* atau *blower* memiliki tenaga yang cukup kuat untuk menekan cairan dari campuran *chemical* dan air. Dengan demikian untuk dapat membersihkan *Intercooler* dengan sistim *injeksi* ini harus membutuhkan waktu yang cukup lama dan dilakukan berulang-ulang kali, sampai batas di mana *turbocharger*, sudah tidak terjadi *surgin* pada saat mesin di naikan hingga putaran *full* 750 Rpm. Sistim *injeksi* lebih cocok digunakan setelah *Intercooler* dibersihkan dengan sistim *cirkulasi*, yang berarti merupakan sistim perawatan. Faktor yang terpenting untuk mencegah *surgin* yang diakibatkan oleh tekanan balik udara dari *intercooler* adalah dengan menjaga agar *intercooler* tidak kemasukan kotoran. Oleh karena itu perlu adanya perawatan secara berkesinambungan dari saringan udara bilas.

Proses perawatan saringan udara bilas tidaklah sesulit seperti membersihkan sudu-sudu *nozzle ring* dan *intercooler*. Saringan udara *turbocharger* yang terdiri dari empat bagian sangat mudah untuk membuka dan membersihkannya. Serat-serat tembaga yang berada di dalam rumah saringan dapat dikeluarkan dan dibersihkan dengan minyak tanah atau gas oil yang kemudian dibilas dengan air sabun. Akan tetapi, biasanya kita cuma cukup mengganti serat-serat tembaga dengan spare yang sudah bersih. Untuk lebih memudahkan didalam perawatan saringan udara, maka rumah saringan di bungkus dengan busa yang tipis

(*sponge*). Dengan dilapisi oleh busa atau *sponge*, bila ada tunda-tunda kotoran yang menempel pada busa atau *sponge* secara fisik dapat terlihat, sehingga sebelum busa atau *sponge* tersebut benar-benar kotor, segera dilakukan penggantian. Penggantian *sponge* bisa dilakukan dalam kondisi mesin jalan, dan tidak akan menimbulkan efek atau gangguan pada mesin. Dengan perawatan saringan udara yang teratur dapat mencegah masuknya kotoran ke dalam *intercooler*, yang berarti telah mencegah terjadinya *surgin* pada *turbocharger*.

Penyebab terjadinya *surgin* adalah :

- a) Adanya dorongan gas bekas yang tertahan di saluran *manifold* gas bekas kembali ke ruang pembakaran atau silinder dan keluar lewat katup isap sehingga mendorong atau melawan udara bilas yang ditekan oleh *compressor* atau *blower*.
- b) Adanya kebocoran pada katup isap, sehingga udara yang dikompresikan dan gas bekas keluar lewat bocoran katup tersebut dan menekan udara bilas dari *blower side*.

Adanya kotoran-kotoran yang menempel pada kisi-kisi saluran udara di pendinginan udara di *intercooler*, sehingga udara yang ditekan oleh *compressor* atau *blower* tidak dapat mengalir dengan sempurna, akan tetapi terjadi penumpukan udara dan pada akhirnya udara berbalik ke *blower side* yang merupakan tekanan lawan.

2. Evaluasi Pemecahan Masalah

- a. Putaran *Turbine Turbocharger* Tidak Normal Evaluasi pemecahannya sebagai berikut :

- 1) Membersihkan *Nozzle Ring* Yang Tersumbat Oleh Karbon-Karbon Atau Jelaga

Keuntungan dari cara ini yaitu *blade turbine side* gas buang bersih dari kotoran-kotoran jelaga yang menempel sehingga gas buang keluar

melewati *nozzle* untuk memutar sudu-sudu *turbine* gas buang lancar dan rutin dapat berputar dengan baik. Dengan demikian dapat menghasilkan udara cukup untuk pembakaran.

Kekurangan dari cara yaitu membutuhkan kedisiplinan dalam pelaksanaannya karena pembersihan *nozzle ring* harus dilakukan secara berkala untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

2) Melakukan Penggantian *Ball Bearing* Dengan Yang Baru

Keuntungan dari alternatif pemecahan tersebut yaitu *clearance bearing* menjadi normal dengan ukuran normal *axial* maksimum 0,16 mm dan ukuran normal *radial* maksimum 0,99 mm. Sehingga dapat meminimalkan kerusakan pada sudu-sudu turbin dan *impeller*.

