

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN TURBOCHARGER
UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK
DI KAPAL SV. MINERVA 88**

Oleh :

ISMAIL
NIS. 01934/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2023

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN TURBOCHARGER
UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK
DI KAPAL SV. MINERVA 88**

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

**Oleh :
ISMAIL
NIS. 01934/T-I**

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2023

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : ISMAIL
No. Induk Siwa : 01934/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN TURBOCHARGER
UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK
DI KAPAL SV.MINERVA 88

Jakarta, Juni 2023

Pembimbing I,

Pembimbing II,

R.HERLAN GUNTORO.M.M
Pembina Utama Muda (IV/A)
NIP.19680831 200212 1 1001

YUDHIYONO.S.Si.MT
Pembina (III/C)
NIP.19820130 200912 1 004

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

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

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : ISMAIL
No. Induk Siwa : 01934/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN TURBOCHARGER
UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI
KAPAL SV. MINERVA 88

Penguji I

Ir. Supardi M. Si, M. Mar E
Pembina (IV/a)
NIP. 19730825 200212 1 002

Penguji II

R. Herlan Guntoro M. M.
Pembina (IV/a)
NIP. 19680831 200212 1 001

Penguji III

Susi Herawati S. Si, M. pd.
Penata (III/c)
NIP. 19840611 200912 2 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

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

KATA PENGANTAR

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

“OPTIMALISASI PERAWATAN TURBOCHARGER UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL SV.MINERVA 88”

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

Dalam rangka pembuatan atau penulisan makalah ini, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

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

1. Bapak **H.Ahmad wahid,S.T,M.T.M.Mar.E**, selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. **Capt. Suhartini, S.SiT,M.M.,MM.Tr**, selaku Ketua Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. **Dr. Markus Yando, S.SiT.,MM**, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak **R.HERLAN GUNTORO,MM**, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak **YUDHIYONO,S.Si,MT**, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.

7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, 26 Juni 2023

Penulis,



ISMAIL

NIS. 01934/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
 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	17
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	18
B. Analisis Data	22
C. Pemecahan Masalah	27
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	38
B. Saran	38
 DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Hasil Pengecekan <i>Turbocharger</i>	2
Tabel 3.1 Permintaan suku cadang <i>turbocharger main engine</i>	21
Tabel 3.2 <i>Specificatin Main Engine Mitsubishi S6R2-MTK3L/1030 PS</i>	22

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

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

Pembahasan makalah ini berdasarkan pengalaman penulis saat bertugas di kapal SV. Minerva 88, dimana kapal menggunakan mesin induk jenis motor diesel. Berdasarkan pengalaman penulis sebagai Kepala Kamar Mesin di atas kapal SV. Minerva 88 yaitu terjadi kerusakan pada *turbocharger*. Contohnya pada tanggal 07 Agustus 2022 saat kapal dalam pelayaran di Laut Jawa, mendadak putaran mesin induk menurun dari putaran normal. 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*. Kejadian lainnya yaitu saat kapal dalam pelayaran terdengar suara mendesis di sekitar *flexible exhaust manifold* dan disertai dengan meningkatnya suhu panas di sekitarnya. Selanjutnya segera dilakukan pengecekan, dan ditemukan adanya indikasi kebocoran pada *flexible exhaust manifold*. Karena dikhawatirkan kebocoran akan semakin membesar yang akan menyebabkan kurangnya pasokan *gas exhaust* yang mendorong *turbin blade*, maka ABK mesin yang sedang berjaga melaporkan kepada KKM, bahwa telah terjadi kebocoran pada *flexible exhaust manifold*.

Tabel 1.1 Hasil Pengecekan *Turbocharger*

<i>Description</i>	M/E P	M/E S	Value	<i>Remark</i>
<i>Turbocharger</i>	11500	16000	Rpm	
<i>Charge Air Pressure</i>	0,75	1,6	Bar	<i>Press air M.E P abnormal</i>
<i>Charge Air Bef. Cooler</i>	85	38	°C	<i>Temp air M.E P abnormal</i>
<i>Charge Air Aft. Cooler</i>	90	40	°C	
<i>Exh.Temp.After T/C</i>	470	350	°C	<i>Temp T/C M.E P abnormal</i>
<i>Exh. Temp. Bef. T/C</i>	470	345	°C	<i>Temp T/C M.E P abnormal</i>
<i>L.O Pressure</i>	3,7	3,9	Bar	
<i>L.O Temperature</i>	70	70	°C	
<i>S.W.C Pressure</i>	2	2	Bar	
<i>S.W.C Temperature</i>	30	30	°C	
<i>F.W.C. Pressure</i>	2.2	2.0	Bar	
<i>F.W.C Temperature</i>	70	72	°C	
<i>Engine Load in ±</i>	824	824	KW	
<i>Engine Load in ±</i>	80	80	%	

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis tertarik untuk membahas masalah perawatan *turbocharger* ke dalam bentuk makalah dengan judul: **“OPTIMALISASI PERAWATAN *TURBOCHARGER* UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL SV. MINERVA 88”**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

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

- Perawatan *turbocharger* belum terlaksana sesuai dengan *planned maintenance system* (PMS)
- Minimnya persediaan suku cadang *turbocharger* di atas kapal
- Kurangnya pemahaman ABK mesin dalam melaksanakan perawatan *turbocharger*

2. Batasan Masalah

Dari masalah-masalah yang teridentifikasi, maka penulis membatasi pembahasan pada 2 (dua) masalah yang terjadi di kapal SV. Minerva 88, sebagai berikut:

- a. Perawatan *turbocharger* belum terlaksana sesuai dengan *planned maintenance system* (PMS)
- b. Minimnya persediaan suku cadang *turbocharger* di atas kapal

3. Rumusan Masalah

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

- a. Mengapa perawatan *turbocharger* belum terlaksana sesuai dengan *planned maintenance system* (PMS)?
- b. Apa yang menyebabkan minimnya persediaan suku cadang *turbocharger* di atas kapal ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk menganalisis dan mengetahui penyebab belum terlaksananya perawatan *turbocharger* sesuai dengan *planned maintenance system* (PMS).
- b. Untuk menganalisis dan mengetahui penyebab minimnya persediaan suku cadang *turbocharger* di atas kapal.

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

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

b. Aspek Praktis

- 1) Agar supaya makalah ini dapat memberikan sumbang saran bagi perusahaan kapal SV. Minerva 88 untuk meningkatkan perhatiannya terhadap kapal sehingga lebih maksimal melakukan perawatan berkala.
- 2) Agar supaya makalah ini dapat dijadikan sebagai bahan untuk pembelajaran bagi ABK mesin dalam membantu perusahaan dalam menekan biaya kapal dan tidak menunda bilamana terjadi masalah pada mesin dan *turbocharger*.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah:

a. Deskriptif Kualitatif

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

b. Studi 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 di dalam pembuatan makalah ini, menggunakan teknik-teknik pengumpulan data antara lain sebagai berikut:

a. Observasi

Penulis menggunakan pengamatan secara langsung di atas kapal SV. Minerva 88 terutama terhadap kendala-kendala yang ada pada yang bisa menyebabkan penurunan performa mesin induk yang berakibat pada terganggunya operasional kapal.

b. Studi Kepustakaan

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

3. Teknik Analisis Data

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

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian yaitu selama Penulis bekerja sebagai KKM di atas kapal SV. Minerva 88 pada bulan 10 September 2020 - 30 Desember 2022.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas kapal SV. Minerva 88 yang termasuk kapal jenis *towing barge* berbendera Indonesia milik perusahaan PT. Sowohi Kentiti Jaya dengan alur pelayaran Laut Jawa.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

