

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



MAKALAH

**ANALISA PERAWATAN *TURBOCHARGER TYPE BBC
VTR 200 H* PADA MESIN INDUK *TYPE MWM TDB 441
V/12* DI KAPAL KK. KALIMANTAN II**

Oleh :

HENDRI PAMUNGKAS

NIS. 01793/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2022

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



MAKALAH

**ANALISA PERAWATAN *TURBOCHARGER TYPE BBC
VTR 200 H* PADA MESIN INDUK *TYPE MWM TDB 441
V/12* DI KAPAL KK. KALIMANTAN II**

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

Oleh :

HENDRI PAMUNGKAS

NIS. 01793/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2022

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : HENDRI PAMUNGKAS
No. Induk Siwa : 01793/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : ANALISA PERAWATAN *TURBOCHARGER TYPE BBC*
VTR 200 HP PADA MESIN INDUK *TYPE MWM TDB 441*
V/12 DI KAPAL KK. KALIMANTAN II

Jakarta, Juni 2022

Pembimbing I,

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

Pembimbing II,

Widigdho
Dosen STIP

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

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

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : HENDRI PAMUNGKAS
No. Induk Siwa : 01793/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : ANALISIS PERAWATAN *TURBOCHARGER TYPE BBC
VTR 200 H* PADA MESIN INDUK *TYPE MWM TDB 441
V/12* DI KAPAL KK. KALIMANTAN II

Penguji I

Arif Hidayat, S.Pel, MM
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19740717 190803 1 001

Penguji II

Yudhiyono, S.Si, MT
Penata (III/c)
NIP. 19820130 200912 1 004

Penguji III

Kol Laut (Purn) Widigdho, Msc
Dosen STIP

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

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

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 :

**“ANALISA PERAWATAN *TURBOCHARGER TYPE BBC VTR 200 H* PADA
MESIN INDUK *TYPE MWM TDB 441 V/12* DI KAPAL KK. KALIMANTAN II”**

Makalah ini diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknika 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. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknika Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta. Sekaligus selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
4. Bapak Widigdho, selaku dosen pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
5. 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.

6. 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, Juni 2022

Penulis,

HENDRI PAMUNGKAS

NIS. 01793/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
D. Metode Penelitian	4
E. Waktu dan Ternpat Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Kerangka Pemikiran	14
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	15
B. Analisis Data	19
C. Pemecahan Masalah	21
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	30
B. Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	32
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses Pembakaran Mesin Diesel	7
Gambar 2.2 rumah kompresor	10
Gambar 2.3 Pusat inti	10
Gambar 2.4 Rumah Turbin	11
Gambar 2.5 sistem pembilasan	13

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Mesin yang digunakan untuk menggerakkan kapal atau yang biasa kita sebut mesin induk adalah mesin yang menggunakan sistem pembakaran sebagai sumber tenaga. Tenaga ini berasal dari campuran bahan bakar dan udara yang ada di dalam ruang bakar. Untuk menghasilkan pembakaran yang maksimal dan sempurna salah satu aspek yang sangat penting adalah tersedianya udara yang cukup menuju ke silinder. Salah satu bagian dari motor induk yang terkait langsung dan berfungsi sebagai pompa udara dalam proses pembakaran adalah *turbocharger*.

Menurut Endrodi (2004: 24) "Pada mesin diesel dipasang *turbocharger* bertujuan untuk memasukkan udara sebanyak-banyaknya ke dalam silinder dengan tekanan lebih lebih dari 1 *atmosfer*". *Turbocharger* merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menghasilkan udara di atas 1 *atmosfer*, dimana maksud dan tujuannya agar dalam proses pembakaran bahan bakar dalam silinder tersedia cukup *oksigen* sehingga akan terjadi pembakaran yang sempurna dan berdampak atau berakibat daya yang dihasilkan suatu motor menjadi lebih besar dibanding tanpa menggunakan *turbocharger*. Dimana bagian dari *turbocharger* itu sendiri terdiri 2 bagian inti yaitu: bagian *blower side* yang berfungsi menghisap udara luar untuk mensuplai udara bersih yang dipakai dalam proses pembakaran di dalam silinder.

Bagian yang lainnya adalah *turbin side* yang berhubungan dengan *exhaust* gas dari mesin induk yang melalui *manifold* selanjutnya dibawa ke *economizer* dan akhirnya keluar melalui cerobong.

Disamping dua bagian tersebut, dipasang juga kelengkapan mesin dari *turbocharger* yang disebut *intercooler*. Fungsi *intercooler* adalah mendinginkan udara bertekanan yang dihasilkan oleh mesin. Udara bertekanan ini memiliki suhu yang jauh lebih tinggi dari udara biasa. Jika dibiarkan saja tanpa ada bantuan komponen untuk mendinginkannya, maka mesin bisa bermasalah, oleh karena itu di butuhkan peran *intercooler*. Perawatan pada *turbocharger* sangat perlu

dilakukan dengan baik, sehingga gangguan-gangguan pada *turbocharger* yang berakibat langsung pada mesin induk dapat diminimalkan.

Pada saat kapal berlayar dari pelabuhan tanjung periok menuju *dumpin area*, mesin induk mengalami gangguan dan mengakibatkan keterlamabatan yang dapat merugikan perusahaan. Kemudian penulis melakukan identifikasi pada mesin induk dan di dapati masalah pada *turbocharger*. Turbocharger yang berfungsi menekan udara lebih ke dalam ruang pembakaran mengalami gangguan sehingga dapat mengurangi daya dari mesin induk dan harus menurunkan putaran mesin.

Dari paparan di atas penulis tertarik untuk menuangkan masalah pentingnya perawatan *turbocharger* terhadap pembakaran mesin induk dengan mengangkat judul “ANALISA PERAWATAN *TURBOCHARGER TYPE BBC VTR 200 H* PADA MESIN INDUK *TYPE MWM TDB 441 V/12* DI KAPAL KK. KALIMANTAN II”

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang identifikas masalah pada perawatan *turbocharer* di kapal KK. KALIMANTAN II adalah sebagai berikut :

- a. *Air filter* yang kotor
- b. *Silincer casing* yang rusak
- c. *Shaft* yang bengkok
- d. Baut *fondasi* yang kendor
- e. Sudu-sudu *turbo blower* yang kotor
- f. *Band* yang rusak atau putus
- g. *Bearing VTR* yang aus

2. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan setelah melakukan identifikasi, penulis membatasi masalah pada

- a. Air filter yang kotor
- b. Silincer casing yang rusak
- c. Shaft yang bengkok

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah *turbocharger* diatas maka perumusan masalah yang menjadi dasar penyusunan makalah antara lain sebagai berikut:

- a. Bagaimana cara mengatasi air filter yang kotor ?
- b. Bagaimana cara memperbaiki silincer yang rusak ?
- c. Bagaimana mengatasi shaft yang bengkok ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT

1. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang diadakan pada kapal KK. KALIMANTAN adalah:

- a. Mengetahui apa saja yang sering menyebabkan air filter yang kotor dan cara mengatasinya.
- b. Untuk mengetahui penyebab kerusakan pada silincer casing dan langkah perbaikan.
- c. Untuk mengetahui sebab-sebab terjadinya shaft yang bengkok dan solusinya.

2. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai penulis dalam makalah ini adalah :

- a. Secara Teoritis

Sebagai masukan secara teoritis bagi crew mesin di atas kapal dan penambahan wawasan untuk meningkatkan keterampilan dan ilmu pengetahuan agar dapat mengatasi masalah pada *turbocharger*

- b. Secara Praktis

Sebagai pedoman bagi perwira mesin di atas kapal KK. KALIMANTAN II dalam mengatasi gangguan – gangguan yang serupa atau yang timbul di kapal pada *turbocharger* sehingga dapat meningkatkan kinerja mesin induk.

