

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN *TURBOCHARGER*
UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK
DI MV DUTA 2**

Oleh :

RAHMAN BAKRI
NIS. 01909/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2023**

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN *TURBOCHARGER*
UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK
DI MV DUTA 2**

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

Oleh :

**RAHMAN BAKRI
NIS. 01909/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2023**

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : RAHMAN BAKRI
NIS : 01909/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN *TURBOCHARGER* UNTUK
MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI MV DUTA 2

Pembimbing I

Jakarta, Februari, 2023

Pembimbing II

Bosin Prabowo, S.SiT
Penata TK. I (III/d)
NIP.19780110 2006041 001

Sursina, S.T., M.T.
Penata Tk.I (III/d)
NIP.19720723 199803 2 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

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 : RAHMAN BAKRI
NIS : 01909/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN *TURBOCHARGER* UNTUK
MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI MV DUTA 2

Penguji I

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

Penguji II

Bosin Prabowo.S.SiT
Penata Tk.I (III/d)
NIP.19780110 2006041 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgrading ATT-I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

“OPTIMALISASI PERAWATAN *TURBOCHARGER* UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI MV DUTA 2”

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 Ketua 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. Bapak Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Bosin Prabowo, S.SiT, selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan arahan petunjuk dalam pengerjaan skripsi ini sehingga dapat berjalan lancar sampai dengan selesai.
5. Ibu Sursina, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan pengarahan, motivasi, kerja keras dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini hingga selesai sebagaimana mestinya.
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. Orang tua tercinta yang telah memberikan kasih sayang, materi dan doanya selama pembuatan makalah.
8. Kepada Keluarga tercinta Istri dan Anak yang telah memberikan kasih sayang dan doanya kepada penulis untuk mampu bertahan sampai sekarang ini dan selalu memberikan semangat kepada penulis.
9. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I Angkatan Enam Puluh Lima (LXV) tahun ajaran 2022/2023 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, Februari, 2023

Penulis,

RAHMAN BAKRI

NIS. 01909/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR LAMPIRAN	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 TEMPAT PENELITIAN	5
F. SISTEMATIKA PENULISAN	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
B. KERANGKA PEMIKIRAN	18
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	19
B. ANALISIS DATA.....	21
C. PEMECAHAN MASALAH	26
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	38
B. SARAN	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Ship Particular
- Lampiran 2. Crewlist
- Lampiran 3. Foto Kapal
- Lampiran 4. Foto Bearing Turbocharger
- Lampiran 5. Foto Overhaul Turbocharger

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal merupakan alat transportasi yang melayani pengangkutan barang, minyak maupun penumpang dalam jumlah yang besar dari satu tempat ke tempat yang lain melalui laut. Seperti sudah kita ketahui bersama bahwa Indonesia merupakan suatu Negara kepulauan, sangat penting untuk menunjang sosial ekonomi pelayaran niaga sebagai kegiatan pembangunan dan juga merupakan salah satu unsur penunjang bagi pertumbuhan ekonomi di Negara kita. Di dalam dunia pelayaran kapal merupakan sarana utama yang dipergunakan untuk melayani kepentingan para pengguna jasa angkutan laut, maka untuk itu setiap kapal harus selalu siap beroperasi.

MV. Duta 2 adalah kapal tipe *Ro-Ro Carrier* berbendera Indonesia milik perusahaan PT. Harapan Baru Line. Kapal dilengkapi dengan 1 unit mesin induk Man B&W 17460 HP (12841 KW). Selain itu juga dilengkapi dengan *turbocharger* Type MET53SD dengan *maximal cont speed* : 17.300rpm dan max cont gas temperatur : 580 °C. *Turbocharger* adalah salah satu komponen tambahan pada mesin induk, yang berfungsi untuk meningkatkan performa ke dalam mesin induk itu sendiri, sehingga *power* yang dihasilkan dapat meningkat. Komponen utamanya terdiri dari turbin dan kompresor. Turbin pada *turbocharger* digerakkan oleh gas *exhaust engine*, kemudian putaran turbin yang dihasilkan menggerakkan kompresor untuk meningkatkan performa yang masuk kemesin induk.

Mesin kapal yang dilengkapi dengan *turbocharger* akan memiliki power yang lebih besar. Hal ini di sebabkan karena pemampatan udara meningkatkan *mean effective pressure* pada *engine*. Selain itu *turbocharger* mengirimkan lebih banyak udara kedalam mesin sehingga pembakaran terjadi lebih sempurna.

Berdasarkan pengalaman yang penulis alami saat bekerja di atas MV. Duta 2 sebagai 2nd *engineer*, terjadi masalah pada mesin induk ketika putaran mesin tidak

dapat mencapai putaran yang diharapkan. Setelah dilakukan pemeriksaan lebih lanjut, diketahui bahwa penyebabnya yaitu dari *turbocharger*. Akibat menurunnya putaran mesin induk maka terjadi keterlambatan operasional kapal sampai di pelabuhan tujuan.

Selain itu juga, pada saat putaran mesin induk sudah mencapai putaran maksimal, timbul suara semacam ultrasonik yang lazimnya disebut *surgings*. Suara *surgings* ini berasal dari bagian *blower side turbocharger*. Suara yang berbunyi itu belum begitu keras, sehingga putaran mesin induk masih dipertahankan pada batas toleransi. Apabila putaran mesin induk terus bertambah karena kapal didorong oleh arus dari belakang maka suara *surgings* akan sering terdengar dengan interval atau tempo yang tidak beraturan kurang lebih terdengar 5 atau 15 menit sekali.

Untuk mencegah terjadinya kerusakan yang fatal pada mesin induk tersebut maka perlu dilakukan perawatan terencana sesuai dengan jadwal berdasarkan hasil monitoring, investigasi dan inspeksi serta ditunjang pula oleh suku cadang yang cukup, sehingga mesin induk kapal selalu siap beroperasi apabila dibutuhkan. Dalam mendukung pengoperasian kapal ini sangat dibutuhkan penanganan yang baik dalam sebuah sistem yaitu *Planned Maintenance System* (PMS). Namun pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS) harus ditangani oleh sumber daya manusia yang berkualitas, berpengalaman serta terlatih dalam hal manajemen, agar perencanaan, perawatan, perbaikan mesin dapat berjalan sesuai apa yang telah direncanakan oleh pihak kapal dan pihak perusahaan dan juga terhindar dari biaya besar akibat kerusakan yang fatal.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, maka penulis akan menganalisis penyebab dan pemecahan masalahnya, melalui makalah yang berjudul: **“OPTIMALISASI PERAWATAN *TURBOCHARGER* UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI MV DUTA 2”**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Di dalam penulisan makalah ini ditemui masalah-masalah yang menyebabkan tidak maksimalnya putaran mesin induk. Adapun masalah-masalah yang timbul

karena adanya penurunan daya yang erat hubungannya dengan putaran mesin induk yang tidak mencapai putaran yang diharapkan yaitu :

- a. Kurang optimalnya sistem pelumasan pada *turbocharger*
- b. Terjadi *surging* pada *turbocharger*
- c. Perawatan pada *turbocharger* kurang optimal
- d. Turunnya putaran mesin induk
- e. Tenaga mesin induk kurang optimal

2. Batasan Masalah

Dari masalah-masalah yang teridentifikasi, maka penulis membatasi pembahasan berdasarkan pengalaman penulis saat bekerja di MV. Duta 2. Pembahasannya fokus pada 2 (dua) masalah sebagai berikut:

- a. Kurang optimalnya sistem pelumasan pada *turbocharger*
- b. Terjadi *surging* pada *turbocharger*
- c. Perawatan pada *turbocharger* kurang optimal

3. Rumusan Masalah

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

- a. Mengapa sistem pelumasan pada *turbocharger* kurang optimal?
- b. Mengapa terjadi *surging* pada *turbocharger* ?
- c. Apa penyebab perawatan pada *turbocharger* kurang optimal ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk menganalisis penyebab kurang optimalnya sistem pelumasan pada *turbocharger* dan mencari pemecahan masalahnya.
- b. Untuk menganalisis penyebab terjadinya *surging* pada *turbocharger* dan mencari pemecahan masalahnya.

- c. Untuk mencari penyebab perawatan pada *turbocharger* kurang optimal dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

Sebagai sumbangan pemikiran terkait perawatan *turbocharger* dalam menunjang performa mesin induk.

b. Aspek Praktis

Sebagai sumbangan pemikiran dalam melakukan perawatan *turbocharger* dalam menunjang performa mesin induk.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah:

a. Deskriptif kualitatif

Yaitu mendeskripsikan 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 dalam pembuatan makalah, menggunakan teknik-teknik pengumpulan data antara lain sebagai berikut:

a. Observasi

Penulis menggunakan pengamatan secara langsung di atas MV. Duta 2 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 2nd *engineer* di kapal MV. Duta 2 sejak tanggal 01 Juli 2020 sampai dengan 01 November 2022.