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

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan teori-teori yang digunakan untuk menganalisis 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

Bab ini menjelaskan data-data yang diambil dari lapangan sesuai dengan pengalaman penulis selama melakukan perbaikan *turbocharger* di atas SV. MINERVA 88. Data-data dirumuskan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut. Dengan demikian permasalahan yang sama tidak terjadi lagi. Dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya maka penulis mencari beberapa landasan teori untuk pemecahan perawatan dan perbaikan *turbocharger* di kapal SV. Minerva 88, diantaranya:

1. Perawatan

Menurut Sofyan Assauri (2020:34) dalam bukunya Manajemen Produksi dan Operasi bahwa perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi/produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Menurut Supandi (2018:13) dalam bukunya Manajemen Perawatan Industri, perawatan adalah suatu usaha yang dilakukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya dan perawatan adalah suatu aktivitas untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

2. Turbocharger

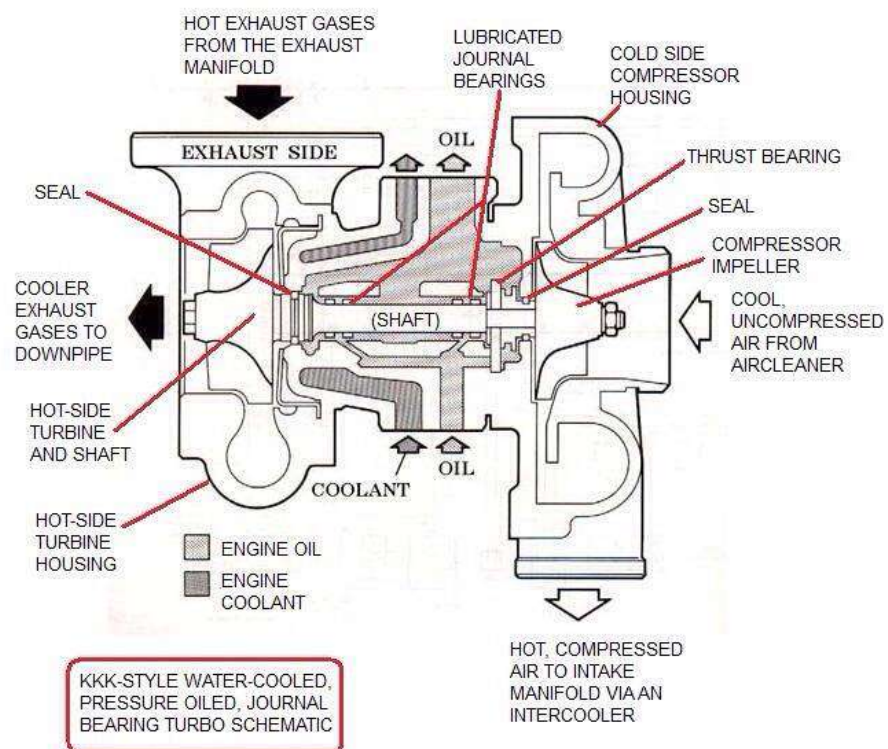
a. Definisi

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:69), *bearing* adalah bantalan yang berfungsi sebagai penyangga *rotor shaft* sehingga membuat *rotor* dapat stabil/lurus pada posisinya di dalam *casing* dan *rotor* dapat berputar dengan aman dan bebas. Selain itu, bearing juga berfungsi untuk mengurangi gesekan yang terjadi antara poros yang berputar dengan

tumpuannya (bagian komponen yang diam yang menopang poros).

Bearing pada umumnya dibedakan menjadi dua jenis yaitu *anti friction bearing* (anti gesekan) *bearing* dan *plain bearing*. Jenis *anti friction bearing* merupakan bearing yang bagian di dalamnya memiliki komponen yang dapat berputar dan pada bagian luar bearing memiliki bagian yang diam saat bagian dalam *bearing* berputar. Sedangkan bearing jenis *plain bearing* merupakan *bearing* di dalamnya tidak memiliki komponen yang berputar, namun tetap memiliki fungsi yang sama dengan *anti friction bearing*. Ada juga komponen lainnya yang memiliki fungsi yang sama dengan *bearing*. *Plain bearing* ini juga sering disebut dengan istilah *bushing*. Posisi *bearing* ada 2 (dua) yaitu *blower side* dan *turbin side*.

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin, (2018:119), *Turbocharger* merupakan sebuah kompresor dengan gaya sentrifugal yang mendapat daya dari *blower side* yang sumber tenaganya berasal dari gas buang mesin induk. Biasa digunakan pada mesin pembakaran dalam, untuk meningkatkan tekanan udara yang masuk keruang pembakaran mesin.

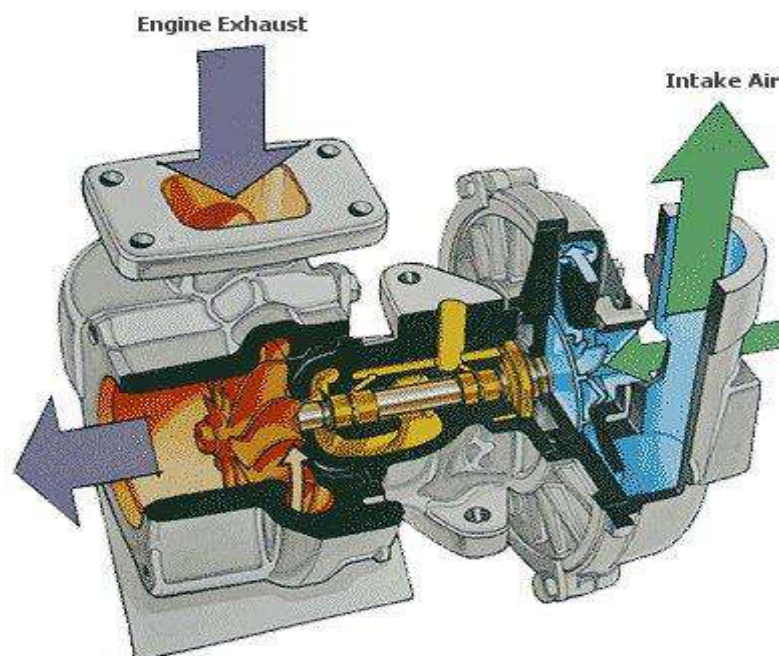


Gambar 2.1 *Turbocharger*

Menurut Karyanto (2010:31) aliran udara murni dari *turbocharger* 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 silinder mesin induk. Proses ini terjadi dalam mesin 2 (dua) tak jadi tidak melalui *intake valve* (klep masuk).

b. Cara Kerja *Turbocharger*

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin, (2018:123) menjelaskan mengenai cara kerja *turbocharger*. Pada saat motor diesel dihidupkan 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 *intercooler* dan diarahkan ke *intake manifold*. Sehingga pada waktu langkah hisap udara yang di *intake manifold* masuk ke silinder. Pada sistem *turbocharger* tersebut dilengkapi *intercooler* sehingga temperatur yang akan masuk ke *intake manifold* dapat turun dari 58°C sampai 38°C.