Kekurangan dari cara ini yaitu membutuhkan persediaan suku cadang yang baru di atas kapal. Terkadang suku cadang tidak tersedia di atas kapal karena keterlambatan dalam pengiriman.

b. Tekanan Udara Bilas Dihawah Normal

Evaluasi pemecahannya sebagai berikut :

1) Membersihkan Saringan Udara (*Copper Mesh*) *Turbocharger*

Keuntungan dari membersihkan saringan udara (*copper mesh*) tersebut tekanan udara bilas normal yaitu 1,2 bar, dengan demikian *turbocharger* dapat bekerja maksimal sehingga putaran mesin induk kembali normal.

Kekurangan dari caranya dengan pembersihan terhadap saringan udara tersebut harus dilakukan sesering mungkin, dan terkadang terkendala dalam waktu pelaksanaannya karena jadwal operasional kapal yang sangat padat.

2) Membersihkan/Check *Drain Valve* (Katup Cerat) Ruang Udara Bilas.

Keunggulannya yaitu kalup cepat bebas dari kotoran-kotoran yang berupa lumpur, dari sisa-sisa pembakaran yang bercampur dengan oli sehingga kotoran-kotoran yang lainnya dapat mengalir keluar.

Kekurangannya yaitu membutuhkan waktu untuk melaksanakannya dan terkadang jadwal perawatan tidak dapat terlaksana sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan dalam *Planned Maintenance System (PMS)*.

3) Melakukan Perawatan pada *Intercooler*

Keuntungan dari cara tersebut yaitu *intercooler* lebih maksimal untuk membantu jalannya putaran *turbocharger* agar tidak terhambat oleh gesekan ataupun hasil udara yang dihisap maupun yang diproduksi untuk kebutuhan mesin putaran *turbocharger*.

Kekurangannya yaitu perawatan pada *intercooler* membutuhkan waktu dan perencanaan yang baik. Terkadang juga perawatan *intercooler* membutuhkan suku cadang untuk mengganti bagian-bagian yang rusak/ sudah melebihi jam kerjanya.

2. Pemecahan Masalah Yang Dipilih

- a. Untuk putaran *turbine* tidak normal penulis memilih alternatif pemecahan no.1 yaitu membersihkan *nozzle ring* yang tersumbat oleh karbon-karbon atau jelaga karena dengan cara tersebut kotoran-kotoran jelaga yang menempel sehingga dapat menghasilkan udara cukup untuk pembakaran.
- b. Untuk tekanan udara bilas dibawah normal penulis memilih alternatif pemecahan no.1 yaitu membersihkan saringan udara (*copper mesh*) pada *turbocharger* karena tekanan udara bilas normal yaitu 1,2 bar, sehingga *turbocharger* dapat bekerja maksimal sehingga putaran mesin induk kembali normal

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada Bab II, III dan IV diperoleh bahwa menurunnya kinerja mesin induk di atas MT. UE RUBY akibat dari kondisi *turbocharger* yang kurang maksimal, dapat disimpulkan :

1. Putaran *turbine* tidak normal, disebabkan oleh :
 - a. *Nozzle ring* tersumbat oleh *carbon-carbon* atau jelaga akibat dari tidak dilakukannya perawatan secara berkala. Oleh karena itu perlu membersihkan *nozzle ring* yang tersumbat oleh *carbon-carbon* atau jelaga.
 - b. Putaran *blower turbocharger* rendah sebagai akibat adanya kerusakan pada *ball bearing*. Oleh karena itu perlu melakukan penggantian *ball bearing* dengan yang baru.
2. Tekanan udara bilas menurun di bawah normal, disebabkan oleh :
 - a. Saringan udara (*copper mesh*) *turbocharger* kotor akibat dari kurangnya perawatan dan kondisi saringan udara (*copper mesh*) yang sudah melewati jam kerja (*running hours*). Oleh karena itu perlu membersihkan saringan udara (*copper mesh*) pada *turbocharger* dan membersihkan *check drain valve* (katup cerai) ruang udara bilas.
 - b. Pendingin udara atau *intercooler* kurang terawat akibat jadwal operasional yang padat dan tidak tersedianya suku cadang di atas kapal. Oleh karena itu perlu melakukan perawatan *intercooler* secara berkala sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*.

