

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



MAKALAH

**OPTIMASASI PERAWATAN TURBOCHARGER GUNA
MENUNJANG KELANCARAN OPERASIONAL MESIN INDUK
MV. LAGUN MAS**

Oleh :

PONDANG SIMANJUNTAK

NIS. 01847/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2022**

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



MAKALAH

**OPTIMASASI PERAWATAN TURBOCHARGER GUNA
MENUNJANG KELANCARAN OPERASIONAL MESIN INDUK
MV. LAGUN MAS**

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

Oleh :

PONDANG SIMANJUNTAK

NIS. 01847/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2022**

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : PONDANG SIMANJUNTAK
NIS : 01847/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMASASI PERAWATAN TURBOCHARGER GUNA
MENUNJANG KELANCARAN OPERASIONAL MESIN
INDUK MV. LAGUN MAS

Pembimbing I

Jakarta, Agustus 2022
Pembimbing II

Bosin Prabowo, S.Si.T
Dosen STIP

Asman Ala, S.T., M.T.
Penata Tk.I (III/d)
NIP.19700207 199803 1 002

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika

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

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : PONDANG SIMANJUNTAK
NIS : 01847/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMASASI PERAWATAN TURBOCHARGER
GUNA MENUNJANG KELANCARAN
OPERASIONAL MESIN INDUK MV. LAGUN MAS

Penguji I

Baihaqi, M.MTr., M.Mar.E
Pembina (IV/a)
NIP. 19671212 200312 1 001

Penguji II

AN. Pramono, SH., M.M., M.Mar.E
Dosen STIP

Penguji III

Bosin Prabowo, S.Si.T
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 197800110 200604 1 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

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

KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati, penulis memanjatkan puji serta syukur kehadirat Tuhan yang maha esa, atas berkat dan rahmatnya serta senantiasa melimpahkan anugerahnya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgrading ATT-I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

“OPTIMASASI PERAWATAN TURBOCHARGER GUNA MENUNJANG KELANCARAN OPERASIONAL MESIN INDUK MV. LAGUN MAS”

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

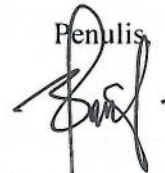
1. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Bosin Prabowo, S.Si.T., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Asman Ala, S.T., M.T., 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.
7. Istri tercinta yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
8. Anak tersayang yang telah memberikan semangat selama pengerjaan makalah.
9. Orang tua tercinta yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
10. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I Angkatan LXIII tahun ajaran 2022 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, 05 Agustus 2022

Penulis



PONDANG SIMANJUNTAK

NIS. 01847/T-I

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	2
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	3
D. METODE PENELITIAN	4
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	5
F. SISTEMATIKA PENULISAN	6
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN	22
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	23
B. ANALISIS DATA.....	25
C. PEMECAHAN MASALAH	30
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	40
B. SARAN	40
 DAFTAR PUSTAKA	41

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

MV. LAGUN MAS merupakan kapal jenis *general cargo* berbendera Indonesia milik perusahaan PT. Temas Shipping yang beroperasi di perairan Indonesia. Kapal berbendera Indonesia ini membawa muatan peti kemas dari Jakarta - Padang - Bengkulu. Oleh karena itu, untuk menunjang kelancaran operasionalnya performa mesin induk di MV. LAGUN MAS 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. LAGUN MAS menggunakan 2 mesin induk jenis motor diesel. Mesin induk jenis motor diesel ini lebih efektif, aman dan berdaya besar. 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 2022 saat kapal berlayar dari Padang menuju Bengkulu, telah terjadi kerusakan pada *turbocharger*. 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, kedatangan kapal di Bengkulu tidak tepat waktu / terlambat. 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 bentuk makalah dengan judul: **“OPTIMASASI PERAWATAN TURBOCHARGER GUNA MENUNJANG KELANCARAN OPERASIONAL MESIN INDUK MV. LAGUN MAS”**.

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. LAGUN MAS selama penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* sebagai berikut:

- a. Terdapat karbon pada *blower side* dan *turbin side*.
- b. Adanya kebocoran pada *flexible exhaust manifold*.
- c. Keluarnya air pada ceratan (*drain*) ruang udara bilas

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. Apa yang menyebabkan keluarnya air pada ceratan (*drain*) ruang udara bilas

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mencari penyebab dari permasalahan utama yaitu terdapat karbon pada *blower side* dan *turbin side*, adanya kebocoran pada *flexible exhaust manifold* dan keluarnya air pada ceratan (*drain*) ruang udara bilas.
- 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) Agar supaya makalah ini dapat menjadi 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) Agar supaya makalah ini dapat menambah informasi dan pengetahuan untuk para KKM, masinis dan ABK mesin mengenai masalah pada *turbocharger* dan cara tepat menanganinya ketika bermasalah.
- 3) Agar supaya makalah ini dapat 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. LAGUN MAS 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 yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah:

a. Deskriptif kualitatif

Yaitu 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.

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 di dalam meningkatkan performa mesin induk di atas kapal di masa yang akan datang.

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. LAGUN MAS 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 dilapangan 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. LAGUN MAS sejak tanggal 02 Juni 2021 sampai dengan 16 Februari 2022.

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian yaitu MV. LAGUN MAS berbendera Indonesia milik perusahaan PT. Temas Shipping dengan alur pelayaran Jakarta - Padang – Bengkulu.

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

Berisikan data-data yang diambil dari lapangan sesuai dengan pengalaman penulis selama bekerja di atas MV. LAGUN MAS. 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. LAGUN MAS, diantaranya yaitu sebagai berikut:

1. Teori Tentang 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 tujuan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah di perkirakan, tetapi bukan untuk mencegah karena tidak di tujuan 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 dilakukan 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.