Gambar 2.2 Sistem *Turbocharger*

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

Menurut Karyanto (2010:21) mengatakan bahwa cara kerja *turbocharger* adalah proses pembuangan gas buang didalam silinder motor dilakukan oleh piston yang mendorong gas buang hasil pembakaran sehingga gas buang didalam ruang bakar terdorong keluar melalui katup buang menuju saluran buang *exhaust manifold*. Gas buang menekan kesuatu roda turbin sehingga menghasilkan putaran. *Blower* yang dipasangseporos dengan roda turbin menghasilkan putaran akibat terdorong oleh gas sisa hasil pembakaran yang keluar melalui cerobong mesin, sehingga menghasilkan tekanan udara, hembusan udara yang mengakibatkan terjadinya pemadatan udara masuk dengan tekanan diatas satu atmosfer ke dalam silinder.

c. Keuntungan Penggunaan *Turbocharger*

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2018:124), beberapa keuntungan dari *turbocharger* sebagai berikut :

1) Tenaga mesin dapat ditingkatkan

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.

2) Pembakaran lebih sempurna

Karena udara didinginkan lebih dahulu di *intercooler*, hingga kandungan molekul oksigen lebih banyak, massa 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 bar-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 silinderpun lebih meningkat.

d. Komponen *Turbocharger*

Komponen ini terdiri dari komponen utama dan komponen pendukung sebagai berikut :

1) Komponen Utama *Turbocharger*

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2018:126), 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*

(1) Definisi *Intercooler*

Menurut Wiranto Arismunandar, (2019:33) 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.

(2) Fungsi *Intercooler*

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 udarapun bertambah. Hal ini dapat menambah jumlah bahan bakar yang ikut terbakar dan mengakibatkan daya mesin bertambah.

Intercooler adalah salah satu bagian terpenting dari mesin induk yang berfungsi untuk mendinginkan serta memadatkan udara yang berasal dari perangkat

turbocharger yang akan dipergunakan untuk pembilasan dan pembakaran. Apabila bagian ini bekerja tidak baik maka pembakaran di dalam silinder akan berlangsung tidak baik. Seperti yang penulis alami dimana *Intercooler* sangat kotor karena tersumbat oleh debu dan gas pembakaran yang tercampur dengan uap minyak yang ditekan masuk sehingga terjadi penyumbatan pada kisi-kisi bagian udara.

Udara yang dimasukkan ke dalam ruang bakar pada tiap silinder sangat kurang, karena tekanan udara yang masuk sangat rendah. Hal tersebut mengakibatkan pembakaran yang tidak seimbang sehingga kinerja mesin berkurang. Hal ini dikarenakan udara yang dibutuhkan untuk pembakaran dan pembilasan tidak cukup.

Keseimbangan antara jumlah bahan bakar dengan banyaknya udara yang masuk ke dalam silinder karena udara yang dihasilkan oleh *blower turbocharger* suhunya mencapai 110°C yang semestinya berkisar 80°C maka harus didinginkan sekitar 38°C hingga 43°C atau 20% maka dapat menaikkan daya mesin 6% sampai 7%. Hal inilah yang diharapkan agar dapat diperoleh massa udara yang lebih banyak dan kecepatan serta kualitas udara meningkat. Jika keseimbangan campuran antara udara dan bahan bakar dapat selalu dipelihara maka dengan demikian akan dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna.

b) Saringan Udara (*air cleaner*)

Menurut Karyanto, (2010:59) bahwa saringan udara termasuk komponen yang mempunyai peranan penting yang tidak bisa diabaikan dalam mesin diesel. Karena udara yang masuk ke dalam silinder mesin harus sebersih mungkin.

c) Sistem Pelumasan *turbocharger*

Menurut Karyanto,(2010:59) 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.

e. Pengoperasian *Turbocharger*

Menurut Karyanto (2010:49) menjelaskan bahwahal-hal yang perlu dijaga selama mengoperasikan *turbocharger*, diantaranya yaitu:

- 1) Memastikan minyak pelumas, melumasi bagian turbin yang ada dalam *turbocharger*.
- 2) Menghindari keadaan-keadaan yang tiba-tiba pada putaran pada mesin.
- 3) Mengamati suara *blower* yang bekerja dan memastikan tidak ada suara-suara aneh yang terjadi pada *blower*.
- 4) Bila terdapat suara aneh atau ketidak seimbangan pada mesin *turbocharger*, turunkan putaran (beban) atau mematikan mesin. Kemudian periksa akan sumber suara tersebut.
- 5) Hindarilah penurunan putaran mesin secara tiba-tiba sehingga mesin seakan-akan ingin berhenti kecuali dalam keadaan memaksa atau darurat.
- 6) Hindari putaran mesin yang pelan pada jangka waktu yang lama, ini akan menyebabkan *blower* kotor dan efisiensi berkurang. Selain itu membuat turbin kotor dan juga memaksa gas buang akan menerobos melalui seal-seal masuk kedalam bagian *blower*.
- 7) Setelah menjalankan mesin pada putaran tinggi atau beban penuh, jalankan mesin secara *idle* (pelan tanpa beban) selama kurang lebih 3 menit sampai dengan 5 menit sebelum mesin dimatikan, bila ini tidak dilaksanakan, akan dapat merusak bantalan poros turbin.

f. Permasalahan yang Timbul pada *Turbocharger*

Menurut P.Van Maanen, (2018:25) bahwa permasalahan yang sering timbul pada *turbocharger* adalah seringnya udara yang dihasilkan dari *compressorturbocharger* tidak sesuai *performance turbocharger* yang bisa diakibatkan oleh beberapa hal, yaitu :

1) Putaran *turbocharger* tidak normal akibat *unbalance*

2) *Unbalance shaft turbo* bisa diakibatkan oleh:

a) *Compressor wheel* atau *inducer wheel* ada yang bopeng

Hal tersebut akibat benda asing yang masuk ke dalam kompresor. Masalah ini hanya bisa diatasi dengan mengganti baru material *Compressor wheel* atau *inducer wheel*.

b) *Turbine blade* ada yang bopeng atau salah satunya patah

Untuk mengatasi masalah tersebut harus diadakan *recond* atau mengganti *blade* dengan yang baru. Apabila hal ini terjadi akan mengakibatkan patahnya *damping spring axial* pada *bearing compressor*. Jika terjadi dalam waktu yang cukup lama *damping spring axial* bisa terlepas, gram-gram akan timbul dan saluran pelumas akan tersumbat. Akibatnya *turbocharge* mengalami *break down* sehingga operasi mesin induk terganggu.

c) *Shaft* sudah tidak lurus

Kelurusan *shaft* diketahui dengan mengukur *deflexi shaft* tidak boleh melebihi 0,04 mm. Hal ini bisa terjadi akibat *turbocharger* pernah *break down*. Solusinya *shaft* harus diganti.

3) Penggantian oli *turbocharger*

Untuk *turbocharger* yang baru selesai di *overhoul* atau ganti *bearing* baru pada 100 (seratus) jam pertama diadakan pengecekan pada ruang oli apa ada gram-gram atau kelainan termasuk cek ulang radialnya. Penggantian selanjutnya diadakan setiap 500 (lima ratus) jam mengingat kondisi alam kita yang tropis dan pembebanan mesin

