

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



MAKALAH

**UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN
TURBOCHARGER MESIN INDUK
MV. SEAWAYS 26**

Oleh :

RIO LAHIANG
NIS. 01943/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2023**

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



MAKALAH

**UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN
TURBOCHARGER MESIN INDUK
MV. SEAWAYS 26**

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

**Oleh :
RIO LAHIANG
NIS. 01943/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2023**

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : RIO LAHIANG
No. Induk Siwa : 01943/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN
TURBOCHARGER MESIN INDUK MV. SEAWAYS 26

Pembimbing I,

Jakarta, 14 Juni 2023
Pembimbing II,

Bambang Wahyudi, M.Mar.E.,MM
Dosen STIP

H. Kamarul Hidayat, S.Pel.,M.MTr
NIP. 19710919 199803 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : RIO LAHIANG
No. Induk Siwa : 01943/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN
TURBOCHARGER MESIN INDUK MV. SEAWAYS 26

Penguji I

M Eli Ridwan, M.M

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 197206021998081001

Penguji II

Bambang Wahyudi, M.Mar.E.,MM

Dosen STIP

Penguji III

Roma Dormawaty, S.SiT.,M.M

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19790413 200212 2001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkah dan rahmat serta karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul :

“UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN TURBOCHARGER MESIN INDUK MV. SEAWAYS 26”

Makalah ini diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknik Tingkat - I (ATT -I).

Dalam rangka pembuatan atau penulisan 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 ini juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan ini pula penulis mengucapkan rasa terima kasih yang terhormat :

1. H. Ahmad Wahid, S.T.,M.T.,M.Mar.E, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. 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
5. H. Kamarul Hidayat, S.Pel.,M.MTr, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan 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.

keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, 18 Mei 2023

Penulis,



RIO LAHIANG

NIS. 01943/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
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
D. Metode Penelitian	4
E. Waktu dan Ternpat Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Kerangka Pemikiran	21
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	22
B. Analisis Data	25
C. Pemecahan Masalah	29
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	40
B. Saran	40
 DAFTAR PUSTAKA	41
 LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Turbocharger</i>	13
Gambar 2.2 <i>Sistem Turbocharger</i>	14
Gambar 2.3 <i>Komponen pada turbocharger</i>	15
Gambar 2.4 <i>Compressor whell</i>	17
Gambar 2.5 <i>Turbine Blade</i>	17
Gambar 2.6 <i>Rotor Shaft</i>	18
Gambar 2.7 <i>Nozzle Ring</i>	18
Gambar 3.1 <i>Overhaul turbocharger</i>	23
Gambar 3.2 <i>Flexible Exhaust Manifold</i>	24
Gambar 3.3 <i>Flexible Exhaust Manifold</i> baru	25
Gambar 3.4 <i>Perawatan turbocharger</i>	31

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

MV. Seaways 26 merupakan kapal tipe *pleasure craft* berbendera St Vincent Grenadines [VC], salah satu armada milik perusahaan DAMEN Group yang beroperasi di perairan BP Angola Oilfield, Luanda Africa. Oleh karena itu, untuk menunjang kelancaran operasionalnya performa mesin induk di kapal Seaways 26 harus dapat dipertahankan.

Mengingat persaingan bisnis pelayaran saat ini sangat ketat, maka untuk menunjang tujuan perusahaan agar tetap bertahan, maka Nahkoda dan Kepala Kamar Mesin (KKM) sebagai pimpinan di atas kapal, dituntut untuk bekerja semaksimal mungkin. Oleh karena itu penulis sebagai *Chief Engineer* sangat menyadari bahwa kelancaran dari suatu kapal adalah bagaimana menjaga kinerja mesin induk tetap bekerja optimal.

Mesin induk di atas MV. Seaways 26 menggunakan jenis motor diesel. Kerja motor diesel dengan memanfaatkan tekanan ledakan pembakaran di ruang silinder, dimana ledakan pembakaran tersebut hasil akumulasi udara murni yang disuplai oleh *turbocharger* ke ruang silinder. Kelancaran operasional kapal sangat tergantung pada kondisi kerja mesin induk. Agar kondisi kerja mesin induk selalu baik maka diperlukan perawatan secara rutin dan terencana pada semua bagian mesin induk, terutama pada bagian *turbocharger*.

Pada mesin diesel, perawatan *turbocharger* sangatlah penting dalam menunjang kinerja mesin diesel utama di kapal, karena untuk menghasilkan udara tekan dari *blower* kedalam ruang pembakaran. *Turbocharger* juga dipasang sebagai usaha untuk mengurangi kerugian pembuangan yang cukup besar dari gas buang yang melewati saluran gas buang. Dalam hal ini gas buang dimanfaatkan untuk mengerakkan turbin gas yang diteruskan untuk mengerakkan *blower*.

Pada tanggal 27 Januari 2023 saat kapal Seaways 26 dalam pelayaran di BP Angola Oilfield, Luanda Africa terjadi gangguan pada *turbocharger main engine*. Setelah dilakukan pemeriksaan, gangguan yang terjadi pada *turbocharger* tersebut disebabkan karena adanya kerusakan pada komponen-komponen *turbocharger* seperti *bearing*, *nozzle ring* dan *turbin blade* rusak. Kerusakan tersebut disebabkan kurangnya perawatan pada *turbocharger* (melampaui *running hours*) sehingga mengakibatkan tekanan udara bilas menurun. Terjadinya penurunan tekanan udara bilas menyebabkan penurunan putaran mesin induk sehingga performa dari mesin induk juga menurun. Akibat penurunan performa mesin induk tersebut, kapal mengalami keterlambatan. Kejadian ini berimbas pada kerugian perusahaan karena operasional kapal tidak sesuai jadwal.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis tertarik untuk membahas masalah perawatan *turbocharger* ke dalam makalah dengan judul: **“UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN TURBOCHARGER MESIN INDUK MV. SEAWAYS 28”**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, Penulis dapat mengidentifikasi beberapa permasalahan yang timbul yang berkaitan dengan *turbocharger*, yaitu:

- a. Terdapat karbon pada *blower side* dan *turbin side*
- b. Adanya kebocoran pada *flexible exhaust manifold*
- c. Keluarannya air pada ceratan (drain) ruang udara bilas
- d. Terjadi kerusakan pada *turbine blade*
- e. *Unbalance shaft turbocharger*
- f. Adanya sumbatan pada *nozzel ring*

2. Batasan Masalah

Dari masalah-masalah yang teridentifikasi, maka penulis membatasi pembahasan hanya pada masalah yang terjadi di MV. Seaways 26 selama penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* sebagai berikut:

- a. Terdapat karbon pada *blower side* dan *turbin side*.
- b. Adanya kebocoran pada *flexible exhaust manifold*.

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas, maka penulis dapat merumuskan masalah yang terjadi sebagai berikut:

- a. Mengapa terdapat karbon pada *blower side* dan *turbin side* ?
- b. Apa yang menyebabkan kebocoran pada *flexible exhaust manifold*?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mencari penyebab dari permasalahan utama yaitu terdapat karbon pada *blower side* dan *turbin side* dan adanya kebocoran pada *flexible exhaust manifold*.
- b. Untuk mencari solusi dalam pemecahan masalah yang sedang terjadi yang bertujuan mempersingkat waktu dalam mengerjakan perawatan demi menunjang kelancaran operasional kapal.

2. Manfaat Penelitian

Penulisan makalah ini bermanfaat secara teoritis dan praktis, antara lain:

a. Aspek Teoritis

- 1) Sebagai bahan referensi atau masukan bagi perkembangan industri perkapalan serta menambah pengetahuan yang lebih luas mengenai tindakan yang tepat dan efisien yang diterapkan oleh perusahaan perkapalan dalam persaingan yang semakin terasa.
- 2) Diharapkan dapat menambah informasi dan pengetahuan untuk para KKM, masinis dan ABK mesin mengenai masalah pada *turbocharger* dan cara tepat menanganinya ketika bermasalah.
- 3) Diharapkan memberikan nilai tambah sebagai perbendaharaan bahan bacaan yang bermutu di perpustakaan STIP Jakarta.

b. Aspek Praktis

- 1) Agar supaya makalah ini dapat memberikan sumbang saran bagi perusahaan MV. Seaways 26 untuk meningkatkan perhatiannya terhadap kapal sehingga lebih maksimal melakukan perawatan berkala.
- 2) Agar supaya makalah ini dapat dijadikan sebagai bahan untuk pembelajaran bagi ABK mesin dalam membantu perusahaan dalam menekan biaya kapal dan tidak menunda bilamana terjadi masalah pada mesin dan *turbocharger*.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Metode pendekatan yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Penulis mendeksripsikan bagaimana pengaruh kurangnya perawatan *turbocharger* terhadap daya mesin induk dan mengatasi masalah tersebut sehubungan dengan kondisi yang terjadi sehingga mesin induk dapat bekerja secara maksimal.

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data-data penulis didalam pembuatan makalah ini, menggunakan teknik-teknik pengumpulan data antara lain sebagai berikut:

a. Observasi

Penulis menggunakan pengamatan secara langsung di atas MV. Seaways 26 terutama terhadap kendala-kendala yang ada pada yang bisa 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 ini, data yang ditampilkan bersifat deskriptif kualitatif yaitu menggambarkan data yang ditemukan di lapangan dan membandingkan dengan teori / aturan yang ada.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Pelaksanaan pengambilan data dilakukan pada saat penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* di atas MV. Seaways 26 sejak tanggal 07 Januari 2022 sampai dengan 30 Maret 2023.