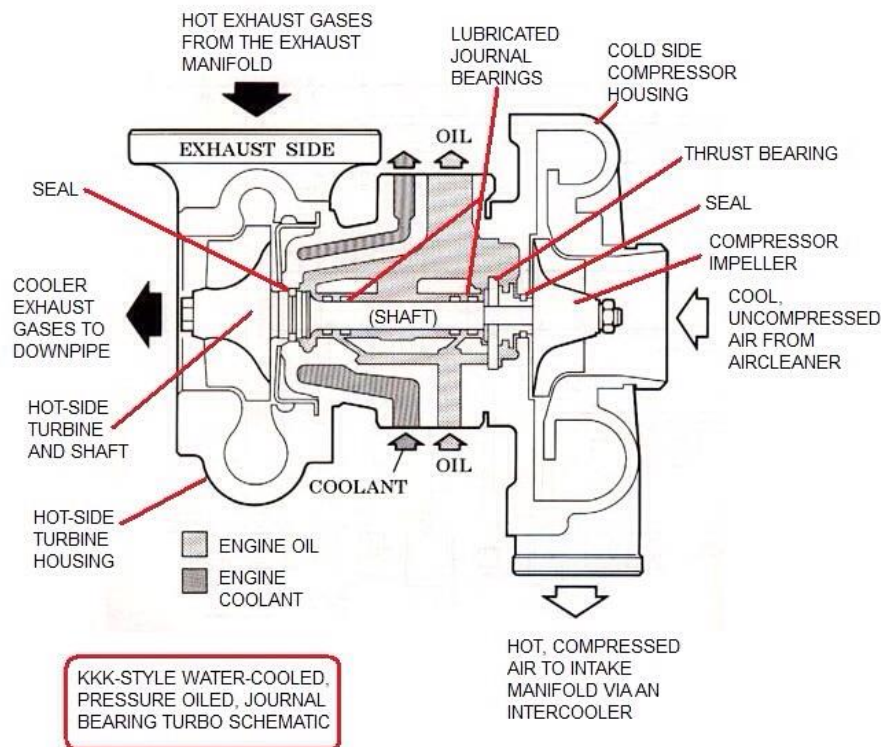
Pengalaman telah menunjukkan bahwa untuk menciptakan suatu prosedur perawatan yang berdaya guna perlu adanya suatu pengaturan yang fleksibel termasuk pertimbangan kondisi pergantian komponen-komponen pada waktunya begitu juga kondisi lingkungan setempat yang mempengaruhi usia pengoperasian kapal.

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.

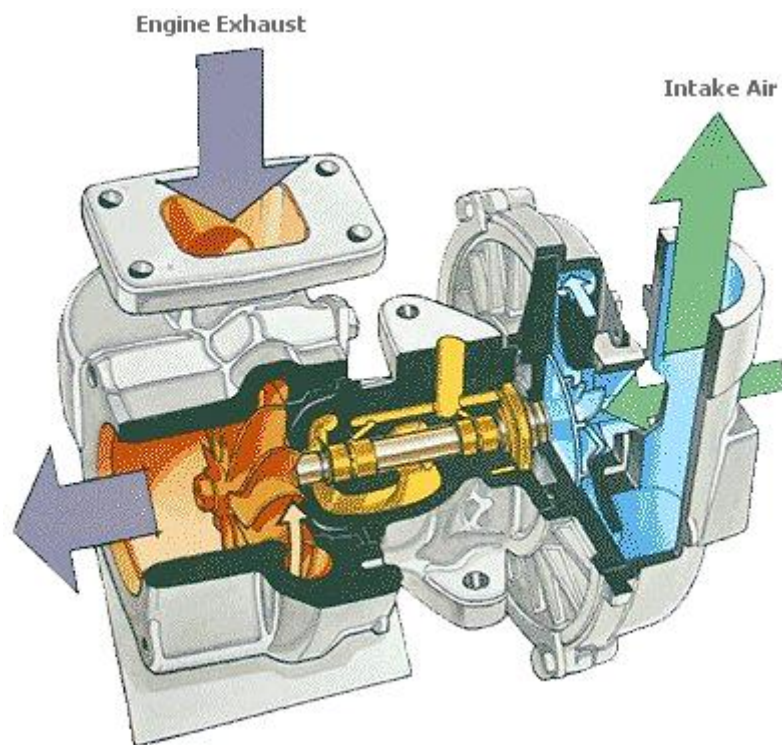
Turbocharger digunakan untuk mesin pembakaran dalam dan untuk meningkatkan daya dari pada mesin tersebut diperlukan volume udara yang besar, sehingga memerlukan bahan bakar yang lebih besar pula untuk disemprotkan ke ruang silinder. Untuk konstruksi kerangkanya terdiri dari 6 bagian utama, yaitu *turbin 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*