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian yaitu MV. Duta 2, salah satu armada milik PT. Harapan Baru Line sebagai operatornya dengan alur pelayaran Jakarta-Makassar-Balikpapan-Jakarta.

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 penulisan yang ada, maka diharapkan dapat mempermudah dalam penulisan makalah ini secara benar dan terperinci. Makalah

ini terbagi dalam 4 (empat) bab sesuai dengan urutan penulisan ini. Adapun sistematika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Pada bab ini menjelaskan tentang 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

Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang penulis alami selama bekerja di atas kapal dan sebagainya termasuk pengolahan data. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

BAB IV Kesimpulan Dan Saran

Menjelaskan penutup yang mengemukakan kesimpulan dari perumusan masalah yang dibahas dan saran yang berasal dari evaluasi pemecahan masalah yang dibahas didalam penulisan makalah ini dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya maka penulis mencari beberapa landasan teori untuk pemecahan perawatan *turbocharger* di atas MV. Duta 2, diantaranya yaitu sebagai berikut :

1. Perawatan

a. Definisi

Menurut Sofyan Assauri (2014:34) perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/ penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2015:57) perawatan adalah suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem operasi sehingga dari sistem ini dapat diharapkan menghasilkan *out put* sesuai dengan yang dikehendaki. Sedangkan perbaikan (*Repair*) adalah tindakan perbaikan kapal pada saat terjadi kerusakan. Sistem perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, dimana apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka akan lebih intensif.

Menurut Ansori Nachnul (2013:2), menyebutkan bahwa perawatan adalah konsepsi dari semua aktivitass yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas fasilitas atau mesin agar dapat berfungsi dengan baik seperti kondisi awalnya.

b. Jenis-Jenis Perawatan

Menurut J.E Habibie (2012:15) perawatan dapat diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelompok yaitu :

1) Perawatan Insidental

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

2) Perawatan Terencana

Perawatan terencana adalah perawatan yang dilakukan dengan melakukan perencanaan pada mesin untuk dioperasikan setiap saat dibutuhkan. Perawatan terencana dibagi menjadi dua jenis yaitu :

a) Perawatan korektif

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

3) Perawatan Berkala

Perawatan berkala biasanya melibatkan pembongkaran, penggantian *spare part* secara berkala terhadap mesin berdasarkan waktu pengoperasian atau jam kerja.

4) Perawatan Berdasarkan Pantauan Kondisi (Pemeliharaan Prediktif)

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

2. *Turbocharger*

a. Definisi *Turbocharger*

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. (Jusak Johan Handoyo, 2017:16)

Aliran udara murni diproduksi *turbocharger* adalah dihasilkan oleh *blower side*. Udara luar (udara kamar mesin) dihisap oleh *blower side* ditekan ke ruang udara bilas terlebih dahulu melalui *intercooler* untuk proses pendinginan. Setelah itu udara dari ruang udara bilas masuk ke ruang silinder mesin induk melalui *intake manifold* dan klep masuk. Proses ini terjadi dalam mesin 4 tak, sedangkan untuk mesin 2 tak tidak menggunakan *intake manifold* dan klep masuk di mesin induk. Udara yang ada di ruang udara bilas langsung masuk ke ruang silinder mesin induk.

Turbocharger digunakan untuk mesin pembakaran dalam dan untuk meningkatkan daya dari 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*, *ball bearing 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*).

b. Cara Kerja Turbocharger

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2018:123) yang menjelaskan mengenai cara kerja *turbocharger* bahwa pada saat motor diesel dihidupkan/*dstart* 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 isap 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.

Turbocharger merupakan peralatan untuk mengubah sistem masukan udara secara alami dengan sistem paksa. Karena sebelumnya pemasukan udara mengandalkan kevakuman yang dibentuk dari gerakan piston dari gerakan hisap, maka dengan adanya *turbocharger* udara akan ditekan masuk ke dalam silinder menggunakan blower yang ikut berputar karena berputarnya *turbin blade*.

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. **Komponen *Turbocharger***

Komponen *turbocharger* terdiri dari komponen utama dan komponen pendukung sebagai berikut :

1) **Komponen Utama *Turbocharger***

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2013:126), bahwa bagian dari *turbocharger* terdiri dari :

a) **Rumah kompresor (*compressor housing / blower side*)**

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

b) **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.

c) **Rumah turbin (*turbine side 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.

2) **Komponen Pendukung *Turbocharger***

a) ***Intercooler***

Menurut Wiranto Arismunandar, (2001:33) menjelaskan bahwa *intercooler* berfungsi untuk mendinginkan udara masuk dari

blower yang panas karena melewati *turbocharger*. Dengan mendinginkan udara masuk dari *blower* kedalam silinder mesin diperoleh berat jenis udara yang lebih besar, sehingga berat dan jumlah molekul udara pun bertambah. Hal ini dapat menambah jumlah bahan bakar yang ikut terbakar dan mengakibatkan daya mesin bertambah.

b) Saringan Udara (*air cleaner*)

Menurut Karyanto, (2000:59) bahwa saringan udara termasuk komponen yang mempunyai peranan penting yang tidak bias diabaikan dalam mesin diesel. Karena udara yang masuk kedalam silinder mesin harus sebersih mungkin.

c) Sistem Pelumasan *turbocharger*

Menurut Karyanto, (2000:59) bahwa sistem pelumasan pada *turbocharger* pada umumnya berasal dari sistem pelumasan mesin induk, dimana setelah melumasi mesin induk minyak pelumas menuju ke *turbocharger* dan kemudian kembali ke karter. Minyak lumas yang dipergunakan harus sesuai untuk bantalan dan harus diganti selama waktu tertentu.

d. Keuntungan Sistem Pengisian Udara oleh *Turbocharger*

Menurut Sukoco, M.Pd. dan Zainal Arifin, M.T (2008:33), beberapa keuntungan dari sistem pengisian udara bilas yang dilakukan oleh *Turbocharger* adalah sebagai berikut :

1) Tenaga mesin dapat ditingkatkan

Dengan penambahan pasokan udara ke *cylinder* pembakaran maka tekanan rata-rata efektif udara bilas pun meningkat dengan demikian. Daya efektif yang dihasilkan akan meningkat, sehingga pembakaran akan meningkat pula, dengan kata lain tenaga mesin akan bertambah besar antar 35 % sampai 40 %.

2) Pembakaran lebih sempurna

Karena udara didinginkan lebih dahulu di *intercooler*, hingga

kandungan molekul oksigen lebih banyak, massa jenis udara akan bertambah. Pembakaran dengan jumlah oksigen yang banyak akan beraksi dengan bahan bakar yang terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H₂), nitrogen (N₂), sulfur (S₂) yang akan menghasilkan gas hasil pembakaran karbondioksida (CO₂) yang sempurna.

3) Perbandingan kompresi kecil

Karena tekanan udara kompresi lebih besar, sementara tekanan akhir kompresi tetap (35-40 bar), sehingga udara dan bahan bakar sebelum kompresi lebih besar dibandingkan sesudah kompresi.

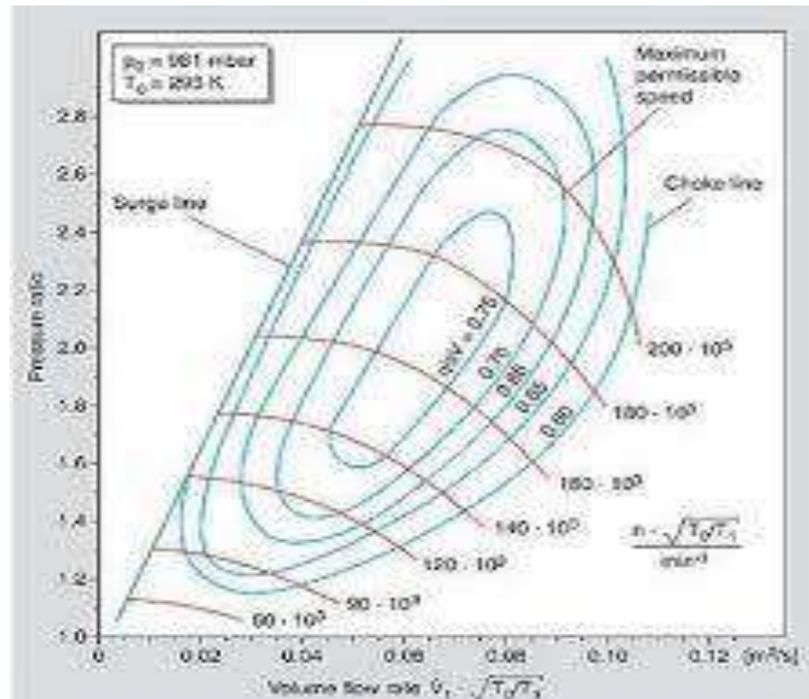
4) Jumlah udara yang masuk ke silinder lebih banyak

Karena udara yang ditekan oleh *turbocharger* dan didinginkan lebih dulu di *intercooler*, maka kandungan oksigen lebih banyak dengan meningkatkan massa jenis udara tersebut, secara otomatis jumlah dari udara yang masuk ke dalam silinder pun lebih meningkat.

e. *Surging* pada *Turbocharger*

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:295) jika pada saat olah-gerak, *supply* udara dari *blower* berkurang, berarti juga tekanan udaranya berkurang. Sementara tekanan udara dari pompa bilas tetap walaupun saat olah gerak sehingga tekanan udara dari pompa bilas lebih besar daripada tekanan udara dari *blower*. Hal ini akan menjadi tekanan balik dan tekanan ini berbenturan di dalam *blower*, yang menimbulkan bunyi seperti suara dentuman, kejadian ini disebut *surging*.