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian yaitu MV. Seaways 26 berbendera St Vincent Grenadines [VC] milik perusahaan DAMEN Group dengan alur pelayaran BP Angola Oilfield, Luanda Africa.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci. Makalah ini terbagi dalam 4 (empat) Bab. Adapun sistematika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II LANDASAN TEORI

Menjelaskan teori-teori yang digunakan untuk menganalisa data-data yang didapat melalui buku-buku sebagai referensi untuk mendapatkan

informasi dan juga sebagai tinjauan pustaka. Pada landasan teori ini juga terdapat kerangka pemikiran yang merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan tentang data-data yang diambil dari lapangan sesuai dengan pengalaman penulis selama bekerja di atas MV. Seaways 26. Data-data dirumuskan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut. Dengan demikian permasalahan yang sama tidak terjadi lagi. Dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai penutup bab ini menyimpulkan hasil-hasil dari penelitian melalui kesimpulan untuk kemudian diambil lagi saran-saran yang sebaiknya dapat digunakan untuk menghindari terjadinya permasalahan yang sama.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya maka penulis mencari beberapa landasan teori untuk pemecahan perawatan *turbocharger* di MV. Seaways 26, diantaranya yaitu sebagai berikut:

1. Perawatan

a. Definisi Perawatan

Perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Perawatan memerlukan biaya yang besar sehingga kebanyakan management selalu mencoba menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya. Namun jika dituruti, perlu disadari bahwa sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2015:52) dalam buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Perawatan memerlukan biaya yang besar sehingga ada upaya untuk selalu mencoba menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya, namun jika dituruti hal tersebut, akan segera disadari bahwa sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan yang lebih fatal dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

b. Perawatan Berkala dan Terencana

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:53) dalam bukunya yang berjudul Manajemen Perbaikan Dan Perawatan Kapal, perawatan terencana artinya kita sudah menentukan dan mempercayakan kepada seluruh Prosedur

Perawatan yang dibuat oleh *maker* melalui *Manual Instruction Book*, untuk dilaksanakan dengan benar, tepat waktu dan berapapun biaya perawatan (*maintenance cost*) yang akan dikeluarkan tidak menjadi masalah, demi mempertahankan operasi kapal tetap lancar tanpa pernah terlambat dan memperkecil atau mencegah kerusakan-kerusakan yang terjadi.

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:10) dalam buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, tujuan dilakukannya perawatan terencana dan berkala (*Planned Maintenance System*) adalah:

- 1) Untuk memungkinkan kapal dapat beroperasi secara reguler dan meningkatkan keselamatan, baik awak kapal maupun peralatan.
- 2) Untuk membantu perwira kapal menyusun rencana dan mengatur dengan lebih baik, sehingga meningkatkan kinerja kapal dan mencapai maksud dan tujuan yang sudah ditetapkan oleh para manajer di kantor pusat.
- 3) Untuk memperhatikan pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan pembiayaan mahal berkaitan dengan waktu dan material, sehingga mereka yang terlibat benar-benar meneliti dan dapat meningkatkan metode untuk mengurangi biaya.
- 4) Agar dapat melaksanakan pekerjaan secara sistematis tanpa mengabaikan hal-hal terkait dan melakukan pekerjaannya dengan cara paling ekonomis.
- 5) Untuk memberikan kesinambungan perawatan sehingga perwira yang baru naik dapat mengetahui apa yang telah di kerjakan dan apa lagi yang harus dikerjakan.
- 6) Sebagai bahan informasi yang akan diperlukan bagi pelatihan dan agar seseorang dapat melaksanakan tugas secara bertanggung jawab.
- 7) Untuk menghasilkan fleksibilitas sehingga dapat di pakai oleh kapal yang berbeda walaupun dengan organisasi dan pengawakan yang juga berbeda.

- 8) Memberikan umpan balik informasi yang dapat di percaya ke kantor pusat untuk meningkatkan dukungan pelayanan, desain kapal, dan lain-lain

c. Jenis-Jenis Perawatan

Dikutip dari J. E Habibie, Manajemen Perawatan dan Perbaikan (2006:15) perawatan yang dihubungkan dengan berbagai kriteria pengendalian dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1) Perawatan Insidentil dan Perawatan Berencana

Pilihan pertama untuk menentukan suatu strategi perawatan adalah antara perawatan insidentil dan perawatan berencana. Perawatan insidentil artinya kita membiarkan mesin bekerja sampai rusak. Jika kita ingin menghindarkan agar kapal sering menganggur dengan cara strategi ini, maka kita harus menyediakan kapasitas yang berlebihan untuk dapat menampung kapasitas fungsi-fungsi yang kritis, yang sangat mahal, maka beberapa tipe sistem diharapkan dapat memperkecil kerusakan dan beban kerja.

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:53) dalam buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, perawatan berencana adalah perawatan yang dilakukan secara tetap, teratur dan terus menerus pada mesin untuk dioperasikan setiap saat di butuhkan. Perawatan berencana dibagi menjadi dua jenis yaitu:

a) Perawatan korektif

Perawatan korektif adalah perawatan yang di tujukan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah di perkirakan, tetapi bukan untuk mencegah karena tidak di tujukan untuk alat-alat yang kritis, atau yang penting bagi keselamatan atau penghematan. Strategi ini membutuhkan 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 atau berdasarkan pemantauan kondisi.

2) Perawatan Pencegahan Terhadap Perawatan Perbaikan

Dengan perawatan pencegahan kita mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, atau untuk menemukan kerusakan dalam tahap ini. Ini berarti bahwa kita harus menggunakan metode tertentu untuk mengikuti perkembangan yang terjadi.

Perbedaan antara bentuk perawatan pencegahan dan perawatan insidentil yang diuraikan diatas adalah, bahwa kita telah membuat suatu pilihan secara sadar dengan membiarkan adanya kerusakan atau mendekati kerusakan berdasarkan evaluasi biaya yang sering dilakukan serta adanya masalah-masalah yang ditemukan.

3) Perawatan Periodik Terhadap Pemantauan Kondisi

Perawatan pencegahan biasanya terjadi dari pembukaan secara periodik suatu mesin dan perlengkapan untuk menentukan apakah diperlukan penyetelan-penyetelan dan penggantian-penggantian. Jangka waktu inspeksi demikian biasanya didasarkan atas jam kerja mesin sesuai dengan *Planning Maintenance System* (PMS).

Tujuan dari pemantauan kondisi adalah untuk menemukan kembali informasi tentang kondisi dan perkembangannya, sehingga tindakan korektif dapat diambil sebelum terjadi kerusakan.

4) Pengukuran Terus-Menerus Terhadap Pengukuran Periodik

Pemantauan kondisi dilakukan baik dengan pengukuran yang terus menerus dengan pengecekan kondisi secara periodik. Penerapan pengukuran terus menerus dapat disamakan dengan penggunaan sistem alarm. Dalam hal pemantauan kondisi ini bagaimanapun

tujuannya adalah untuk mengukur kondisi ini dan bukan hanya menjaga batas kritis yang sudah dicapai.

d. Hal-hal yang perlu Diperhatikan Dalam Kegiatan Perawatan

Untuk memudahkan pelaksanaan perawatan, maka kegiatan perawatan yang dilakukan sebaiknya berdasarkan:

- 1) Sistem perintah kerja atau *work order system* merupakan kegiatan perawatan yang dilaksanakan berdasarkan pesanan dari kepala kerja pada bagian mesin. *Work order* atau perintah kerja memuat tentang:
 - a) Apa yang harus di kerjakan.
 - b) Siapa yang mengerjakan dan bertanggung jawab.
 - c) Alat-alat yang di butuhkan serta macamnya.
 - d) Suku cadang yang dibutuhkan.
 - e) Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan perawatan tersebut dan kapan waktu penyelesaiannya.
- 2) *Check list system* merupakan daftar atau *schedule* yang telah dibuat untuk melakukan kegiatan perawatan dengan cara pemeriksaan terhadap setiap mesin secara berkala.
- 3) Rencana kerja bulanan (*monthly maintenance*) atau 3 bulanan (*quarterly maintenance*), yaitu kegiatan perawatan yang dilaksanakan berdasarkan pengalaman atau berdasarkan catatan sejarah mesin, misalnya kapan suatu mesin harus dirawat atau diperbaiki.

Sedangkan perencanaan berarti proses pemilihan informasi dan pembuatan asumsi mengenai kondisi masa yang akan datang, guna mengembangkan seluruh kegiatan. Jadi pengertian perencanaan perawatan adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang di lakukan untuk menjaga system atau *equipment* dalam proses perawatannya sampai kondisi dapat diterima. Perencanaan perawatan mengikut sertakan pengembangan dari seluruh lintasan kegiatan yang mencakup semua kegiatan perawatan, reparasi, dan pekerjaan overhaul.

Faktor penunjang keberhasilan perencanaan perawatan akan terkait dengan:

- a) Ruang lingkup pekerjaan.
- b) Lokasi pekerjaan.
- c) Prioritas pekerjaan.
- d) Metode.
- e) Kebutuhan komponen dan material.
- f) Kebutuhan peralatan.
- g) Kebutuhan tenaga kerja baik secara kualitas dari skill maupun kuantitasnya.

Pengalaman telah menunjukkan bahwa untuk menciptakan suatu prosedur perawatan yang berdaya guna perlu adanya suatu pengaturan yang fleksibel termasuk pertimbangan kondisi pergantian komponen-komponen pada waktunya begitu juga kondisi lingkungan setempat yang mempengaruhi usia pengoperasian kapal.

