

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



**MAKALAH
PENTINGNYA PERAWATAN TURBOCHARGER UNTUK
MEMPERTAHANKAN DAYA MESIN INDUK
TB MBP 3215**

Oleh :
BANAWI
NIS. 01502 / T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2019**

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : BANAWI
NIS : 01502/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PENTINGNYA PERAWATAN TURBOCHARGER
UNTUK MEMPERTAHANKAN DAYA MESIN INDUK
TB MBP 3215

Pembimbing Materi

Almanar Kaspil Pasaribu SH., M.Eng., MM

Jakarta, Juni 2019

Pembimbing Penulisan

Meilinasari N. H., S.SiT, M.MTr

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19810503 200212 2 005

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknika

Nafi Almuzani, M.MTr

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19720901 200502 1 001

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : BANAWI
NIS : 01502/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PENTINGNYA PERAWATAN TURBOCHARGER
UNTUK MEMPERTAHANKAN DAYA MESIN INDUK
TB MBP 3215

Penguji I

Buswan, M.Pd
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19680203 199709 1 001

Penguji II

Drs. Edward Arsanova, MM

Penguji III

Didik Sulistyo Kurniawan, M.Si

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknika

Nafi Almuzani, M.MTr
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19720901 200502 1 001

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



**MAKALAH
PENTINGNYA PERAWATAN TURBOCHARGER UNTUK
MEMPERTAHANKAN DAYA MESIN INDUK
TB MBP 3215**

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

**Oleh :
BANAWI
NIS. 01502 / T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2019**

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : BANAWI
NIS : 01502/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PENTINGNYA PERAWATAN TURBOCHARGER
UNTUK MEMPERTAHANKAN DAYA MESIN INDUK
TB MBP 3215

Jakarta, Juni 2019

Pembimbing Materi Pembimbing Penulisan

Almanar Kaspil Pasaribu SH., M.Eng.,MM

Mailinasari Nurhasanah Hutagaol

Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19810503 200212 2 005

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknika

Nafi Almuzani, M.MVr
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19720901 200502 1 001

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : BANAWI
NIS : 01502/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PENTINGNYA PERAWATAN TURBOCHARGER
UNTUK MEMPERTAHANKAN DAYA MESIN INDUK
TB MBP 3215

Penguji I

Penguji II

Penguji III

Buswan, M.Pd
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19680203 199709 1 001

Drs. Edward Arsanova, MM

Didik Sulistyo Kurniawan, M.Si

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknika

Nafi Almuzani, M.MTr
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19720901 200502 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia yang telah dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan berjudul : **“PENTINGNYA PERAWATAN TURBOCHARGER UNTUK MEMPERTAHANKAN DAYA MESIN INDUK TB MBP 3215”**. Sebagai persyaratan untuk memenuhi Kurikulum Program Upgrading ATT-I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.

Penulis menyadari akan keterbatasan waktu dan kemampuan di dalam penyusunan kertas makalah ini, sehingga masih banyak kekurangan dan hasilnya belum sempurna. Oleh karena itu penulis membukakan diri untuk menerima kritik dan saran-saran yang bersifat positif guna perbaikan makalah ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, sehingga makalah ini dapat terwujud terutama kepada yang terhormat :

1. Capt. Marihot Simanjuntak, M.M, selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Nafi Almuzani, M.MVr, selaku Ketua Program Studi Teknika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
3. Ibu Vidya Selasdini, M.M.Tr, selaku Kepala Devisi Pengembangan Usaha.
4. Bapak Almanar Kaspil Pasaribu SH., M.Eng.,MM, selaku Dosen Pembimbing Materi
5. Mailinasari Nurhasanah Hutagaol, selaku Pembimbing Penulisan
6. Seluruh rekan-rekan Perwira Siswa ATT-I angkatan LII dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu.

Akhir kata, semoga makalah ini dapat membawa manfaat bagi penulis dan para pembaca yang berkenan membacanya.

Jakarta, Juli 2019

Penulis

BANAWI

NIS. 01502 / T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH	3
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	4
D. METODE PENELITIAN	4
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	6
F. SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN	21
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	22
B. ANALISIS DATA.....	25
C. PEMECAHAN MASALAH	29
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	40
B. SARAN	41
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Sebagai transportasi laut, kapal merupakan moda transportasi yang dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan orang banyak, baik itu untuk kebutuhan transportasi manusia, angkutan barang maupun untuk menunjang operasional-operasional lainnya yang berhubungan dengan kelautan. Pengoperasian kapal sebagai transportasi laut haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu terutama keselamatan, baik itu keselamatan jiwa manusia yang bekerja di atas kapal sebagai crew, keselamatan barang atau penumpang, keselamatan kapal itu sendiri, serta keselamatan dan keseimbangan lingkungan. Agar kapal dapat dioperasikan dengan baik sesuai dengan persyaratan tersebut, maka kapal harus terawat dengan sempurna, baik secara berkala maupun secara rutin dengan menggunakan Sistem Manajemen Perawatan, khususnya perawatan mesin induk sebagai penggerak utama kapal.

Mesin induk di atas kapal TB MBP 3215 menggunakan motor diesel karena lebih efektif, aman dan berdaya angkut besar. Motor diesel ini kerjanya dengan memanfaatkan tekanan ledakan pembakaran di dalam ruang pembakaran, 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 kinerjanya, karena untuk menghasilkan udara tekan dari *blower* ke dalam 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*.

Pemasangan *turbocharger* telah terbukti sebagai metode yang paling sukses menurunkan biaya, berat dan luas ruangan yang diperlukan pada instalasi kapal mesin diesel dan diakui sebagai metode yang tepat dalam meningkatkan tenaga mesin dimana dengan ukuran yang sama bisa menghasilkan daya mesin yang lebih besar, efisiensi dan pengiritan konsumsi bahan bakar. Dibandingkan dengan mesin diesel yang tidak menggunakan *turbocharger* pada ukuran mesin yang sama.

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

Pada saat penulis bekerja di kapal, terjadi gangguan atau kerusakan sebagai berikut pada tanggal 06 Januari 2017 pada saat perjalanan kapal dari Muara Baru Banjarmasin menuju Paiton, Jawa Timur, tiba-tiba terdengar bunyi atau suara ledakan yang keras dan tidak beraturan pada *turbocharger* mesin induk atau yang biasa di kenal dengan istilah *surgings*. Untuk dapat meneruskan pelayarannya ke Paiton, Jawa Timur maka putaran mesin induk yang tadinya 185 rpm (*sea speed*) diturunkan menjadi 155 rpm sehingga kecepatan kapal menjadi berkurang. Hal ini mengakibatkan kapal terlambat tiba di pelabuhan Paiton, Jawa Timur dari jadwal sebelumnya. Kejadian tersebut dikarenakan turbo yang kotor.

Masalah pada mesin akan mengakibatkan suatu kerugian yang sangat besar bagi perusahaan, baik dalam bentuk materi maupun waktu. Oleh karena itu kapal diharapkan tidak mengalami gangguan atau kerusakan dalam pelayarannya dan selalu berangkat atau tiba tepat waktu. Mengingat peranan motor induk sangat menentukan bagi kelancaran operasi kapal, maka para Masinis selalu dituntut

melakukan perawatan secara berkala terhadap motor induk, dengan tanpa mengganggu operasinya kapal.