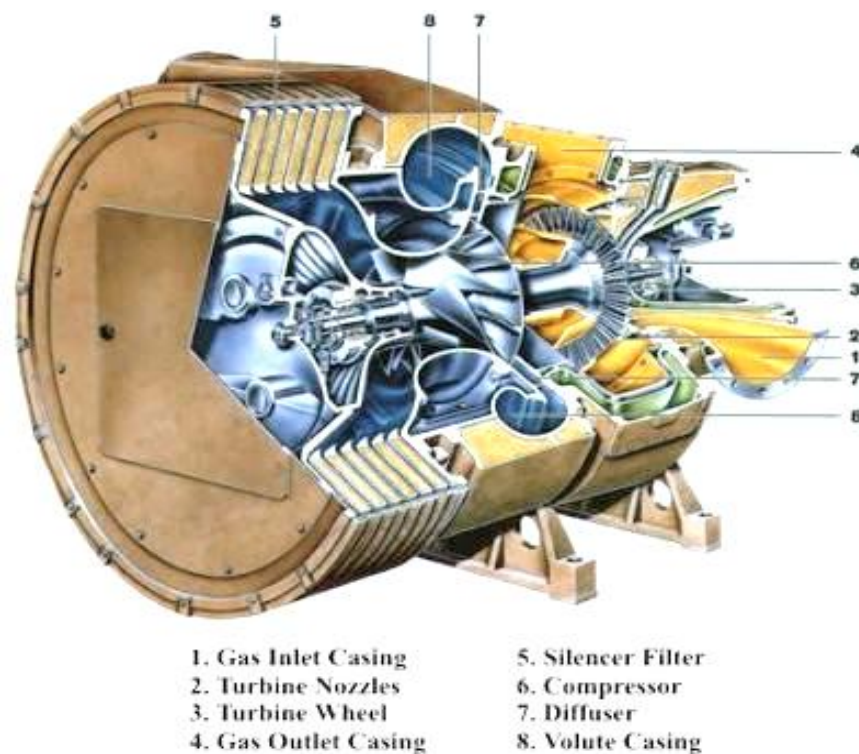
Dengan adanya *turbocharger* ini maka pemasukan udara ke dalam silinder akan menambah volume dan tekanan dengan demikian meningkatkan tekanan akhir kompresi, ditambah bahan bakar yang disemprotkan dengan sempurna sesuai perbandingan yang tepat antara

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.

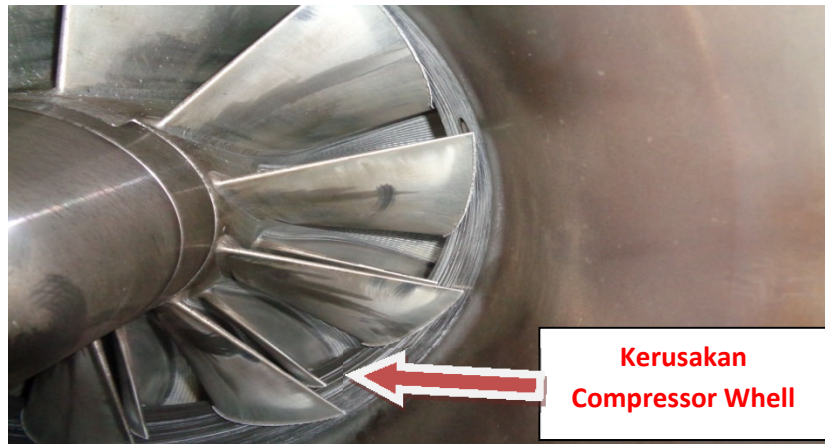
e. Permasalahan yang Timbul pada *Turbo charger*

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*

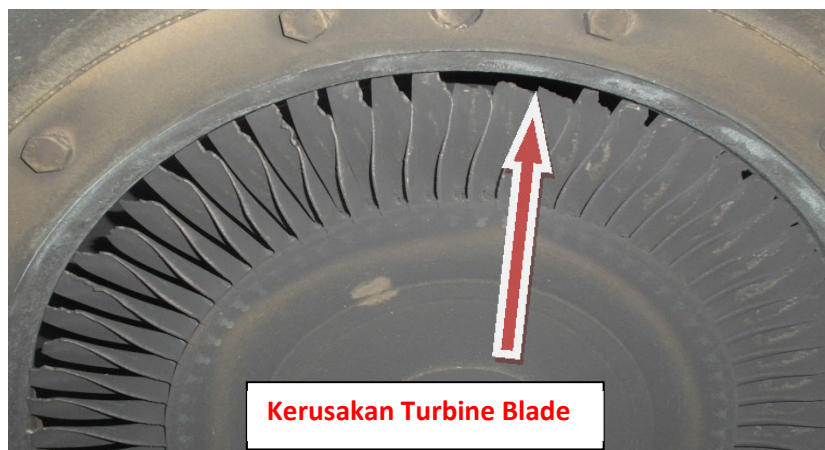
2) *Unbalance shaft turbo* bisa diakibatkan oleh:

- 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. LAGUN MAS)



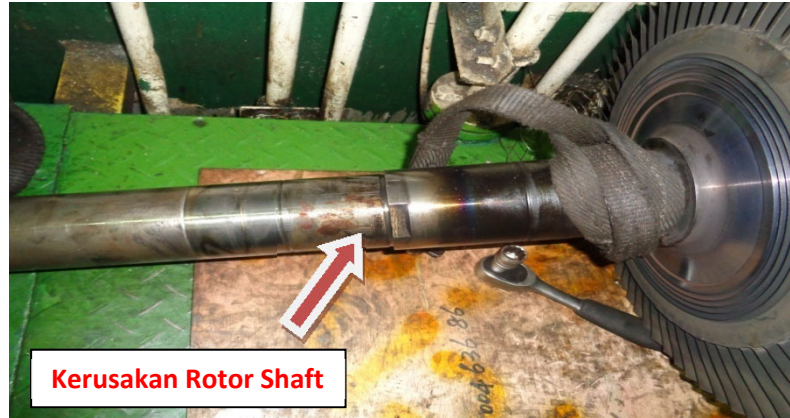
Gambar 2.4 *Compressor whell*

- 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. LAGUN MAS)



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. LAGUN MAS)



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. LAGUN MAS)



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*.