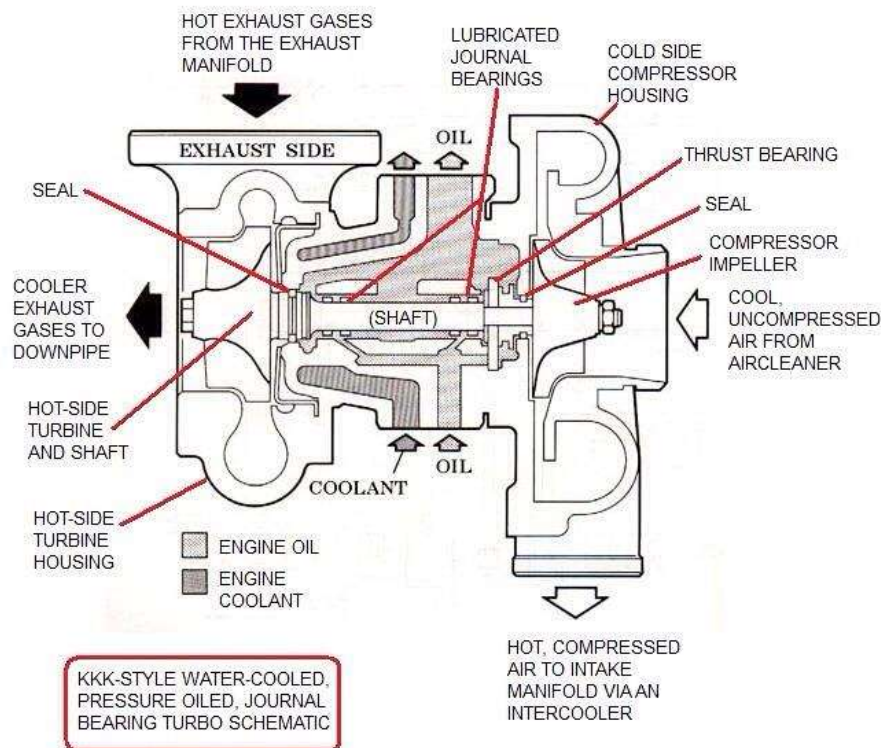
2. Teori Tentang *Turbocharger*

a. Definisi *Turbocharger*

Menurut Wiranto Arismunandar dan Koichi Tsuda (2015:12) *Turbocharger* adalah sebuah kompresor sentrifugal yang mendapat daya dari turbin yang sumber tenaganya berasal dari asap gas buang mesin induk. Biasanya digunakan di mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga dan efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin.

Turbocharger digunakan untuk mesin pembakaran dalam dan untuk meningkatkan daya dari pada mesin tersebut diperlukan volume udara yang besar, sehingga memerlukan bahan bakar yang lebih besar pula untuk disemprotkan ke ruang silinder. Untuk konstruksi kerangkanya terdiri dari 6 bagian utama, yaitu *turbin blade*, *nozzle ring*, *inlet housing*, *ballbearing turbin side*, *ballbearing blower side*, *blower/compressor*. Pada bagian turbin, terpasang sudu-sudu jalan yang bertumpu pada poros yang disebut dengan rotor. Selain itu gas buang akan melewati *nozzle ring* yang

kemudian gas buang diarahkan / dipancarkan ke sudu-sudu jalan (*moving blade*) dengan kecepatan tinggi. Keadaan ini menyebabkan berubahnya aliran gas buang yang menghasilkan perubahan gaya gerak dan kemudian menghasilkan suatu gaya pada sudu-sudu turbin. Gaya tersebut disebut dengan gaya aksial yang menyebabkan rotor berputar dengan kecepatan tinggi. Gas buang meninggalkan rotor menuju ruang yang terhubung dengan saluran gas buang (*exhaust gas manifold*), yang meneruskan menuju ke udara melalui cerobong asap (*funnel*). (sumber data, Wikipedia)

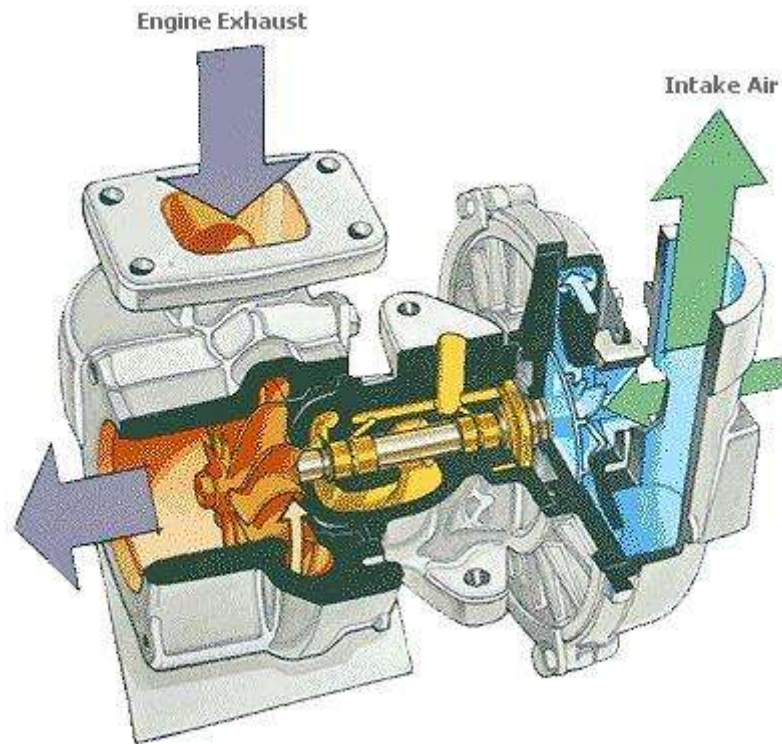


Gambar 2. 1 Turbocharger

b. Cara Kerja Turbocharger

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2013:123) dalam buku karangannya dalam judul Teknologi Motor Diesel menjelaskan mengenai cara kerja *turbocharger* bahwa pada saat motor diesel dihidupkan / distart maka gas buang mengalir keluar melalui *exhaust manifold*, akan dialirkan ke *turbin blade* sebelum ke udara luar. Gas buang yang masih memiliki tekanan akan memutar sudu-sudu dari turbin blade sehingga pada satu sisinya atau sisi *blower* akan menghisap udara dan menekan kesaringan *intecooler* dan diarahkan ke *intake manifold*. Sehingga pada waktu langkah hisap udara

yang di *intake manifold* masuk ke silinder. Pada sistem *turbocharger* tersebut dilengkapi *intercooler* sehingga temperatur yang akan masuk ke *intake manifold* dapat turun dari 58°C sampai 38°C.



Gambar 2. 2 Sistem *Turbocharger*

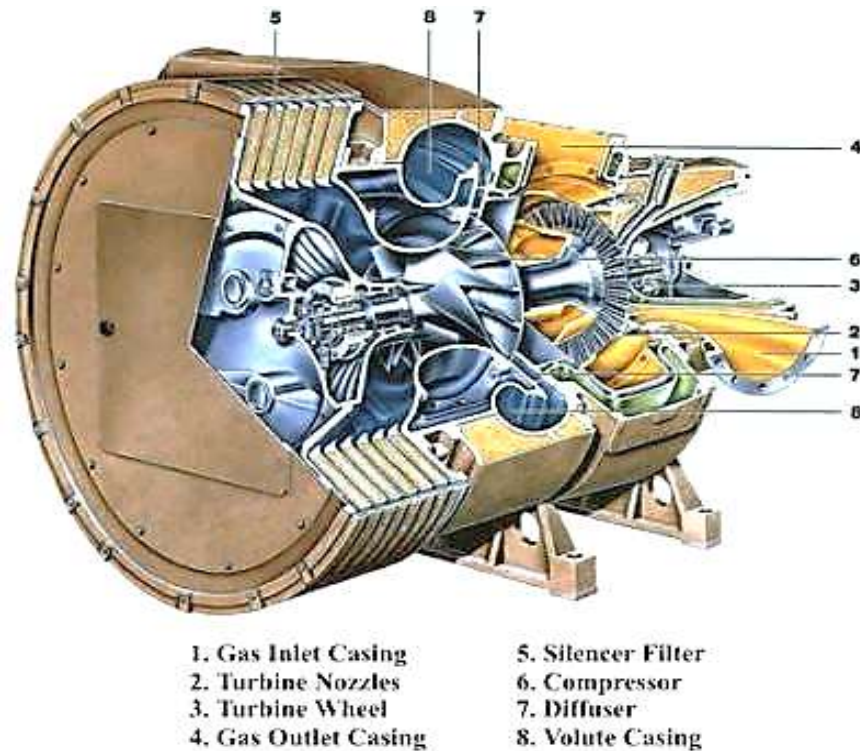
Dengan adanya *turbocharger* ini maka pemasukan udara ke dalam silinder akan menambah volume dan tekanan dengan demikian meningkatkan tekanan akhir kompresi, ditambah bahan bakar yang disemprotkan dengan sempurna sesuai perbandingan yang tepat antara udara bilas dengan bahan bakar, sehingga menghasilkan daya yang besar pada mesin induk.

c. **Fungsi *Turbocharger***

Fungsi *turbocharger* secara prinsip kerjanya adalah untuk merubah panas gas buang yang bertekanan menjadi gerak putar, gas buang yang keluar dari mesin induk sebelum sampai ke cerobong terlebih dahulu masuk ke *turbocharger* (melewati *turbocharger*). Panas gas buang yang bertekanan yang masuk ke *turbocharger* masuk ke *nozzle ring*, selanjutnya dari *nozzle ring* keluar memancar ke sudu-sudu *turbin side*, kemudian *turbin side* berputar, selanjutnya gas buang keluar menuju cerobong. Setelah turbin

berputar, lalu putaran tersebut diteruskan ke *blower side* dan *blower side* ikut berputar memproduksi udara yang disuplai ke mesin.

d. Komponen Utama Turbocharger



Gambar 2. 3 Komponen pada *turbocharger*

Unit bagian dari *turbocharger* terdiri dari:

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

Rumah kompresor 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 inti terdapat poros turbin dan turbin serta roda kompresor termasuk *turbine shaft*, *compressor wheel*, *shaft bearing*, *thrust washer* dan *oil seal ring*. Komponen-komponen ini ditunjang

oleh bagian *center housing*, bagian-bagian yang berputar pada *turbocharger* dioperasikan pada kecepatan dan temperatur yang tinggi sehingga materialnya dibuat sangat selektif dengan kepresisian yang tinggi. Mur dan baut *turbocharger* dasarnya adalah sistem inch.