D. METODE PENELITIAN

Dalam penyampaian sebuah hasil penelitian ke dalam sebuah tulisan tentunya harus disusun secara sistematis sesuai tujuan penelitian. Untuk memperoleh data-data tersebut secara akurat dan bisa dijamin tingkat *validitasnya*, maka diperlukan beberapa macam metode pengumpulan data yang didasarkan pada suatu data, fakta, dan informasi yang pernah dialami oleh penulis pada saat melaksanakan tugas berlayar selama kurang lebih enam bulan. Kemudian dari data, fakta dan informasi yang telah terkumpul tersebut menjadi bahan acuan dalam penyusunan makalah.

Metode pengumpulan data ada beberapa macam tergantung dari bagaimana penyampaian hasil penelitian tersebut nantinya. Namun demikian dari sekian banyak metode penelitian tidak satu metode yang dianggap paling sempurna. Tiap-tiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Agar tulisan dapat memenuhi kriteria-kriteria yang diwajibkan, maka harus dilengkapi dengan metode pengumpulan data lebih dari satu. Adapun beberapa teknik pengumpulan data yang dapat dilakukan berupa:

1. Metode *Observasi*

Observasi adalah suatu cara pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan dan pencatatan gejala-gejala yang tampak pada obyek penelitian. Dalam hal ini penulis melakukan pengamatan langsung di Kapal KK. KALIMANTAN II tentang penyebab kerusakan *turbocharger*, perawatan yang dilakukan terhadap *turbocharger*, penyebab kurangnya udara masuk beserta cara mengatasinya, sehingga data yang didapatkan benar-benar berasal dari narasumbernya langsung.

2. Metode Studi Pustaka

Adalah suatu cara penelitian untuk mengumpulkan data dengan menggunakan buku-buku *referensi* dan *literatur* yang ada hubungannya dengan penelitian yang diadakan.

3. Metode Dokumentasi

Dokumentasi adalah tehnik pengumpulan data yang digunakan penulis dengan membaca arsip-arsip yang ada di kamar mesin. Dan segala permasalahan yang

dialami oleh penulis sehubungan dengan *turbocharger* yang kemudian penulis dapat analisa dan mengkaitkannya dengan peranan perawatan dan perbaikan dari *turbocharger* tersebut.

4. Metode *Interview*

Interview adalah metode pengumpulan informasi dengan cara mengajukan sejumlah pertanyaan lisan, untuk dijawab secara lisan pula. Metode wawancara ini sangat *efektif* untuk mendapatkan penjelasan yang lebih rinci mengenai pertanyaan-pertanyaan atau banyak hal yang tidak dipahami dalam hal permasalahan yang berhubungan dengan topik yang akan dibahas, diantaranya tentang *turbocharger* beserta permasalahannya. Wawancara ini dilakukan oleh penulis pada jam kerja atau pada waktu senggang secara berdiskusi.

Dalam metode ini data yang diperoleh lebih praktis dan *obyektif*, karena tidak semua permasalahan diatas kapal dapat dijabarkan secara rinci dalam buku petunjuk (*instruction manual book*) maupun buku lainnya, melainkan juga berdasarkan atas pengalaman-pengalaman para masinis dan Kepala Kamar Mesin selama berlayar.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian dan pengamatan dilakukan pada saat penulis melaksanakan tugas laut selama kurang lebih 6 bulan, terhitung sejak bulan Juni 2021 sampai bulan Desember 2021. Penelitian dan pengamatan dilakukan di atas kapal KK. KALIMANTAN II yang merupakan salah satu kapal yang dioperasikan oleh PT. PELINDO.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam sistematika penulisan makalah ini akan diuraikan secara singkat dari masing-masing bab untuk dapat memberikan suatu gambaran isi dari makalah yang secara keseluruhan berisi:

BAB I. PENDAHULUAN

Dalam bab ini penulis membahas tentang pendahuluan yang berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II. LANDASAN TEORI

Dalam bab ini penulis membahas tentang landasan teori yang berisi tinjauan pustaka, kerangka pikir penelitian, serta definisi operasional.

BAB III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini penulis membahas tentang hasil penelitian dan pembahasan yang berisi gambaran obyek yang diteliti, serta analisis hasil penelitian dan pemecahan masalah.

BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam hal ini penulis membahas tentang penutup yang berisi kesimpulan serta saran.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

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

1. Pembakaran

Pada motor diesel proses pembakaran bahan bakar dan udara sedikit berbeda dibandingkan dengan pembakaran pada motor bensin. Pada gambar dibawah ini ditunjukkan proses pembakaran pada motor diesel yaitu hubungan antara tekanan pembakaran dan waktu pembakaran.



Gambar 2.1 Proses Pembakaran Mesin Diesel

Menurut Wiranto Arismunandar (2019:66) bahwa proses pembakaran pada motor diesel tersebut dapat dibagi menjadi 4 periode pembakaran (lihat gambar diatas), yaitu pembakaran tertunda, perambatan api, pembakaran langsung dan pembakaran lanjut.

a. Periode waktu pembakaran tertunda (A – B)

Periode pertama yaitu periode waktu pembakaran tertunda, pada periode ini merupakan awal pembakaran (persiapan pembakaran), dimana bahan bakar mulai diinjeksikan oleh nosel injektor sehingga bahan bakar mulai bercampur dengan udara yang sudah dikompresikan di dalam silinder.

b. Periode perambatan api (B – C)

Pada periode kedua yaitu periode perambatan api, pada akhir periode pertama (periode waktu pembakaran tertunda), campuran bahan bakar dan udara akan mulai terbakar di beberapa titik di dalam ruang bakar silinder, sehingga pembakaran campuran bahan bakar dan udara akan dimulai dari beberapa tempat. Nyala api yang dihasilkan dari proses pembakaran di beberapa tempat (titik) ini akan merambat dengan cepat keseluruh titik campuran bahan bahan bakar dan udara yang ada di dalam ruang bakar. Karena sangat cepatnya perambatan api pada proses pembakaran ini, maka akan membuat seolah-olah campuran bahan bakar dan udara ini langsung terbakar sekaligus. Pada periode perambatan api ini akan mengakibatkan tekanan di dalam silinder naik. Kenaikan pada periode ini, sesuai dengan jumlah campuran bahan bakar dan udara yang diinjeksikan pada langkah pertama. Pada periode perambatan api ini juga sering disebut dengan pembakaran letup.

c. Periode pembakaran langsung (C – D)

Pada periode ketiga yaitu periode pembakaran langsung. Setelah perambatan api, maka bahan bakar yang diinjeksikan akan langsung terbakar. Pada periode pembakaran langsung ini, bahan bakar yang diinjeksikan oleh nosel injektor dapat dikontrol jumlahnya sehingga periode pembakaran langsung ini juga sering disebut dengan periode pembakaran yang dikontrol.

d. Periode pembakaran lanjut (D – E)

Pada periode keempat yaitu periode pembakaran lanjut, proses penginjeksian bahan bakar ke dalam ruang bakar akan berakhir pada titik D, tetapi seluruh bahan bakar belum terbakar habis. Jadi walaupun proses penginjeksian bahan bakar telah berakhir, namun proses pembakaran masih berlangsung. Jika periode pembakaran lanjut ini terlalu lama maka akan mengakibatkan temperatur gas buang menjadi tinggi dan akan menyebabkan efisiensi panas akan menjadi turun.

Oleh sebab itu diberikan udara lebih, besar kelebihan tersebut tergantung dari tipe motor dan sistem pembakaran. Rata-rata jumlah udara praktis, yang tersedia untuk pembakaran dua kali jumlah udara *teoritis*. Selain udara lebih untuk pembakaran, masih diperlukan sejumlah udara yang dialirkan ke dalam silinder dengan tujuan pembilasan pembakaran bersih dari silinder atau ruang pembakaran silinder.