Surging ini harus dihilangkan, karena jika sering terjadi akan merusak *diffuser* dari *blower* dan akan bengkok atau patah. Hal tersebut akan membawa dampak terhadap suplai udara yang berkurang atau *ball bearing* dari *blower* akan rusak, karena tekanan benturan dari *surging* ini.



Gambar 2.1 *Surging pada Turbocharger*

Pada saat kondisi sedang olah-gerak (*manouvere*), putaran mesin berubah-ubah terutama dari *full* ke *half* atau ke *slow* dan *dead slow* secara cepat dan mendadak sehingga putaran rotor belum/tidak stabil atau masih rendah sehingga mengakibatkan putaran *blower* yang juga tidak stabil atau masih rendah dengan tekanan udara *blower* masih kecil/rendah. Sementara tekanan udara pompa bilas tetap besar sehingga menimbulkan tekanan balik bertubrukan di dalam *blower side* dan menimbulkan bunyi *surging*.

Untuk mengatasi *surging* dapat dilakukan dengan cara :

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

3. Mesin Induk

a. Pengertian Mesin Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo (2016:41), mesin induk adalah suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur. Mesin induk di MV. Duta 2 adalah tipe mesin diesel dimana proses pembakaran bahan bakar terjadi akibat proses kompresi/penekanan udara di dalam silinder untuk kemudian bahan bakar disemprotkan dalam bentuk kabut kepada udara yang bersuhu dan bertekanan tinggi tersebut.

Sebagai mesin penggerak utama kapal, mesin diesel lebih menonjol dibandingkan jenis mesin penggerak utama kapal lainnya, terutama :

- 1) Untuk rute pelayaran antar pulau), rute pelayaran yang sempit (sungai) dan ramai, karena pada saat olah gerak mesin kapal, mesin mudah dimatikan dan mudah dijalankan kembali.
- 2) Konsumsi bahan bakar lebih hemat.
- 3) Lebih mudah dalam mengoperasikannya

Mesin diesel adalah mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dimana proses pembakarannya terjadi di dalam *cylinder* itu sendiri. Proses pembakaran dimulai saat udara yang masuk ke dalam *cylinder* dimampatkan (dikompresikan) sehingga tekanan dan suhunya naik dimana pada saat akhir kompresi suhunya mencapai suhu titik nyala bahan bakar dan pada saat itulah dikabutkan bahan bakar ke dalam *cylinder* (ke dalam ruang kompresi) melalui alat pengabut (*injector*) yang bahan bakarnya didorong oleh pompa bahan bakar tekanan tinggi antara 400 bar sampai 470 bar.

Dengan tekanan tersebut bahan bakar masuk ke dalam *cylinder* (ruang kompresi) dalam bentuk kabut tipis (*atomization*) sehingga pada waktu bertemu / bercampur dengan udara yang sudah dalam suhu tinggi langsung terbakar dengan cepat sekali. Hal ini sesuai dengan kaedah segitiga api

yang mengemukakan bahwa pembakaran (api) dapat terjadi karena bertemunya / bercampurnya tiga unsur, yaitu udara yang mengandung oksigen (O₂), bahan bakar dan suhu (*temperature*). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembakaran yang sempurna sangat bergantung pada 3 hal yaitu keseimbangan pencampuran, temperatur, udara dan pengabutan bahan bakar.

b. Daya Mesin Induk

Daya atau tenaga dihasilkan oleh pengabutan sempurna yang menghasilkan suatu pembakaran yang sempurna pula sebagai pendorong torak ke bawah untuk melakukan usaha mekanik sebagai penghasil daya motor maksimum. Adapun rumus perhitungan daya adalah sebagai berikut:

1) Daya indikator

$$(P_i) = 0,785 \cdot D^2 \cdot S \cdot Z \cdot \pi \cdot n \cdot 100 \text{ (2 tak)}$$

$$(P_i) = 0,785 \cdot D^2 \cdot S \cdot Z \cdot \pi \cdot n \cdot 50 \text{ (4 tak)}$$

2) Daya efektif

$$(P_e) = 0,785 \cdot D^2 \cdot S \cdot Z \cdot \pi \cdot n \cdot 100 \text{ (2 tak)}$$

$$(P_e) = 0,785 \cdot D^2 \cdot S \cdot Z \cdot \pi \cdot n \cdot 50 \text{ (4 tak)}$$

3) Daya Gesekan mekanis:

$$P_f = P_i - P_e \text{ (2 tak & 4tak)}$$

4) Tekanan Gesekan:

$$p_f = p_i - p_e \text{ (2 tak & 4tak)}$$

Keterangan :

PI = Daya indikator (ikW)

Pe = Daya Effective (ekW)

Pf = Daya gesekan (kW)

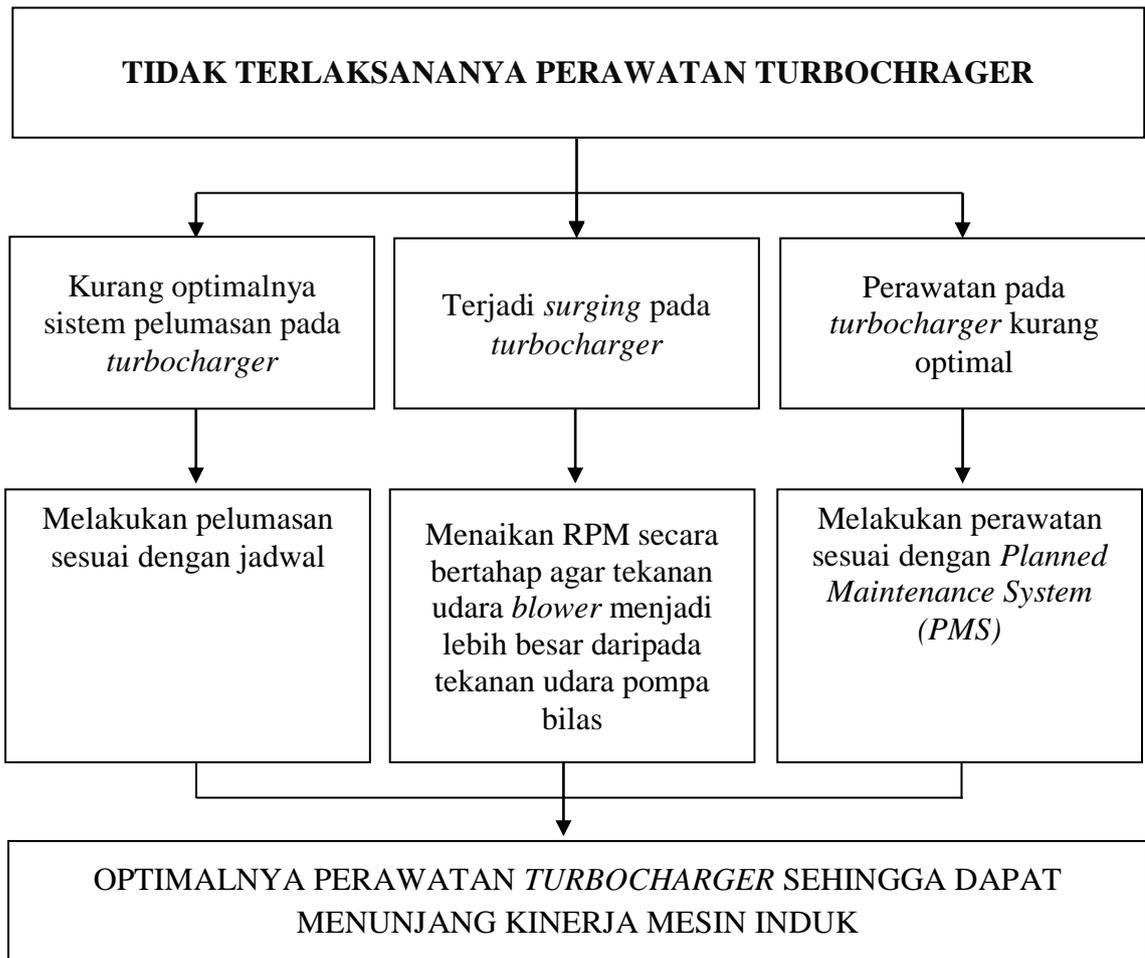
pf = Tekanan gesekan (bar)