B. SARAN-SARAN

Dari beberapa kesimpulan di atas, berikut penulis kemukakan beberapa saran di dalam mengatasi permasalahan-permasalahan yang timbul :

1. Agar putaran *turbine* normal, maka disarankan :
 - a. Perawatan mesin membersihkan *nozzle ring* yang tersumbat oleh karbon-karbon atau jelaga secara berkala sesuai jadwal perawatan.
 - b. Perawatan mesin melakukan penggantian *Flexible join* dengan yang baru dan menggunakan suku cadang yang asli (*genuine part*)
2. Agar tekanan udara bilas normal, maka disarankan :
 - a. Perawatan mesin membersihkan saringan udara (*copper mesh*) pada *turbocharger* secara rutin.
 - b. Membersihkan / *check drain valve* (katup cerat) ruang udara bilas secara rutin.
 - c. Melakukan perawatan *intercooler* secara berkala sesuai dengan jadwal perawatan / *Planned Maintenance System (PMS)*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismanandar, Wiranto dan Koichi Tsuda. (2015).** *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Danoesmoro, Goenawan. (2003).** *Manajemen Perawatan*. Jakarta : Yayasan bina citra Samudra.
- Gasper, Vincent. (2002).** *Total Quality Management*. Jakarta : PT. Gramedia
- Handoyo, Jusak Johan. (2015).** *Perawatan dan Perbaikan Kapal*. Jakarta : Djangkar
- Handoyo, Jusak Johan. (2017).** *Motor Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta : Djangkar
- NSOS. (2003).** *Manajemen Perawatan dan Perbaikan*. Jakarta : PT.Triasko Madra.
- Maanen, P.Van. (2001).** *Motor Diesel Kapal, Jilid I*. Jakarta : Triasko Maddra.

Vessel's Particulars

Vessel's name / Call sign	MT UE RUBY
Flag / Port / Date of Registry	Singapore / Singapore
MMSI / IMO No.	525021854 / 9112234
Ship's Phone (Sat Fleet)	007 8816 2141 1772 focusmaritime@gmail.com.sg
Kelut Laid / Delivered	14 Sep 1996 / 12 Jul 1997
Builder	Minami Nippon Shipbuilding Co. Ltd, Japan
Class	DNV, Lader for Oil Products (p-400) & Chemical Type 1000
Owner	FOCUS MARITIME Ltd sg
Manager Operator	FOCUS MARITIME Ltd sg

DIMENSIONS :	LOA : 179 m (589.7 ft) / LPP 171.00 m (560 ft)			
Beam (Breadth)	31.30 m (102.7 ft)			
Depth	17.80 m (58.4 ft)			
Dead Flat Line (Load)	85.4 m (Bow-39.2m-Man.cent-46.2m-Aft) (11.56m even)			
In Ballast	71.5 m (Bow-37.2m-Man.cent-36.3m-Aft) (5.77m-7.19m)			
Distance Stem Center Manifold	- Bow	- Deck	- Rail	- Next Manifold
	93.0	2.2/2.7 m	4.6 m	0.52 m
Air Draft (Radar Mast)	AD = 47.95m - (Draft AP - (0.1368*Trim))			

DEADWEIGHT & DRAFT :	Summer	Tropical	Winter
Draft	10.34 m	11.81	11.33 m
DW	34,999 mt	42,000 mt	39,692 mt
Displacement	51,376 m	52,531 mt	50,223 mt
International Tonnage (1969)	NRT - 10708 / GRT - 25961		
FWA - 269mm / TPC - 47.7 tpc (at summer Draft) / SBT Deduction - 5365			

TANK CAPACITY (100%) Cargo / Slop Tank / Ballast / FW / FO / DO / LO	47,360 Cbm / 734,506 Cbm / 17,662 Cbm / 719 Cbm / 1888 Cbm / 175 Cbm / 68 Cbm						
--	---	--	--	--	--	--	--

MAIN ENGINE	Mitsui B&W 5560MC, MCR 12750 PS @ 102 rpm
Propeller	Fixed, Right, Dia-6.3 m, Pitch - 4.52 m, Immersion - 7.05 m
Rudders	Streamline Balanced
Anchor	Two Bower, 8.3mt each, Chain 11 Shackles, 1 Shackle-27.5 m
Service Speed	12 Knots