Untuk menjamin pembakaran yang sempurna dari bahan bakar dan menghindarkan rugi panas karena pembentukan *karbon monoksida* dan karbon yang tidak terbakar, harus terdapat kelebihan udara dalam silinder.

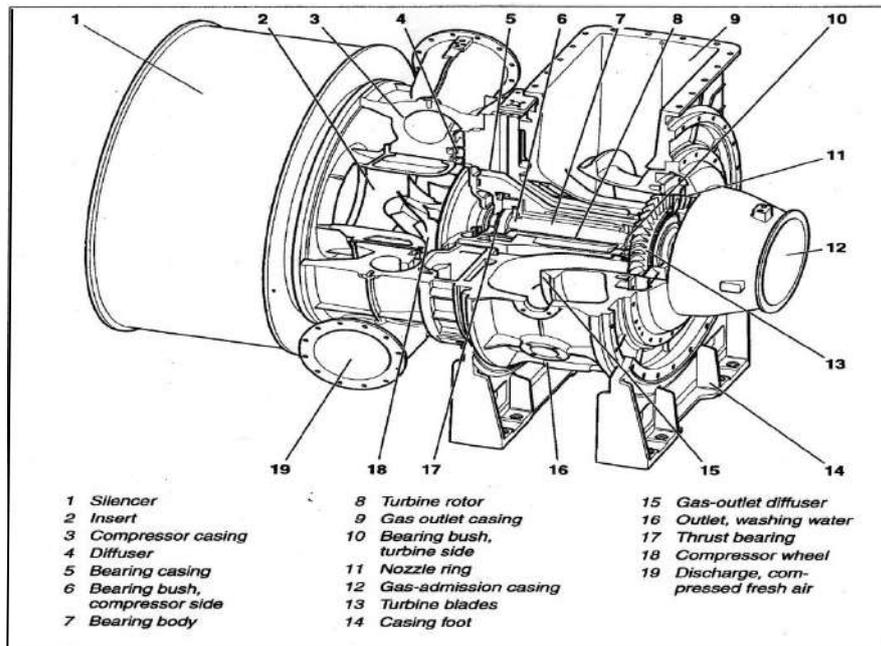
2. Turbocharger

Menurut Zainal Arifin dan Sukoco (2018:77) bahwa *turbocharger* adalah bagian dari mesin induk yang berfungsi sebagai pompa isap dan pompa tekan udara ke mesin induk yang digunakan untuk pembilasan dan pembakaran yang sempurna dari mesin induk tersebut. Dengan *turbocharger* ini diharapkan kenaikan daya mesin diesel dapat mencapai 20 - 30% (Udara yang dihasilkan beratnya bertambah besar sehingga bahan bakar terbakar habis, sehingga jumlah panas yang dihasilkan menjadi besar) dan kini *turbocharger* dimanfaatkan dan berkembang maju.

a. Bagian-Bagian dari Turbocharger

1) Rumah kompresor (*Blower*)

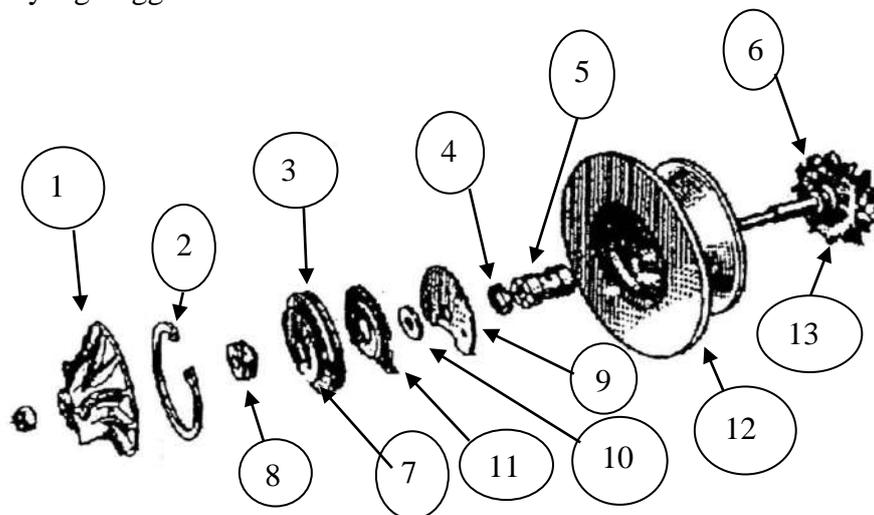
Rumah kompresor terbuat dari bahan *aluminium* bersambungan dengan bagian pusat inti (*centre core*) ditopang oleh jaminan baut dan cincin pelat.



Gambar 2.2 rumah kompresor

2) Pusat Inti (*Centre core*)

Pada bagian rumah pusat inti terdapat *poros turbin, roda kompresor (blower), bantalan, ring dan cincin pelat*. Bagian-bagian yang berputar termasuk *turbin 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 37.000 *rpm* dan temperatur 550°C, sehingga materialnya dibuat sangat selektif dengan kepresisian yang tinggi.



Gambar 2.3 Pusat inti

Keterangan 2.3 :

- | | |
|---------------------|----------------------------|
| 1. Compressor Wheel | 7. Insert |
| 2. Piston Ring | 8. Spacer Sleeve |
| 3. O-ring | 9. Thrust Plate |
| 4. Bearing | 10. Thrust Ring |
| 5. Thrust Washer | 11. Oil Deflector |
| 6. Piston Ring | 12. Bearing Housing |
| | 13. Shaft and Turbin Wheel |

3) Rumah *Turbin*

Terbuat dari bahan *cast steel* dan bersambungan dengan bagian rumah pusat inti atau *center core* dengan memakai cincin baja penjamin. Diantaranya sambungan rumah *turbin* dan *manifold* buang dipasang *gasket* yang terbuat dari bahan *stainless steel* untuk menjamin sambungan tersebut.



Gambar 2.4 Rumah Turbin

b. Prinsip Kerja Turbocharger

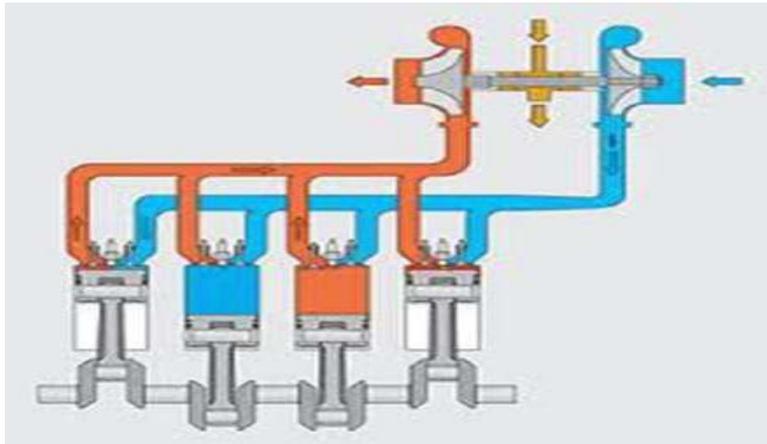
Dengan memanfaatkan energy yang masih tersimpan pada gas buang hasil pembakaran di ruang bakar untuk memutar turbin. Karena memiliki shaft yang sama, berputarnya turbin menyebabkan blower juga ikut berputar dan akan menghisap udara di ruangan kamar mesin untuk di alirkan menuju ruang bakar. (Daryanto, 2018:)

Untuk itulah mesin diesel dilengkapi dengan *turbocharger* yang bertujuan untuk memperbesar tenaga mesin tanpa menambah konstruksi dan ukuran mesin.

c. Udara Pembilasan

Bahwa pada motor desel pembilasan gas buang oleh udara tidak menghasilkan pembilasan yang baik dimana masih terdapatnya sisa-sisa gas pembakaran di dalam ruang silinder akan mengakibatkan tidak/kurang sempurnanya pembakaran bahan bakar sehingga pemakaian bahan bakar yang boros. Diantara beberapa sistem pembilasan dapat disimpulkan bahwa pembilasan memanjang/*uniflow scavenging* dapat dianggap yang terbaik dengan alasan:

- 1) Udara pembilasan bergerak 1x langkah torak sedangkan tipe yang lain 2x langkah torak
- 2) Udara pembilasan bergerak/mengalir dari bawah keatas sehingga pembilasan mencapai lebih dari 90% karena tidak adanya sudut-sudut mati.
- 3) Dengan diameter yang sama dan daya yang sama maka langkah torak dapat diperbesar sehingga *rpm* lebih kecil berarti *slip* baling-baling juga kecil, pemakaian bahan bakar lebih hemat.
- 4) Jarak lubang udara bilas terhadap lubang gas buang cukup jauh sehingga tidak terjadi ketegangan bahan pada silinder *liner*. Dengan kata lain silinder *liner* lebih awet.