D = Diameter Silinder (m)

- S = Langkah torak (m)
Z = Jumlah silinder
 p_i = Tekanan rata-rata indikator (bar)
 p_e = Tekanan rata-rata efektif (bar)

- 1) Daya motor yang maksimum dipengaruhi oleh :
 - a) Banyak sedikitnya bahan bakar yang disemprotkan oleh *injector*
 - b) Tidak terjadi kebocoran pada ruang pembakaran (kebocoran klep).
 - c) Kompresi motor induk yang tinggi, *ring torak*, *cylinder liner* masih standar normal.
 - d) Mutu bahan bakar bagus.
 - e) Jumlah udara pembakaran per kg bahan bakar memenuhi standar.
- 2) Penyebab daya motor rendah adalah:
 - a) Terjadi kebocoran klep
 - b) Mutu bahan bakar jelek
 - c) Kompresi motor induk rendah
 - d) *Ring piston* lemah sehingga terjadi pelolosan udara kompresi
 - e) Kekurangan oxygen
 - f) Pengabutan bahan bakar jelek
 - g) Pada sistem pembuangan gas buang adanya timbul tekanan balik (*pressure back*)

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Beberapa fakta berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di MV.Duta 2 sebagai *2nd Engineer* yang menyebabkan tidak optimalnya putaran mesin induk diantaranya yaitu :

1. Kurang optimalnya sistem pelumasan pada *turbocharger*

Pada saat kapal dalam pelayaran dari Jakarta ke makassar pada 22 agustus 2021 jam 01.45 LT karena cuaca buruk mendadak putaran mesin induk menurun dan pada indikator tekanan udara bilas dari 1,5 bar turun hingga mencapai 0,74 bar. Dalam kejadian ini langsung cepat diambil tindakan dengan menghentikan mesin induk. Setelah dilakukan pengecekan, ditemukan penyebabnya adalah adanya gangguan pada *turbocharger*. Selanjutnya dilakukan pengecekan lebih lanjut untuk mengetahui titik permasalahannya, ternyata penyebab masalahnya yaitu adanya kerusakan pada *bearing*. Gangguan pada *turbocharger* menyebabkan udara masuk ke ruang udara bilas terhambat dan mengakibatkan tekanan udara bilas turun. Pada mesin induk dengan menggunakan *turbocharger*, berat volume udara tergantung pada faktor dan kondisi udara *atmosfer* yang dihisap. Bila tekanan udara lebih tinggi dan temperatur lebih rendah, berat udara yang dihisap akan bertambah. Sebaliknya bila tekanan udara lebih rendah dan temperatur lebih tinggi, berat udara yang dihisap akan berkurang.

2. Terjadi *surgin* pada *turbocharger*

Selesai olah gerak untuk mulai pelayaran keberangkatan dari Balikpapan dengan tujuan Jakarta pada 27 agustus 2021 jam 15.30 LT , nakhoda memerintahkan kepada *Chief Engineer* untuk menaikkan putaran mesin induk ke putaran penuh sesuai dengan *instruction manual book*. Kewenangan *Chief*

Engineer di atas kapal sebagai penanggung jawab tunggal atas kamar mesin berwenang untuk membuat keputusan dan atas pesawat yang ada di kamar mesin. Dengan demikian alasan utama *Chief Engineer* memerintahkan membatasi putaran mesin induk. Bila putaran mesin induk tersebut dinaikkan sampai ke batas putaran ekonomis, maka pada saat itu juga temperatur gas buang akan segera naik hingga di atas 425°C. Naiknya temperatur gas buang tersebut tidak layak dipergunakan karena dapat merusak bahan material mesin tersebut padahal menurut *Instruction Sea Trail Book* bahwa temperatur buang maksimum adalah 380°C. Dari kejadian di atas, dapat diketahui bahwa temperatur gas buang yang tinggi melebihi batas normal menyebabkan putaran (rpm) mesin induk harus diturunkan.

Pada saat putaran mesin induk sudah mencapai putaran maksimal, timbul suara semacam ultrasonik yang lazimnya disebut *surgings*. Suara *surgings* ini berasal dari bagian *blower side turbocharger*. Suara yang berbunyi itu belum begitu keras, sehingga putaran mesin induk masih dipertahankan pada batas toleransi. Apabila putaran mesin induk terus bertambah karena kapal didorong oleh arus dari belakang maka suara *surgings* akan sering terdengar dengan interval atau tempo yang tidak beraturan kurang lebih terdengar 5 atau 15 menit sekali. Masinis jaga mengambil tindakan menurunkan *handle* bahan bakar dan mengatur putaran dibawah putaran maksimal. Apabila putaran mesin induk tersebut dipertahankan pada putaran yang diharapkan maka suara *surgings* dari *blower side turbocharger* tersebut akan bertambah sering dan keras dan suara *surgings* yang berbunyi tersebut tidak lagi interval/tempo bahkan lebih cepat bunyinya.

3. Perawatan pada *turbocharger* kurang optimal

Pada pelayaran ke Jakarta dari Balikpapan putaran maksimal dilakukan secara terus menerus akan sangat membahayakan *turbocharger* tersebut dan temperatur gas buang sangat tinggi melebihi 425 °C, maka putaran harus cepat diturunkan di bawah putaran 50 rpm. Apabila diperhatikan suara *surgings* tersebut berbunyi pada saat tekanan udara bilas dari mesin induk 1,25 bar yang terbaca pada manometer udara bilas. Sesuai dengan *Instruction Maintenance and Operation Book* bahwa pada putaran maksimal maka tekanan udara bilas minimal 1,5 bar. Masinis jaga setelah menurunkan *handle* bahan bakar selalu

mengecek temperatur gas buang tiap-tiap *cylinder* pada mesin induk dan mencatat temperatur gas buang tersebut.

B. ANALISIS DATA

Hasil dari tidak optimalnya putaran mesin induk seperti yang dikehendaki merupakan masalah pokok yang akan dibahas dalam penulisan makalah ini. Sebelum membahas pada pemecahan masalah, maka terlebih dahulu sebagaimana pada butir A ini akan dikemukakan dari hasil beberapa analisis dari permasalahan yang telah diidentifikasi dan dirumuskan pada bab-bab sebelumnya.

1. Kurang optimalnya sistem pelumasan pada *turbocharger*

Untuk melumasi *full-floating bearing* di dalam *center housing*, oli mesin disalurkan dari oil inlet pipe dan disirkulasikan di antara bearing-bearing. Setelah melumasi bearing-bearing, oli ini mengalir melalui oil outlet pipe dan kembali ke oil pan. kelangsungan penyediaan minyak untuk bantalan *turbocharger* dan kapasitas harus sedemikian rupa sehingga bantalan tidak akan rusak.

Saat *engine start up*, *turbocharger* mulai berputar, pada saat itu oli membutuhkan waktu untuk bersirkulasi, karena itu akselerasi pada engine atau pengoperasian engine dengan beban akan menyebabkan turbo mengalami kekurangan pelumasan, akibatnya besarnya gesekan pada bearing atau komponen-komponen yang bergesekan (*running part*). Kerusakan yang disebabkan kurang pelumasan dapat terjadi pada:

- 1) Setelah disimpan dalam waktu yang lama (*after long storage*)
- 2) Akselerasi yang tiba-tiba pada saat engine baru start

Disamping itu, jika kualitas minyak lumpur menurun (*oil deteriorated*) dapat menyebabkan *scuffed* (tergores) atau kerusakan pada *journal bearing* dan *thrust collar* mengalami goresan (*pick up*) atau scufing (lecet) pada bagian yang bersentuhan dengan *journal bearing*

Operasional *turbocharger* sangat lekat dengan *unbalance*, karena sewaktu *turbocharger* dioperasikan banyak substansi yang bisa mempengaruhi kondisi sebuah rotor hingga menjadi tidak *balance*. Deposit yang terjadi selama

pengoperasian bisa menambah jumlah massa pada salah satu sisi rotor dan juga erosi yang mengikis material juga mengurangi massanya. Keadaan ini bisa membuat *unbalance* tercipta walaupun *rotor* tersebut sudah melalui proses balancing sebelum dioperasikan.

Balancing merupakan proses yang sangat krusial untuk menjamin bahwa *turbocharger* akan memberikan kemampuan optimalnya dan yang terpenting adalah keamanan saat beroperasi. Dalam *turbocharger*, getaran yang timbul akan diserap oleh bearing dan minyak peluman yang menyangga *rotor*, namun bila getaran yang timbul terlalu besar maka penyangga ini tidak akan mampu untuk melakukan hal tersebut. Kerusakan *bearing* atau minyak pelumas yang berubah kondisinya bisa menjadi sebuah tanda, namun bisa juga terjadi hal yang lebih besar. Banyak kehancuran sebuah *turbin* maupun kompresor bahkan sebuah *unit turbocharger* dikarenakan *unbalance* yang terjadi. Dengan getaran yang ditimbulkan terlalu besar, *bearing* tidak kuat lagi menyangga beban *rotor* sehingga *compressor* atau *turbine blade* menghantam *casing* dan menimbulkan kehancuran.