Dari fakta tersebut dapat ditemukan beberapa permasalahan yang menyebabkan penurunan daya mesin induk yaitu putaran turbo tidak normal, tekanan udara bilas menurun dibawah normal, tingginya temperatur udara bilas masuk silinder, *turbocharger* bekerja tidak normal dan udara bilas yang masuk ke ruang pembakaran kurang bersih.

Berdasarkan hal tersebut maka penulis tertarik menyusun makalah dengan judul : **“PENTINGNYA PERAWATAN TURBOCHARGER UNTUK MEMPERTAHANKAN DAYA MESIN INDUK TB MBP 3215”**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Dari fakta kondisi yang penulis alami di atas kapal TB MBP 3215 maka penulis mengidentifikasikan masalahnya sebagai berikut :

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

2. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan yang terjadi pada *turbocharger* maka penulis membatasi pembahasan pada makalah ini pada permasalahan yang terjadi di atas kapal TB MBP 3215 selama bekerja di atas kapal tersebut. Pembahasan makalah ini hanya berkisar tentang :

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

3. Rumusan Masalah

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

- a. Mengapa putaran turbo di kapal TB MBP 3215 tidak normal dan bagaimana cara mengatasinya ?
- b. Mengapa tekanan udara bilas di kapal TB MBP 3215 dibawah normal dan bagaimana cara mengatasinya ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui permasalahan yang menyebabkan putaran turbo tidak normal dan mencari pemecahan masalahnya.
- b. Untuk mengetahui penyebab tekanan udara bilas dibawah normal dan mencari solusi yang tepat untuk mengatasinya.

2. Manfaat Penelitian

- a. Manfaat teoritis

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

- b. Manfaat bagi dunia praktis

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

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian 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 normal.

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 kapal TB MBP 3215 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.

c. Teknik komunikasi langsung (Wawancara)

Wawancara dengan melakukan tanya jawab dengan semua ABK untuk mendapatkan data-data selengkapnya dan sejauh mana pengetahuan ABK tentang prosedur perawatan *turbocharger* dan pendapat yang dilakukan Masinis untuk mencegah terjadinya gangguan pada *turbocharger*.

3. Teknik Analisis Data

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

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Pelaksanaan pengambilan data dilakukan pada saat penulis bekerja di atas kapal TB MBP 3215 sebagai *Chief Engineer* sejak bulan Mei 2016 sampai dengan bulan Mei 2017.

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian yaitu kapal TB MBP 3215 milik perusahaan Maritim Barito Perkasa (MBT) dengan alur pelayaran Muara Baru Banjarmasin - Paiton, Jawa Timur.

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 dapat mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci. Makalah ini terbagi dalam 4 (empat) Bab sesuai dengan urutan penelitian ini. 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 penlitian, 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 terjadi selama penulis bekerja di atas kapal TB MBP 3215. 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 mencari solusi dari permasalahan yang ada, diantaranya yaitu sebagai berikut :

1. Perawatan

a. Definisi Perawatan

Menurut Jusak Johan Handoyo (2012:56) bahwa manajemen perawatan kapal adalah pengelolaan (melalui orang lain) yang dapat berusaha terus menerus menjaga agar fasilitas (kapal) dapat selalu siap digunakan untuk kelancaran operasi dan usaha pelayaran.

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

Selain dari itu, Goenawan Danoeasmoro (2003:5) menjelaskan bahwa Perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Semua tahu bahwa perawatan memerlukan biaya yang besar, sehingga pekerjaan perawatan sering ditunda agar dapat menghemat biaya. Namun jika hal itu dilakukan, akan segera disadari bahwa sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

Dengan perawatan pencegahan kita mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, atau untuk

menemukan kerusakan dalam tahap ini. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode tertentu untuk menelusuri perkembangan yang terjadi. Perencanaan dan persiapan perbaikan merupakan kaitan bersama. Hal itu telah dibuktikan melalui diskusi dan tukar-menukar pengalaman, para peserta dapat menyetujui hal-hal yang praktis dan langkah-langkah organisasi yang akan dijalankan oleh masing-masing pihak. Oleh karena itu di dalam perawatan di kamar mesin agar selalu diperhatikan perencanaan dalam melakukan pelaksanaan kerjanya. Disini yang perlu diperhatikan meliputi rantai kamar mesin, instalasi pipa-pipa, peralatan kerja di ruang bengkel dan peralatan keselamatan kerja, karena instalasi dan peralatan-peralatan tersebut sangat menunjang pekerjaan perawatan dan keselamatan kerja di kamar mesin.

b. Jenis-Jenis Perawatan

Perawatan dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok adalah sebagai berikut :

1) Perawatan Terencana

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

a) Perawatan korektif

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

2) Perawatan tidak terencana / Insidentil

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

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

3) Perawatan Berkala

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

4) Perawatan Berdasarkan Pantauan Kondisi (Pemeliharaan Prediktif)

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

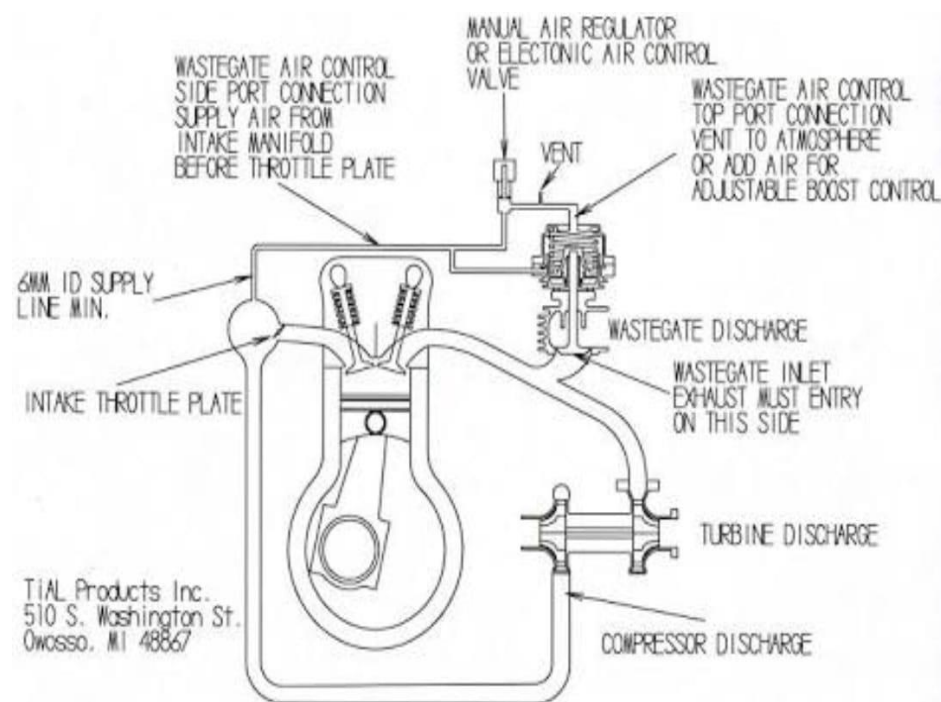
2. *Turbocharger*

a. Definisi *Turbocharger*

Turbocharger adalah sebuah kompresor sentrifugal yang membutuhkan daya dari sumber tenaganya berasal dari hasil gas buang mesin induk yang berfungsi untuk memutar *turbin*. Biasanya digunakan di mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga dan

efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin.