Gambar 2.5 sistem pembilasan

d. Pengisian Udara Tekan *Turbocharger* Pada Motor 4 Tak

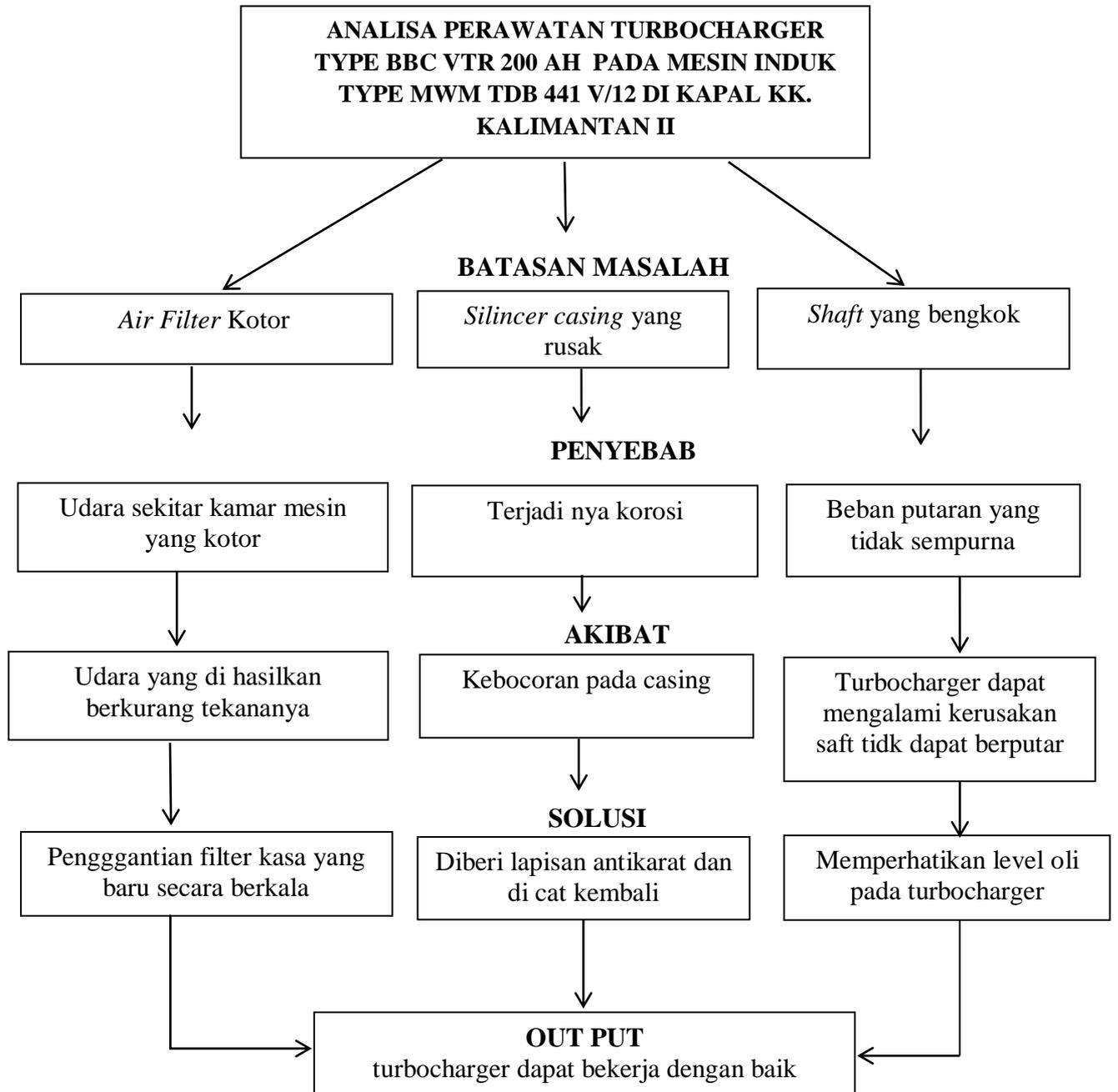
Yang dimaksud dengan pengisian tekan pada motor diesel adalah memasukkan udara sebanyak-banyaknya ke dalam silinder dengan tekanan lebih dari 1 *atmosfir* Endrodi (2004: 24-26).

Tujuan dari sistem pengisian tekan pada motor diesel adalah agar dalam proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder tersedia cukup *oksigen*, sehingga terjadi pembakaran yang sempurna dan berdampak/berakibat pemakaian bahan bakar tiap *HP/hour* atau *KW/hour* akan lebih hemat. Dibanding dengan motor diesel yang tanpa sistem pengisian tekan, maka motor diesel dengan pengisian tekan mempunyai kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

- 1) Bila sama-sama mempunyai diameter dan jumlah silinder yang sama akan didapat daya motor yang lebih besar.
- 2) Bila dikehendaki mempunyai daya motor yang sama, maka baik diameter maupun jumlah silinder dapat dikurangi sehingga bobot motor akan lebih ringan atau *volume* motor lebih kecil.
- 3) Karena terjadi pembakaran bahan bakar yang lebih baik, maka pemakaian bahan bakar *spesifik* (tiap kg/kw jam) akan lebih hemat.

B. KERANGKA PIKIR

Agar penelitian dapat terarah dengan baik, maka dalam pemaparan makalah ini diperlukan kerangka pemikiran yang matang. Untuk keperluan penelitian, maka dibawah ini digambarkan diagram alir sebagai berikut:



BAB III

ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Untuk memudahkan dalam menganalisa data penulisan, maka penulis menyajikan data-data penulisan sebagai berikut:

1. Spesifikasi mesin diesel penggerak utama.

Mesin diesel penggerak utama KK. KALIMANTAN II adalah sebagai berikut:

Type mesin induk : MWM TBD 441 V-12

Max H.P /RPM : 1.320 HP

Service speed : 9 knot

2. Spesifikasi *turbocharger*

Turbocharger Type : VTR 200 H

Maker : (BBC) Brown, Boveri & cie..Baden / Schweiz

System : - *Constant pressure system*
(Sistem tekanan tetap untuk sisi gas buang (*turbine side*)
- *Series system* (Sistem seri) untuk sisi udara (*blower side*)

Max. allowable speed : 37.000 / min

3. *Ship particular*

Name Of vessel : KK. KALIMANTAN II

Call Sign : YDIT

Gross Tonnage : 5.029,00 TON

<i>Netto Tonnage</i>	: 1.509.00 TON
<i>Kind Of Vessel</i>	: KAPAL KERUK
<i>L.O.A</i>	: 109.88 METER
<i>Dept Moulded</i>	: 8.05 METER
<i>Draft</i>	: 28 METER
<i>Total Cargo Pamp/Maxs</i>	: 2 PCS/ MWM TBD 440-6
<i>Place Of Building</i>	: ORENSTEIN & KOPPEL LUBECK W
<i>Date Of Launcing</i>	: GERMANY 1981
OWNER	: PT. PELINDO JASA MARITIM

Salah satu permesinan yang membutuhkan perhatian khusus dalam pengoperasian suatu kapal adalah mesin penggerak utama atau mesin induk. 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 operasi 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 *turbocharger* tersebut sering terjadi gangguan yang mengakibatkan berkurangnya tenaga yang dihasilkan oleh motor induk. Waktu penelitian yang dilakukan penulis di atas kapal KK.KALIMANTAN II.