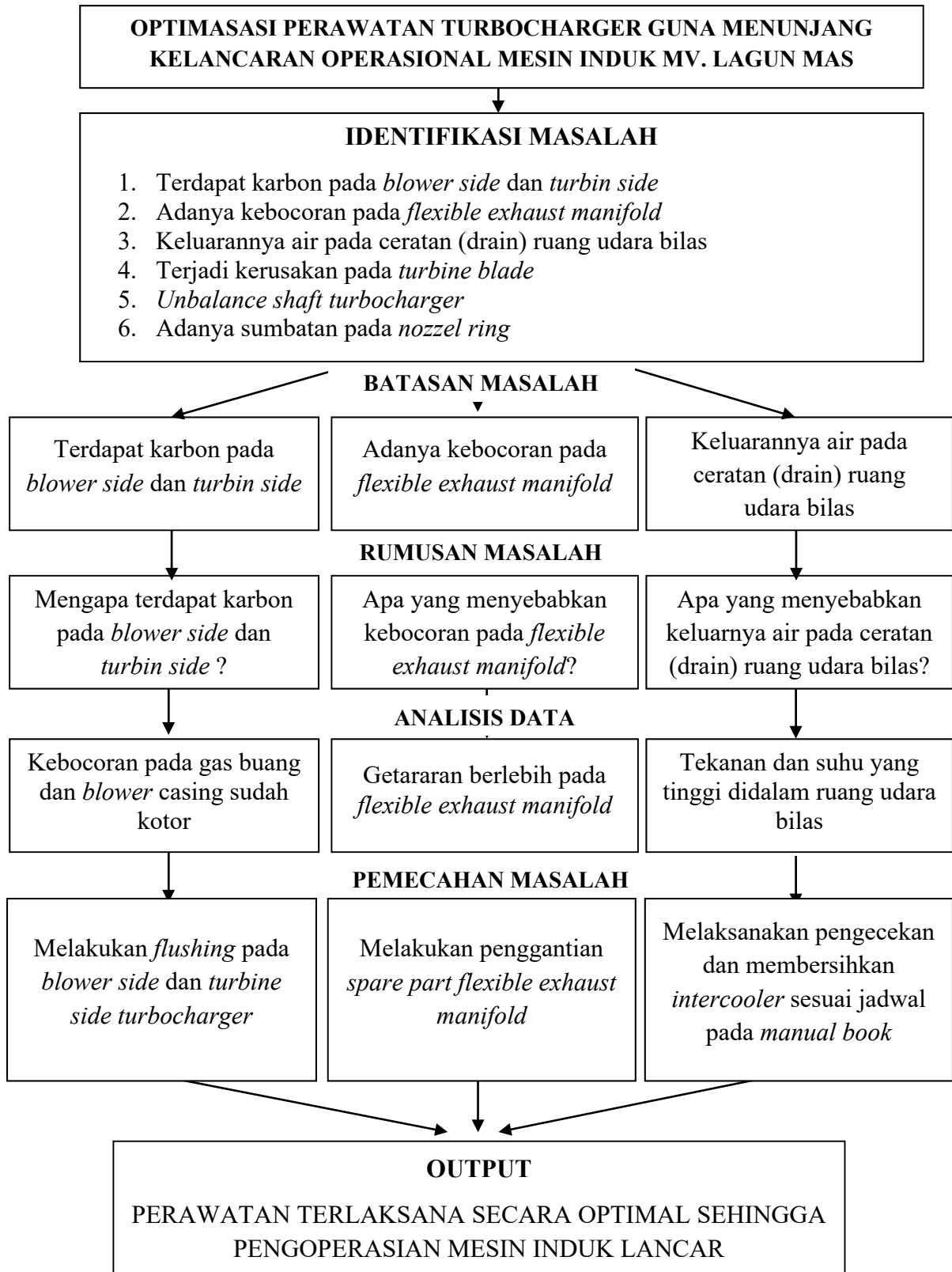
Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna, maka diperlukan udara yang dialirkan ke dalam ruang silinder pada sejumlah aliran bahan bakar tertentu. Bila kepekatan udara bertambah sebelum ditambahkan ke dalam silinder, seluruh bahan bakar terbakar dan daya mesin bertambah. Untuk itu mesin diesel yang dilengkapi dengan *turbocharger* bertujuan untuk

memadatkan udara masuk kedalam silinder mesin. Sehingga daya mesin lebih besar daripada mesin dengan dimensi yang sama (Karyanto, 2000:32).

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 (2000:21), 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.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Selama penulis bekerja di atas kapal MV. LAGUN MAS sebagai *Chief Engineer* sejak 02 Juni 2021 sampai dengan 16 Februari 2022, penulis menemui beberapa permasalahan yang berkaitan dengan *turbocharger*, diantaranya yaitu:

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

Pada tanggal 27 Januari 2022 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*. 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. (sumber data, diambil dari kapal MV. LAGUN MAS)

2. Adanya kebocoran pada *Flexible Exhaust Manifold*

Pada tanggal 07 Februari 2022, pukul 04. 15 LT kapal dalam pelayaran menuju Bengkulu 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 (Sumber data, diambil dari kapal MV. LAGUN MAS)

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 Bengkulu.

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*). (sumber data, diambil dari kapal MV. LAGUN MAS)

3. Keluarannya Air pada Ceratan (Drain) Ruang Bilas

Pada tanggal 07 Februari Bengkulu pukul 15.00 LT saat kapal kapal dalam pelayaran menuju Bengkulu, Masinis Jaga menemukan suatu kejadian yaitu pada ceratan (drain) ruang udara bilas keluar air. Selanjutnya Masinis Jaga melaporkan kejadian tersebut kepada Kepala Kamar Mesin untuk selanjutnya dilakukan pemeriksaan lebih lanjut. Setelah dilakukan pemeriksaan, diketahui bahwa telah terjadi kebocoran air pendingin masuk ke ruang udara bilas.

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. LAGUN MAS 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 dengan muatan dan beban penuh pada putaran mesin 185 rpm, putaran *Turbocharger* tercatat pada *tachometer* sebesar 15.000 rpm sampai 18.000 rpm.

Gas buang yang keluar dari masing-masing *syylinder* 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, hal ini dapat dilihat pada *Tachometer Turbocharger* yang hanya menunjukkan pada angka 10.000 rpm, seharusnya untuk putaran mesin 740 rpm, dimana putaran *turbocharger* sekitar 33.000 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 expantion 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 DAIHATSU ANQING 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. LAGUN MAS 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:

- 1) Pipa *exhaust* akan pecah
- 2) *Flexible* akan mengalami kebocoran
- 3) Baut / mur akan longgar
- 4) 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 (www.nsxprime.com)

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 pengoperasiannya *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. LAGUN MAS seringkali digunakan suku cadang yang tidak asli dikarenakan tidak tersedianya suku cadang asli di atas kapal.