Daya mesin, rendemen *thermis* dan pemakaian bahan bakar per jam dari mesin diesel relatif tetap. Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna dari bahan bakar yang tersedia dan hasil kerja mesin diesel yang efisien, maka diperlukan sejumlah tambahan udara yang dialirkan ke dalam silinder mesin pada sejumlah aliran bahan bakar tertentu. Bila kepadatan udara bertambah sebelum ditambahkan kedalam silinder, seluruh bahan bakar terbakar dan daya mesin bertambah.



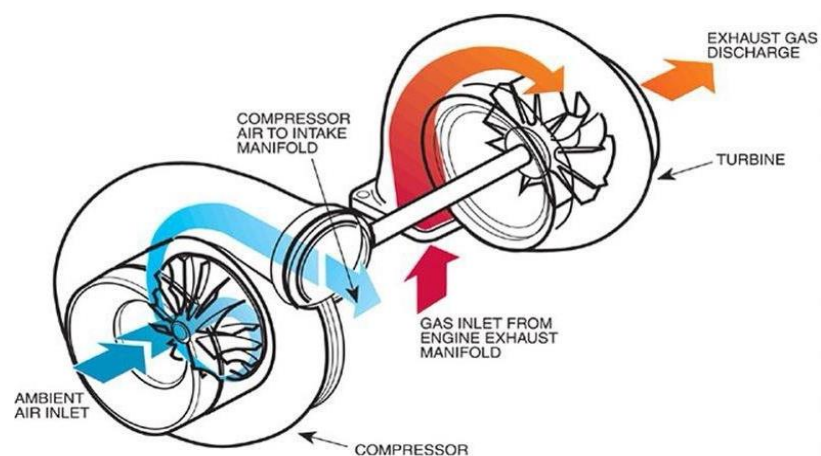
Gambar 2.1 Sistem Turbocharger

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

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

b. Prinsip Kerja *Turbocharger*

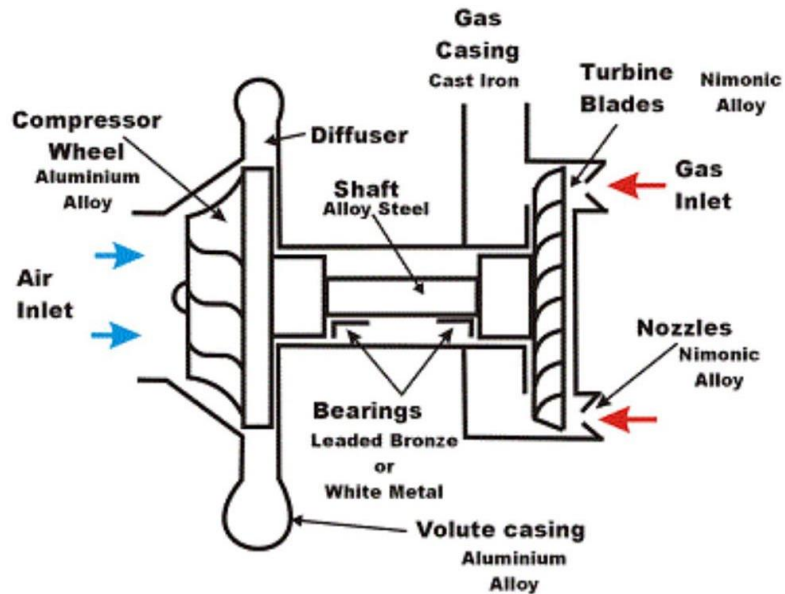
Proses langkah buang di dalam silinder mesin dilakukan oleh piston menyebabkan gas sisa pembakaran terdorong keluar dari katup buang melalui manifold buang menekan ke suatu roda turbin sehingga menghasilkan putaran turbo dan sebagian sisa pembakaran keluar ke atmosfer, *blower* yang dipasang seporos dengan roda turbin ikut berputar sehingga menghisap udara luar yang menyebabkan terjadinya pemadatan udara masuk dengan tekanan diatas satu atmosfer yang didinginkan oleh *intercooler*. Selanjutnya udara yang bertekanan disalurkan ke *manifold* masuk, kemudian masuk ke dalam silinder melalui katup masuk.



Gambar 2.1 Siklus Udara pada Turbocharger

Untuk itu mesin diesel dilengkapi dengan *turbocharger* bertujuan untuk memperbesar tenaga mesin tanpa menambah terlalu banyak berat dan ukuran mesin.

c. **Konstruksi Dari 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.

d. Keuntungan Sistem Pengisian Udara Bilas oleh *Turbocharger*

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

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

Dengan pertambahan pasokan udara ke *cylinder* 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 *carbon* (C), *hydrogen* (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, *suplai* udara dari *blower* berkurang, berarti juga tekanan udaranya berkurang. Sementara tekanan udara dari pompa bilas tetap walaupun saat olah gerak sehingga tekanan udara dari pompa bilas lebih besar daripada tekanan udara dari *blower*. Hal ini akan terjadi tekanan balik dan tekanan ini berbenturan di dalam *blower*, yang menimbulkan bunyi seperti "suara kuat", kejadian ini disebut *Surging*.

Surging ini harus dihilangkan, karena jika sering terjadi akan merusak *deffuser* 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.

Pada saat kondisi sedang olah-gerak (*manoeuvre*), putaran engine 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) Menurunkan putaran (Rpm) mesin secara bertahap. Sebelumnya tentu harus memberitahukan kepada anjungan untuk posisi kapal, dengan menurunkan putaran maka tekanan udara *blower* menjadi lebih kecil 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. Sistem Pembakaran di Dalam Silinder

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2014:138-140) dalam bukunya yang berjudul Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal, pembakaran diartikan suatu proses kimia dari pencampuran bahan-bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang (C), zat cair (H) dengan sebagian kecil zat belerang (S), biasa di sebut *hydro carbon*. Zat asam yang di butuhkan di dapat dari udara sebagaimana di ketahui udara itu mengandung 23% zat asam dan 77% nitrogen bila dihitung dalam volume atau 21% dengan 79% bila di hitung dalam berat udara. Perlu di ingat bahwa pembakaran di dalam silinder tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus di pecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

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

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

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

- a. Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.
- b. Bahan bakar harus berbentuk kabut, sehingga kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.
- c. Pencampuran kabut bahan bakar dengan udara harus merata/senyawa.
- d. Tekanan pengabutan bahan bakar yang cukup tinggi untuk di kabutkan ke dalam ruang kompresi.

- e. Mutu bahan bakar yang di gunakan bermutu baik, yaitu seimbang antara unsur $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$.
- f. Kelambatan penyalaan (*ignition delay*) atau ID harus tepat.