Berdasarkan pengalaman penulis saat bekerja sebagai *Chief Engineer* sejak tanggal 22 Januari 2018 sampai dengan 02 Maret 2022, terjadi gangguan atau kerusakan pada *turbocharger* sebagai berikut:

1. Air Filter Kotor

Menurut fungsinya air filter digunakan untuk menyaring udara yang akan masuk kedalam turbo blower yang terletak pada bagian terluar silincer casing. Dengan begitu air filter inilah yang berhubungan langsung dengan udara luar dalam engine room, pada tanggal 12 februari 2022 saat penulis melakukan dinas jaga di atas kapal KK.KALIMANTAN II dijumpai kondisi udara engine room yang kotor. Hal ini di sebabkan karena *manifolt* gas buang mesin bocor sehingga udara ruangan yg di hisap kotor. Terjadinya korosi pada instalasi rumah *blower* yang di sebabkan oleh udara dari luar kapal yg masuk ke ruang mesin, rumah *blower* ini terbuat dari besi dimana dapat terjadi korosi dan menimbulkan kotoran.

Sisa korosi inilah yang dapat menyebabkan kotornya air filter apabila terbawa udara yang melewatinya, kotornya air filter ini dapat mengakibatkan beban isap turbocharger menjadi berat. Selain itu akibat yang sangat berpengaruh pada kinerja turbocharger adalah terganggunya aliran udara yang akan masuk kedalam turbo blower sehingga pembakaran tidak sempurna.

Apabila pada proses pembakaran /supply udara yang masuk silinder tidak seimbang dengan kebutuhan pembakaran, maka tekanan pembakaran didalam silinder menjadi berkurang atau menurun.Hal ini akan menurunkan putaran turbocharger dan akibatnya pasokan udara berkurang dan tenaga mesin tidak mencapai yang diinginkan,dan apabila turbocharger sudah kotor sehingga rotornya berputar berat atau tersendat–sendat bisa terjadi surging pada turbo charger tersebut.

Untuk mengatasi masalah kotornya air filter dapat dilakukan dengan melakukan pembersihan secara berkala dan sebagai upaya pencegahan dapat dilakukan dengan penggantian filter kasa yang baru secara berkala.

2. *Silincer Casing yang Rusak*

Pada tanggal 12 Juni 2020 saat kapal beroperasi di pelabuhan Tanjung Priok, perlahan-lahan gas buang mesin induk naik sampai 520°C semua silinder pada putaran mesin 600 rpm, sedangkan gas buang biasanya rata-rata 420°C pada putaran tersebut, dan tekanan udara bilas turun dari 0.3 bar (tekanan normal) menjadi 0.05 bar pada pressure gauge yang terpasang berhubungan dengan ruang bilas.

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 60°C) ke dalam silinder dan penurunan tekanan udara bilasnya menjadi 0,05 bar dari tekanan normal 0.3 bar. Kondisi seperti ini tidak dapat dipertahankan dan kami ambil tindakan sesuai kendala yang terjadi. Kami melaporkan keadaan tersebut kepada Nakhoda untuk mengambil tindakan mengendalikan kapal dalam pelayaran. Mesin induk sementara kami stop guna perawatan dan perbaikan. Setelah kami lakukan pemeriksaan lanjutan menemukan bahwa ada *silencer* yang kososif. Selanjutnya dilakukan perbaikan sementara kapal berlabuh di area laut Jakarta. Untuk mengatasi masalah *silincer casing* dengan diberi lapisan antikarat dan di cat kembali.

3. *Shaft yang bengkok*

Pada tanggal 20 Agustus 2021 di pelabuhan Tanjung Priok sebagaimana telah dijelaskan di atas bahwa saat dilakukan pembongkaran (*overhaul*) pada *turbocharger* ditemukan bahwa *shaft* bengkok. Hal ini dapat disebabkan karena sistem peluamsan yang tidak berfungsi dengan baik. Upaya yang dapat dilakukan untuk pencegahan yaitu dengan memperhatikan level oli pada *turbocharger*.

B. ANALISA DATA

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

1. *Air filter yang kotor*

Air filter ini merupakan bagian yang terbuat dari *spon* yang tipis yang diletakkan mengelilingi *silincer casing*. *Air filter* ini berfungsi untuk menyaring udara yang bercampur dengan kotoran sebelum masuk ke dalam *turbo blower*. Salah satu penyebab menurunnya tenaga mesin induk adalah karena udara yang dihisap oleh *turbocharger* mengandung partikel debu, uap minyak dan asap dan kotoran lainnya. Kotoran-kotoran tersebut akan melekat pada saringan, pipa saluran udara, kisi-kisi intercooler dan sudu-sudu *blower* dari *turbocharger* serta ruang bilas sehingga mengakibatkan aliran udara bilas kurang lancar masuk silinder guna proses pembakaran yang sempurna. Hal ini akan mengakibatkan tekanan udara yang dihasilkan *blower side* berbalik (*back pressure*) dan menimbulkan suara bising (*surging*). Ketika *surging* terjadi terus menerus maka akan menimbulkan ledakan pada *turbocharger*.

Tekanan udara bilas juga dapat ditentukan pada baik buruknya gas buang dari hasil pembakaran di dalam silinder mesin. Apabila pembakarannya sempurna akan menghasilkan *energy* yang lebih tinggi untuk menggerakkan turbin dengan maksimal. Dalam hal ini *energy* gas buang dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin pada *turbocharger* yang terhubung seporos 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 kualitas pembakaran tidak sempurna. Sehingga putaran *turbocharger* menjadi rendah dan produksi udara menjadi berkurang.

Salah satu faktor tekanan udara bilas rendah adalah *turbocharger* kurang perawatan dan perhatian, baik jumlah jam kerja untuk perawatan/ pembersihan melampaui batas waktu yang ditentukan dan keadaan yang dapat dilihat

maupun gejala turunnya tekanan udara bilas, sehingga untuk memenuhi kebutuhan udara yang masuk ke dalam silinder tidak maksimal lagi.

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 dikarenakan sisi blower dan sisi turbin yang kotor juga dapat disebabkan casing bearing dan bering *turbocharger* sudah kotor akibat bocornya oil seal ring dan gas seal ring sehingga terbentuk jelaga atau kerak yang dapat mempengaruhi kelacaran putaran rotor pada beringnya.

2. *Silincer casing yang rusak*

Silincer casing ini sendiri berfungsi sebagai penutup *turbo blower* dan tempat *air filter* terpasang, komponen ini terbuat dari besi yang mempunyai ketebalan kira-kira 2 cm. Karena terbuat dari besi inilah *silincer casing* dapat mengalami *korosi*, apabila sisa-sisa *korosi* yang ditimbulkan terbawa udara maka akan langsung masuk ke dalam *turbo blower* dan kinerja *turbo blower* terganggu. Selain *korosi*, menurut *chief engineer* KK KALIMANTAN II pernah terjadi kejadian dimana *silincer casing* penyok akibat tertimpa silinder *liner* dari atas.