3. Keluarannya Air Pada Ceratan (Drain) Ruang Udara Bilas

Tumpukan residu/kotoran di ruang udara bilas terbentuk akibat tidak sempurnanya hasil pembakaran dalam ruang *cylinder* sehingga menimbulkan abu yang kemudian turun ke ruang udara bilas dan tercampur dengan oli sisa dari pelumas *cylinder* sehingga hasil percampuran tersebut mengakibatkan abu hasil pembakaran itu berubah menjadi lumpur berminyak

Akibat tumpukan lumpur berminyak pada ruang udara bilas yang lolos dari ruang pembakaran ini, pada saat terjadi *blow by* atau tekanan pembakaran yang lolos dari ruang pembakaran yang masuk ke bagian bawah torak melalui celah yang terbentuk karena dinding *cylinder* yang aus atau oval maupun lewat celah *piston ring* karena kondisi *piston ring* yang sudah aus atau putus / patah, maka panas pada ruang pembakaran yang lolos tersebut akan meningkatkan suhu di dalam ruang udara bilas dan hal ini mengakibatkan peningkatan suhu gas buang.

Suhu dalam ruang udara bilas yang semakin tinggi akibat kebocoran dari atas piston menyebabkan tumpukan residu / kotoran yang mengandung minyak terbakar. Akibat yang langsung terjadi adalah akan timbul asap yang banyak pada ruangan udara bilas dan karena tekanan yang tinggi asap keluar melalui saringan udara *turbo blower*. Dan terjadi surging pada *turbocharger* Kebakaran dalam ruang udara bilas dapat berakibat buruk, karena akan disertai ledakan akibat peningkatan tekanan dan suhu yang tinggi didalam

ruang udara bilas, tekanan yang tinggi dapat mengakibatkan tekanan balik (*back pressure*) menuju sisi isap *Turbocharger* sehingga putaran rotor melambat dan tidak stabil ini mengakibatkan bunyi pada *turbo (surging)*.

Kondisi tersebut mengakibatkan kerusakan fatal pada *turbocharger* akibat lainnya yang tidak kalah fatal adalah terhadap piston rod karena panas yang berlebihan akibat kebakaran tersebut yang terjadi berulang-ulang dapat mengakibatkan piston rod memuai dan mengalami perubahan bentuk (bengkok), juga dapat mengakibatkan baut-baut pengikat di dalam ruang udara bilas mengalami kekendoran dan rubber seal di disekitar ruang udara bilas mengalami kerusakan, untuk itu sangat disarankan agar segera melakukan penanggulangan penyebab terjadinya kebakaran ruang udara bilas karena kerusakan yang di timbulkan akan menimbulkan biaya yang sangat besar dan kerugian waktu karena kapal tidak beroperasi.

C. PEMECAHAN MASALAH

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

Terjadinya kondisi *abnormal* pada *turbocharger* dikarenakan tidak terlaksananya perawatan sesuai *planned maintenance system (PMS)*. Untuk itu, agar *turbocharger* dapat bekerja maksimal maka perlu dilakukan *overhaul* sesuai dengan *running hours*. Perawatan pada *turbocharger* biasanya dilakukan pada saat mesin induk dalam keadaan tidak beroperasi.

Sebelum melakukan pekerjaan pada *turbocharger*, tanyakan terlebih dahulu kondisinya pada ABK mesin untuk mengetahui gejala yang sebenarnya terjadi. Dengarkan dengan cermat dan jika perlu ajukan pertanyaan yang dapat memudahkan kita dalam mengdiagnosa permasalahan yang timbul. Hal yang penting untuk ditanyakan adalah pekerjaan yang di lakukan sebelumnya pada *turbocharger*.

Setelah mendapatkan informasi tentang kondisi *turbocharger*, lakukan 2 (dua) tahap pemeriksaan lanjutan, yaitu pemeriksaan secara manual, pemeriksaan secara mekanis. Untuk lebih jelasnya, tahapan tersebut penulis akan membahas satu-persatu dalam pembahasan berikut ini:

a. Pemeriksaan secara visual

Pemeriksaan dilakukan dengan memperhatikan di sekitar turbocharger, apakah terdapat hal-hal yang mengakibatkan timbulnya problem. Pemeriksaan pertama dapat di mulai dengan menentukan apakah terdapat oil dari *exhaust stack*, hal ini dapat terjadi karena kebocoran seal turbocharger atau tersumbatnya saluran drain *turbocharger*.

b. Pemeriksaan secara mekanis

Kerusakan mekanis dapat muncul seperti suara asing pada *turbocharger*, kerusakan pipa dan *line* atau masuknya material asing ke dalam system. Jika tidak ditemukan kebocoran setelah melakukan pemeriksaan kebocoran, hidupkan *engine* dengan putaran sedang tanpa beban dan dengarkan suara engine untuk menentukan apakah terdapat kebocoran yang terdeteksi pada test sebelumnya

Kemudian matikan *engine* dan dengarkan suara penurunan putaran *turbocharger*. Perhatikan apakah terdengar suara *wheel* bergesekan dengan *turbocharger housing*, disamping itu material asing yang terdapat didalam turbocharger juga dapat menimbulkan suara asing.