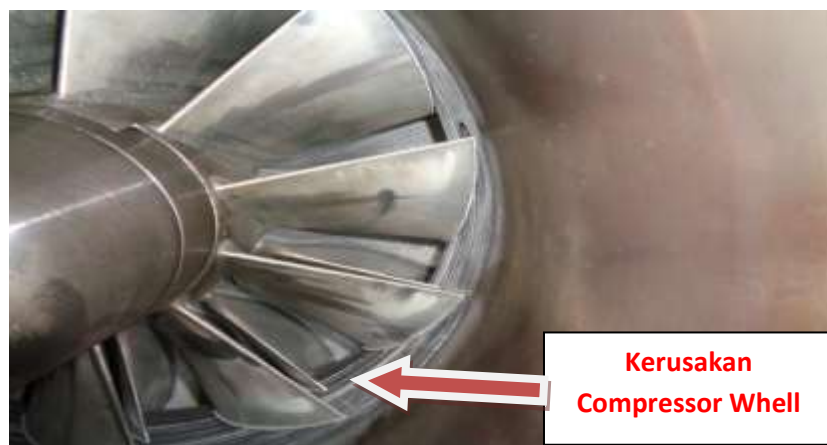
3) Rumah turbin (*turbine housing*)

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

e. Permasalahan yang Timbul pada *Turbo charger*

Permasalahan yang sering timbul pada *turbocharger* adalah seringnya udara yang dihasilkan dari *compressor turbocharger* tidak sesuai *performance turbocharger* yang bisa diakibatkan oleh beberapa hal, yaitu:

- 1) Putaran *turbocharger* tidak normal akibat *unbalance*
- 2) *Unbalance shaft turbo* bisa diakibatkan oleh:
 - a) *Compressor wheel* (gambar 2.4) ada yang rusak akibat tergesek di *housing*, ini hanya bisa diatasi dengan mengganti baru material tersebut. (Sumber data di ambil dari Compressor Whell MV. Seaways 26)



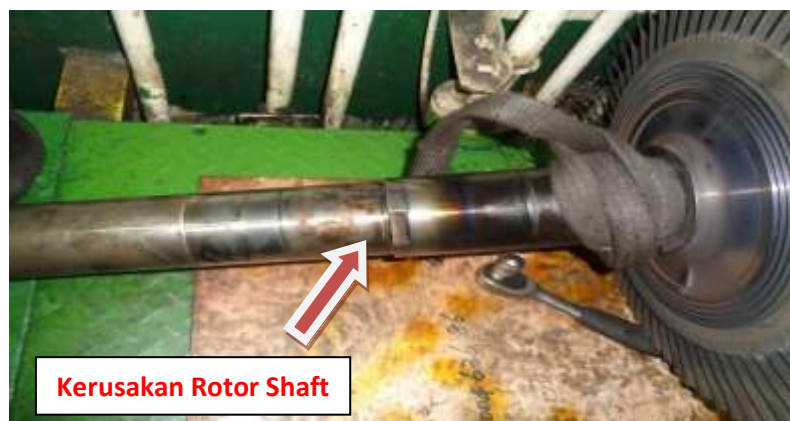
Gambar 2.4 *Compressor whell*

- b) *Turbine blade* (gambar 2.5) ada yang bopeng atau salah satunya patah, untuk mengatasinya harus diadakan *recond* atau ganti blade bila hal ini terjadi akan mengakibatkan damping spring axial pada bearing compressor patah bahkan bisa terlepas kalau terjadi dalam waktu yang cukup lama, gram-gram akan timbul dan saluran pelumas akan tersumbat turbo bisa *break down*. (Sumber data, diambil dari *turbine blade* di kapal MV. Seaways 26)



Gambar 2.5 *Turbine Blade*

- c) *Shaft* sudah tidak lurus atau rusak, (gambar 2.6) kelurusan *shaft* diketahui dengan mengukur deflexi shaft tidak boleh melebihi 0,04 mm hal ini bisa terjadi akibat *turbocharger* pernah break down untuk hal ini *shaft* harus diganti. (Sumber data, diambil dari rotor shaft kapal MV. Seaways 26)



Gambar 2. 6 *Rotor Shaft*

- 3) *Nozzle Ring Turbine Side* (gambar 2.7) tersumbat banyak jelaga, sehingga suplai gas buang tidak sesuai yang diharapkan.

Penyebab *nozzle gas buang pada turbin side* tersumbat banyak jelaga adalah gas buang yang masuk ke *nozzle* kotor akibat dari pembakaran yang tidak sempurna. Yaitu tidak seimbangnya antara bahan bakar dan udara pembakaran. Hal ini terjadi karena tekanan udara bilas rendah yang disebabkan suplai udara dari turbocharger kurang karena putaran rotor tidak stabil sehingga kerja turbocharger tidak optimal

(Sumber data, di ambil dari kapal MV. Seaways 26)



Gambar 2.7 *Nozzle Ring*

4) Sistem pendingin *turbocharger*

Sistem pendinginan pada turbo perlu mendapat perhatian karena hal ini bisa mengakibatkan retaknya *body* maupun *gas inlet casing*, pembersihan saluran ini dilaksanakan setiap 1500 jam perhatikan delta pendinginannya $\pm 7^{\circ}\text{C}$ (kalau terpasang *thermometer*).

f. Pengaruh Udara Bilas terhadap Pembakaran di Dalam Silinder

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:46) yang dimaksud dengan sistem udara bilas (pembilasan) yaitu suatu proses pengeluaran gas buang dari dalam silinder oleh gesekan udara baru yang masuk kedalam silinder. Untuk mengeluarkan gas buang dari silinder dan mengisinya lagi dengan udara baru, mula-mula dipakai klep-klep yang ditempatkan pada *cylinder*

head.

Ada tujuh tahap dari proses aliran udara untuk pembakaran melalui *Turbocharger* langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Udara bersih masuk dihisap oleh *Blower side*
- 2) *Blower side* memampatkan udara menekan menuju *intercooler*
- 3) *Intercooler* menurunkan suhu udara yang melewatinya
- 4) Udara yang sudah dingin di hisap masuk ke dalam *cylinder* melalui *intercooler* untuk pembakaran.
- 5) Setelah selesai pembakaran gas buang akan keluar dari *cylinder*.
- 6) Gas Buang yang keluar dari *cylinder* masuk ke *turbocharger* lalu menendang/memutar turbin pada *turbocharger*.
- 7) Gas buang keluar dari *turbocharger* lalu dibuang melalui cerobong *exhaust*.

Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna, maka diperlukan udara yang dialirkan ke dalam ruang silinder pada sejumlah aliran bahan bakar tertentu. Bila kepekatan udara bertambah sebelum ditambahkan ke dalam silinder, seluruh bahan bakar terbakar dan daya mesin bertambah. Untuk itu mesin diesel yang dilengkapi dengan *turbocharger* bertujuan untuk memadatkan udara masuk kedalam silinder mesin. Sehingga daya mesin lebih besar daripada mesin dengan dimensi yang sama (Karyanto, 2020:32).

Turbocharger merupakan sebuah peralatan, untuk menambah jumlah udara yang masuk ke dalam silinder dengan memanfaatkan tekanan gas buang. *Turbocharger* merupakan peralatan untuk mengubah pemasukan secara alami dengan paksa. Kalau sebelumnya pemasukan udara mengandalkan kevakuman yang dibentuk karena gesekan piston pada langkah isap, maka dengan *turbocharger* udara ditekan masuk kedalam silinder menggunakan kompresor yang diputar oleh turbin gas buang

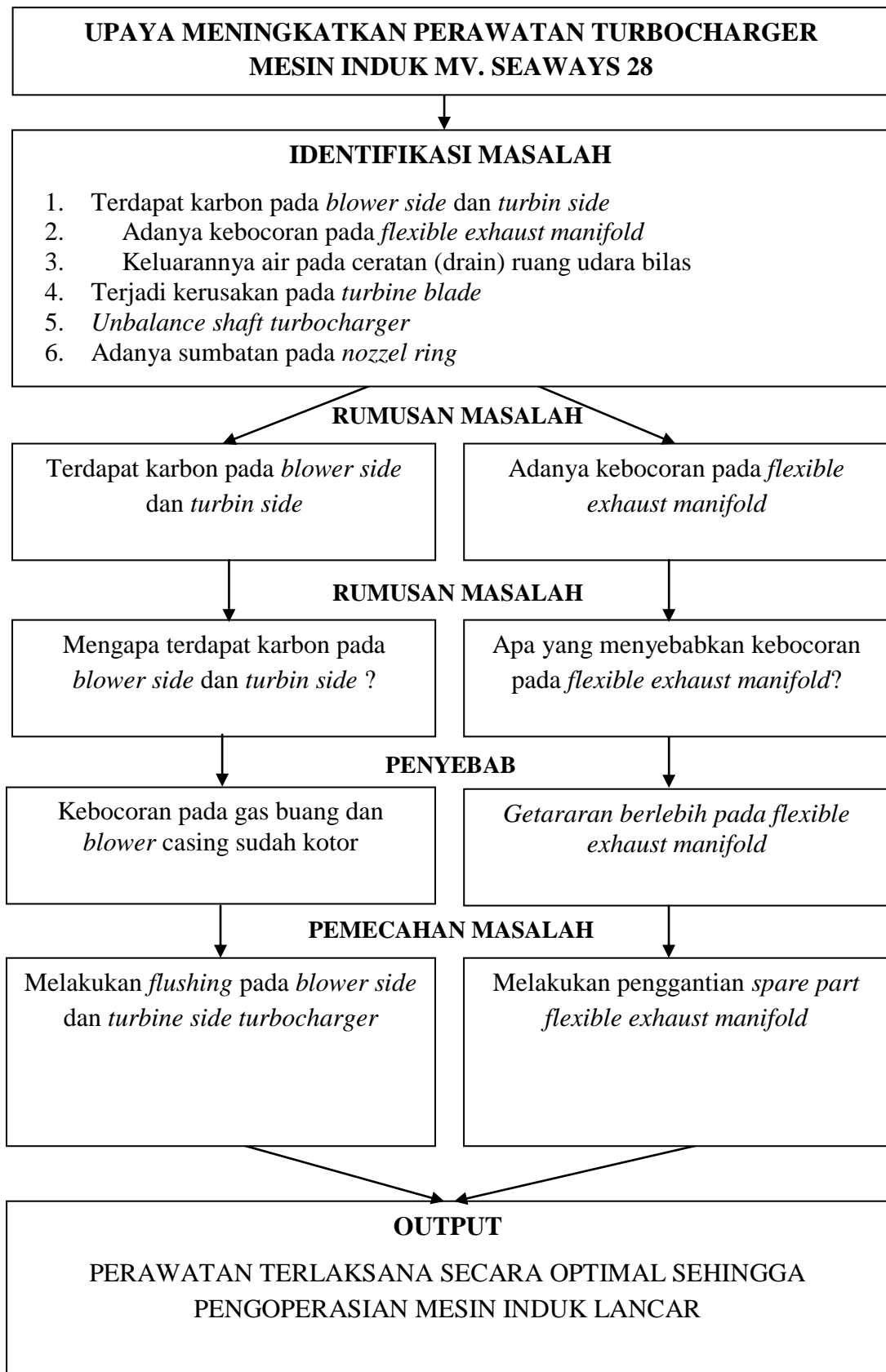
Karyanto (2020:21), mengatakan bahwa prinsip kerja *turbocharger* adalah proses pembuangan gas buang didalam silinder motor dilakukan oleh

piston yang mendorong gas buang hasil pembakaran sehingga gas buang didalam ruang bakar terdorong keluar melalui katup buang menuju saluran buang *exhaust manifold*. Gas buang menekan kesuatu *roda turbin* sehingga menghasilkan putaran. *Blower* yang dipasang seporos dengan *roda turbin* menghasilkan putaran akibat terdorong oleh gas sisa hasil pembakaran yang keluar melalui cerobong mesin, sehingga menghasilkan tekanan udara, hembusan udara yang mengakibatkan terjadinya pemadatan udara masuk dengan tekanan diatas satu atmosfer ke dalam silinder.