Kejadian itu terjadi di Jakarta, karena letak *silincer casing* lurus dengan dengan pintu dimana biasanya *spare part* berat dimasukkan dengan menggunakan *crane* ke dalam *engine room*. Pada saat itu *wayer* yang dipasang di silinder *liner* putus pada salah satu bagiannya sehingga menimpa *silincer casing* hingga penyok pada bagian kiri, karena waktu sangat mendesak dan *chief engineer* bersama masinis 2 memutuskan untuk melepas *silincer casing* dan memperbaiki sebisa mungkin agar *turbocharger* dapat beroperasi. Karena kejadian itulah *turbocharger* tidak dapat dioperasikan dengan maksimal hingga *spare part silincer casing* yang baru datang.

3. *Shaft yang bengkok*

Shaft ini berfungsi sebagai penghubung antara *turbin side* dengan *turbo blower*, komponen ini terbuat dari besi berkualitas tinggi yang tahan panas dengan pengukuran yang sangat presisi. *Shaft* ini dapat bengkok yang diakibatkan karena beban putaran yang tidak sempurna atau tidak seimbang pada *turbin side* dengan *turbo blower*.

Shaft bengkok akan timbul suara yang aneh dan getaran akibat putaran antara *turbin side* dengan *turbo blower* tidak *balance*. Selain *shaft* yang bengkok, masalah yang dapat menyebabkan *turbocharger* rusak yaitu keausan pada *shaft* itu sendiri, keausan ini bisa terjadi dikarenakan kualitas minyak lumas dan kurang perhatiannya masinis jaga untuk selalu mengecek tinggi *level volume* minyak lumas. Apabila *shaft* ini bengkok atau aus dapat berpengaruh terhadap kinerja *turbocharger* karena putaran *turbin* dan *turbo blower* tidak dapat dimaksimalkan.

C. PEMECAHAN MASALAH

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

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. *Air filter* yang kotor

Alternatif pemecahannya yaitu :

1) Penggantian filter kasa yang baru secara berkala

Penyebab menurunnya tenaga motor induk adalah saringan udara pada *turbocharger* kotor, oleh sebab itu pembersihan terhadap saringan udara tersebut harus dilakukan setiap 500 jam kerja dan dapat dilakukan sebelum jam kerja tersebut sesuai kondisi, mengingat *turbocharger* sangat penting agar tekanan udara bilas memenuhi untuk pembakaran sempurna.

2) Membersihkan *turbocharger* secara berkala

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

a) 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 dan endapan kotoran lain didalam saringan kemudian dikeringkan dan disemprot dengan tekanan udara agar lebih cepat kering

sebelum digunakan. Pekerjaan ini normalnya dilakukan setiap 500 jam kerja atau kurang tergantung kondisi saringan tersebut.

b) 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 atau berhenti dalam waktu yang tidak lama untuk mempertahankan kinerja mesin tetap baik karena *turbocharger* bekerja dengan baik tanpa adanya kotoran yang menyumbat saluran udara pada saringan *turbocharger*.

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah faktor terpenting dalam pengoperasian kapal, dalam hal ini pemeliharaan *turbo charger* dan mesin induk sebagai penggerak kapal. Untuk pemeliharaan tersebut dibutuhkan komitmen masinis yang memahami pentingnya perawatan dan pemeliharaan sesuai buku petunjuk atau buku manual. Pada perusahaan PELINDO JASA MARITIM tempat penulis pernah bekerja, pemeliharaan (*maintenance*) berjalan sesuai didalam buku manual atau PMS.

Dalam *maintenance system* (PMS) di kapal dilaksanakan masing-masing masinis yang bertanggungjawab maupun bekerja sama dengan masinis lain dan oiler serta dimonitor oleh chief engineer sebagai kepala departement mesin yang mengacu pada PMS atau *instruction book* yang dikeluarkan maker. PMS ini dibuat oleh perusahaan sesuai manajemen yang dianut dan ditandatangani oleh pimpinan perusahaan selanjutnya dikirim ke kapal sebagai pedoman dalam melaksanakan perawatan. Kemudian dicatat dan didokumentasikan sebagai bukti bahwa perawatan dan pemeliharaan sudah dilakukan dan dilaporkan ke kantor pusat yang sebelumnya ditandatangani chief engineer dan

Nakhoda kemudian disahkan oleh pengawas atau superintenden untuk difilekan sebagai dokumen dan bukti pelaksanaan PMS.

Kadang-kadang di kapal dalam pelaksanaannya sering tidak sesuai dengan jadwal pemeliharaan yang telah ditetapkan, oleh karena terkendala ketatnya jadwal pengoperasian kapal sehingga dalam pemeliharaan *turbocharger* disini tidak mengacu pada jadwal pemeliharaan yang telah ditentukan, akibatnya terjadi penurunan tekanan udara dari semestinya.

b. *Silincer casing* yang rusak

Alternatif pemecahannya yaitu :

- 1) Diberi lapisan antikorosi dan di cat kembali

Untuk *silincer casing* ini perawatan yang dilakukan adalah dengan memberikan lapisan anti karat atau dibersihkan kemudian dicat kembali. Untuk baut yang mengikat *silincer casing* dengan rumah *turbo* sering diberi minyak pelumas agar tidak berkarat sehingga pada saat ingin dibongkar memudahkan dalam proses pembukaan.

- 2) Mengganti *Silincer casing* dengan yang baru

Silincer casing terbuat dari besi, sehingga dapat mengalami *korosi*. Apabila sisa-sisa *korosi* yang ditimbulkan terbawa udara maka akan langsung masuk ke dalam *turbo blower* dan kinerja *turbo blower* terganggu. Untuk itu jika kondisi *silincer casing* sudah tidak memungkinkan untuk diperbaiki, maka harus diganti dengan suku cadang baru.

c. *Shaft* yang bengkok

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu :

- 1) Memperhatikan level oli pada *turbocharger*

Untuk *shaft* dan *bearing VTR turbocharger* ini tidak banyak perlu banyak perawatan hanya saja kita harus memperhatikan *level* oli pelumasan dan *viscositas* dari oli tersebut.

Adapun upaya yang dilakukan agar pelumasan dalam *turbocharger* dapat bekerja dengan baik maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan :

- a) Jumlah/*volume* minyak lumas jika sewaktu jaga ternyata kurang, agar segera ditambah dengan tujuan tidak cepat menjadi encer dan menghitam. Untuk memeriksanya dapat dilakukan dengan cara dengan menyounging *sump tank*. Menurut *instruction manual book* di kapal saya, jumlah/*volume* minyak lumas di dalam *sump tank* sebanyak 2000 liter, dengan tekanan normal 2.5–3 kg/cm² dan suhu normal maksimal 80°C. Kenyataannya di kapal saya terjadi kekurangan minyak lumas (1500 liter) pada *sump tank* dengan tekanan 1,5–2 kg/cm² dan suhunya 95°C sehingga menyebabkan pelumasan pada *turbocharger* berkurang.
- b) *Viscositas* (angka kekentalan pada minyak lumas *turbocharger*), antara kapal yang satu dengan yang lain jenis dari minyak lumas yang digunakan berbeda-beda, tergantung dari jenis atau tipe *turbocharger* yang digunakan oleh mesin induknya. Sehingga jenis minyak lumas mana yang digunakan telah ditentukan dan tertulis dalam *Instruction Manual Book*. Sesuai dengan *Instruction Manual Book* maka untuk *viscositas* minyak lumas pada *turbocharger* yaitu jenis *CASTROL SAE 30*. Jenis minyak pelumas tersebut mempunyai berat jenis minyak (*SG*) pada suhu 45°C mempunyai *viscosity* 104 mm²/s (*Cst*). Cara pengetesanya dengan membandingkan minyak lumas yang lama dengan minyak lumas yang baru menggunakan perbandingan tangan, dan untuk lebih akuratnya dikirim ke kantor. Untuk penggantian minyak lumas itu sendiri bisa dilakukan apabila *turbocharger* telah beroperasi selama 2000-2100 jam oleh karena itu pencatatan *running hours turbocharger* sangat diperlukan agar perawatan dapat dipantau.