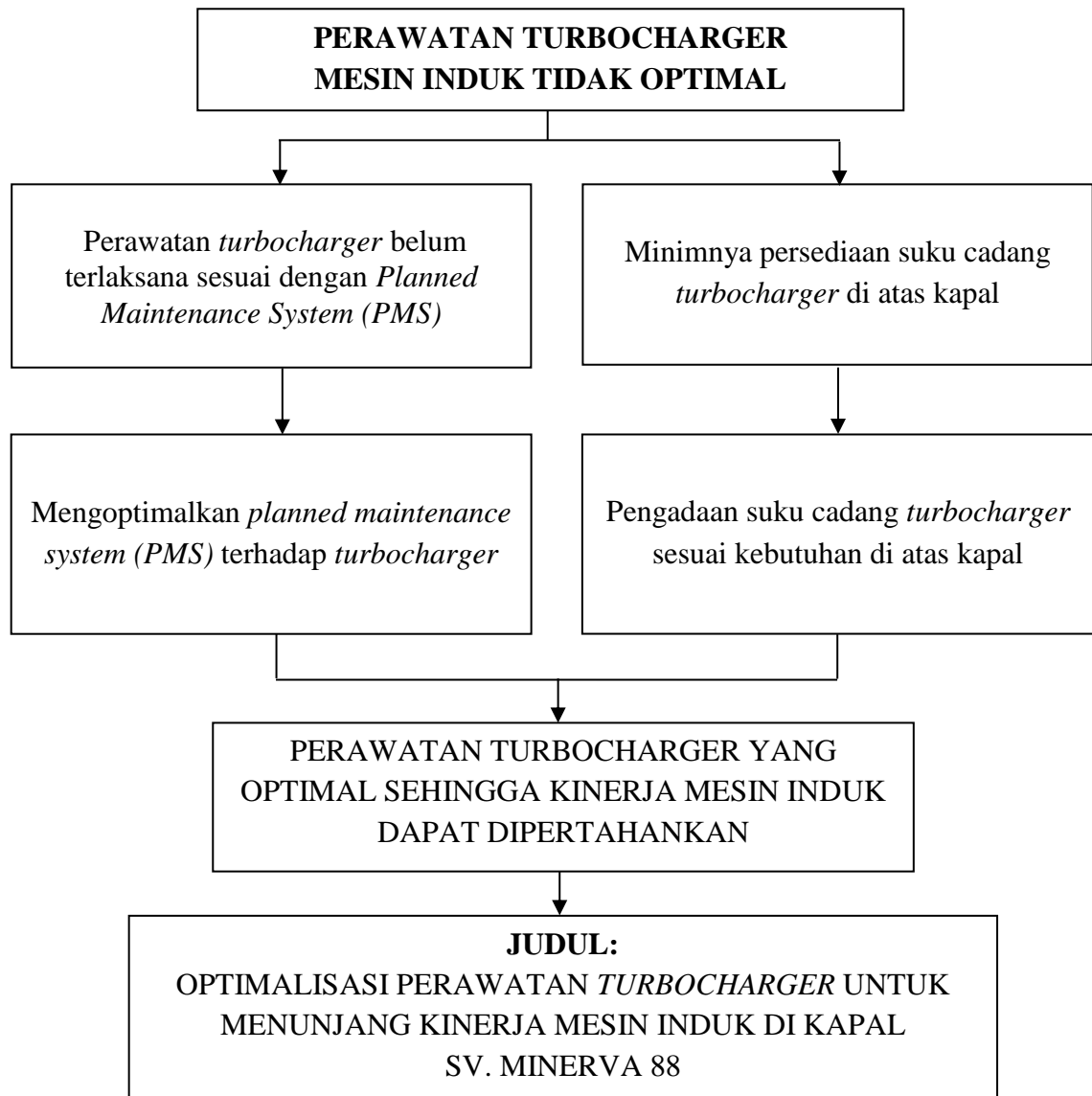
yang maksimal terutama disaat menampung beban kejut akibat gangguan penyulang.

Setiap 1.500 jam diadakan pembersihan *slinger lubricating pump disc* untuk lubang saluran pelumasan dan kotoran pada dinding disc yang berfungsi sebagai separator.

4) Sistem pendingin *turbocharger*

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

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Selama penulis bertugas di atas kapal SV. MINERVA 88 sebagai KKM, Penulis menemukan beberapa permasalahan yang berkaitan dengan *turbocharger*, diantaranya yaitu :

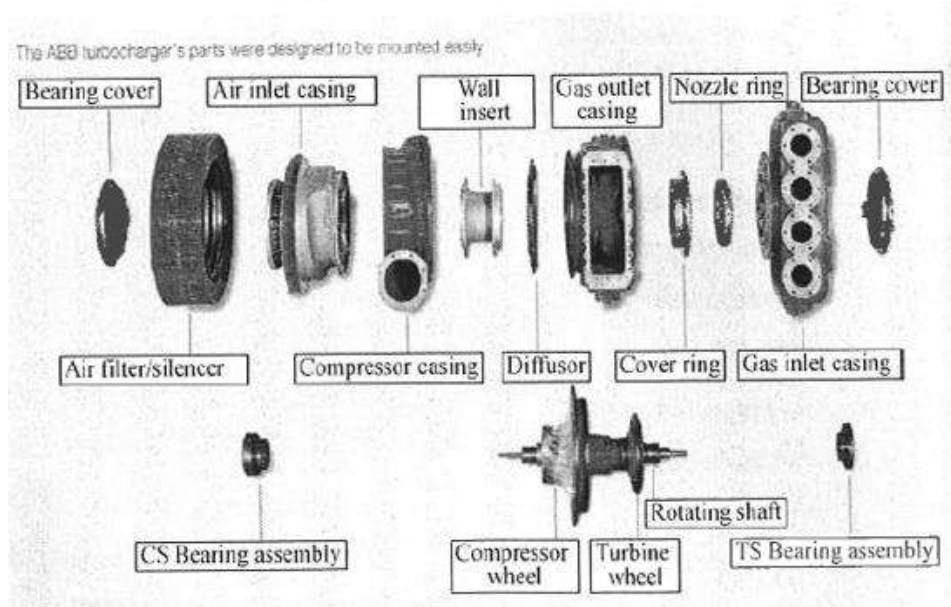
1. Perawatan *Turbocharger* Belum Terlaksana Sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*

Pada tanggal 07 Agustus 2022 saat kapal dalam pelayaran di Laut Jawa, mendadak putaran mesin induk menurun dari putaran normalnya. 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*.



Gambar 3.1 *Overhaul turbocharger*

VTR Turbocharger



Gambar 3.2 Komponen *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. Minimnya Persediaan Suku Cadang *Turbocharger* di Atas Kapal

Pada tanggal 07 Agustus 2022, pukul 04.15 LT kapal dalam pelayaran terdengar suara mendesis di sekitar *flexible exhaust manifold* dan disertai dengan meningkatnya suhu panas di sekitarnya. Selanjutnya segera dilakukan pengecekan, dan ditemukan adanya indikasi kebocoran pada *flexible exhaust manifold*. Karena dikhawatirkan kebocoran akan semakin membesar yang akan menyebabkan kurangnya pasokan *gas exhaust* yang mendorong *turbin blade*,

maka ABK mesin yang sedang berjaga melaporkan kepada KKM, bahwa telah terjadi kebocoran pada *flexible exhaust manifold*.



Gambar 3.3 Kebocoran dan keluar asap pada saat kejadian

Selanjutnya KKM akan menghubungi ke anjungan dan memberitahukan kondisi di kamar mesin serta meminta waktu untuk diadakan perbaikan dan penggantian *flexible exhaust manifold* (dalam hal ini *stop main engine*) pukul 04.40 LT.