3. Kapal

Berdasarkan Undang-Undang RI No.1 Tahun 2008 tentang Pelayaran pasal 1 ayat 36 bahwa kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah. Pada pasal 34 dijelaskan bahwa keselamatan kapal adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan material, konstruksi, bangunan, permesinan dan perlistrikan, stabilitas, tata susunan serta perlengkapan termasuk perlengkapan alat penolong dan radio, elektronik kapal, yang dibuktikan dengan sertifikat setelah dilakukan pemeriksaan dan pengujian.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

MV. Seaways 26 adalah kapal jenis *pleasure craft*, salah satu armada milik Damen Group dengan data kapal sebagai berikut :

<i>Ship name</i>	: Seaways 26
<i>Yard number</i>	: 532316
<i>Yard of contruction</i>	: Damen Shipyards Singapore
<i>Ship type</i>	: FCS 2206
<i>Classification</i>	: BV I# HULL* MACH Light Ship/Crew Boat, Sea Area 3
<i>Gross Tonnage</i>	: 65 Ton
<i>Length o a</i>	: 22.10 m
<i>Length mid</i>	: 19.80 m
<i>Length p.p</i>	: 19.00 m
<i>Breadth o a</i>	: 5.70 m
<i>Depth mid</i>	: 2.57 m
<i>Draught (summer)</i>	: 1.50 m
<i>Least moulded Depth</i>	: 2.45 m
<i>Main Engine</i>	: 2 x Caterpillar C 32 TTA Total 2600 HP.
<i>Propulsion</i>	: 2 HAMILTON WATER JET HM 521.
<i>Turbocharger</i>	: GP 298 – 8854.

Selama penulis bekerja di atas kapal MV. Seaways 26 sebagai *Chief Engineer* sejak 07 Januari 2022 sampai dengan 30 Maret 2023, penulis menemui beberapa permasalahan yang berkaitan dengan *turbocharger*, diantaranya yaitu:

1. Terdapat Karbon pada *Blower Side* dan *Turbin Side*

Pada tanggal 27 Januari 2023 ,jam 02:30 lokal time di BP Angola Oilfield, Luanda Africa terjadi kerusakan pada *turbocharger*. Hal ini berawal saat pihak

Kantor (Operasional) meminta kapal untuk menggunakan kecepatan 85% agar tiba di pelabuhan tepat waktu. Saat kecepatan kapal dinaikan menjadi 85% tetapi putaran mesin induk tidak mau naik sesuai yang diinginkan. Oleh karena itu *handle rack* bahan bakar dikembalikan ke semula. Setibanya di pelabuhan dilakukan pengecekan dan menganalisa data yang berkaitan dengan mesin induk mengenai penyebab masalah tersebut. Setelah dilakukan pengecekan ternyata penyebabnya bukan dari mesin induk melainkan dari *turbocharger*.



Gambar 3.1 *Overhaul turbocharger*

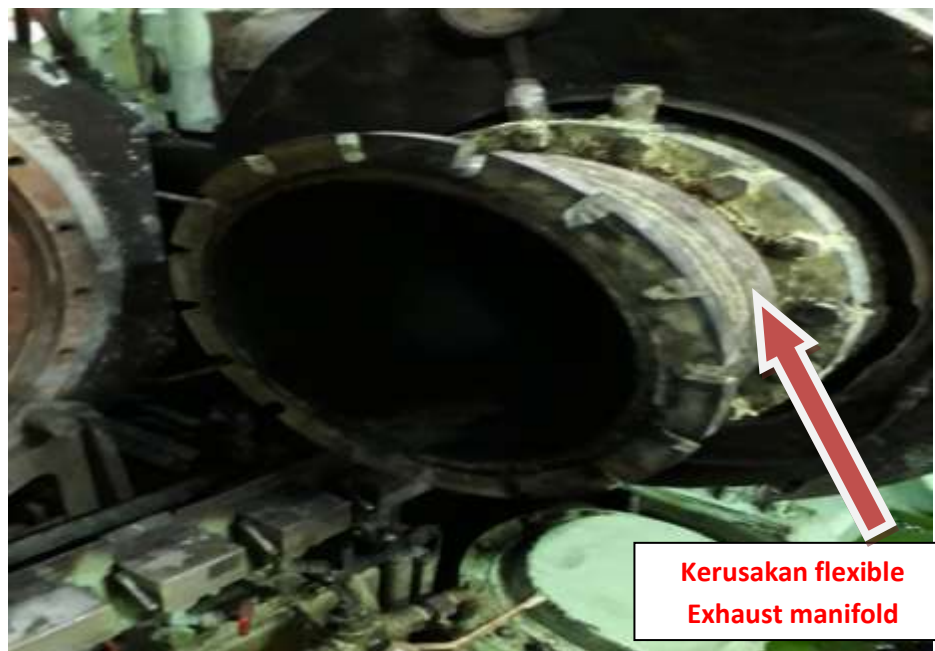
Setelah dilakukan *overhaul* ditemukan bahwa *nozzle ring turbo charger* kotor oleh karbon dan jelaga-jelaga dari pembakaran mesin induk. Hal ini mengakibatkan aliran gas buang terhambat dan putaran *turbocharger* rendah. Sehingga berdampak pada penurunan performa mesin induk sehingga kapal mengalami keterlambatan

2. Adanya kebocoran pada *Flexible Exhaust Manifold*

Pada tanggal 07 Februari 2022, pukul 04. 15 LT kapal dalam pelayaran di BP Angola Oilfield, Luanda Africa terdengar suara yang berbeda di sekitar *flexible*

exhaust manifold dan di sertai dengan meningkatnya suhu panas pada silinder mesin induk.

Selanjutnya segera dilakukan pengecekan dan ditemukan adanya indikasi kebocoran pada *flexible exhaust manifold*. Karena dikhawatikan kebocoran akan semakin membesar yang akan menyebabkan kurangnya pasokan *gas exhaust* yang mendorong *turbin blade*, maka ABK mesin yang sedang berjaga melaporkan kepada KKM, bahwa telah terjadi kebocoran pada *flexible exhaust manifold*. Selanjutnya KKM akan menghubungi ke anjungan dan memberitahukan kondisi *di kamar mesin* serta meminta waktu untuk diadakan perbaikan dan penggantian *Flexible exhaust manifold* (dalam hal ini *stop main engine*). Pukul 04.40 LT.



Gambar 3.2 *Flexible Exhaust Manifold*

Setelah itu dilakukan pencabutan dan penggantian *flexible exhaust manifold* menggunakan *ready spare part* (rekondisi). Proses penggantian *flexible exhaust manifold* berjalan lancar tanpa kendala/kesulitan. Selanjutnya pada pukul 06.55 LT. *running main engine*, setelah dipastikan *running normal*, maka Rpm dinaikan bertahap. Pada pukul 07.15 LT *rpm main engine full speed (sea speed)*, kapal melanjutkan perjalanan menuju Block 31

Setelah melakukan pelayaran beberapa jam, pada pukul 12.40 LT kembali

terdengar suara mendesis di sekitar *flexible exhaust manifold* dan di sertai suhu yang meningkat. Kemudian kembali di lakukan pengecekan dan didapati kasus kerusakan yang sama pada *flexible exhaust manifold* seperti kejadian pagi harinya. Selanjutnya dilakukan penggantian *flexible exhaust manifold* seperti di atas, menggunakan *ready spare part* (rekondisi) dikarenakan tidak tersedia suku cadang yang baru di atas kapal. Melihat kejadian tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadinya kebocoran pada *flexible exhaust manifold* pada mesin induk dikarenakan penggantian menggunakan suku cadang rekondisi, bukan suku cadang yang baru dan asli (*genuine part*).



Gambar 3.3 *Flexible Exhaust Manifold* baru

Kebocoran *flexible exhaust manifold* pada *turbocharger* dapat memiliki beberapa dampak dan akibat yang dapat mempengaruhi kinerja mesin. Kebocoran pada *flexible exhaust manifold* dapat mengakibatkan kebocoran pada sistem pembuangan gas buang. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kinerja mesin karena adanya kebocoran pada tekanan gas buang yang seharusnya menggerakkan *turbocharger*.

B. ANALISIS DATA

Beberapa penyebab dari permasalahan diatas sesuai dengan landasan teori dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Terdapat Karbon pada *Blower Side* dan *Turbin Side*

Mesin induk di atas MV. Seaways 26 menggunakan mesin diesel yang dilengkapi dengan *turbocharger*. Dimana *turbocharger* gunanya adalah untuk mengurangi kerugian gas pembuangan. *Turbocharger* ini bekerja dengan adanya tekanan dari gas buang sewaktu mesin induk sedang beroperasi. Pada saat kapal berlayar dari block 31 ke block 18 BP ANGOLA dan putaran *Turbocharger* tercatat pada *tachometer* sebesar 1890 Rpm dengan Load 87%.