Selain perawatan pada minyak lumas untuk menjaga *shaft* tidak bengkok dan menyebabkan *bearing* aus kebersihan *turbocharger* juga harus dijaga. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan

sehubungan dengan kebersihan tersebut yaitu menghindari penghisapan udara yang terkontaminasi, sehingga tidak mengotori sudu-sudu *turbin side* dan *turbo blower* agar beban putar kedua sisi berimbang. Pengukuran dan penyetelan rotor shaft pada sisi *turbin side* dan *turbo blower* dilakukan setelah *turbocharger* beroperasi selama 2000-2100 jam.

2) Melakukan perawatan *turbocharger* sesuai PMS

Tidak hanya bisa dalam pengoperasiannya saja setiap masinis di atas kapal harus melakukan perawatan *turbocharger* secara teratur sesuai dengan *manual book* dan *running hours turbocharger* itu sendiri. Tekanan kondisi normal pada manometer udara bilas adalah 0.3 bar setelah terjadi gangguan pada *turbocharger* menjadi 0.05 bar Kondisi ini mengakibatkan terganggunya pengoperasian kapal. Dalam mengatasi permasalahan-permasalahan pada *turbocharger* tentunya berpedoman kepada *literatur* yang ada di kapal yaitu *instruction manual book*. Pengalaman yang didapat di kapal lain sedikit banyak dapat membantu menyelesaikan permasalahan, namun perbedaan tipe mesin pada setiap kapal mempunyai karakteristik yang berbeda. Untuk itu *instruction manual book* harus dipelajari.

Permasalahan pada *turbocharger* dapat dihindari dengan adanya perawatan pada *turbocharger* dan perlengkapannya. Oleh karena itu perawatan *turbocharger* harus dilakukan, perawatan ini menjadi tanggung jawab masinis 2. Dapat kita lihat cara-cara perawatan *turbocharger* sesuai dengan jam operasi yang dianjurkan.

Tabel 3.1 Perawatan *Turbocharger* menurut *running hours*

NO	Jam Operasi Yang Dianjurkan	Keterangan
1.	300 – 400	Pembersihan terhadap saringan udara di <i>blower</i> .
2.	1500 - 1750	Pembersihan sudu-sudu <i>blower</i> .
3.	2000 - 2100	Pengukuran dan penyetelan <i>rotor shaft</i> pada sisi <i>blower</i> dari sisi <i>turbin</i> . Pemeriksaan terhadap saluran penghisapan udara penggantian minyak lumas.
4.	3000 - 3200	Pemeriksaan dan pembersihan <i>intercooler</i> .
5.	6000 - 8000	Penggantian terhadap <i>bearing</i> .

Dengan berpedoman perawatan diatas maka masinis di kapal dapat menentukan strategi perawatan yang harus dilakukan yaitu dengan cara perawatan secara berkala sesuai prosedur yang tertulis pada *instruction manual book* agar kerusakan-kerusakan yang terjadi dapat diminimalisir sehingga tidak mengganggu kinerja mesin induk itu sendiri.

Walaupun begitu perawatan komponen-komponen *turbocharger* yang memerlukan pembongkaran yang besar dan membutuhkan waktu yang lama jarang dilakukan karena mengingat jadwal operasi kapal.

Setelah menentukan prioritas perawatan yang harus dilakukan maka setelah itu kita harus melaksanakan perawatan pada komponen itu sendiri.

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. *Air filter* yang kotor

- 1) Penggantian filter kasa yang baru secara berkala

Keuntungannya :

- a) Mudah dikerjakan sehingga bisa dilakukan oleh semua ABK Mesin
- b) Dapat mencegah kotoran masuk

Kerugiannya :

- a) Diperlukan persediaan filter kasa baru
 - b) Diperlukan ketelitian dalam pengerjaannya
- 2) Membersihkan *turbocharger* secara berkala

Keuntungannya :

- a) Hasil lebih maksimal
- b) Kinerja *turbocharger* optimal

Kerugiannya :

- a) Proses pengerjaan membutuhkan waktu cukup lama
- b) Diperlukan pemahaman dan ketelitian ABK mesin

b. *Silincer casing* yang rusak

- 1) Diberi lapisan antikorosi dan di cat kembali

Keuntungannya :

- a) Mudah dikerjakan
- b) Biaya lebih murah daripada mengganti baru
- c) Proses pengerjaan lebih cepat

Kerugiannya :

- a) Hasil kurang maksimal
 - b) Tidak bertahan lama
- 2) Mengganti *Silincer casing* dengan yang baru

Keuntungannya :

- a) Hasil lebih maksimal
- b) *Silincer casing* baru dapat bertahan lama sesuai jam kerja.

Kerugiannya :

- a) Biaya lebih mahal
- b) Diperlukan adanya persediaan suku cadang di kapal

c. Shaft yang bengkok

1) Memperhatikan level oli pada *turbocharger*

Keuntungannya :

- a) Sistem pelumasan pada *turbocharger* bekerja dengan baik
- b) Dapat mencegah kerusakan *shaft* dan komponen *turbocharger* lainnya akibat gesekan

Kerugiannya :

Diperlukan ketelitian dalam pelaksanaannya

2) Melakukan perawatan *turbocharger* sesuai PMS

Keuntungannya :

- a) Kinerja *turbocharger* optimal
- b) Performa mesin induk lebih maksimal

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan waktu dalam pelaksanaannya
- b) Diperlukan pemahaman ABK mesin tentang prosedur perawatan *turbocharger* yang benar.

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

a. Air filter yang kotor

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah diatas, maka pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi *air filter* yang kotor yaitu penggantian *filter* kasa yang baru secara berkala. Solusi ini dipilih karena mudah dikerjakan sehingga bisa dilakukan oleh semua ABK Mesin dan mampu mencegah kotoran masuk ke dalam *air filter*.

b. Silincer casing yang rusak

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah diatas, maka pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi masalah *silincer casing* yaitu diberi lapisan antikorosi dan di cat kembali. Solusi ini dipilih karena

mudah dikerjakan dengan biaya yang murah dan proses pengerjaan lebih cepat, sehingga tidak menghambat operasional kapal.

c. *Shaft yang bengkok*

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah diatas, maka pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi masalah *shaft* bengkok yaitu dengan memperhatikan level oli pada *turbocharger*. Solusi ini dipilih karena sistem pelumasan pada *turbocharger* yang bekerja dengan baik efektif mencegah kerusakan *shaft* dan komponen *turbocharger* lainnya akibat gesekan.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan-penjelasan yang terdapat pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pengisian lanjut yang dilakukan oleh *turbocharger* bertujuan untuk meningkatkan keluaran daya mesin induk. Adapun masalah-masalah yang dapat disimpulkan seperti tersebut dibawah ini:

1. *Air filter* yang kotor sehingga kotoran masuk bersama udara ke saringan, pipa saluran udara, kisi-kisi *intercooler* dan sudu-sudu *blower* dari *turbocharger* dan mengakibatkan udara yang dihasilkan berkurang tekananya. Penyebabnya yaitu lingkungan di sekitar kamar mesin yang kotor sehingga udara yang dihisap juga kotor.
2. *Silincer casing* yang rusak sehingga mengakibatkan kebocoran pada casing. Penyebabnya yaitu bahan *silincer casing* yang terbuat dari besi sehingga mudah korosi dan kesalahan pada saat perbaikan *turbocharger*.
3. *Shaft* yang bengkok sehingga dapat mengakibatkan *turbocharger* mengalami kerusakan shaft tidak dapat berputar. Penyebabnya yaitu beban putaran *turbocharger* yang tidak sempurna.