2. Terjadi *surgin* pada *turbocharger*

Gangguan pada *turbocharger* akan mengurangi tenaga yang dihasilkan oleh motor induk. Gangguan pada *turbocharger* ini terjadi saat kapal berangkat dari pelabuhan, tiba-tiba terdengar bunyi atau suara ledakan yang keras dan tidak beraturan pada *turbocharger* mesin induk atau yang biasa dikenal dengan istilah *surgin*.

Surgin adalah kejadian dimana *turbocharger* mengalami *over running* lalu berhenti seketika, kemudian berputar dengan normal kembali, tidak berapa lama *over running* kembali. Saat akan terjadi *surgin*, kompresor akan berputar dengan kecepatan normalnya (*over running*). Hal ini terjadi kompresor tidak menghasilkan udara bertekanan yang di suplai kedalam mesin induk, sehingga seolah-olah *turbocharger* berputar tanpa beban.

Surgin terjadi karena suatu getaran frekuensi tinggi dari impeller (rotor) yang berputar pada keadaan tertentu dan kompresor udara harus menyalurkan udara dengan tekanan tertentu sesuai dengan putaran *turbin*. Beberapa faktor

terjadinya surging pada *turbocharger* sebagai berikut terhambatnya atau terganggunya system udara dan variasi beban yang terjadi pada masing-masing silinder berubah-ubah.

Dari ke dua kategori utama tersebut kemungkinan penyebab dari *turbocharger* surging antara lain :

a. Pada *Turbocharger*

- 1) Kerusakan pada *turbin blades* (sudu – sudu jalan) sehingga gas buang ke sudu akan terganggu dan berkurang hingga mengakibatkan tidak tercapainya putaran *rotor shaft* yang diharapkan sehingga udara yang dihasilkan pun akan berkurang ke engine.
- 2) Kerusakan pada *compressor whell* dan *inducer whell*. Demikian pula sebaliknya kerusakan yang terjadi di sisi ini akan menyebabkan kekurangan suplai udara yang dibutuhkan *engine* sebagai udara bilas
- 3) Kotornya *filter mesh* dari *turbocharger* akan mengakibatkan terganggunya aliran udara segar kedalam *engine*.

b. Pada sisi Gas Buang (*Exhaust Gas*) Sistem.

- 1) Terhalangnya aliran gas buang dari *engine* ke *turbocharger* dikarenakan tersumbatnya *protection grid / filter* yang dibuat untuk melindungi *turbin blades* didalam *turbocharger* agar tidak terkena hantaman kemungkinan adanya pecahan benda asing dari dalam engine sehingga membahayakan *turbine blades* seperti pecahan *exhaust valve* atau pecahan patahan *piston ring* dan lainnya.
- 2) *Vibrasi* tekanan di dalam *exhaust trunk / exhaust receiver*
- 3) Bertambahnya *back pressure* setelah *turbocharger*

c. Sistem Udara Bilas

- 1) Kotornya *air cooler* sehingga mengakibatkan buntu
- 2) Kotornya *scaving port* (lubang udara bilas)
- 3) Variasi *load* yang berubah-ubah
- 4) Temperatur *scavenge receiver* yang terlalu tinggi

- d. *Fuel Oil System*
- a) *Injector* yang sudah tidak baik
 - b) *Fuel oil pump* yang sudah tidak baik
 - c) Adanya udara dalam sistem bahan bakar
 - d) Temperatur bahan bakar yang terlalu rendah

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

Tetapi akibat dari proses pembakaran yang tidak sempurna, menghasilkan karbon-karbon atau jelaga-jelaga tersebut menempel di *sudu-sudu nozzle ring* dan *sudu-sudu turbin* yang lama kelamaan membuat saluran gas bekas atau *sudu-sudu nozzle ring* dan *sudu-sudu turbin* akan menyempit, bahkan menutup *sudu-sudu turbin side* tersebut. Akibat dari penyumbatan *sudu-sudu nozzle ring* dan *sudu-sudu turbin* maka gas bekas tidak dapat mengalir dengan lancar, sehingga gas bekas terkumpul di saluran gas buang (*manifold*) dan masuk ke dalam ruang silinder, yang menyebabkan suhu gas buang di tiap-tiap silinder meningkat.

Untuk memperoleh tenaga mesin induk yang maksimal, maka proses pembakaran harus berlangsung dengan seimbang, artinya perbandingan antara bahan bakar dan udara harus sebanding, serta temperatur yang cukup untuk menyalakan atau membakar bahan bakar yang dikabutkan ke dalam silinder sehingga tidak ada bahan bakar yang tidak terbakar.

Apabila pada proses pembakaran *supply* udara yang masuk silinder tidak seimbang dengan udara untuk kebutuhan pembakaran, maka udara yang masuk didalam silinder menjadi berkurang atau menurun disamping karena kerja *turbocharge* tidak stabil juga dikarenakan *turbo blower casing* sudah kotor

sehingga rotornya berputar berat atau tersendat–sendat dan terjadi *surging* pada *blower side*.

3. Perawatan pada *turbocharger* kurang optimal

Pelaksanaan jadwal perawatan sangat mendukung kinerja dari suatu permesinan diatas kapal agar tidak terjadi permasalahan saat permesinan tersebut beroperasi. Sebagai mana fakta yang telah dialami penulis selama di kapal, pelaksanaan jadwal perawatan *turbocharger* tidak sesuai dengan rencana/ *planing maintenance system (PMS)*. Perawatan *turbocharger* ditunda karena administrasi sistem perawatan berencana tidak efektif karena laporan dari kapal tidak dilanjuti, kurangnya catatan kondisi jam kerja spare part dan kurangnya pengontrolan data inventori spare part sehingga menimbulkan masalah yang pada awalnya tidak di sadari tetapi pada akhirnya akan menimbulkan persoalan-persoalan serius sehingga kinerjanya kurang mendukung pada pengoperasian kapal.

Pelaksanaan perawatan *turbocharger* tidak sesuai *planing maintenance system* dikarenakan segi manajerial dan segi operasional kapal sebagai berikut :

a. Segi Manajerial

Administrasi sistem perawatan berencana tidak efektif, catatan pelaksanaan perawatan berencana tidak lengkap dan jadwal perawatan tidak tepat waktu sehingga *Planing maintenance system (PMS)* tidak optimal.

b. Segi Operasional

Kondisi jam kerja komponen *turbocharger* yang sudah melampaui batas dalam penggunaannya sehingga fungsi dan kemampuan suku cadang tidak maksimal. Kurangnya pengontrolan data inventori spare part *turbocharger* kurang berjalan optimal. Data – data penggunaan spare part tidak terdaftar dengan baik, sehingga aktual stok spare part *turbocharger* di atas kapal kurang terkontrol. Ketidak tersediaan spare part diatas kapal menyebabkan perawatan berkala *turbocharger* terhenti dan tertundanya pergantian komponen sesuai jadwal yang seharusnya. Sehingga kurang menunjang pelaksanaan *plan maintenance system (PMS)* secara optimal.

Dalam melakukan perawatan pada *turbocharger* di atas kapal, agar mendapatkan hasil yang maksimal maka perlu menyerahkan kegiatan perawatan tersebut kepada kontraktor yang berlisensi / terpercaya seperti kontraktor dari maker langsung. Akan tetapi fakta yang penulis temui di atas kapal perawatan *turbocharger* tidak dilakukan oleh kontraktor yang berlisensi sehingga perawatan tidak terlaksana secara maksimal. Hal ini bertujuan untuk menghemat biaya perawatan dikarenakan biaya untuk jasa perawatan dari kontraktor yang berlisensi lebih mahal.

Perawatan termasuk faktor terpenting dalam pengoperasian kapal, terutama pemeliharaan *turbocharger* dan mesin induk sebagai penggerak kapal. Untuk pemeliharaan tersebut dibutuhkan seorang Masinis yang mampu untuk melaksanakan serta memiliki motivasi yang tinggi dalam melaksanakan kerja sesuai rencana dan tujuan yang diharapkan. Dalam *Planned Maintenance System* (PMS) di kapal dibuat oleh masing-masing Kepala Departemen yang mengacu pada *Instruction Manual 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 ditanda tangani, dikembalikan lagi ke kapal untuk dilaksanakan PMS tersebut.

C. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan pembahasan pada deskripsi data dan analisis data di atas, penulis dapat memberikan pemecahan dari dua permasalahan yang menjadi prioritas, sebagai berikut :

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Kurang optimalnya sistem pelumasan pada *turbocharger*

1) Melakukan penggantian pelumasan sesuai dengan jadwal

Sistem pelumasan berdasarkan prinsip kerja *turbocharger*, maka perlu adanya sistem pelumasan yang dapat bersirkulasi dengan baik. *Turbocharger* melumasi *full-floating bearing* di dalam *center housing*, oli mesin disalurkan dari *oil inlet pipe* dan disirkulasikan diantara *bearing-bearing*. Setelah melumasi bearing-bearing, oli ini

mengalir melalui oil outlet pipe dan kembali ke curter. Kelangsungan penyediaan minyak untuk bantalan *turbocharger* dan kapasitas harus sedemikian rupa sehingga bantalan tidak akan rusak.