Gambar 3.4 *Spare Flexible Exhaust Manifold*

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

Tabel 3.1 Permintaan Suku Cadang *Turbocharger Main Engine*

No.	Item	Quantity Onboard	Quantity Requested	Remark
1	<i>Turbocharger M/E Spare Flexible Exhaust Manifold 332 B (9)</i>	0 PCS	2 Pcs	



Gambar 3.5 *Specification Turbocharger*

Setelah melakukan pelayaran beberapa jam, pada pukul 12.40 LT kembali terdengar suara mendesis di sekitar *flexible exhaust manifold* dan di sertai suhu yang meningkat. Kemudian kembali dilakukan pengecekan dan didapati kasus kerusakan yang sama pada *flexible exhaust manifold* seperti kejadian pagi harinya. Selanjutnya dilakukan penggantian *flexible exhaust manifold* seperti di atas, menggunakan *ready spare part* (rekondisi) dikarenakan tidak tersedia suku cadang yang baru di atas kapal. Melihat kejadian tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadinya kebocoran pada *flexible exhaust manifold* pada mesin induk dikarenakan penggantian menggunakan suku cadang rekondisi, bukan suku cadang yang asli (*genuine part*).

Tabel 3.2 Specificatin Main Engine Mitsubishi S6R2-MTK3L/1030 PS

SPECIFICATIONS	RATINGS	DOCUMENTATION
Application	Propulsion	
Cylinder configuration	6 in-line	
Total displacement (l)	29.96	
Bore x stroke (mm)	170 x 220	
Flywheel and housing	SAE 18 / SAE 0	
Compression ratio	14.0:1	
Dry weight (kg)	3130	
Dimensions - L x W x H (mm)	2105 x 1183 x 1695	
Method of operation	4-stroke, water-cooled diesel engine, with direct-injection, turbocharger, air-cooler, built-up heat exchanger and sea water pump	
Cooling method	separate high and low temperature cooling circuit; charge air cooler directly cooled by sea water (intercooler)	
Rating	HD	MD
Output (kW)	691	759
Output (bhp)	927	1018
Engine speed (rpm)	1406	1406
Average fuel consumption (l/h)	112.7	122.3
Emissions	IMO Tier III	IMO Tier III

B. ANALISIS DATA

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

1. Perawatan *Turbocharger* Belum Terlaksana Sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*

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 dilanjutkan, kurangnya catatan kondisi jam kerja *spare part* dan

kurangnya pengontrolan data *inventori spare part* sehingga menimbulkan masalah yang pada awalnya tidak disadari 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 SV. Minerva 88 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.

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah 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 ditandatangani, dikembalikan lagi ke kapal untuk dilaksanakan PMS tersebut.

Di atas kapal SV. MINERVA 88 pelaksanaan PMS sering tidak sesuai dengan jadwal pemeliharaan yang telah ditetapkan, oleh karena terkendala jadwal pengoperasian kapal yang sangat padat sehingga dalam pemeliharaan *turbocharger* di sini tidak mengacu pada jadwal pemeliharaan yang telah ditentukan.

Setiap suku cadang permesinan mempunyai batas pemakaian / jam kerja (*running hours*). Begitu juga dengan *bearing* di dalam *turbocharger*, dimana batas maksimal jam kerja *bearing* di atas kapal SV. MINERVA 88 yaitu 10.000 jam (*running hours*). Faktanya pemakaian *bearing* sudah melebihi jam kerja yaitu 13.000 jam. Hal ini berpengaruh pada kinerja *bearing* tersebut, dimana *bearing* yang sudah melampaui jam kerja tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya.

Fakta yang penulis temui di atas kapal SV. MINERVA 88 bahwa terjadinya kerusakan pada *bearing* disebabkan jam kerja *bearing* yang sudah melampaui batas. Hal ini disebabkan jadwal perawatan yang telah direncanakan tidak dilaksanakan dengan baik. Tidak dilakukannya perawatan secara teratur, terencana dan menyeluruh terhadap permesinan di kapal karena biaya perawatan yang sangat tinggi dan sebagian dari pemeliharaan perbaikan di kapal hanya ditulis pelaporan sudah dikerjakan sedangkan faktanya belum.

Belum maksimalnya penerapan prosedur perawatan mesin induk disebabkan beberapa faktor yaitu seperti kegiatan pekerjaan perawatan tidak dikerjakan sesuai rencana pekerjaan. Para masinis berperan penting di kamar mesin dalam menghadapi setiap masalah yang terjadi. Perawatan juga melihat dari

segi biaya yang yang tinggi untuk semua perawatan karena atas intruksi dari perusahaan sehingga dapat mengurangi atau bahkan meniadakan kegiatan perawatan untuk mengontrol biaya-biaya yang tinggi.

2. Minimnya Persediaan Suku Cadang *Turbocharger* Di Atas Kapal

Suku cadang merupakan bagian penting manajemen logistik dan manajemen rantai *supply*. Suku cadang merupakan bagian dari alat unsur dalam permesinan yang disediakan untuk penggantian dari komponen atau bagian mesin. Suku cadang adalah bagian yang terdiri atas beberapa komponen yang membentuk satu kesatuan dan mempunyai fungsi tertentu.

Persediaan suku cadang merupakan salah satu tugas penting dari manajemen dalam suatu perusahaan, untuk memberi dukungan dalam hal pengadaan barang bagi seluruh keperluan pemeliharaan peralatan yang digunakan dalam proses produksi. Pengendalian suku cadang sangat penting dalam hal penentuan keputusan suatu barang diperlukan, termasuk perlu atau tidaknya melakukan penyimpanan, kepada siapa pembelian dilakukan, kapan dilakukan pemesanan, apa dan berapa yang dipesan, tingkat dan jaminan mutu suku cadang yang diperlukan, anggaran suku cadang, dan juga dikarenakan kurang telitinya petugas yang menangani suku cadang.

Penggunaan suku cadang seperti *flexible exhaust manifold* dan *bearing* yang tidak asli dapat menyebabkan jam kerja *bearing* tersebut tidak mencapai waktu yang telah ditetapkan dalam *manual book*. Meskipun demikian penggunaan suku cadang *bearing* yang tidak asli seringkali dilakukan saat perbaikan *turbocharger*, sebagaimana yang penulis temukan saat bekerja di atas kapal SV. MINERVA 88 ternyata setelah dicek dengan seksama *bearing* tersebut sudah rekondisian atau bukan *flexible exhaust manifold* dan *bearing* baru. Ada beberapa faktor yang menyebabkan penggantian *bearing* menggunakan suku cadang tidak asli seperti keterlambatan pengiriman suku cadang dan juga alasan mengurangi pengeluaran biaya perawatan.

Flexible exhaust manifold dan *bearing* yang tidak asli dapat diketahui dari *part number* nya, dimana suku cadang yang asli (*genuine part*) yaitu *type ABB VTR 564 D-32 rolling contact bearing*. Hak ini perlu diperhatikan karena *flexible*

exhaust manifold dan *bearing* asli dengan yang KW dari segi tampilan dan merk sama, hanya saja *part number* nya berbeda.

Termasuk penyebab tidak tersedianya suku cadang *bearing* di atas kapal dan juga suku cadang permesinan lainnya yaitu sistem administrasi suku cadang yang ada di kapal kurang baik. Adapun penyebabnya antara lain :

- a. Kurang optimalnya jalur informasi dari rangkaian prosedur perencanaan pengadaan suku cadang yang terintegrasi secara sistemik.
- b. Tidak adanya indeks daftar suku cadang misalnya dengan penomoran atau urut sesuai huruf abjad, dan diletakkan pada pintu atau tempat yang mudah dibaca.
- c. Pengelompokan jenis suku cadang yang kurang teratur, juga tidak ada tandanya misalnya penomoran pada masing-masing kotak suku cadang, dan kadang dicampurnya suku cadang dari beberapa mesin dalam satu kotak.
- d. Ruangan untuk suku cadang yang kurang memadai yang menyulitkan pencarian dan pengambilan suku cadang dan juga kurangnya ventilasi. Hal ini membuat awak kapal terkadang malas melakukan pengecekan dengan teliti.