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

4. Pengaruh Suplai Udara Terhadap Pembakaran Di Dalam Silinder

Mengutip dari <http://jurnalmesin.petra.ac.id/index.php/mes/article/> masalah yang sering timbul pada pengoperasian mesin diesel adalah kurangnya suplai udara pembakaran. Untuk mengetahui cukup atau tidaknya perbandingan udara terhadap bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar adalah dengan melihat warna gas buang. Ketika warna gas buang mulai berwarna gelap hal tersebut menunjukkan kurangnya udara untuk pembakaran, atau yang disebut batas asap. Warna gelap/hitam tersebut disebabkan sebagian bahan bakar tidak terbakar dan menjadi CO yang berbentuk padat. Untuk itu pada mesin diesel besar, misalnya untuk penggerak kapal, baik penggerak utama maupun mesin bantu, selalu dilengkapi dengan sistem pemasukan udara pembakaran dengan menggunakan *turbocharger*.

Turbocharger adalah sebuah alat yang dipasang pada sistem pemasukan udara pembakaran yang tujuannya untuk memberikan tekanan pada udara bilas dengan cara memanfaatkan tekanan yang terkandung dalam gas buang untuk menggerakkan poros turbin sebagai penggerak poros *blower*.

Pemasukan udara pada sistem ini adalah dengan cara mengkompresi udara atmosfer dengan menggunakan *blower* agar memiliki tekanan yang tinggi. Tekanan tinggi akan diikuti naiknya temperatur. Selain akibat kenaikan tekanan, kenaikan temperatur juga disebabkan oleh adanya rambatan panas dari gas buang melalui dinding *blower*.

Tekanan tinggi akan tetapi temperturnya juga tinggi maka tujuan menaikkan massa udara menjadi tidak tercapai / kurang optimal. Untuk itu setelah keluar dari *blower* udara kemudian didinginkan di dalam *air cooler*, kemudian baru dialirkan ke dalam ruang bakar. Dalam hal ini putaran turbo yang normal untuk mensuplai udara kedalam udara bilas adalah diatas 10.000

rpm dan apabila putarannya dibawah 10.000 rpm akan mempengaruhi supply udara kedalam ruang pembakaran dan akan mengakibatkan :

- a. *Exhaust gas (flexible joint)* akan menganga/membara
- b. Temperatur Gas buang keluar tiap silinder *head* tiap silinder tidak stabil sehingga rpm mesin tidak normal.

Akibatnya kenaikan tekanan indikasi di dalam ruang bakar, maka akan meningkatkan daya dari mesin tersebut. Sumber energi yang dipergunakan untuk memutar sudu-sudu turbin adalah energi kinetik gas sisa pembakaran dari mesin diesel itu sendiri.

5. Pendingin Di Dalam Silinder

Menurut P. Van Maanen, (2001:82) dalam bukunya yang berjudul Motor Diesel Kapal Pendingin adalah suatu media (zat) yang berfungsi untuk menurunkan panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam *cylinder*. Di dalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain : Pompa pendingin air tawar, pompa sirkulasi air tawar, *sea water cooling pump*, *Strainer* dan *Seachest*. Dari kelima komponen inilah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap motor induk.

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

Apabila dinding silinder tidak didinginkan secara terus menerus, maka bahan - bahan yang dipakai akan kehilangan kekuatan yang diperlukan. Timbulnya masalah - masalah pada sistem pendinginan motor induk akibat dari tekanan pompa tidak normal, disebabkan oleh kurangnya perawatan terhadap

media pendingin dan air pendingin serta peralatan sistem pendingin yang tidak bekerja dengan normal. Dengan demikian suhu (*temperature*) air pendingin sering panas melewati batas maksimum walaupun dalam putaran mesin minimum (rendah). Air pendingin dalam fungsinya sangat vital untuk menjaga kelancaran pengoperasian mesin induk. Dalam mempertahankan tujuan pendinginan, perlu dipertahankan pada suhu masuk air tawar normalnya yaitu 70°C - 85°C temperatur untuk pendinginan silinder head, silinder *liner* dan katup gas buang yang telah ditetapkan dalam buku petunjuk dari buku manual dikawal tempat bekerja penulis.

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

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

Adapun tujuan utama dari pendinginan adalah :

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

Perawatan berkala dilakukan sesuai dengan jam kerja dari mesin dan berdasarkan petunjuk dari PMS agar *turbocharger* selalu dalam keadaan baik

maka perawatan berkala jangan sampai lewat dari jam kerja yang telah ditentukan diatas, atas batas toleransi 10% dari jam kerja

6. Daya Motor Induk

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

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

Mesin induk di kapal tidak semuanya dapat diambil diagram indikatornya, sehingga daya indicator dapat juga dihitung dengan menggunakan data-data mesin yang sudah ada, yang umumnya secara teoritis dilakukan pada perhitungan mesin induk dan disingkat dengan sebutan (P_i).

- b. Daya efektif (P_E) yaitu daya yang benar-benar efektif menggerakkan poros engkol, yaitu daya indicator setelah dikurangi kerugian mekanik atau umumnya disingkat dengan sebutan rendemen mekanik (m). Berikut rumusnya : $(P_E) = 0,785 \cdot D^2 \cdot S \cdot Z \cdot p_e \cdot n \cdot 100$