Adapun perawatan yang dilakukan terhadap *turbocharger* sebagai berikut:

1) Perawatan pada sudu-sudu turbin

Sudu-sudu turbin merupakan bagian dari salah satu komponen *turbocharger* yang mempengaruhi putaran dari *turbocharger*. Dari komponen bagian sudu-sudu turbin, bentuk *blade* dan panjang kisar *blade* harus benar-benar baik kondisinya. Karena sudu-sudu langsung digerakkan oleh aliran kecepatan di gas buang. Oleh karena itu, hal-hal yang berhubungan dengan kecepatan aliran gas buang harus benar-benar diperhatikan dan dijaga guna menghindari kerusakan *turbin blade*.

Kerusakan *turbin blade* disebabkan karena rusaknya *filter receiver* yang terletak sebelum masuk turbin *side* sehingga kotoran-kotoran yang berada di dalam ruang tabung *receiver manifold* gas buang langsung mengenai *turbin blade* sehingga *tubin blade* rusak atau

adanya patahan benda asing yang mengenai turbine blade

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 33.000 RPM turun sampai 15.000 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 pembersihan naikan putaran pada putaran normal kembali.

2) Perawatan *blower side*

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 (*realible 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.

2. 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:

a. *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 dipasangi bantalan karet pada permukaan pukunya 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.

b. *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 amplitudo displacement yang rendah. Perlengkapan harus tersedia untuk pengendalian sistem yang sesuai guna mengakomodasi range amplitudo yang lebar.

c. *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 ruitn 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:

- 1) 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.
- 2) Menjaga temperatur gas buang yang *over heat*.
- 3) Menghindari adanya getaran yang berlebihan.
- 4) Menjaga dari terjadinya *over speed engine*.

d. 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 Asessment* (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.

3. Melaksanakan Pengecekan Dan Membersihkan *Intercooler* Sesuai Jadwal Pada Manual Book

Adapun prosedur langkah-langkah pelaksanaan pembersihan adalah sebagai berikut:

- a. *Intercooler* dapat mulai dikerjakan pembersihannya setelah mesin induk berhenti dalam kurun waktu kurang lebih 1 jam.

- b. Buka *intercooler* sisi udara dan pastikan *nozzle* penyemprot tersebut tidak buntu. Apabila buntu kita harus melepasnya dan kita bersihkan kotoran yang menyumbatnya.
- c. Setelah itu kita siapkan air tawar dicampuri dengan CC120 di dalam tangki. Semua kran-kran kita siapkan, mulai dari kran masuk dan keluar di *intercooler* serta kran di pompa sirkulasi. Setelah semuanya siap kemudian kita jalankan pompa. Setelah *nozzle* penyemprot betul-betul keluar air dan menyemprot atau membersihkan sisi udara dari *Intercooler*, pompa sirkulasi dijalankan selama 24 jam.
- d. Setelah yakin sisi udara *intercooler* bersih, kemudian kita *flushing* dengan menggunakan air tawar dengan cara menjalankan pompa sirkulasi selama 15 menit, lalu kita pasang kembali *cover intercooler*.

Media yang di pakai untuk membersihkan *intercooler*, sama dengan yang digunakan pada system 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 *surging*. Agar *intercooler* dapat di bersihkan dan tidak menimbulkan *surging* pada *turbocharger*, maka penyemprotan atau injeksi cairan air *cooler cleaner* yang sudah di campur dengan air ini, rpm mesin induk harus di turunkan ke 600 RPM. Pada kondisi seperti ini kotoran-kotoran di sisi udara *intercooler* tidak dapat dibersihkan secara keseluruhan, oleh karena pada sistim injeksi ini harus dilakukan pada putaran *full* (740 RPM).

Pada putaran 740 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 sistem injeksi ini harus membutuhkan waktu yang cukup lama dan dilakukan berulang-ulang kali, sampai batas di mana *turbocharger*, sudah tidak terjadi *surging* pada saat mesin di naikan hingga putaran full atau 740 RPM.

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 perawatan sesuai PMS.
2. Adanya kebocoran pada *flexible exhaust manifold* dikarenakan banyaknya getaran pada *flexible exhaust pipe* sudah melebihi jam kerja (*running hours*). Oleh karena itu perlu dilakukan penggantian *flexible exhaust manifold*.
3. Keluarnya air pada ceratan (*drain*) ruang bilas dikarenakan banyaknya kotoran pada ruang udara bilas, karena itu perlu dilakukan pengecekan rutin pada *intercooler*.

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 baik agar *turbocharger* dapat bekerja secara maksimal.
2. ABK Mesin hendaknya membersihkan ruang bilas pada mesin induk dan membersihkan L.O elemen *filter turbocharger* secara rutin sesuai jadwal yang telah ditetapkan.
3. ABK Mesin seharusnya melaksanakan pengecekan dan membersihkan *intercooler* sesuai jadwal pada *manual book*.

DAFTAR PUSTAKA

Daryanto. (2006), *Motor Diesel Kapal, jilid 1*; Pusdiklat Perhubungan Laut Jakarta.

Habibie, J. E. (2006), *Managemen Perawatan dan Perbaikan*. Jakarta : Djangkar

Johan Handoyo, Jusak. (2015), *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*, Jakarta:
Djangkar

Johan Handoyo, Jusak. (2015), *Manajemen Perawatan Permesinan Kapal, Edisi 3*
Jakarta: Djangkar

Karyanto. (2000), *Panduan Reparasi Mesin Diesel, Dasar Operasi Service*, Jakarta:
CV. Pedoman Ilmu Jaya

Daihatsu Anqing, type 6DKM-26e (Instruction Manual Book)

Daihatsu Anqing *Exhaust* Gas Turbocharger, type N/A 40/S (Instruction Manual Book)

Zainal Arifin, dan Sukoco. (2008). *Teknologi Motor Diesel, Cetakan Pertama*,
Bandung: Alfabeta