Akan terjadi kesulitan dikemudian hari apabila penerimaan dan penggunaan suku cadang tidak dicatat dengan benar dan teliti, serta kemudian tidak dilakukan penyimpanan di gudang dengan baik. Apabila terjadi penggantian awak kapal dengan waktu serah terima yang relatif singkat, akan tidak mungkin untuk melakukan pengecekan secara menyeluruh, sehingga akan membingungkan awak kapal baru, apabila terjadi kerusakan dan mereka membutuhkan suku cadang dengan segera.

Dengan tidak teraturnya penyimpanan suku cadang, akan sukar bagi para masinis yang baru naik, untuk memantau jumlah suku cadang yang sebenarnya yang ada di atas kapal sesuai dengan suku cadang yang ada dicatat oleh divisi/bagian teknik di darat. Dalam kaitan ini dirasakan pentingnya data tentang suku cadang yang biasa memberikan informasi tentang lokasi, nomor seri, pembuat, dan jenis suku cadang yang sesuai dengan yang aslinya.

C. PEMECAHAN MASALAH

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

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Perawatan *Turbocharger* Belum Terlaksana Sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*

Alternatif pemecahannya sebagai berikut :

1) Melaksanakan Perawatan Berkala Sesuai Dengan PMS

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 kg/cm² pada beban yang sama terjadi penurunan menjadi 0,72 kg/cm² 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 ditunjukan melebihi batas yang diijinkan segera lakukan penggantian bantalan porosnya (*bearing*).

Di dalam perawatan ini bukan hanya sudu-sudu *ring* saja yang diperbaiki, akan tetapi menyangkut semua bagian-bagian lainnya termasuk pengukuran-pengukuran dari *clearance turbochargers* sesuai panduan buku petunjuk. Adapun tujuan pembersihan ini adalah untuk membersihkan *nozzle ring* dari kotoran-kotoran jelaga yang menempel supaya gas buang keluar lewat *nozzle ring* untuk memutar sudu-sudu turbin lancar dan rutin dapat berputar dengan baik, sehingga *turbocharger* bisa bekerja dengan normal dan dapat menghasilkan udara yang bertekanan yang cukup dalam proses pembakaran yang sempurna.

2) Memberikan Pemahaman Tentang Prosedur Perawatan *Turbocharger*

Dalam perawatan *turbocharger*, para masinis di atas kapal SV. MINERVA 88 hanya melakukan perawatan ringan saja, seperti penggantian oli dan mencuci *filter turbocharger*, sedangkan untuk perawatan secara menyeluruh diserahkan kepada kontraktor yang ditentukan oleh pihak kantor. Dalam memilih kontraktor seringkali pihak kantor kurang memperhatikan kualitas dari kontraktor tersebut, seperti menggunakan jasa kontraktor yang tidak berlisensi. Untuk itu, pihak kapal hendaknya memberikan masukan kepada pihak kantor agar perawatan *turbocharger* diserahkan kepada kontraktor yang berlisensi.

Selanjutnya untuk menjaga kinerja *turbocharger* ABK mesin perlu melaksanakan perawatan terencana sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*. Dalam hal ini diperlukan pemahaman dari para Masinis tentang perawatan *turbocharger* yang benar. Untuk itu, Kepala Kamar Mesin perlu memberikan pengarahan atau familiarisasi kepada Masinis untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang perawatan *turbocharger* yang benar.

Pelaksanaan perawatan terencana di atas kapal dapat dilakukan secara beberapa tahapan, yang secara keseluruhan harus dijalankan dengan benar dan sesuai dengan setiap prosedur yang sudah ditentukan. Dengan melakukan perawatan sesuai PMS diharapkan komponen dari *turbocharger* bisa berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya.

Adapun perawatan yang dilakukan terhadap *turbocharger* sebagai berikut:

a) Perawatan pada sudu-sudu turbin

Sudu-sudu turbin merupakan bagian dari salah satu komponen *turbocharger* yang mempengaruhi putaran dari *turbocharger*. Dari komponen bagian sudu-sudu turbin, bentuk *blade* dan panjang kisar *blade* harus benar-benar baik kondisinya. Karena sudu-sudu langsung digerakkan oleh aliran kecepatan di gas

buang. Oleh karena itu, hal-hal yang berhubungan dengan kecepatan aliran gas buang harus benar-benar diperhatikan dan dijaga guna menghindari kerusakan *turbin blade*.

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

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

- (1) Pada saat mesin penggerak utama beroperasi, turunkan putaran *turbocharger* dari putaran normal yang biasanya pada saat kapal pada kecepatan penuh antara 18.000 RPM turun sampai 15. 000 RPM.
- (2) Hubungkan peralatan pencucian *turbocharger* dengan udara bertekanan untuk menginjeksikan material pembersih.
- (3) Buka katup udara bertekanan selama satu sampai dua menit untuk proses pendinginan sistem pembersihan. Pastikan katup udara bertekanan sudah tertutup rapat.
- (4) Buka tutup tabung penampung dan masukan *marine grit* sebanyak 0.7 liter, dan tutup kembali dengan benar benar rapat penutup *tank* tersebut supaya tidak ada udara bocor keluar melalui tutup tersebut.
- (5) Lakukan proses pencucian (*moving blade*) dengan membuka katup angin dan katup material masuk ke sistem dan *marine grit* yang masuk dengan udara yang bertekanan akan

menembus karbon atau kotoran yang menempel, sehingga kotoran yang menempel akan bersih terangkat dan keluar ikut dengan gas buang keluar cerobong. Lakukan proses tersebut sampai *marine grit* dalam tabung habis.

(6) Setelah selesai penbersihan, naikan putaran pada putaran normal kembali.

b) Perawatan *blower side*

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

b. Minimnya Persediaan Suku Cadang *Turbocharger* Di Atas Kapal

Alternatif Pemecahan Masalahnya yaitu :

1) Mengirimkan Permintaan Suku Cadang *Turbocharger* yang *Genuine Part*

Kebutuhan suku cadang harus dicatat oleh KKM atau masinis di kapal agar kesalahan pendataan mengenai ketersediaan suku cadang yang ada di kapal tidak terjadi, sehingga tidak dapat menimbulkan ketidaksamaan hasil data material suku cadang antara pihak perusahaan maupun pihak di kapal, maka pihak kapal harus membuat kearsipan yang baik, antara lain:

- a) Sekali dalam sebulan KKM harus mencatat setiap pemakaian suku-cadang dan barang-umum dalam Buku Material atau dalam Buku "Stock In/Out", sesuai pemakaian berdasarkan Label-label dan Buku catatan pengeluaran suku-cadang dan barang-umum.
- b) Jika setiap barang yang dipakai telah mencapai titik pemesanan / permintaan, sebagaimana yang tercantum dalam formulirnya suku-cadang dan barang umum, harus segera dipesankan agar tetap dalam tingkat "Stock" atau persediaan normal.
- c) Setiap suku-cadang dan barang-umum yang dipesan / diminta harus dicatat dan dimasukkan dalam formulir "dipesan / diterima". Jika pesanan sudah diterima agar dituliskan dalam kolom penerimaan.
- d) Setiap permintaan material dan pemakaian material harus dibuatkan Nomer Surat masing-masing sesuai urutan pengeluaran surat yang telah diketahui / ditandatangani oleh Nakhoda, dengan maksud agar mempermudah mencari Data-data dokumen tersebut. Misalkan:
 - (1) Surat permintaan material (*Material requisition*)
 - (2) Surat pemakaian material (*Material consumption*)

Segala sesuatu akan berjalan dengan baik apabila direncanakan dengan baik, termasuk pengaturan suku cadang. Dalam hal suku cadang yang perlu direncanakan adalah bagaimana agar suku cadang selalu tersedia sewaktu dibutuhkan. Adapun pengertian manajemen suku cadang dan peranannya adalah sebuah proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian dan pengontrolan suku cadang untuk mencapai sasaran yang efektif dan efisien. Yang perlu diperhatikan dalam merencanakan kebutuhan suku cadang antara lain:

- (1) Berapa banyak jumlah suku cadang dan dalam jangka waktu berapa lama biasanya dibutuhkan untuk pemakaian, kemudian dalam jangka waktu berapa lama sebelumnya telah dilakukan permintaan.