Dimana : P_i = daya indikator dalam IKW

P_E = daya efektif dalam EKW

D = diameter silinder dalam meter $\Rightarrow D$ = diameter torak

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

n = putaran motor dalam RPS

Z = jumlah silinder dalam buah

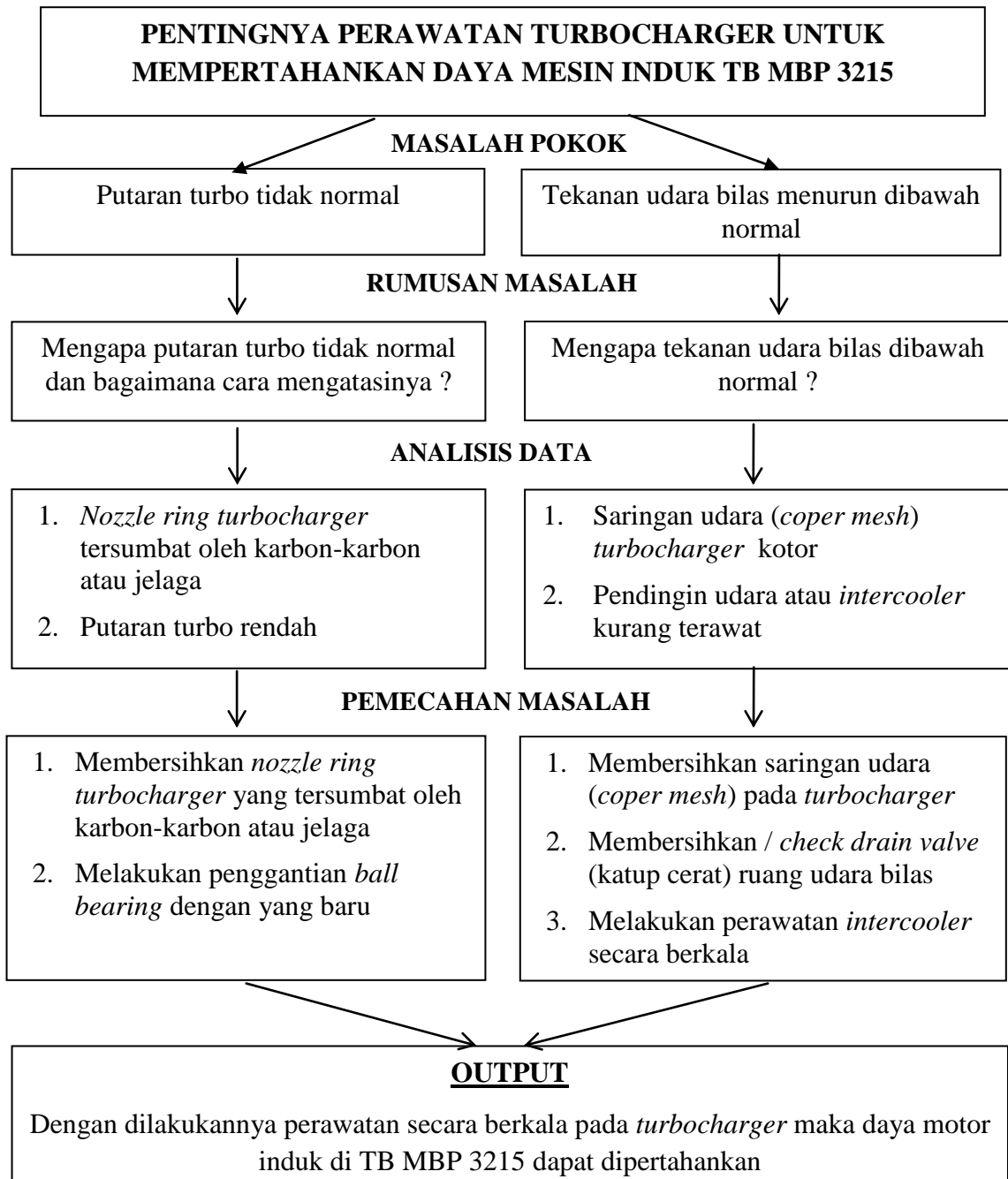
P_i = tekanan rata-rata indikator dalam bar

P_e = tekanan rata-rata efektif dalam bar

IKW = Indikator Kilo Watt

EKW = Efektif Kilo Watt

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

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

Mesin induk tersebut dilengkapi dengan sistem pengisian tekan. Tujuan pengisian tekan ini adalah untuk memasukan udara ke dalam silinder dengan cara ditekan agar udara pengisian sejak awal kompresi telah memiliki tekanan yang lebih tinggi dari tekanan udara luar sehingga di harapkan hasil pembakaran didalam silinder dengan sempurna, dan menghasilkan tenaga yang optimal pada mesin. Untuk keperluan itu, mesin induk tersebut dilengkapi dengan *exhaust gas turbocharger*. Pada *turbochargers* tersebut sering terjadi gangguan yang mengakibatkan berkurangnya tenaga yang dihasilkan oleh motor induk Waktu penelitian yang dilakukan penulis di atas kapal TB MBP 3215.

Berdasarkan pengalaman penulis saat bekerja sebagai *Chief Engineer* sejak bulan Mei 2016 sampai dengan bulan Mei 2017, dimana pada saat kapal berlayar Muara Baru Banjarmasin - Paiton, Jawa Timur terjadi gangguan atau kerusakan pada *turbocharger* sebagai berikut :

1. Putaran turbo Tidak Normal

Pemakaian *turbocharger* dimaksudkan untuk menaikkan daya mesin diesel serta memperbaiki konsumsi bahan bakar yang digunakan.

Turbocharger adalah *system turbin side* yang paling sederhana terdiri dari *poros turbin* dan *blower turbine*, dan *ball bearing*. Energi yang digunakan untuk menggerakkan *turbin* diambil dari energi pada saat langkah buang dimana piston bergerak keatas (TMA) dan akan mendorong gas buang keluar ruang pembakaran didalam silinder yang didalamnya terkandung gas buang yang masih bersuhu dan bertekanan tinggi. Sehingga di harapkan hasil pembakaran didalam silinder memberikan tenaga yang sebesar-besarnya pada mesin.

Pada tanggal 06 Januari 2017 saat kapal berlayar dari Muara Baru Banjarmasin menuju Paiton, Jawa Timur, tiba-tiba terdengar bunyi atau suara ledakan yang keras dan tidak beraturan pada *turbocharger* mesin induk atau yang biasa di kenal dengan istilah *surgin*. Untuk dapat meneruskan pelayarannya ke Paiton, Jawa Timur maka putaran mesin induk dikurangi dari 185 rpm (*sea speed*) diturunkan ke putaran 155 rpm sehingga kecepatan kapal menjadi berkurang 7 mil/jam dan mengakibatkan kapal terlambat tiba di pelabuhan Paiton, Jawa Timur dari jadwal sebelumnya..

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 turbo 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 *turbo charge* tidak stabil juga dikarenakan *turbo blower casing* sudah kotor sehingga rotornya berputar berat atau tersendat–sendat dan terjadi *surging* pada *blower side*.

2. Tekanan Udara Bilas Menurun Dibawah Normal

Pada tanggal 15 Januari 2016 kapal berlayar dengan kecepatan maksimal dan putaran mesin 80% yaitu 1280 rpm. Mendadak gas buang mesin induk naik melebihi batas normal. Sedangkan gas buang rata-rata 420°C, dan tekanan udara bilas pada alat indikator turun dari 2,5 bar menjadi 0,46 bar.

Penulis langsung mengadakan pemeriksaan melalui data yang ada pada *monitoring* sistem secara visual. Penulis menemukan gangguan pada sistem udara bilas, yaitu terjadi kebuntuan pada sistem laluan udara masuk pada sisi udara ditandai dengan kenaikan suhu udara masuk (naik 30°C) ke dalam silinder dan penurunan tekanan udara bilasnya menjadi 0,46 bar dari tekanan normal 2,5 bar. Dalam kondisi normal yang sesuai dengan *manual book* mesin induk suhu udara masuk silinder berkisar antara 60°C - 65°C, sehingga mengakibatkan putaran mesin turun.

Selanjutnya dilakukan pengecekan melalui data monitoring sistem dimana tekanan udara bilas menurun dan melakukan pengecekan pada mesin Induk dan mengambil kesimpulan terjadi permasalahan dengan *intercooler*, maka penulis melaporkan hal tersebut kepada Nakhoda di anjungan untuk menyetop Mesin Induk guna melakukan perbaikan *intercooler* yang bermasalah tersebut.

B. ANALISIS DATA

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

1. Putaran Turbo Tidak Normal

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

a. *Nozzle Ring Turbocharger Tersumbat Oleh Karbon-Karbon atau Jelaga*

Turbocharger adalah suatu pesawat yang dilihat dari segi konstruksi maupun proses kerjanya sangat berbeda dengan mesin induk. Dengan memanfaatkan gas bekas hasil pembakaran yang merupakan suatu kerugian bagi mesin induk yang dapat menghasilkan nilai tambah yang sangat besar pada mesin itu sendiri. Gangguan pada *turbocharger* akan berdampak langsung pada kinerja dari mesin tersebut. Gangguan umum terjadi pada *turbocharger* adalah berdengung, gejala ini sebetulnya adalah getaran frekuensi dari *blower* atau rotor yang berputar pada keadaan tertentu.