Berlayar di
sailing in
Pada hari
day

Jum'at

Dari
from
Tanggal
date

28-01-2022

Waktu - Jaga watch hours	Jam kerja motor induk main engine running hours	Putaran / menit rotation per minute	Penunjukan putaran rotation counter	Posisi handel bahan bakar fuel handle position	Suhu temperature												Tekanan pressure		kg/cm ²		Motor bantu / generator auxiliary engine				Masinis jaga engineering on duty	KETERANGAN LAIN-LAIN others remarks																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
					Pendingin coolers		Air tawar pendingin cylinder cylinder cooling water						Gas buang exhaust gas						Kamar Mesin engine room	Blok pendorong collar block	Air laut sea water	Air pendingin silinder cylinder cooling water	Minyak lumas lubricating oil	Udara bilas scavenging air			Jam kerja running hours	Tekanan minyak lub oil pressure	Suhu air pendingin coolingwater temp	Volts	Amperes																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
					minyak lumas lub oil	air tawar f. water	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet														masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk inlet	keluar outlet	masuk

Mengetahui
acknowledge

Nakhoda
master

FERNANDO

Jumlah jam putaran motor pada jam 12:00 tengah hari Total running hours of engines at 12:00 hours		
	Pembetulan repair	Pembaharuan renewal L.O.
Motor Induk kiri main engine P.S.	188.22	
Motor Induk kanan main engine S.B.	188.22	
Generator No. 1 generator no. 1		
Generator No. 2 generator no. 2		
Kompresor Udara air compressor		
Lain-lain others		

Pemakaian dalam 24 jam
consumption in 24 hours

	Bahan Bakar FO fuel oil	Bahan Bakar DO Diesel oil	Minyak lumas lub oil	Minyak Silinder cyl. oil
Sisa kemarin previous remnant	20.991	6.085	1627	485
Motor induk main engine				
Motor bantu aux. engine				
Lain-lain others				
Sisa sekarang remnant	18.926	5.484	1627	475
Ditambah added		5.484		
Jumlah sekarang remnant at 12:00	18.926	10.968	1627	475

Ditanda - tangani oleh :
Signed by

Kepala Kamar Mesin
Chief Engineer



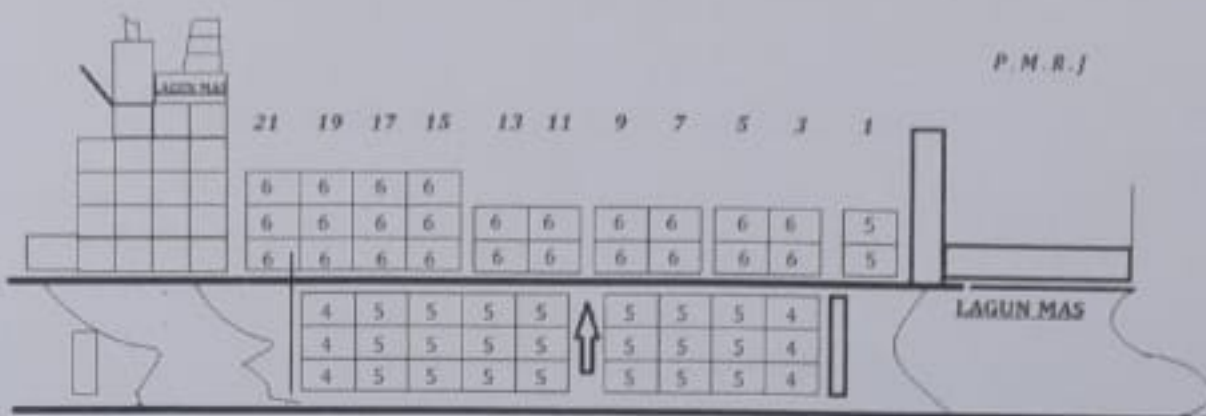
29 - 01 - 2022

Tekanan pressure kg/cm ²			Motor bantu / generator auxiliary engine				Masinis jaga engineering on duty	KETERANGAN LAIN-LAIN others remarks				
engine room	Blok pendingin colar block	Air laut sea water	Air pendingin silinder cylinder cooling water	Minyak lumas lubricating oil	Udara bilas scavenging air	Jam kerja running hours			Tekanan minyak lub oil pressure	Suhu air pendingin cooling water temp.	Volts	Amperes
						1/4	0,40	80 70	380 20	30	1/2	- AB RUN NORMAL. - OVERHOLE TIC ME (VTR 321)
						1/4	0,40	81 72	380 20	30	1	- CLEANING ECR FLOOR. - BUNANG BAIKAS 4 KIRI - BUNANG BAIKAS 3 KIRI - AE RUNNING NORMAL.
						1/4	0,40	80 70	380 20	20	1/2	- TEST RUNNING EFP, EG, EPU, ENGINE LIFEBOLT FP SW, FWS STBY - CEK LEVEL LO WINDLEST, STERLING - ADD LO HYDRAULIC STERLING SOL - CEK BATERAI START A/E → ALL - CAT PUTIH DALLING ENGINE ROOM
						1/4	0,49	84 65	380 20	30	1/2	- 12-00 CEK AB II - CEK BATERAI CUMMINS ME CYL NO 1 - CHARGE BATERAI ME CYL NO 1 - AE RUN NORMAL.
							0,49	84 67	380 20	30	1	- 12-00 CEK AB II - CEK BATERAI CUMMINS ME CYL NO 1 - CHARGE BATERAI ME CYL NO 1 - AE RUN NORMAL.
						1/4	0,49	84 67	380 20	30	1/2	- START AE 1 23.30 - CEK TEMP LO CUMMINS A/E 2 - A/E 2 RUN NORMAL

Nakhoda
master,

Pemakalan dalam 24 jam consumption in 24 hours				
	Bahan Bakar FO fuel oil	Bahan Bakar DO Diesel oil	Minyak lumas lub oil	Minyak Silinder cyl. oil
Sisa kemarin previous remnant	18.926	5.484	1629	480.
Motor induk main engine				
Motor bantu aux - engine				
Lain-lain				