Dalam sistem pelumasannya terdapat dua metode yaitu metode pertama dengan memanfaatkan pelumasan yang ada pada sistem motor diesel. Minyak pelumas dipompa menuju ke bearing, kemudian mengalir kembali menuju sistem motor diesel. Metode kedua hanya digunakan khusus terhadap pelumasan bearing.

Minyak lumas yang berperan sangat penting terhadap *turbocharger* sangat perlu dilakukan pengecekan maupun pergantian secara rutin mengingat *turbocharger* mempunyai putaran poros yang tinggi. Pengecekan dilakukan dengan cara melihat pada gelas duga yang ada pada bagian tertentu dari *turbocharger*.

Setiap komponen/ permesinan mempunyai batas maksimal pemakaian atau yang biasa disebut dengan *running hours*, begitu juga dengan *bearing* memiliki batas jam kerja yaitu 10.000 jam kerja. Oleh karena itu, *bearing* yang sudah melebihi jam kerjanya harus diganti dengan suku cadang yang baru dan *genuine part*. Pergantian *bearing* ini biasanya bersamaan dengan *overhaul turbocharger*.

2) *Overhaul turbocharger*

Adapun langkah-langkah *overhaul turbocharger* secara garis besar menurut *Instruction Manual Book* adalah sebagai berikut:

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*. Kerusakan pada *engine* lain juga dapat mengakibatkan hal ini, diantaranya *ring piston* patah, tersumbatnya *air breather* atau mesin beroperasi tanpa beban terlalu lama.

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.

b. Terjadi *surging* pada *turbocharger*

1) Menaikan RPM secara bertahap agar tekanan udara *blower* menjadi lebih besar daripada tekanan udara pompa bilas

Berdasarkan pengalaman penulis upaya yang dilakukan alternatif untuk mengatasi masalah *surging* yaitu dengan mengurangi dampak dari *oversize cylinderliner* tersebut terutama terhadap *surging* dengan cara penggantian *cylinder liner* dengan suku cadang yang baru.

Cylinder liner yang sudah *oversize* melebihi toleransi maksimal harus dilakukan penggantian baru agar masalah serupa tidak terulang lagi. Di atas kapal tidak tersedia *cylinder liner* sejumlah yang dibutuhkan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa 5 dari 6 silinder sudah harus diganti karena melebihi batas toleransi. Namun yang terjadi di atas kapal adalah tidak bisa dilakukan penggantian *cylinder liner* karena tidak adanya suku cadang, sehingga ditempuh cara alternatif untuk mengurangi dampak dari *oversize cylinder liner* tersebut dengan cara:

a) Menurunkan putaran Mesin Induk

Berdasarkan hasil observasi penurunan putaran Mesin Induk bisa

lebih membuat pembakaran lebih stabil karena berada pada putaran yang relatif rendah dan gas buang yang dihasilkan lebih baik daripada menggunakan putaran Mesin Induk maksimal sedangkan gas buang yang dihasilkan tidak stabil karena dampak dari lolosnya kompresi dari *oversize cylinder liner*.

b) Mengoperasikan *auxiliary blower* secara manual

Berdasarkan hasil observasi, *oversize cylinder liner* menyebabkan lolosnya kompresi untuk pembakaran sehingga pembakaran yang berlangsung tidak optimal. Sedangkan saat terjadi *surgings*, berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan studi pustaka, didapati tekanan udara bilas di bawah 0,8 bar. Untuk tetap dapat mensuplai udara bilas sesuai yang dibutuhkan Mesin Induk agar tidak terjadi *surgings* maka *auxiliary blower* yang berfungsi untuk membantu suplai udara ke dalam Mesin Induk dioperasikan secara manual. Dengan cara ini *auxiliary blower* akan terus beroperasi selama Mesin Induk beroperasi untuk mensuplai kekurangan udara akibat lolosnya kompresi dan *surgings*. Namun, harus diperhatikan temperature dari motor *auxiliary blower* untuk selalu dilakukan pengecekan karena dengan terus beroperasi maka motor akan panas dan menyebabkan motor terbakar.

2) Perawatan *air cooler* sisi udara secara berkala

Penyebab *surgings* dari sisi udara bilas, hal ini di karenakan oleh adanya tekanan balik (*back pressure*) ke sisi *blower side* di karenakan kotorannya *air cooler air side* / sisi udara. Hal ini biasa disebabkan oleh adanya kotoran karbon ataupun kotoran debu yang bercampur dengan uap minyak yang menempel pada *fin plate air cooler*. Untuk membersihkan *air cooler* sisi udara tersebut bisa kita lakukan dengan dua cara, diantaranya :

a) Perendaman

Melepas *air cooler* dari rumah dudukan *air cooler* selanjutnya di

rendam di dalam box dengan chemical air cooler cleaner selama beberapa saat dan selanjutnya di bilas dengan air tawar.

b) Resirkulasi

Dengan melakukan chemical recirculation selama beberapa saat pada sisi *air cooler air side* dengan chemical air cooler cleaner dan selanjutnya di bilas dengan air tawar.

Selain dari pada *back pressure* pada *blower side, surging* juga dapat di sebabkan oleh panasnya temperatur udara bilas. Untuk mengatasi dari pada panasnya temperature udara bilas ($> 85^{\circ} \text{C}$) dapat dilakukan dengan :

- (1) Membersihkan pipa pipa sisi air laut pada *air cooler* secara berkala.
- (2) Menjaga tekanan Air laut dari *Main cooling sea water pump* yang masuk ke *air cooler* pada batas tekanan yang disyaratkan oleh *manual book* (2.0 kg/cm^2).
- (3) Membersihkan saringan *sea chest* secara berkala untuk menjaga aliran air laut ke *main cooling sea water pump* tetap lancar.

Pada *turbocharger surging* juga dapat disebabkan oleh *system* bahan bakar. *System* bahan bakar (*instrument* pembakaran) pada mesin sangat berpengaruh terhadap kualitas pembakaran di dalam mesin. Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan tenaga yang optimal, dan tenaga yang di hasilkan oleh tiap tiap *cylinder* harus seimbang antara *cylinder* yang satu dengan yang lain (*P max deviation*) tidak boleh melebihi batas yang di syaratkan ($> 20 \text{ bar}$).

Hal tersebut akan mengakibatkan daya yang di terima oleh *turbin side* menjadi *fluktuatif* (tidak stabil) sehingga menjadikan putaran *turbocharger* tidak konstan. Apabila *P max deviation* terlalu besar akan menjadikan *high vibration* pada saat *turbocharger* berputar. Untuk mengatasi *P max deviation* yang terlalu besar kita dapat

melakukan pembenahan pada instrument pembakaran diantaranya adalah :

- (1) Dilakukan penyetelan tekanan pengabutan dari *fuel injection valve* sesuai petunjuk buku manual (370 kg/cm^2).
- (2) Dilakukan penggantian spare part pada *fuel injection valve* sesuai jadwal interval waktu pada PMS.
- (3) Dilakukan penggantian *spare part* dengan memakai spare part COM (*Certified of maker*).
- (4) Dilakukan penggantian *barrel dan plunger pada fuel pump* sesuai jadwal PMS.
- (5) Dilakukan pengecekan dan penyetelan *timing injection* sesuai dengan petunjuk panduan buku manual (12° BTDC).

c. Melakukan perawatan sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*

1) Perawatan pada komponen utama *turbocharger*

Untuk menjaga perangkat *turbocharger* pada mesin induk selalu bekerja optimal, dibutuhkan perawatan, seperti berikut ini:

a) Melakukan pengecekan pada minyak lumas *turbocharger*

Minyak lumas yang berperan sangat penting terhadap *turbocharger* sangat perlu dilakukan mengingat *turbocharger* mempunyai putaran poros yang tinggi. Pengecekan dilakukan dengan melihat pada gelas duga yang ada pada bagian tertentu dari *Turbocharger*.

b) Perawatan turbin dan *kompresor side*

Perawatan turbine dilakukan pada kondisi fisik turbin, sudu-sudu yang mengalami dorongan dari gas buang mesin harus di pastikan dalam kondisi baik, serta pembersihan kerak kotoran dari gas buang yang menempel pada sudu-sudu turbin di bersihkan.