Gas buang yang keluar dari masing-masing *syinder* sesuai dengan *firing order* ini memutar sudu turbin yang pada saat bersamaan memutar *blower* untuk memompakan udara bersih kedalam silinder. Apabila ada salah satu silinder atau lebih yang pembakarannya tidak sempurna, maka akan mengakibatkan tekanan gas buang tidak rata.

Akibatnya putaran *turbocharger* juga tidak stabil, dimana putaran mesin induk 1890 rpm serta sering menimbulkan suara *Surging* pada sisi *blower Turbocharger* mesin induk. Hal ini kemungkinan bisa disebabkan dari keadaan sudu-sudu dari pada *Turbin Side* sudah mulai tebal dengan karbon yang menempel. Dengan adanya masalah tersebut akan berpengaruh pada kurangnya pengisapan udara dan pasokan udara bersih ke dalam silinder oleh *blower turbo*.

Kebocoran pada gas buang disebabkan terjadinya suhu *ekstrem* pada *exhaust manifold* gas buang. Sedangkan sambungan *flexible expansion joint* yang berfungsi untuk meredam pemuaian pipa tersebut dari bahan yang tipis. Jadi kalau sering terjadi pemuaian yang *ekstrem* maka sambungan pipa tersebut yang akan pecah lebih dahulu. Apabila gas buang yang bocor ini ikut terisap oleh *blower turbocharger*, maka udara yang mengandung jelaga ataupun kotoran minyak akan masuk ke dalam *Air cooler* yang lama-kelamaan dapat menyebabkan sisi udara *air cooler* buntu. Ini akan mengakibatkan pasokan udara yang melewati *air cooler* terganggu yang selanjutnya berpengaruh pada kinerja mesin induk. Selagi penyebab kebocoran gas buang ini belum diatasi,

maka *air cooler* sisi udara akan tetap kotor bahkan bisa makin parah atau buntu sama sekali.

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

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah faktor terpenting dalam pengoperasian kapal, terutama pemeliharaan *turbocharger* dan mesin induk sebagai penggerak kapal. Untuk pemeliharaan tersebut perlu dibutuhkan seorang Masinis yang handal dan mampu untuk melaksanakan serta memiliki motivasi yang tinggi dalam melaksanakan kerja sesuai planing dan tujuan yang diharapkan. Dalam *Planned Maintenance System* (PMS) di kapal dibuat oleh masing-masing Kepala Departement yang mengacu pada *instruction manual* *ISM Code* maupun dari *instruction book* yang dikeluarkan *maker*, PMS ini setelah selesai dibuat ditandatangani 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 *turbocharger* disini tidak mengacu pada jadwal pemeliharaan yang telah ditentukan.

Pada saat akan dilakukan perawatan dan pada *turbocharger*, ternyata di ruang penyimpanan suku cadang tidak tersedia suku cadang yang diperlukan. Untuk memperoleh suku cadang yang asli perusahaan harus membeli dengan biayanya yang cukup mahal sehingga membutuhkan waktu yang lama. Padahal pihak kapal telah mempersiapkan permintaan 3 (tiga) bulan sebelum suku cadang habis. Disamping itu sudah sering diingatkan dari kapal ke kantor, agar suku cadang yang sudah dipesan supaya segera dikirim ke kapal.

Pengiriman suku cadang yang tidak tepat waktu, seperti penulis alami dikarenakan operasi kapal yang sangat sibuk. Suku cadang yang dikirim ke kapal sering mengalami keterlambatan karena harus dipesan dari *maker*

Caterpillar USA sebagai pembuat mesin. Dan lagi yang sering penulis alami, kesalahan dalam penerimaan suku cadang. Pada waktu akan diadakan pergantian pada *bearing turbin side*, ternyata salah dan ukurannya tidak sesuai dengan aslinya, maka hampir tidak bisa dipasang kembali. Untuk itu harus menunggu suku cadang yang baru dan asli sesuai buku panduan, terutama pada diameter luar *rotor shaft* dan *diameter* dalam *bearing* tidak sama.

Suku cadang sangat berpengaruh kepada perawatan mesin untuk menunjang kelancaran operasional kapal. Dalam hal ini perusahaan telah menetapkan standar minimum level suku cadang mesin induk yang harus ada di atas kapal. Fakta yang penulis alami di atas MV. Seaways 26 ketersediaan suku cadang kurang diperhatikan, khususnya suku cadang dari pada turbocharge. Hal ini mengakibatkan kegiatan perawatan tidak dapat dilaksanakan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dalam *Planned Maintenance System (PMS)*. Untuk itu *Chief Engineer* perlu menjalin komunikasi yang baik dengan pihak perusahaan dalam hal pengadaan suku cadang agar ketersediaan suku cadang di atas kapal dapat terpenuhi.

Ditambah lagi kurangnya suku cadang pendukung lainnya seperti pada bagian-bagian filter udara. Dengan minimnya ketersediaan suku cadang yang tidak mencukupi standar minimum tingkatan perawatan sesuai anjuran (*maker*) pembuat mesin, maka perawatan mesin induk dan permesinan bantu lainnya tidak akan optimal.

2. Adanya Kebocoran Pada *Flexible Exhaust Manifold*

Faktor penyebab terjadinya kebocoran pada flexible exhaust manifold diantaranya yaitu flexible exhaust manifold bergetar. sehingga kedua sisi pipa akan saling tarik dan akan mengakibatkan kekalahan terhadap material yang tidak kuat atau akan mengakibatkan dari pada gasket di kedua sisi rusak ataupun akan merusak baut di kedua sisi.

Selain itu, untuk mencegah hal yang sama terjadi kembali maka perlu dilakukan perawatan secara terencana sesuai PMS. Adapun kerusakan yang ditimbulkan oleh getaran-getaran pada pipa exhaust manifold diantaranya yaitu:

a. *Pipa exhaust akan pecah*

- b. *Flexible* akan mengalami kebocoran
- c. *Baut / mur* akan longgar
- d. *Packing / gasket* akan mengalami kerusakan

Flexible ini berfungsi untuk meredam atau menghubungkan kedua sisi pipa baik yang keluar dari pada *exhaust manifold* ataupun pipa yang masuk ke *manifold turbocharger* sehingga gas buang yang masuk ke sisi turbin side terpenuhi.

Pipa *exhaust* berfungsi untuk mengalirkan gas dari hasil pembakaran mesin untuk di keluarkan kebagian luar dari ruang mesin, meredam kebisingan dan juga untuk mengurangi pencemaran gas buang. Pada proses hasil dari pembakaran maka pasti terdapat sisa pembakaran yaitu, *hydro carbons (fuel)*, *carbon monoxide*, *carbon dioxide*, *nitrogen oxides*, *sulfurdioxide*, *phosphours* atau juga terdapat molekul dari logam berat seperti *molybdenum*. Semuanya berupa gas dan selanjutnya di bawah tekanan tinggi maka gas buang yang mempunyai suhu yang tinggi itu akan di dorong oleh piston masuk kebagian *exhaust manifold*, biasanya *exhaust manifold* terbuat dari cast iron, stainless steel atau fiberglass.

Dalam desain *exhaust system* maka harus dipertimbangkan temperature gas buang yang dihasilkan mesin, kekuatan getaran, lingkungan juga harus memenuhi standar yang mengatur tentang desain *exhaust system*. Sambungan pada *exhaust system* juga harus menahan kemungkinan terjadinya keretakan. Dalam pengoprasiannya *exhaust system* harus mempunyai ketahanan untuk mengalirkan gas dengan temperature yang tinggi. Untuk beberapa engine yang besar temperature gas buang bisa mencapai 350°F, sehingga desain *exhaust pipe* bisa tahan pada temperature gas buang mencapai 800°F (www.wipo.int) untuk menjaga supaya *exhaust pipe* tetap bisa mengalirkan gas buang tersebut dengan baik dan aman.

Flexible exhaust pipe merupakan saluran penyambung pipa cabang *exhaust* keperedam suara. Fungsi dari pipa, adalah mencegah tegangan timbul oleh pemuaian dari pipa panas, dan untuk menyederhanakan konstruksi peredam suara. Agar dapat berfungsi dengan baik, maka perlu menggunakan pipa *exhaust* yang asli. Akan tetapi fakta yang penulis temui di atas MV. Seaways

26 seringkali digunakan suku cadang yang tidak asli dikarenakan tidak tersedianya suku cadang asli di atas kapal.

C. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan paparan penyebab permasalahan di atas penulis mencoba untuk membahas solusi dari permasalahan yang dapat mengganggu kelancaran proses *turbocharger* mesin induk, dengan diatasi sebagai berikut :

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Terdapat Karbon pada *Blower Side* dan *Turbin Side*

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu:

Melakukan *Flushing* pada *Blower Side* dan *Turbine Side Turbocharger*

Terjadinya kondisi *abnormal* pada *turbocharger* dikarenakan tidak terlaksananya perawatan sesuai *planned maintenance system (PMS)*.





Gambar 3.4 Perawatan turbocharger

Perawatan pada sudu-sudu turbin (*moving blade*) dapat dilakukan dengan cara menginjeksikan material pembersih *marine grit* dengan udara bertekanan 0.4 Mpa - 0.9 Mpa melalui perangkat pencucian yang terpasang dengan sedemikian rupa pada konstruksi turbin, urutan pada pencucian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Pada saat mesin penggerak utama beroperasi, turunkan putaran *turbocharger* dari putaran normal yang biasanya pada saat kapal pada kecepatan penuh antara penurunan putaran dari 1890 Rpm ke 1500 Rpm.
- 2) Hubungkan peralatan pencucian *turbocharger* dengan udara bertekanan untuk menginjeksikan material pembersih.
- 3) Buka katup udara bertekanan selama satu sampai dua menit untuk proses pendinginan sistem pembersihan. Pastikan katup udara bertekanan sudah tertutup rapat.

- 4) Buka tutup tabung penampung dan masukan *marine grit* sebanyak 0.7 liter, dan tutup kembali dengan benar benar rapat penutup *tank* tersebut supaya tidak ada udara bocor keluar melalui tutup tersebut.
- 5) Lakukan proses pencucian (*moving blade*) dengan membuka katup angin dan katup material masuk ke sistem dan *marine grit* yang masuk dengan udara yang bertekanan akan menembus karbon atau kotoran yang menempel, sehingga kotoran yang menempel akan bersih terangkat dan keluar ikut dengan gas buang keluar cerobong. Lakukan proses tersebut sampai *marine grit* dalam tabung habis.
- 6) Setelah selesai penbersihan naikan putaran pada putaran normal kembali.