- (2) Perencanaan dalam hal pembukuan, catatan pemakaian dan penerimaan suku cadang yang benar dan mudah untuk pengontrolan, seperti dibutuhkan adanya, pengelompokan jenis suku cadang dan lain sebagainya.
- (3) Dalam hal penyimpanan agar direncanakan supaya mudah untuk mencari seperti penataan yang rapi, dikelompokkan menurut jenis suku cadang, diberikan label pada kotak penyimpanan.

Sistem administrasi yang baik akan memudahkan pengontrolan dan mengurangi kesalahan yang akan terjadi, sehingga akan dapat memudahkan dalam mencari dan dapat dengan mudah ditemukan apabila terjadi kesalahan. Beberapa peralatan dasar untuk mengontrol adalah catatan yang baik dari peralatan seperti mesin perkakas, dan fasilitas serta *historical record system* dari reparasi perawatan yang dapat memperkirakan jenis dan jumlah suku cadang yang akan digunakan.

Setiap kali memesan suku cadang, perlu dipertimbangkan dan pengaturan yang mendekati tepat-guna, yaitu agar suku cadang tidak kehabisan pada saat yang dipesan belum datang, akan tetapi suku cadang juga jangan sampai berlebihan di atas kapal yang menyebabkan modal-mati (*idle money*), karena modal tersebut dapat digunakan untuk orang lain.

2) Menggunakan Suku Cadang Yang *Genuine Part*

Turbocharger dapat bekerja secara maksimal apabila ditunjang dengan komponen pendukung dalam kondisi baik seperti *bearing*. Oleh karena itu, dalam melakukan penggantian *bearing* harus memperhatikan kualitas dari *bearing* tersebut. Caranya yaitu dengan menggunakan suku cadang yang asli (*genuine part*). Adapun *bearing* yang asli dapat diketahui dari *part number* nya yaitu *part type ABB VTR 564 D-32 rolling contact bearing*. Untuk mendapatkan *bearing* yang asli, biasanya dipesan langsung dari *maker*. Untuk itu, pihak

kapal (Kepala Kamar Mesin) perlu memberi masukan kepada pihak kantor terkait hal tersebut.

Sebagaimana dijelaskan pada analisis data di atas, penggunaan suku cadang yang tidak asli sering dilakukan karena tidak tersedianya suku cadang yang asli di atas kapal. Untuk itu, perlu adanya penanganan dalam penggunaan dan pengontrolan suku cadang. Dengan menggunakan *bearing* yang asli maka *bearing* dapat bekerja sesuai jam kerjanya yaitu 10.000 jam kerja sedangkan *bearing* yang tidak asli biasanya tidak bertahan sampai batas maksimal tersebut.

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 type ABB VTR 564 D-32 rolling contact bearing*. Pergantian *bearing* ini biasanya bersamaan dengan *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 kedalam 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.

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Perawatan Turbocharger Belum Terlaksana Sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*

Evaluasi pemecahan masalahnya sebagai berikut :

1) Melaksanakan Perawatan Berkala Sesuai Dengan PMS

Kelebihan :

Perawatan *turbocharger* terlaksana sesuai dengan petunjuk maker sehingga kinerjanya lebih optimal dalam menunjang kinerja mesin induk.

Kekurangan :

Perawatan terkadang tidak dapat dilaksanakan sesuai jadwal karena jadwal operasional kapal yang padat

2) Memberikan Pemahaman Tentang Prosedur Perawatan *Turbocharger*

Kelebihan :

ABK mesin memahami prosedur perawatan *turbocharger* sehingga hasilnya lebih optimal.

Kekurangan :

Diperlukan pengarahan dari perwira mesin

b. Minimnya Persediaan Suku Cadang *Turbocharger* Di Atas Kapal

Evaluasi pemecahan masalahnya sebagai berikut :

1) Mengirimkan Permintaan Suku Cadang *Turbocharger* ke Perusahaan

Kelebihan :

Minimun stok suku cadang *turbocharger* tersedia di atas kapal sehingga jika terjadi kerusakan bisa segera dilakukan penggantian dengan suku cadang baru.

Kekurangan :

Diperlukan peran dari pihak perusahaan untuk mengirimkan suku cadang dengan tepat waktu dan sesuai dengan permintaan dari pihak darat.

2) Menggunakan Suku Cadang Yang *Genuine Part*

Kelebihan :

- a) Masa pakai atau jam kerja *bearing* lebih lama dibandingkan dengan *bearing* yang OEM / tidak asli
- b) Pengoperasian *turbocharger* tidak terganggu karena kerusakan *bearing* secara mendadak.

Kekurangan :

- a) Harga suku cadang asli (*genuine part*) lebih mahal

- b) Banyak pertimbangan dari pihak kantor dengan alasan penghematan biaya perawatan.
- c) Suku cadang asli harus dipesan langsung ke pabrik pembuat (*maker*) dan ini terkadang harus menunggu dalam waktu yang lama.

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

a. Perawatan Turbocharger Belum Terlaksana Sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi melaksanakan perawatan berkala sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*.

b. Minimnya Persediaan Suku Cadang *Turbocharger* Di Atas Kapal

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasinya yaitu mengirimkan permintaan suku cadang *turbocharger* ke perusahaan.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

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

1. Perawatan *turbocharger* belum terlaksana sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)* karena waktu pelaksanaan perawatan *turbocharger* sangat minim mengingat kapal selalu standby untuk beroperasi, sehingga perawatan berkala tidak dilaksanakan secara optimal. Akibatnya kinerja *turbocharger* menurun sehingga performa mesin induk tidak optimal.
2. Minimnya persediaan suku cadang *turbocharger* di atas kapal sehingga penggantian komponen tidak dapat dilaksanakan sesuai batas jam kerja yang telah ditentukan *maker*.

B. SARAN

Dari beberapa kesimpulan mengenai penyebab dari terjadinya permasalahan padaturbocharger, maka penulis memberikan beberapa saran kepada Masinis untuk:

1. Pihak Kapal
 - a. Melakukan perawatan berkala pada *turbocharger* dan penggantian komponen yang sudah melampaui batas jam kerjanya (*running hours*).
 - b. Memberikan pengarahan kepada ABK Mesin tentang prosedur perawatan *turbocharger* sehingga mampu melaksanakan tugas perawatan *turbocharger* dengan baik.

- c. Meminta *spare part* untuk perawatan *turbocharger* kepada perusahaan dengan menyampaikan limit waktu *spare part* yang diperlukan agar dipenuhi.