Pembersihan pada sudu-sudu kompressor wheel dari kotoran-kotoran yang lolos dari filter dan terhisap masuk kedalam kompressor lalu menempel ke sudu-sudu tersebut. Pembersihan dilakukan dengan air sabun, atau sebaiknya dilakukan menggunakan cairan chemical cleaner jika kotoran sudah mengerak. Pengecekan juga dilakukan pada kondisi fisik dari kompressor, memastikan dalam kondisi baik pada sudu-sudu kompressor tersebut.

c) Perawatan *intercooler*

Menghilangkan debu, deposit karbon dan kotoran lainya dengan bantuan udara tekan, lalu merendam intercooler kedalam kimia pembersih (chemical cleaner) dan dipanasi hingga $\pm 70^{\circ}\text{C}$, di diamkan dalam kondisi ini sekitar 12-16 jam setelah itu bersihkan dengan air tawar dengan cara menyemprotkan sampai semua kotoran hilang. Setelah itu semprotkan udara terkompresi untuk menghilangkan partikel air dari *intercooler* dan keringkan.

d) Bersihkan filter udara

Filter udara juga menjadi komponen penting dalam sistem *turbocharger*. Oleh karena itu, sebaiknya bersihkan secara rutin filter udara mesin induk. Kalau perlu, ganti filter jika sudah tak layak. Jika filter udara tersumbat maka aliran udara yang masuk ke ruang pembakaran akan terhambat. Beberapa indikasi kerusakan pada *turbocharger* mesin dapat dilihat dari warna asap yang dihasilkan alat berat, suara bising mesin hingga menurunnya performa mesin induk.

2) Penggantian komponen sesuai jam kerjanya

Penggantian komponen harus sesuai prosedur yang benar dan sesuai buku manual. Penggunaan komponen yang melebihi masa kerja dapat menimbulkan penurunan kerja pada *turbocharger*. Bagian-bagian dari alat ini memiliki masa kerja dengan waktu yang telah ditentukan dan harus di ganti dengan yang baru apabila masa kerjanya sudah habis.

Turbocharger memiliki perawatan sendiri yaitu perawatan periodik antara lain:

- a) Pengecekan minyak lumas yang dipergunakan harus sesuai untuk bantalan dan harus diganti selama waktu tertentu yaitu 120 jam.
- b) Setelah 100 jam operasi check baut dan kur yang kendur.
- c) Setelah 250 jam pembersihan filter.
- d) Setelah 500 jam operasi bersihkan kompressor *turbocharger*, atau setiap terjadi penurunan tekanan 10% pada beban yang sama, contoh tekanan yang dihasilkan *turbocharger* $0,80 \text{ kg/cm}^2$ pada beban yang sama terjadi penurunan menjadi $0,72 \text{ kg/cm}^2$ maka waktunya untuk pembersihan kompressor. Pembersihan dapat dilakukan dengan cara:
 - (1) Pembersihan secara periodik yaitu pada saat pembongkaran/*overhaul turbocharger* untuk pembersihan, pembersihan dapat menggunakan minyak tanah, kerosin, atau minyak lumas untuk menghindari bahaya. Air tidak efektif untuk membersihkan kompressor.
 - (2) Pembersihan saat ada beban yaitu pembersihan kompressor ketika mesin dipanaskan atau kurang lebih $\frac{3}{4}$ dari beban penuh. Jika hal itu tidak dapat dilakukan, pembersihan kompressor ketika mesin beroperasi pada beban penuh.
- e) Setiap 4000 jam kerja bersihkan elemen filter udara, pembersihan dapat dilakukan dengan cara menyemprot menggunakan udara tekan, jika kotoran terlalu tebal dan lengket bersihkan dengan kerosin dan sebelum dipasang kembali.
- f) Setiap 8000 jam atau 1 tahun lakukan pembersihan Bagian-bagian kompressor. (*impeller, diffuser, exhaust manifold, dll*).
- g) Setiap 16000 jam operasi atau 2 tahun lepaskan semua bagian, bersihkan data check *turbocharger*, ganti spare part jika perlu, ganti oring dengan yang baru.

- h) Setiap 32000 jam atau 4 tahun *turbocharger* harus di balance dan pengecekan impeller, turbin rotor dan bagian penting lain yang diperlukan, dengan menghubungi pusat service-nya.
- i) Hal penting pada perawatan dan pengawas *turbocharger* yaitu pada penggantian bantalan poros tiap 16000 jam:
 - (1) Cabut hanya kompressor dan *turbin casing* aja.
 - (2) Pasang *dial gauge spindel* pada jari-jari baut poros pada rotor shaf impeller dan atur posisi dial gauge. Kemudian gerakan rotor shaft naik turun menggunakan tangan kemudian liat posisi jarum kemudian catat dan bandingkan dengan toleransi yang diijinkan yaitu 0,92.
 - (3) Jika toleransi yang ditunjukkan melebihi batas yang diijinkan segera lakukan penggantian bantalan porosnya (*bearing*).

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Kurang optimalnya sistem pelumasan pada *turbocharger*

1) Melakukan pelumasan sesuai dengan jadwal

Keuntungannya:

Sistem pelumasan bekerja maksimal sehingga dapat mencegah kerusakan komponen *turbocharger*.

Kerugiannya:

Diperlukan pemahaman dan dilaksanakan sesuai jadwal.

2) *Overhaul Turbocharger*

Keuntungannya:

Dengan melakukan *overhaul*, maka kinerja *turbocharger* lebih optimal sehingga dapat menunjang kinerja mesin induk.

Kerugiannya:

Diperlukan waktu yang lebih lama

b. Terjadi *surgings* pada *turbocharger*

- 1) **Menaikan RPM secara bertahap agar tekanan udara *blower* menjadi lebih besar daripada tekanan udara pompa bilas**

Keuntungannya:

Dapat mencegah terjadinya tekanan balik yang menyebabkan *surgings* pada *turbocharger*.

Kerugiannya:

Diperlukan pemahaman dan ketelitian crew mesin

- 2) **Perawatan *air cooler* sisi udara secara berkala**

Keuntungannya:

Pengerjaan lebih mudah, sehingga dapat dilaksanakan oleh semua crew mesin.

Kerugiannya:

Diperlukan waktu dan ketelitian dalam pelaksanaannya.

c. Melakukan perawatan sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*

- 1) **Perawatan pada komponen utama *turbocharger***

Keuntungannya:

- a) Masing-masing komponen utama *turbocharger* berfungsi dengan baik.

- b) Biaya perawatan lebih ekonomis

Kerugiannya:

- a) Waktu pengerjaan lebih lama
- b) Harus dikerjakan sesuai petunjuk maker

2) Penggantian komponen sesuai jam kerjanya

Keuntungannya:

- a) Waktu pengerjaan lebih cepat
- b) Dapat dilakukan oleh semua kru mesin

Kerugiannya:

- a) Biaya lebih mahal
- b) Harus tersedia suku cadang baru di kapal

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

a. Kurang optimalnya sistem pelumasan pada *turbocharger*

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih yaitu melakukan pelumasan sesuai dengan jadwal.

b. Terjadi *surging* pada *turbocharger*

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih yaitu menaikkan RPM secara bertahap agar tekanan udara *blower* menjadi lebih besar daripada tekanan udara pompa bilas.

c. Melakukan perawatan sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih yaitu perawatan pada komponen utama *turbocharger* sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Setelah penulis menguraikan banyak hal didalam analisa pemecahan masalah, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kurang optimalnya sistem pelumasan pada *turbocharger* disebabkan oleh penggantian minyak lumas tidak sesuai jadwal, oleh karena itu perlu dilakukan pelumasan sesuai dengan jadwal.
2. Terjadi *surging* pada *turbocharger* disebabkan putaran *blower turbocharger* rendah dan lolosnya kompresi pada saat pembakaran, oleh karena itu perlu Menaikan RPM secara bertahap agar tekanan udara *blower* menjadi lebih besar daripada tekanan udara pompa bilas dan Perawatan *air cooler* sisi udara secara berkala
3. Perawatan pada *turbocharger* kurang optimal disebabkan perawatan tidak sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*, oleh karena itu perlu dilakukan perawatan sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)* dan penggantian komponen sesuai jam kerjanya.

B. SARAN - SARAN

Setelah penulis mengambil kesimpulan diatas, penulis mencoba memberikan beberapa saran dengan harapan dapat menjadi bahan masukan bagi ahli mesin kapal guna meningkatkan kualitas kerja di atas kapal :

1. Kepada *2nd engineer* harus mencegah kerusakan mekanisme dan komponen pada *turbocharger* disarankan melakukan pelumasan sesuai dengan jadwal.
2. Kepada masinis jaga untuk menaikkan RPM harus bertahap agar tekanan udara *blower* menjadi lebih besar daripada tekanan udara pompa bilas.
3. Kepada *Chief engineer* dalam melakukan perawatan *turbocharger* sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*.