Perawatan pada sudu-sudu *blower* atau yang sering disebut juga dengan *flushing* pembersihan dengan menggunakan air hangat yang disemprotkan oleh *nozzle* dalam bagian sisi *blower*. *Nozzle* ini dihubungkan dengan sebuah tabung air tawar dengan dosis tertentu yang dipasang di luar kesing dan dilengkapi dengan sebuah katup. Ketika katup dibuka air tawar di dalamnya akan terhisap karena adanya gaya aksial dan keadaan vakum pada *blower*, air ini disemprotkan menjadi partikel yang sangat kecil dan membersihkan kotoran karbon yang menempel pada sudut tertentu. Pencucian seperti ini harus dilakukan dengan keadaan *turbocharger* berputar pada putaran maksimum dan mesin pada putaran penuh.

Penggantian bagian-bagian *turbocharger* yang rusak dengan suku cadang yang asli dan sesuai, Bagian yang rusak sebaiknya dilakukan perbaikan atau penggantian dengan suku cadang yang asli bukan hasil dari rekondisi. Pihak perusahaan seharusnya menggunakan suku cadang yang benar-benar berasal dari pemasok suku cadang yang asli (*genuine parts*) yang dapat dipercaya (*reliable supplier*) dan dilengkapi dengan *manufacture certificate*. Banyak manfaat yang dapat diambil dengan menggunakan suku cadang yang sesuai seperti memperpanjang usia mesin dan kinerja mesin menjadi sempurna.

b. Adanya Kebocoran Pada *Flexible Exhaust Manifold*

Pada dasarnya parameter suatu mesin adalah kekuatan dan putaran. Kekuatan dan putaran tersebut tergantung dengan kecepatan kapal yang diinginkan dan hambatan yang timbul pada pergerakan kapal. Pada sistem transmisi mesin tidak semua daya yang dihasilkan mesin diserap oleh semua menjadi gerak, banyak energi yang terbuang dalam bentuk panas dan getaran.

Getaran kapal merupakan salah satu bagian dari keseluruhan masalah yang tercakup dalam dinamika kapal (*ship dynamic*). Getaran adalah gerakan bolak-balik yang ada di sekitar titik keseimbangan di mana kuat lemahnya dipengaruhi besar kecilnya energi yang diberikan. Dalam dunia perkapalan, getaran paling besar terjadi pada ruang mesin. Karena pada ruang mesin terdapat mesin utama (*main engine*) yang bekerja sebagai penggerak utama kapal.

Hal ini disebabkan pada ruang mesin terdapat main engine yang sangat besar dimana mesin ini sebagai mesin utama kapal untuk bergerak. Berikut adalah metode pengukuran getaran, antara lain:

1) *Metode Impact*

Teknik pengukuran jenis ini digunakan untuk menentukan frekuensi alami dari materi struktur dan peralatan berhenti. Biasanya digunakan untuk melakukan pengecekan pada perancangan plat, panel dan penegar pada bangunan atas dan dinding tangki di area kamar mesin sebelum kapal selesai dikerjakan secara total.

Struktur alat biasanya di bagian atasnya terdapat dua sampai delapan accelerometer yang telah dipasang sebelum diberi magnet dengan tangan. Dipukul secara tidak berirama dengan palu. Palu tersebut dipasang bantalan karet pada permukaan pukulnya dan terdapat peralatan tambahan berupa accelerometers untuk pengukuran benturan paksa. Sebagai hasilnya, komponen mendapatkan local defect dan bergetar pada frekuensi naturalnya. Melekat dengan transfer function, dan secara terus menerus dimonitor pada FFT analyser, menandai ketika pengukuran bisa dihentikan.

2) *Electronic System*

Pengukuran getaran yang menggunakan suatu sistem elektronik yang menghasilkan suatu rekaman yang bersifat permanen. Alat transducers memungkinkan untuk menghasilkan sinyal yang proposional atau sebanding untuk akselerasi, percepatan atau pergantian jarak (*displacement*). Perekam pada sistem elektronik ini dapat dibuat baik dari magnetic tape, kertas osilograf atau di dalam format digital (komputer).

Penggunaan kertas osilograf selama pengetesan getaran dimaksudkan agar jejak getaran bisa diperiksa secara langsung dan hal tersebut akan sangat menolong dalam mengevaluasi getaran yang ada. Ketika *displacement* dari pada percepatan dan akselerasi direkam, sinyal frekuensi rendah yang diinginkan berhubungan dengan gerakan suatu getaran yang penting adalah komponen utama yang harus direkam. Lalu, rekaman sap di evaluasi sejak dibawah kemungkinan frekuensi tinggi dengan amplitude displacement yang rendah. Perlengkapan harus tersedia untuk pengendalian sistem yang sesuai guna mengakomodasi range amplitude yang lebar.

3) *Vibration Analyzer*

Suatu alternative dengan biaya yang cukup murah dalam pemantauan secara kontinu sinyal getaran adalah dengan mengambil data getaran dari mesin pada interval waktu rutin melalui alat vibration analyzer genggam yang dapat menampilkan output Analisa getaran langsung ditempat seperti nilai puncak, filter, RMS dan lainnya, serta spectrum FFT. Alat genggam ini dilengkapi dengan sebuah *accelerometer vibration pick-up*, sehingga teknisi pemeliharaan dapat secara aman menyentuh bagian yang akan dipantau pada tiap mesin pemeriksaan rutin.

Tidak tersedianya suku cadang di atas kapal menyebabkan perawatan terhadap *flexible exhaust manifold* tidak terlaksana sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*. Pada saat melakukan perbaikan pipa *exhaust*, penulis menemukan pipa *exhaust* sdh korosi dan harus

diganti, akan tetapi karena tidak tersedianya suku cadang di atas kapal, *flexible exhaust pipe* tidak diganti dengan yang baru melainkan hanya direkondisi. Hal ini menyebabkan *flexible exhaust pipe* tidak akan bertahan lama

Suku cadang diatas kapal dimutahirkan setiap akhir bulan dan dilaporkan ke perusahaan dengan laporan bulanan. KKM harus memastikan bahwa suku cadang yang ada di kapal harus sesuai dengan persediaan minimum yang ditentukan. KKM sebagai penanggung jawab di Departemen Mesin membuat permohonan permintaan suku cadang yang dibutuhkan di kapal atau di Bagian Mesin dan dimutahirkan.

Berhubung tidak adanya suku cadang yang asli (*genuine part*) diatas kapal, maka perbaikan sementara saja yang bisa dilaksanakan, yaitu dengan melakukan proses pembalutan Semen pada pipa yang rusak kemudian dan dipasang kembali untuk melanjutkan pelayaran. Dalam hal ini penulis menyadari betapa pentingnya peranan suku cadang asli diatas kapal.

Pada kesempatan lain masalah yang didapati penulis di kapal yaitu kapal tidak menerima suku cadang yang diperlukan atau keterlambatan pengiriman oleh agen kapal. Terkadang juga kapal hanya mendapatkan suku cadang yang direkondisi atau hanya di *service* saja. Mengingat waktu yang dibutuhkan untuk membongkar *flexible exhaust pipe* sekitar 1 (satu) sampai 2 (dua) jam. Jika pekerjaan lancar dan jika ada suku cadang yang siap, maka setelah diganti *flexible exhaust pipe* mesin induk yang bermasalah dengan cadangan yang siap. Kemudian *flexible exhaust pipe* yang bekas tadi dilakukan perawatan dengan cara di balut semen untuk dijadikan *spare part* (rekondisi).

Flexible exhaust pipe yang telah dibungkus semen (*spart rekondisi*) tadi telah siap untuk menggantikan *flexible exhaust pipe* apabila terjadi kerusakan lagi atau *spare* buat yang jam kerjanya sudah mendekati yang ditentukan oleh pembuat mesin atau ketentuan dari

Perusahaan. Hal tersebut diatas dilakukan terus menerus untuk menunjang kelancaran operasional kapal.

Untuk merawat pada bagian ini dilakukan dengan selalu menjaga isolasi tetap baik dan harus menjaga baut dan sambungan tetap terikat kencang, atau memasang breaket. Jangan sampai ada kelonggaran dari ikatan baut sebab akan memberikan kesempatan lebih bebas dari getaran. Akibat pengaruh getaran mesin atau kapal dan kemungkinan kebocoran gas buang keluar akibat rusaknya *flexible exhaust pipe* karena getaran yang berlebih. Selalu *maintenance* minimal *spare part* tetap tersedia dan siap digunakan pada saat diperlukan.

Apabila terdeteksi adanya kebocoran gas buang segeralah melakukan pengecekan dari mana sumber kebocoran. Apabila diketahui dari *flexible exhaust pipe* bocor atau pecah segeralah lakukan penggantian dengan suku cadang yang sudah siap sehingga permasalahan dapat segera diatasi dan efek dari kebocoran gas buang terhadap keadaan di kamar mesin bisa dihindarkan.

Dalam hal permasalahan kebocoran baik pada sambungan *plans* dan pada *flexible exhaust pipe* yang bocor hanya saja pada waktu itu tidak mencukupi untuk sementara mengatur waktu yang aman, maka hanya dilakukan dengan dibalut oleh semen lalu dibalut oleh asbestos supaya gas buang tidak bocor untuk beberapa waktu sehingga siap waktu untuk diganti dengan *spare part* yang tersedia. Selama perjalanan maka lakukan persiapan-persiapan bahan dan kunci-kunci yang diperlukan. Sehingga akan lebih cepat dan lancar saat proses penggantian.

Pada saat pelaksanaan mengganti atau memasang *flexible exhaust manifold* haruslah diperhatikan arah nya jangan sampai terbalik harus searah dengan aliran gas buang, sehingga umur *flexible exhaust pipe* tersebut tidak cepat rusak.