Gangguan pada *turbocharger* berdampak langsung pada mesin induk ialah penurunan daya dari mesin induk secara drastis, meskipun mesin induk masih bisa bekerja. Berbagai jenis abu yang berasal dari bahan bakar seperti senyawa-senyawa sodium atau vanadium senyawa-senyawa belerang berbagai abu logam seperti besi dan nikel. Jika bahan bakar minyak memiliki kandungan bahan-bahan pencemar atau kontaminan yang tinggi seperti sodium, besi, kalsium, magnesium dan lain sebagainya endapan-endapan kotorannya mungkin akan banyak sekali. *Nozzle turbin side* tersumbat banyak jelaga, sehingga *supply* gas buang tidak sesuai dengan yang diharapkan.

Penyebab *nozzle* gas buang pada *turbin side* tersumbat banyak jelaga adalah gas buang yang masuk ke *nozzle* kotor banyak mengandung jelaga akibat dari pembakaran yang tidak sempurna, yaitu tidak seimbang antara bahan bakar dengan udara pembakaran. Hal ini terjadi karena tekanan udara bilas rendah yang disebabkan *supply* udara dari *turbo*

kurang karena putaran rotor tidak stabil sehingga kerja *turbocharger* tidak optimal. Putaran rotor *turbin* berkurang sehingga putaran *blower* berkurang mengakibatkan *supply* udara tidak sesuai dengan yang diharapkan.

Baik buruknya kerja *turbocharger* sangat tergantung dari putaran *rotor turbin*, dimana konstruksi *rotor turbin* dibuat menjadi satu dengan *blower side* sebagai pengisap udara akibat putaran rotor *turbin* berkurang maka gas buang keluar *nozzle* terhambat tidak lancar keluar cerobong. Oleh karena gas buang terhambat pada *nozzle* gas buang, maka seharusnya gas buang sudah keluar cerobong akan berkumpul pada saluran gas buang, bahkan akan tersisa dalam silinder pada waktu langkah buang, gas buang tidak seluruhnya di *expansi* ke saluran gas buang melainkan akan tersisa dalam silinder mesin. Dalam hal ini sangat mengganggu proses kerja sebuah mesin dalam proses pembakaran selanjutnya. Akibat lainnya gas buang keluar masing – masing silinder akan cenderung naik, bahkan akan mencapai suhu gas buang yang melebihi suhu maksimum yang telah ditentukan oleh *maker*.

b. Putaran Blower Turbocharger Rendah

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

Demikian juga dalam keadaan dimana jumlah maksimum bahan bakar yang disemprotkan adalah konstan, meskipun faktor kelebihan udara tidak konstan, tekanan udara yang lebih tinggi dan temperatur yang lebih rendah akan menghasilkan daya motor yang lebih tinggi. Hal ini

disebabkan karena tekanan yang lebih rendah dan temperatur yang lebih tinggi akan menyebabkan berkurangnya jumlah udara yang dimasukkan sehingga faktor kelebihan udara menjadi lebih menurun, dengan demikian efisien termal dan daya motor yang dihasilkan akan menurun, sementara itu gas buang berasap lebih tebal.

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

Udara yang dihisap oleh *blower* atau *compresor* tidak selamanya bersih, akan tetapi sering tercampur dengan kotoran-kotoran debu, minyak-minyak yang ada disekitar *blower side*, serta karbon karbon yang di hasilkan oleh pembakaran yang keluar lewat cerobong, dihisap oleh *blower* kamar mesin, dimana salah satu saluran udara dari *blower* diarahkan ke *blower side*.

2. Tekanan Udara Bilas Menurun Dibawah Normal

Menurunnya tekanan udara bilas disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut :

a. Saringan Udara (*Coper Mesh*) *Turbocharger* Kotor

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

Tekanan udara bilas *turbocharger* sangat tergantung pada baik buruknya gas buang dari hasil pembakaran di dalam silinder mesin. Apabila pembakarannya sempurna akan menghasilkan gas buang yang

baik dan dapat menggerakkan turbin blade dengan putaran maksimal. Dalam hal ini gas buang dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin blade pada turbocharger yang terhubung dengan blower side. *Blower side* tersebut menghisap lalu menekan udara masuk ke dalam silinder. Dengan demikian tekanan udara yang masuk ke dalam silinder dapat di perbanyak sehingga daya mesin dapat diperbesar. Begitupun sebaliknya jika proses pembakaran di dalam silinder tidak sempurna, maka akan menghasilkan pembakaran tidak sempurna. Sehingga putaran turbocharger menjadi rendah dan produksi udara menjadi berkurang.

Salah satu faktor tekan udara bilas rendah adalah turbocharger yang dalam perawatannya kurang diperhatikan, dan jam kerjanya telah melampaui batas yang ditentukan. Sehingga untuk memenuhi kebutuhannya udara yang masuk ke dalam silinder sudah tidak dapat maksimal lagi. Ini terjadi karena kecepatan pergerakan voyage kapal tersebut.

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*.

b. Pendingin Udara atau *Intercooler* Tidak Terawat

Untuk menghasilkan udara yang memiliki tekanan yang lebih besar dari tekanan udara luar maka diperlukan suatu usaha atau energi yang menggerakkan *compressor* atau *blower*. Energi yang dimaksud disini adalah gas panas hasil dari pembakaran diruang silinder yang tidak di manfaatkan untuk usaha mesin, dengan kata lain gas bekas ini yang merupakan suatu kerugian. Tekanan gas yang masuk ke *turbin* bisa sekitar 3 bar sampai 4 bar, dan tekanan udara yang di hasilkan oleh blowernya antara 1,2 bar sampai 1,5 bar. Cara manapun yang dianut untuk menghasilkan udara tekan maka daya motor bisa meningkat sekitar 35%.

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

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

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

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

C. PEMECAHAN MASALAH

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

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Putaran Turbo Tidak Normal

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

b. Membersihkan *Nozzle Ring Turbocharger* Yang Tersumbat Oleh Karbon-Karbon Atau Jelaga

Tujuan dari pembersihan ini adalah untuk membersihkan *blade turbin side* gas buang dari kotoran-kotoran jelaga yang menempel supaya gas buang keluar lewat *nozzle* untuk memutar sudu-sudu

turbin gas buang lancar dan rutin dapat berputar dengan baik, sehingga dapat menghasilkan udara cukup untuk pembakaran.

Pada saat mesin beroperasi dapat juga dilakukan pembersihan pada sudu-sudu *turbin* dengan cara *menginjection pressure* air panas ke *turbin side*, putaran dari mesin induk harus di turunkan hingga putaran 170 rpm atau pada kecepatan maju pelan. Ini dimaksudkan agar suhu dari gas buang mengalami penurunan, sehingga temperatur pada bagian atau bahan *turbo* ikut turun hingga mendapatkan selisih *temperature* dengan air panas yang tidak terlalu tinggi. Setelah *temperature* dari *turbocharger* sudah turun, katup cerat di bagian bawah *turbocharger* dibuka, yang kemudian diikuti dengan katup air panas, sampai air panas keluar dari pipa cerat. Proses pembersihan ini bisa dilakukan selama 20 menit, dan bisa diulangi kembali sampai jelaga-jelaga atau kerak-kerak terkikis dari sudu-sudu *nozzle ring*, atau sampai *turbocharger* tidak terjadi *surging*.