2. Pihak Perusahaan

- a. Cepat merespon permintaan suku cadang *turbocharger* dan mengirim suku cadang dengan kualitas bagus atau *genuine parts* sesuai kebutuhan di atas kapal.
- b. Lebih selektif dalam penerimaan crew baru dan memberikan pemahaman tentang tugasnya sebelum dikirim ke kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. (2019). *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Cetakan Sembilan, Jakarta : PT Pradya Paramitra
- Assauri, Sofyan. (2020). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta : Raja Grafindo Persada
- Daryanto. (2018). *Motor Diesel Kapal*, jilid 1; Pusdiklat Perhubungan Laut Jakarta.
- Johan Handoyo, Jusak. (2017). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta : Djangkar
- Johan Handoyo, Jusak. (2017). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan Permesinan Kapal*. Jakarta : Djangkar
- Karyanto. (2000). *Panduan Reparasi Mesin Diesel, Dasar Operasi Servis*, Jakarta: CV. Pedoman Ilmu Jaya
- Poerwodarminto. (2017). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta : Balai Pustaka
- P. Van Maanen. (2018). *Mesin Diesel*. Jakarta : Nautech
- Supandi. (2018). *Manajemen Perawatan Industri*. Jakarta : Rineka Cipta
- Undang-Undang No.17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran
- Zainal Arifin, dan Sukoco. (2018). *Teknologi Motor Diesel*, Cetakan Pertama. Bandung: Alfabeta

SHIP PARTICULAR

Towing / Utility / Supply Vessel

MINERVA 88

1600 HP

GENERAL

Year Built	: 1993
Flag	: Indonesian
Classification	: BKI
IMO No.	: 8220149
Call sign	: YHUC
Dimension	: 39.90 m x 9.50 m x 3.60 m
Draft	: 1.67 m
GRT	: 386

CARGO CAPACITY

Fuel Oil	: 150	m ³
Potable Water	: 150	m ³
Lub Oil	: 4.28	MT
Deck Cargo	: 160	tons
Clear Deck Space	: 22.0	m x 7.5 m

REFRIGERATED STORAGE CAPACITY

Freezer	: 5	m ³
Chiller	: 6	m ³

ACCOMODATION

Passanger	: 30
Crew	: 14
Total	: 44

NAVIGATION & COMMUNICATION

All round-view wheelhouses
Fwd & aft control consoles (pneumatic & hydraulic), Radar, Echosounder, Autopilot, Gyro/Magnetic Compasses, GPS, SSB, VHF, EPIRB

ANCHOR CABLE

Bow Anchor	: 2 x 690 kg each Stockless
Anchor Chain	: 3.2" Port 5 Shacles Stbd 4 shacles



MAIN MACHINERY & PROPULSION

Main Engine	: 2 x OTSUKA, each 800 HP
Propulsion	: 2 x FPP in Kort Nozzles
Auxiliary Engine	: 2 x Yanmar & 1 x Mitsubishi 6D40T
Alternator	: 2 units, 135 kVa, 420 V / 3P/50 Hz : & 1 x MUB 250LB4, 400 kVa, 420 V / 3P/50 Hz
Bow Thruster	: 1 x 110 KW Electric Driven, 1.7 tons

CARGO PUMP CAPACITY

Fuel Oil	: 60	m ³ /hr @ 40 m head
Potable Water	: 60	m ³ /hr @ 40 m head

FIRE FIGHTING & ANTI-POLLUTION

Monitor	: 2 x monitor cap 2 x 150 cum/hr at 120 m head or 1 x monitor cap 300 cum/hr at 120 m head
---------	---

CRANE

Crane	: 1 HIAB 45 S @ 2 Ton Capacity
-------	--------------------------------

DAFTAR ISTILAH

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

<i>Moving Blade</i>	: Sudu-sudu yang dipasang dipasang di sekeliling rotor membentuk suatu piringan. Dalam suatu rotor turbin terdiri dari beberapa baris piringan dengan diameter yang berbeda-beda. Banyaknya baris sudu gerak biasanya banyaknya tingkat.
<i>Nozzle Ring</i>	: Bagian komponen dari <i>turbocharger</i> yang berbentuk saluran untuk mengatur kecepatan gas buang yang disalurkan untuk memutar <i>turbin blade</i>
<i>Overhaul</i>	: Melakukan pengecekan secara menyeluruh dan melakukan perbaikan atau mengganti jika ada yang rusak.
<i>Piston</i>	: Bagian dari komponen mesin yang berfungsi untuk menghasilkan kompresi hingga terjadi ledakan.
Poros	: Pada umumnya poros turbin sekarang terdiri dari silinder panjang yang solid. Sepanjang poros dibuat alur-alur melingkar yang biasa disebut akar (<i>root</i>) untuk tempat dudukan, sudu-sudu gerak (<i>moving blade</i>).
	: Bagian yang berputar terdiri dari poros dan sudu-sudu gerak yang terpasang mengelilingi rotor. Jumlah baris sudu-sudu gerak pada rotor sama dengan jumlah baris sudu diam pada <i>casing</i> . Pasangan antara sudu diam dan sudu gerak disebut tingkat (<i>Stage</i>).
<i>Surging</i>	: Suatu titik operasi dimana <i>compressor</i> tidak mampu mempertahankan kestabilan aliran untuk memberikan udara tekanan lebih, dan terjadilah pembalikan arah aliran, ditandai dengan suara denyat bergemuruh atau suara hentakan.
<i>System Injection</i>	: Pendesakan minyak bahan bakar ke dalam ruang bakar mesin diesel dengan tekanan tinggi.
<i>Turbine</i>	: Mesin <i>turbocharger</i> yang berfungsi mengubah energi potensial fluida (energi kinetik) menjadi energi mekanik untuk menghasilkan kerja berupa putaran poros engkol.
<i>Turbocharger</i>	: Suatu bagian dari komponen mesin untuk meningkatkan tenaga mesin dengan memanfaatkan dari gas buang.

MINERVA 88

1600 HP

GENERAL

Year Built	1993
Flag	Indonesian
Classification	BKI
IMO No	8220149
Call sign	YHJD
Dimension	39.80 m x 9.50 m x 3.60 m
Draft	1.87 m
GRT	386

CARGO CAPACITY

Fuel Oil	150	m ³
Potable Water	150	m ³
Lub Oil	4.28	MT
Deck Cargo	160	tons
Clear Deck Space	22.0 m x 7.5 m	

REFRIGERATED STORAGE CAPACITY

Freezer	5	m ³
Chiller	6	m ³

ACCOMMODATION

Passenger	30
Crew	14
Total	44

NAVIGATION & COMMUNICATION

All round view wheelhouses
 Fwd & aft control consoles (pneumatic & hydraulic), Radar,
 Echosounder, Autopilot, Gyro/Magnetic
 Compasses, GPS, SSB, VHF, EPIRB

ANCHOR CABLE

Bow Anchor	2 x 690 kg each Stockless
Anchor Chain	3.2" Port 5 Shacles Stbd 4 shacles

**MAIN MACHINERY & PROPULSION**

Main Engine	2X YANMAR 6EY17W 1600 Rpm 875 Kw
Propulsion	2 x FPP in Kort Nozzles
Auxiliary Engine	2 x Yanmar & 1 x Mitsubishi 6D40T
Alternator	2 units, 135 kVa, 420 V / 3P / 50 Hz & 1 x MUB 250LB4, 400 kVa, 420 V / 3P / 50 Hz
Bow Thruster	1 x 110 KW Electric Driven, 1.7 tons

CARGO PUMP CAPACITY

Fuel Oil	60	m ³ /hr @ 40 m head
Potable Water	60	m ³ /hr @ 40 m head

FIRE FIGHTING & ANTI-POLLUTION

Monitor	2 x monitor cap 2 x 150 cum/hr at 120 m head or 1 x monitor cap 300 cum/hr at 120 m head
---------	---

CRANE

Crane	1 HIAB 45 S @ 2 Ton Capacity
-------	------------------------------