Hal-hal yang perlu diperhatikan agar *flexible exhaust manifold* tidak cepat rusak diantaranya adalah:

- a) Menjaga agar jangan sampai terjadi adanya *pressure* yang berlebih atau *back pressure* akibat gas buang tidak lancar keluar cerobong akibat tertahan oleh sudu pancar yang menyempit akibat kotoran yang menempel.
 - b) Menjaga temperatur gas buang yang *over heat*.
 - c) Menghindari adanya getaran yang berlebihan.
 - d) Menjaga dari terjadinya *over speed engine*.
- 4) Rutin Membersihkan Ruang Bilas Pada Mesin Induk

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

Hal ini perlu dilakukan sebab sesuai dengan pengalaman penulis, katub ini 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 ini 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 ini harus dibuka penuh agar kotoran - kotoran lebih mudah keluar.

Ruang udara bilas mesin harus selalu dirawat secara rutin dengan jalan dibersihkan, yang perlu di ingat saat akan melakukan pembersihan udara bilas dan sebelum masuk baik ke dalam *under piston side* maupun pada *scaving trunk side* adalah:

- a) Pastikan mesin dalam kondisi dingin.
- b) Sebelum memasuki ruangan udara bilas sebaiknya lakukan *free gas* agar aman saat berada di dalam untuk melakukan pembersihan.

- c) Sebaiknya *Engineer* yang bertanggung jawab melakukan *Risk Assessment* (penilaian resiko) untuk memastikan kembali kondisi aman.

Dalam kondisi normal pembersihan dilaksanakan setiap 300 jam kerja, namun dengan memperhatikan kondisi yang tidak normal jam kerja tersebut harus dikesampingkan dalam melakukan pembersihan hal ini untuk menghindari terjadinya penumpukan residu yang dapat mengakibatkan kebakaran di ruang udara bilas dan menghindari penyumbatan terhadap saluran udara bilas pada *silinder* liner serta penyumbatan *valve* dan pipa drain hasil tetesan oli *silinder*, namun yang paling penting yang harus dilakukan adalah mengatasi / memperbaiki penyebab banyaknya terdapat kotoran atau residu di ruang udara bilas.

2. Evaluasi terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Terdapat karbon pada *blower side* dan *turbin side*.

Evaluasi pemecahan masalahnya yaitu :

Melakukan *Flushing* pada *Blower Side* dan *Turbine Side Turbocharger*

Keuntungannya :

- 1) Proses pengerjaan lebih mudah
- 2) Hasil yang cukup efektif
- 3) Tidak membutuhkan biaya yang besar untuk suku cadang

Kerugiannya :

- 1) Proses *flushing* memakan waktu lebih lama
- 2) Tidak dapat mengetahui kondisi dari komponen *turbocharger* lainnya, karena tidak dilakukan pembongkaran.
- 3) Harus dilakukan secara berkala

b. Adanya kebocoran pada *flexible exhaust manifold*

Evaluasi pemecahan masalahnya yaitu :

Melakukan penggantian *spare part flexible exhaust manifold*

Keuntungannya :

- 1) Dengan penggantian spare part baru maka dapat dipastikan bahwa *flexible exhaust manifold* berfungsi dengan baik, tidak ada lagi kebocoran.
- 2) Masa pakai yang lebih lama, sehingga meringankan pekerjaan perawatan harian

Kerugiannya :

- 1) Membutuhkan suku cadang baru untuk *flexible exhaust manifold*
- 2) Perlu ketelitian Masinis pada proses pemasangan/penggantian *flexible exhaust manifold* baru

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka penulis memilih salah satu alternatif pemecahannya yaitu :

a. Terdapat karbon pada *blower side* dan *turbin side*

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, solusi yang dipilih yaitu melakukan *flushing* pada *blower side* dan *turbine side turbocharger*.

b. Adanya kebocoran pada *flexible exhaust manifold*

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, solusi yang dipilih yaitu melakukan penggantian *spare part flexible exhaust manifold*

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya, mengenai permasalahan yang terjadi pada *turbocharger*, maka penulis menyimpulkan beberapa penyebab dari permasalahan tersebut diantaranya:

1. Terdapat karbon pada *blower side* dan *turbin side* dikarenakan perawatan tidak dilaksanakan sesuai jadwal yang telah ditetapkan. Hal ini menyebabkan performa *turbocharger* tidak maksimal. Oleh karena itu perlu dilakukan *flushing* pada *blower side* dan *turbine side turbocharge*.
2. Adanya kebocoran pada *flexible exhaust manifold* dikarenakan besarnya getaran pada *flexible exhaust pipe* sudah melebihi jam kerja (*running hours*). Oleh karena itu perlu dilakukan penggantian *flexible exhaust manifold* dengan suku cadang baru.

B. SARAN

Dari beberapa kesimpulan mengenai penyebab dari terjadinya permasalahan pada *turbocharger*, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Masinis I seharusnya melakukan *flushing* pada *blower side* dan *turbine side turbocharger* secara maksimal agar *turbocharger* dapat bekerja secara maksimal.
2. ABK Mesin hendaknya melakukan penggantian *spare part flexible exhaust manifold* dan membersihkan ruang bilas pada mesin induk secara rutin sesuai jadwal yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Johan Handoyo, Jusak. (2015), *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*, Jakarta: Djangkar
- Johan Handoyo, Jusak. (2015), *Manajemen Perawatan Permesinan Kapal, Edisi 3* Jakarta: Djangkar
- Undang-Undang No.17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran
- Zainal Arifin, dan Sukoco. (2008). *Teknologi Motor Diesel, Cetakan Pertama*, Bandung: Alfabeta
- Daryanto. (2006), *Motor Diesel Kapal, jilid 1*; Pusdiklat Perhubungan Laut Jakarta.
- Habibie, J. E. (2006), *Managemen Perawatan dan Perbaikan*. Jakarta : Djangkar
- Karyanto. (2000), *Panduan Reparasi Mesin Diesel, Dasar Operasi Service*, Jakarta: CV. Pedoman Ilmu Jaya

DAFTAR ISTILAH

- Bearing* : Bantalan yang berfungsi sebagai penyangga rotor sehingga membuat rotor dapat stabil/lurus pada posisinya di dalam *casing* dan rotor dapat berputar dengan aman dan bebas.
- Blower* : Bagian dari komponen *turbocharger* yang bersebelahan atau dipasang satu as dengan turbin. Peralatan tersebut berfungsi menghasilkan udara bilas yang ditekan ke dalam silinder mesin.
- Casing* : Suatu wadah berbentuk menyerupai sebuah tabung dimana rotor ditempatkan. Pada ujung *casing* terdapat ruang besar mengelilingi poros turbin disebut *exhaust hood*, dan diluar *casing* dipasang bantalan yang berfungsi untuk menyangga rotor.
- Cylinder* : Bagian dari komponen mesin untuk tempat bergeraknya torak di dalamnya, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.
- Dynamic balancing rotor blade* : Perbaikan untuk menyeimbangkan *rotor blade* agar kembali seimbang (*balance*).
- Engineer* : Orang yang bertugas dan bertanggung jawab untuk merawat dan menjaga mesin induk dan alat-alat lainnya yang berhubungan dengan mesin di atas kapal (perwira mesin).
- Exhaust Manifold* : Saluran pipa gas buang tiap-tiap silinder dan diproses untuk menghasilkan udara bilas melalui *turbocharger*.
- Ignition Delay* : Keterlambatan pembakaran didalam ruang pembakaran mesin.
- Impulse system* : Memasukkan udara yang bertekanan ke dalam silinder motor menggunakan *turbocharger* dengan sistem denyut.

<i>Injector</i>	: Bagian dari komponen mesin yang berfungsi untuk pengabutan bahan bakar sehingga terjadinya ledakan atau pembakaran yang terjadi di dalam silinder mesin.
<i>Intercooler</i>	: Suatu alat khusus dengan bahan anti karat, dilengkapi dengan sirip-sirip campuran alumunium yang berfungsi mendinginkan gas buang yang akan diproses oleh <i>turbocharger</i> .
<i>Moving Blade</i>	: Sudu-sudu yang dipasang dipasang di sekeliling rotor membentuk suatu piringan. Dalam suatu rotor turbin terdiri dari beberapa baris piringan dengan diameter yang berbeda-beda. Banyaknya baris sudu gerak biasanya banyaknya tingkat.
<i>Nozzle Ring</i>	: Bagian komponen dari <i>turbocharger</i> yang berbentuk saluran untuk mengatur kecepatan gas buang yang disalurkan untuk memutar <i>turbin blade</i>
<i>Overhaul</i>	: Melakukan pengecekan secara menyeluruh dan melakukan perbaikan atau mengganti jika ada yang rusak.
<i>Piston</i>	: Bagian dari komponen mesin yang berfungsi untuk menghasilkan kompresi hingga terjadi ledakan.
Poros	: Pada umumnya poros turbin sekarang terdiri dari silinder panjang yang solid. Sepanjang poros dibuat alur-alur melingkar yang biasa disebut akar (<i>root</i>) untuk tempat dudukan, sudu-sudu gerak (<i>moving blade</i>). : Bagian yang berputar terdiri dari poros dan sudu-sudu gerak yang terpasang mengelilingi rotor. Jumlah baris sudu-sudu gerak pada rotor sama dengan jumlah baris sudu diam pada <i>casing</i> . Pasangan antara sudu diam dan sudu gerak disebut tingkat (<i>Stage</i>).
<i>Surging</i>	: Suatu titik operasi dimana <i>compressor</i> tidak mampu mempertahankan kestabilan aliran untuk memberikan udara tekanan lebih, dan terjadilah pembalikan arah aliran, ditandai

dengan suara denyat bergemuruh atau suara hentakan.

System Injection : Pendesakan minyak bahan bakar ke dalam ruang bakar mesin diesel dengan tekanan tinggi.

Turbine : Mesin *turbocharger* yang berfungsi mengubah energi potensial fluida (energi kinetik) menjadi energi mekanik untuk menghasilkan kerja berupa putaran poros engkol.

Turbocharger : Suatu bagian dari komponen mesin untuk meningkatkan tenaga mesin dengan memanfaatkan dari gas buang.