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

c. Melakukan Penggantian *Ball Bearing* Dengan Yang Baru

Clearance bearing hanya bisa diukur pada saat pemasangan (*overhaul*) dengan menggunakan alat ukur (*clock meter*) dengan ukuran normal *axial* maksimum 0.16 mm dan ukuran normal radial maksimum 0.99 mm. Setelah dilakukan pengukuran di dapat ukuran *axial* sebesar 0,19 mm dan ukuran *radial* sebesar 1,2 mm maka *clearancebearing* tersebut melebihi normal maka perlu dilakukan penggantian dengan *bearing* yang baru.

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

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

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

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

Putaran turbo dan *impeller* / *blower* harus benar-benar *balance*, karena apabila putaran turbo *impeller* / *blower* tidak *balance* akan mengakibatkan turbin dan *impeller* dapat bersinggungan dengan bagian-bagian lainnya dari *turbocharger* yang akhirnya mengakibatkan kerusakan pada sudu-sudu turbin dan *impeller* / *blower* serta bagian lain yang bersinggungan. Akibat lain adalah akan terjadi getaran (*vibration*) pada *turbocharger* dan *intercooler* serta bunyi yang mengaung pada *intercooler*.

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

b. Tekanan Udara Bilas Dibawah Normal

Alternatif pemecahannya adalah :

1) Membersihkan Saringan Udara (*Coper Mesh*) pada *Turbocharger*

Penyebab menurunnya tenaga motor induk adalah saringan udara pada *turbocharger* kotor, oleh sebab itu pembersihan terhadap saringan udara tersebut harus dilakukan sesering mungkin, karena

mengingat *turbocharger* sangat penting agar kapal dapat beroperasi.

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

1) Mencuci dengan *chemical*

Pembersihan dengan merendam saringan udara didalam suatu wadah yang berisi air kemudian dicampur dengan cairan kimia yang berfungsi untuk mengeluarkan kotoran-kotoran minyak didalam saringan. Kemudian dikeringkan dan di bilas dengan angin sebelum digunakan. Pekerjaan ini normalnya dilakukan 3 bulan sekali atau sebelumnya jika ditemukan kondisinya sudah kotor.

2) Menyemprot dengan angin

Pembersihan dengan angin dilakukan bilamana kondisi saringan belum pada kondisi sangat kotor dan dilakukan dengan penyemprotan angin yang bertekanan kearah saringan dan tidak memerlukan waktu yang lama karena langsung bisa dipakai.

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

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

Dalam *maintenance system* (PMS) di kapal dibuat oleh masing-masing Kepala Departement yang mengacu pada

instruction manual ISM Code maupun dari *instruction book* yang dikeluarkan marker, 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 pelaksanaannya sering tidak sesuai dengan jadwal pemeliharaan yang telah ditetapkan, oleh karena terkendala ketatnya jadwal pengoperasian kapal sehingga dalam pemeliharaan *turbocharge* disini tidak mengacu pada jadwal pemeliharaan yang telah ditentukan.

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

Karena banyaknya karbon (sisa pembakaran) yang bercampur dengan sisa oli dalam ruang udara bilas, ruang ini minimal sekali sebulan dibersihkan dengan memakai minyak tanah, 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 *cylinder*.

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.

3) Melakukan Perawatan pada *Intercooler*

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

1) Sistem Sirkulasi

Untuk membersihkan *intercooler* pada sistem sirkulasi ini, *intercooler* harus dilepas dan diturunkan dari pondasinya. Salah satu sisi udaranya ditutup dengan pelat dan dibuatkan lubang yang di pasang dengan sebuah katup.

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

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

hingga kering. *Intercooler* dapat dipasang kembali pada pondasinya.

2) Sistem Injeksi

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

Cairan atau media yang di pakai untuk membersihkan *intercooler*, sama dengan yang digunakan pada 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 (185 RPM). Tentunya pembersihan dengan sistem injeksi pada putaran maju full tidak dapat dilakukan, karena pada kondisi demikian *turbocharger* akan *surgings*. Agar *intercooler* dapat di bersihkan dan tidak menimbulkan *surgings* pada *turbocharger*, maka penyemprotan atau injeksi cairan air *cooler cleaner* yang sudah di campur dengan air ini, rpm mesin induk harus di turunkan ke 155 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 (175 RPM).

Pada putaran 175 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 naikkan hingga putaran full atau 175 RPM.

Sistem injeksi ini lebih cocok digunakan setelah *intercooler* dibersihkan dengan sistem sirkulasi, yang berarti merupakan sistem perawatan. Faktor yang terpenting untuk mencegah *surging* yang diakibatkan oleh tekanan balik udara dari *intercooler* adalah dengan menjaga agar *intercooler* tidak kemasukan kotoran. Oleh karena itu perlu adanya perawatan secara berkesinambungan dari saringan udara bilas.

Proses perawatan saringan udara bilas ini tidaklah sesulit seperti membersihkan sudu-sudu *nozzle ring* dan *intercooler*. Saringan udara *turbocharger* yang terdiri dari empat bagian sangat mudah untuk membuka dan membersihkannya. Serat-serat tembaga yang berada di dalam rumah saringan dapat dikeluarkan dan dibersihkan dengan minyak tanah atau gas oil yang kemudian dibilas dengan air sabun. Akan tetapi, biasanya kita cuma cukup mengganti serat-serat tembaga dengan spare yang sudah bersih. Untuk lebih memudahkan didalam perawatan saringan udara, maka rumah saringan di bungkus dengan busa yang tipis (*sponge*). Dengan dilapisi oleh busa atau *sponge*, bila ada tanda-tanda kotoran yang menempel pada busa atau *sponge* secara fisik dapat terlihat, sehingga sebelum busa atau *sponge* tersebut benar-benar kotor, segera dilakukan penggantian.

Penggantian *sponge* ini bisa dilakukan dalam kondisi mesin jalan, dan tidak akan menimbulkan efek atau gangguan pada mesin. Dengan perawatan saringan udara yang teratur dapat mencegah masuknya kotoran ke dalam *intercooler*, yang berarti telah mencegah terjadinya *surging* pada *turbocharger*.

Penyebab terjadinya *surging* adalah :

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

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

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Putaran turbo Tidak Normal

Evaluasi pemecahannya sebagai berikut :

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

Keuntungan dari cara ini yaitu *blade turbin side* gas buang bersih dari kotoran-kotoran jelaga yang menempel sehingga gas buang keluar melewati *nozzle* untuk memutar sudu-sudu *turbin* gas buang lancar dan rutin dapat berputar dengan baik. Dengan demikian dapat menghasilkan udara cukup untuk pembakaran.

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

2) Melakukan Penggantian *Ball Bearing* Dengan Yang Baru

Keuntungan dari alternatif pemecahan tersebut yaitu *clearance bearing* menjadi normal dengan ukuran normal *axial* maksimum 0.16 mm dan ukuran normal radial maksimum 0.99 mm. Sehingga dapat meminimalkan kerusakan pada sudu-sudu turbin dan *impeller*.