Kepala Kamar Mesin
Chief Engineer



DESCRIPTION OF VESSEL / SHIP PARTICULAR
MV. LAGUN MASex.Qi Shun 6

VESSEL TYPE	Multipurpose vessel, General Cargo Ship-ECC Gearless Cellular Container Ships		
OWNER	PT. PELAYARAN TEMPURAN EMAS Tbk. (IMO 1296233)		
MANAGEMENT	PT. TIRTAMAS EXPRESS (IMO 1903936)		
KEEP LAID	March 2008		
LAUNCHING	3 November 2008		
DELIVERY	8 December 2008		
BUILDER / HULL NO	LianYungangWuzhou Shipping Industrial Co Ltd, WUZHOU CHINA / VJD4735		
FLAG	INDONESIA		
PORT OF REGISTRY	TANJUNG PRIOK		
OFFICAL NO.	-		
IMO NO.	9547960		
CALL SIGN	P.M.R.J		
INMARSAT-C ID (IMN)	452501156		
MMSI	525 019 407		
CLASSIFICATION	BIRO KLASIFIKASI INDONESIA (BKI)		
NUMBER OF HOLD/HATCHES	2 HOLDS (9 PONTOON)		
DIMENSION OF HATCHES	-		
Hold	Forecastle	Main Deck	
No. 1	-	-	
No. 2	-	-	
THE HATCH ARE COVERED BY	DEADLIGHT PONTON HATCH - COVER		
MAIN PARTICULARS			
L.O.A	: 96.50 M		
L.B.P	: 90.80 M		
BREADTH MOULDED	: 15.80 M		
DEPTH MOULDED	: 7.40 M		
TONNAGES	INTERNATIONANAL GRT : 3.127 T / NRT : 1.928 T		
SUMMER DRAFT	: 5,74 M	DISPLACEMENT : 6723.7 T	DEADWEIGHT : 5.200 T
LIGHT SHIP	: 1.223,7 T		
BUNKER CAPACITY			
HFO	: 121.34 M ³		
MDO	: 45,74 M ³		
FRESH WATER	: 44,96 M ³		
MAIN ENGINE	The figures of bunkertanks capacity are based on 100% Volume		
ELECTRIC GENERATOR	: 1XG8300ZC16B/27201M ³ /500rpm/8cyl/4 stroke,in-line,boost,inter-cooling,nonreversible marine		
HARBOUR GENERATOR	: 2XG13JZLCaf/TFXW-2501.4-H/120KW/1500rpm/400V-50Hz		
SPEED CONSUMPTION	: 1x4135ACaf/TFX 225L4-H/50Kw/1,500rpm/400V-Hz		
	: 10,0 Knots on About 5.500 Ltrs / Day		
	FIGURE BASED ON GOOD WEATHER CONDITION (MAX BEAUFORT 3 AND SEA STATE DOUGLAS (2)		
	WITHOUT ANY ADVERSE CURRENT WIND IN DEEP WATER		
FULL SPECIFICATION	: 180cst		
AUXILIARIES	: 0.63MT PERDAYA AREA ANCHORAGE AND IN OR WITHOUT REEFER UNCONNECTED		
CONTAINER INTAKE	: 283 TEus		
TOTAL	: 283 TEus I/H : 129 TEus, O/D : 130 TEus		
HOMOGENIOUS LOADING	:		
CONTAINER STACK WEIGHT	: Full loaded , deadweight perbox : 7 T		
	Heavy loaded, 129 Boxes in hold , weight 24 T/box		
	65 boxes on no.1 tier hatch cover : weight 12 T/box		
	89 boxes on no.2 tier hatch cover : weight 2.4 T/box		



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
PROGRAM DIKLAT PELAUT
JAKARTA



PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH

NAMA : PONDANG SIMANJUNTAK
NIS : 01847/T-I
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT- I

Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut

A. Judul

OPTIMASASI PERAWATAN TURBOCHARGER GUNA MENUNJANG KELANCARAN
OPERASIONAL MESIN INDUK MV. LAGUN MAS

B. Masalah Pokok

1. Terjadi kerusakan pada *turbocharger*
2. Adanya kebocoran pada *flexible exhaust manifold*
3. Keluarannya air pada ceratan (Drain) ruang bilas

C. Pendekatan Pemecahan Masalah

1. Melakukan *flushing* pada *blower side* dan *turbine side turbocharger*
2. Melakukan penggantian *spare part flexible exhaust manifold*
3. Melaksanakan pengecekan dan membersihkan *intercooler* sesuai jadwal pada *manual book*

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Bosin Prabowo, S.Si.T
Dosen STIP

Asman Ala, S.T., M.T.
Penata Tk.I (III/d)
NIP.19700207 199803 1 002

Jakarta, Juni 2022

Penulis

Pondang Simanjuntak
NIS : 01847/T-I

Ka. Div. Pengembangan Usaha

Dr. Ali Muktar Sitompul, MT
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19730331 200604 1 001

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I








Judul Makalah :

.....

.....

Dosen Pembimbing I : **Bosin Prabowo, S.Si.T**

Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	03/08 2022	Judul	
2	04/08 2022	Bab. I	
3	11/08 2022	BAB II	
4	15/08 2022	BAB III	
5	19/08 2022	BAB IV	
6	4/08 2022	BAB V	
7	14/08 2022	BAB VI kesimpulan dan saran	

Catatan : siap untuk di utikan

.....

.....

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I

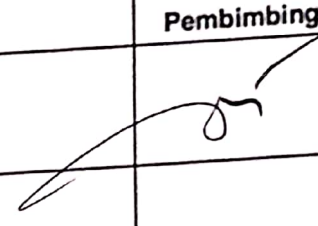
Judul Makalah :

.....

.....

Dosen Pembimbing II : Asman Ala, S.T., M.T.

Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1.	15/8/22	- Pengantar judul	

Catatan :

.....

.....