DAFTAR PUSTAKA

Johan Handoyo, Jusak. (2016). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta: Djangkar

Johan Handoyo, Jusak. (2015). *Sistem Perawatan Permesinan Kapal*. Jakarta: Djangkar

Sukoco, dan Zainal Arifin. (2008). *Teknologi Motor Diesel*. Jakarta : Erlangga

Wiranto, Tsuda Koichi. (2001). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Cetakan Sembilan, Jakarta : PT Pradya Paramitra

SHIP'S PARTICULARS

NAME OF VESSEL	MV DUTA 2
NATIONALITY	INDONESIA
CALL SIGN	YCPJ2
OFFICIAL NUMBER	18955
IMO NUMBER	9107473
TYPE OF VESEL	RO-RO CARRIER
OWNER	PT. HARAPAN BARU LINE
INMARSAT F TEL	8.70773E+11
INMARSAT F E-MAIL	duta2@amosconnect.com
INMARSAT F FAX NO	783256115
MMSI NO	525300165
GROSS TONNAGE	25.718 TONS
NET TONNAGE	7.715 TONS
LENGTH OVERALL (LOA)	165.00 METERS
L.P.P.	156.00 METERS
BREADTH	26.4 METERS
MAXIMUM HEIGHT (MAST)	41 METERS
DRAFT	7.20 METERS
CARGO CAPACITY	1060 UNIT
SPEED	12.0 KNOTS
TYPE & NUMBER OF ENGINE	MAN B&W
NUMBER OF CYLINDER	NINE (9)
HORSE POWER	17460 HP (12841 KW)
TOTAL NUMBER OF CREW	26 PERSONS
BUILDER	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES
KEEL LAID	27th MAY 1994
LAUNCHING	04th NOVEMBER 1994
DELIVERY	10th FEBRUARY 1995
NAME OF MASTER	CAPT. DARWIS


CAPT. DARWIS
 Master MV.Duta2

IMO CREW LIST										
<input checked="" type="checkbox"/> ARRIVAL			<input type="checkbox"/> DEPARTURE			PAGE NO. 1				
1.1. Name of Ship MV. DUTA 2				1.2 IMO Number 9107473			1.3. Call Sign YCPJ2			
2. Date of Arrival				3. Date of Departure						
4. Flag State of Ship		Jakarta		5. Last Port of Call			5.1. Next port			
6.No	7. Given names, family name	M/F	8 Rank	9. Nationality	10. Date and place of birth		11. Seaman's book			
							No	Exp		
1	Darwis	M	MASTER	Indonesia	31-Dec-1972	macanre	F 342874	7-Apr-2023		
2	Iwan Setiawan	M	C/O	Indonesia	28-Nov-1974	Jakarta	F 338242	14-Sep-2023		
3	Ashal	M	2/O	Indonesia	20-Apr-1992	leppengeng	F 304767	11-Dec-2022		
4	Andi Ma'ruf Usman	M	3/O	Indonesia	01-Apr-1993	Makassar	F 32586	7-Feb-2023		
5	Hendrik Saridin Kilo	M	C/E	Indonesia	07-Jul-1969	Gorontalo	F 1512279	11-Apr-2024		
6	Rahman Bakri	M	1/E	Indonesia	27-Jun-1984	Larompong	F 129081	3-Apr-2023		
7	Kamaruddin	M	2/E	Indonesia	01-Jul-1976	Balo-balo	F 244901	27-Aug-2022		
8	Muh .Basri	M	3/E	Indonesia	13-Jul-1985	Palamaeng	F 296493	21-Nov-2022		
9	Sae'ful	M	BSN	Indonesia	24-Oct-1972	Makassar	F 342317	23-Mar-2023		
10	Katimin	M	OILER	Indonesia	05-Nov-1978	Trenggalek	F 201128	18-Feb-2024		
11	Ardiansyah Jufri	M	A/B	Indonesia	07-Oct-1990	Pakue	E 130312	25-Sep-2023		
12	Andi Ibrahim	M	A/B	Indonesia	01-Mar-1993	langga	G 043090	17-Feb-2024		
13	Zainuddin	M	A/B	Indonesia	31-Dec-1973	Majene	F 069400	27-Sep-2022		
14	Riyandi Putra Pratama	M	OILER	Indonesia	19-Sep-2000	Jakarta	F 205886	13-Dec-2023		
15	Febri Ferlando Ketjil	M	OILER	Indonesia	25-Feb-1988	Jember	E 133283	14-Nov-2023		
16	Haeruddin	M	OILER	Indonesia	26-Jul-1981	Jakarta	F 294462	6-Nov-2022		
18	Suharyadi	M	Kelasi	Indonesia	17-Sep-1987	Jakarta	F 324658	26-Mar-2023		
18	Hendra	M	Kelasi	Indonesia	12-Jun-1999	Jakarta	F 064100	12-Jul-2024		
19	Riswandi	M	CADET ENGINE	Indonesia	22-Aug-2000	Maros	F 064100	27-Nov-2023		
20	Try Bayu	M	CADET ENGINE	Indonesia	10-Nov-2004	Tellang	H 005109	18-Jan-2025		
21	Feldy Fedrian .R.R	M	CADET ENGINE	Indonesia	19-Oct-2000	Noling	G 096101	25-Aug-2024		
22	Andi Baso Haedar	M	CADET DECK	Indonesia	14-Jan-2002	Tosewo	G 110760	17-Sep-2024		
23	NURHIDAYAT ISLAMI	M	CADET DECK	Indonesia	02-May-2001	Uluwatu	G 111464	5-Nov-2024		
24	Ahmad Adzri Savri'uddin	M	CADET DECK	Indonesia	06-Jan-2001	balikpapan	H 005567	18-Feb-2025		
25	Ilham	M	KOKI	Indonesia	23-Jan-1999	Karawang	F 046915	5-Sep-2022		
26	Resa Saputra	M	WIPPER	Indonesia	21-Oct-2000	Palanra	F 341169	9-Mar-2023		

Total 26 Crews members Included Master





Foto kapal MV.DUTA 2



Foto Bearing Turbocharger



Foto Overhaul Turbocharger

DAFTAR ISTILAH

- Bearing* : Bantalan yang berfungsi sebagai penyangga rotor sehingga membuat rotor dapat stabil/lurus pada posisinya di dalam kesing dan rotor dapat berputar dengan aman dan bebas.
- Blower* : Bagian dari komponen *turbocharger* yang bersebelahan atau dipasang satu as dengan turbin, dan berfungsi menghasilkan udara bilas yang ditekan ke dalam silinder mesin.
- Casing* : Suatu wadah berbentuk menyerupai sebuah tabung dimana rotor ditempatkan. Pada ujung kesing terdapat ruang besar mengelilingi poros turbin disebut *exhaust hood*, dan diluar casing dipasang bantalan yang berfungsi untuk menyangga rotor.
- Chief Engineer* : Perwira tertinggi di atas kapal yang bertanggung jawab di department mesin.
- Cylinder* : Bagian dari komponen mesin untuk tempat bergerak torak dan piston di dalamnya, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.
- Engineer* : Perwira Mesin, *Chief Engineer, Second Engineer, Third Engineer, Phot Engineer*
- 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.
- Injector* : Bagian dari komponen mesin yang berfungsi untuk pengabutan bahan bakar sehingga terjadinya ledakan atau pembakaran yang terjadi di dalam silinder mesin.
- Intercooler* : Suatu alat khusus dengan bahan anti karat, dilengkapi dengan sirip-sirip campuran aluminium yang berfungsi

mendinginkan gas buang yang akan diproses oleh *turbocharger*.

Nozzle Ring : Bagian komponen dari *turbocharger* yang berbentuk saluran untuk mengatur kecepatan gas buang yang disalurkan untuk memutar *turbin blade*.

Maker : Pabrik pembuat mesin induk yang ada di atas kapal.

Manual Book : Buku petunjuk untuk mengoperasikan peralatan mesin yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat

Overhaul : Melakukan pengecekan secara menyeluruh dan melakukan perbaikan atau mengganti jika ada yang rusak.

Piston : Bagian dari komponen mesin yang berfungsi untuk menghasilkan kompresi hingga terjadi ledakan.

PMS (Planned Maintenance System) : Suatu sistem perencanaan pemeliharaan kapal yang berisi hal-hal yang harus dilakukan dalam perawatan dan pemeliharaan kapal.

Poros : Pada umumnya poros turbin sekarang terdiri dari silinder panjang yang solid. Sepanjang poros dibuat alur-alur melingkar yang biasa disebut akar (*root*) untuk tempat duduk, sudu-sudu gerak (*moving blade*).

Rotor : 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 casing. Pasangan antara sudu diam dan sudu gerak disebut tingkat (*Stage*).

Spindle : Tuas pada katup gas buang

Spring : Pegas yang menerima tekanan dari tekanan pengabut bahan bakar

Surging : Suatu titik operasi dimana *compressor* tidak mampu mempertahankan kestabilan aliran untuk memberikan udara

tekanan lebih, dan terjadilah pembalikan arah aliran, ditandai dengan suara denyat bergemuruh atau suara hentakan.

Tenaga Indikator : Tenaga pendorong yang dihasilkan dalam silinder, nilainya
(*Indicate Power*) dihitung berdasarkan tekanan efektif rata-rata yang didapat dari diagram indikator.

Turbine : Merupakan mesin turbo 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.