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

b. Tekanan Udara Bilas Dibawah Normal

Evaluasi pemecahannya sebagai berikut :

1) Membersihkan Saringan Udara (*Coper Mesh*) pada *Turbocharger*

Keuntungan dari membersihkan saringan udara (*coper mesh*) tersebut tekanan udara bilas normal yaitu 2,5 bar, dengan demikian *turbocharger* dapat bekerja normal sehingga putaran mesin induk kembali normal.

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

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

Keuntungan dari cara ini yaitu katup cerat bebas dari kotoran-kotoran yang berupa lumpur, dari sisa-sisa pembakaran yang bercampur dengan oli sehingga kotoran-kotoran yang lainnya dapat mengalir keluar.

Kekurangan dari cara ini yaitu membutuhkan waktu untuk melaksanakannya dan terkadang jadwal perawatan ini tidak dapat terlaksana sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dalam *Planned Maintenance System (PMS)*.

3) Melakukan Perawatan pada *Intercooler*

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

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

3. Pemecahan Masalah Yang Dipilih

- a. Untuk putaran turbo tidak normal penulis memilih alternatif pemecahan no.1 yaitu membersihkan *nozzle ring turbocharger* yang tersumbat oleh karbon-karbon atau jelaga karena dengan cara tersebut kotoran-kotoran jelaga yang menempel sehingga dapat menghasilkan udara cukup untuk pembakaran.
- b. Untuk tekanan udara bilas dibawah normal penulis memilih alternatif pemecahan no.1 yaitu membersihkan saringan udara (*coper mesh*) pada *turbocharger* karena tekanan udara bilas normal yaitu 2,5 bar, sehingga *turbocharger* dapat bekerja normal sehingga putaran mesin induk kembali normal

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada Bab II, III dan IV diperoleh bahwa menurunnya kinerja mesin induk di TB MBP 3215 akibat dari kondisi *turbocharger* yang kurang maksimal, dapat disimpulkan :

1. *Nozzle ring turbocharger* tersumbat oleh karbon-karbon atau jelaga disebabkan kurang dilakukannya perawatan secara berkala. Oleh karena itu perlu membersihkan *nozzle ring* yang tersumbat oleh karbon-karbon atau jelaga.
2. Putaran *blower turbocharger* rendah disebabkan adanya kerusakan pada *ball bearing*. Oleh karena itu perlu melakukan penggantian *ball bearing* dengan yang baru.
3. Saringan udara (*coper mesh*) *turbocharger* kotor yang disebabkan kurangnya perawatan dan kondisi saringan udara (*coper mesh*) yang sudah melewati jam kerja (*running hours*). Oleh karena itu perlu membersihkan saringan udara (*coper mesh*) pada *turbocharger* dan membersihkan / *check drain valve* (katup cerat) ruang udara bilas.
4. Pendingin udara atau *intercooler* kurang terawat disebabkan jadwal operasional yang padat dan tidak tersedianya suku cadang di atas kapal. Oleh karena itu perlu melakukan perawatan *intercooler* secara berkala sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*.

B. SARAN-SARAN

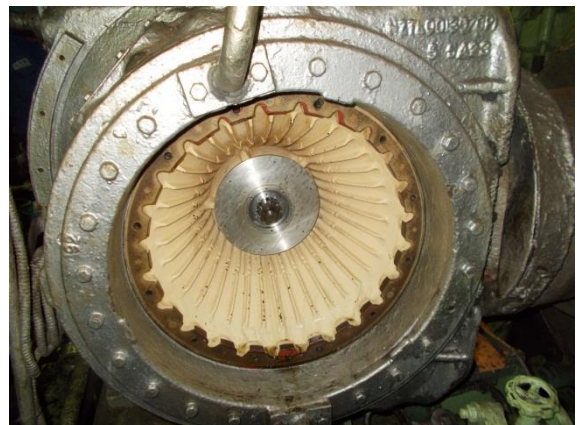
Dari beberapa kesimpulan di atas, berikut ini penulis kemukakan beberapa saran di dalam mengatasi permasalahan-permasalahan yang timbul :

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

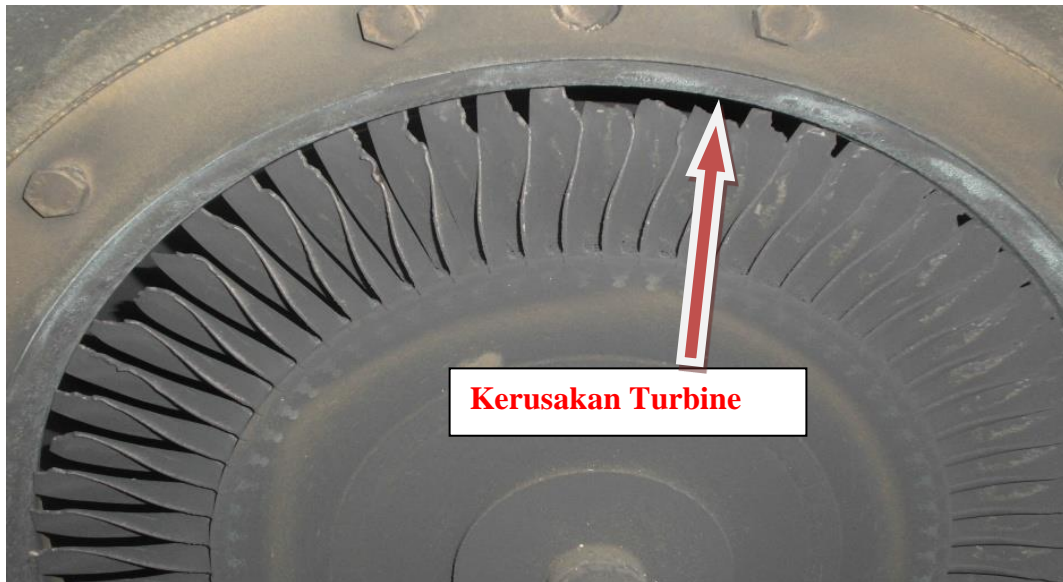
DAFTAR PUSTAKA

- Goenawan Danoesgoro, M.Mar.E,(2003).*Manajemen Perawatan*, Yayasan bina citra Samudra,Jakarta.
- Harsono Fima Est & D. Prananta C Eng., C. Mar. Eng, Fimar Est. *Pengoperasian dan Perawatan Instalasi Mesin di Kapal-Kapal Motor*.
- Jusak Johan Handoyo, (2009). *Perawatan dan Perbaikan Kapal*. Jakarta : Djangkar
- NSOS, “*Manajemen Perawatan dan Perbaikan*“, PT.Triasko Madra. 1983.
- P.Van Maanen.”*Motor Diesel Kapal*”, Jilid I, Triasko Maddra.
- Wiranto Arismunandar dan KoichiTsuda, (1975). “*Motor Diesel Putaran Tinggi*”. PT. Pradnya Paramita.

Overhaul Turbocharger



Turbine Blade



Nozzle Ring