B. SARAN

Berkaitan dengan masalah-masalah yang timbul pada *turbocharger*, maka penulis mengemukakan beberapa saran sebagai pemecahan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengatasi *air filter* yang kotor, disarankan untuk melakukan penggantian *filter* kasa yang baru secara berkala sehingga dapat mencegah kotoran masuk ke saringan, pipa saluran udara, kisi-kisi *intercooler* dan sudu-sudu *blower* dari *turbocharger* yang menyebabkan tekanan udara yang dihasilkan.

2. Untuk mengatasi *silincer casing* rusak, disarankan untuk memberi lapisan antikarat dan *silincer casing* di cat kembali. Jika sudah tidak memungkinkan hendaknya diganti dengan suku cadang baru.
3. Untuk mengatasi *shaft* yang bengkok, disarankan untuk memperhatikan level oli pada *turbocharger* sesuai standar yang ditentukan sehingga sistem pelumasan bekerja dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. (2019). *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Cetakan Sembilan, Jakarta : PT Pradya Paramitra
- Daryanto. (2018). *Motor Diesel Kapal*, jilid 1; Pusdiklat Perhubungan Laut Jakarta.
- Endrodi. (2004). *Motor Diesel Penggerak Utama*. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
- Johan Handoyo, Jusak. (2017). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta : Djangkar
- Zainal Arifin, dan Sukoco. (2018). *Teknologi Motor Diesel*, Cetakan Pertama. Bandung: Alfabeta

DAFTAR ISTILAH

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

pengabutan bahan bakar sehingga terjadinya ledakan atau pembakaran yang terjadi di dalam silinder mesin.

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

dengan suara denyat bergemuruh atau suara hantakan.

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

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

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

SHIP'S PARTICULARS

1	Name of Ship	:	TSHD. KALIMANTAN - II
2	Nationality	:	INDONESIA
3	Port Of Registry	:	JAKARTA
4	Call Sign	:	Y D I T
8	IMO Number	:	8201789
5	INM Inmarsat - C	:	452500380
	INM Inmarsat mini - C	:	452500391
7	MID NO. (MMSI)	:	525019150
9	Description of Ship	:	Self Propelled Side Trailing Suction Hopper Dredger
10	Capacity	:	4.000,00 M3
11	Owner	:	IPC Dredging & Shipyard
12	Length Over All (L.O.A)	:	109,88 M
13	Length Between Perpendicular	:	105,00 M
14	Bredth Moulded	:	18,00 M
	Summer Freeboard	:	1,755 M
15	Depth to Main Deck	:	8,05 M
16	Draught Maximum / Minimum	:	6,29 M / 4,80 M
	Height Max / Aero Draft	:	28 M
17	Gross Tonnage	:	5.029,00 Tons
18	D.W.T	:	7.165,00 Tons
19	Netto Tonnage	:	1.509,00 Tons
20	Class	:	BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
21	Class Number	:	03372
22	Output of Propulsion Engines	:	2 x 1.320 KW
23	Merk	:	MWM
24	Type	:	TBD 441 V 12
25	Dredging Pump Diesel Engine	:	2 units
26	Merk	:	MWM
27	Type	:	TBD 440 - 6
28	Main Generator Engine	:	4 units x 400 KW
29	Mark	:	Cummins
30	Type	:	K 19
31	Emergency Diesel Generator	:	1 X 75 KW
32	F.O Capacity	:	838 KL (100 %)
35	Fresh Water Capacity	:	473,6 Tons
36	Fresh Water Consumption	:	10 Tons / day
37	Year of Built	:	1983
38	Ship Yard	:	ORENSTEIN & KOPPEL LUBECK W. GERMANY 1981
39	Yard Number	:	766
40	Maximum Dredging Depth	:	20 M
41	Minimum Dredging Depth	:	4,8 M
42	Economic Speed	:	9,0 Knots
43	Number of Crew	:	27 Persons

Jakarta, 24 Juni 2022
N A K H O D A

Capt. YUDHI HARYANTO

CREW LIST

NO. Urut	No. Sijil	N A M A	JABATAN	BUKU PELAUT		CERTIFICATE OF COMPETENCY			KETERANGAN
				NOMOR	EXPIRE	TINGKAT	NOMOR	TANGGAL	
1		Capt.Yudhi Haryanto	Nakhoda	E 033755	16-11-2022	ANT I MANAJEMEN	6200084836N10215	18-01-2021	
2		Teguh Santoso	Mualim I	G 103286	19-11-2024	ANT II MANAJEMEN	6200063446N80215	16-07-2020	
3		Mohamad Fachmid	Mualim II	F 258665	07-11-2022	ANT III MANAJEMEN	6200061219M30217	13-04-2017	
4		Taufiq Nur Hidayat	Mualim III	G 009752	15-03-2024	ANT III OPERASIONAL	6202115712N30317	10-03-2017	
5		Hendri Pamungkas	KKM	E 100341	08-03-2022	ATT II MANAJEMEN	6201292666T20116	18-02-2016	PERPANJANG
6		Sunarno	Masinis II	F 308611	22-01-2023	ATT III MANAJEMEN	6200036738S30215	08-04-2016	
7		Ade Andrian Firmanto	Masinis III	G 042303	27-01-2024	ATT III MANAJEMEN	6202079216S30518	17-10-2018	
8		Iyung	Masinis IV	E 033428	11-11-2022	ATT IV MANAJEMEN	6200074860S40216	24-08-2021	
9		Lukman Halil	Masinis V	F 191029	28-06-2022	ATT III OPERASIONAL	6211840130T30521	10-06-2021	
10		Anggiat Sitompul	Masinis V	F 017768	02-05-2022	ATT V MANAJEMEN	6200073171S50217	05-07-2017	
11		Rusnanto	Operator Keruk	E 053244	17-01-2023	ANT V MANAJEMEN	6200071293M50216	06-08-2021	
12		Joko Supriyono	Operator Keruk	G 137379	12-01-2025	ANT V MANAJEMEN	6200080151M50217	12-04-2017	
13		Indra Kusumah	Operator Keruk	G 107509	03-11-2024	ANT V MANAJEMEN	6200071111M50216	06-08-2021	
14		Maryadi	Operator Keruk	G 107987	16-11-2024	RATING AS ABLE	6200023780340717	10-03-2017	
15		Kuntoro Edy P	Ass Operator	F 130035	03-04-2023	RATING AS ABLE	6200197136340718	23-05-2018	
16		Akhmad Kodhori	Serang	H 001240	08-04-2025	RATING AS ABLE	6200196168340217	17-03-2017	
17		Agus Hariono	Juru Mudi I	F 025141	26-05-2024	RATING AS ABLE	6201575463340221	04-06-2021	
18		Ahmad Zulfikar	Juru Mudi II	F 111454	29-08-2023	RATING FORMINGS	6201656101333818	25-07-2018	
19		Tresna Yuni Rozan	Juru Mudi III	F 178518	16-10-2023	RATING ABLE	6200199850340218	27-12-2018	
20		Heri Setiaji	Electrisien	F 067830	19-09-2022	BST	6200146537010120	18-06-2020	
21		Budi Rohman	Mandor Mesin	W 048655	22-04-2023	RATING AS ABLE	6200147752420716	07-03-2016	
22		Reva Rahmat Iskanda	Juru Minyak	G 108474	25-11-2024	RATING AS ABLE	6200218494420718	27-02-2018	
23		Hamdani	Juru Minyak	G 103801	01-12-2024	BST	6200347211012419	#####	
24		Joni Afrizal	Koki I	G 107367	29-10-2024	BST	6200257957010120	24-06-2020	
25		Sarnata	Koki II	E 083522	10-05-2023	BST	6201004237010118	11-04-2018	
26		Iqbal Tegar P.	Kadet Deck	G 064965	04-02-2024	BST	6211936003012519	10-09-2019	
27		Rizki R. Siagian	Kadet Mesin	G 0101116	11-09-2023	BST	6212007164012420	03-03-2020	

Jakarta, Mei 2022
NAKHODA

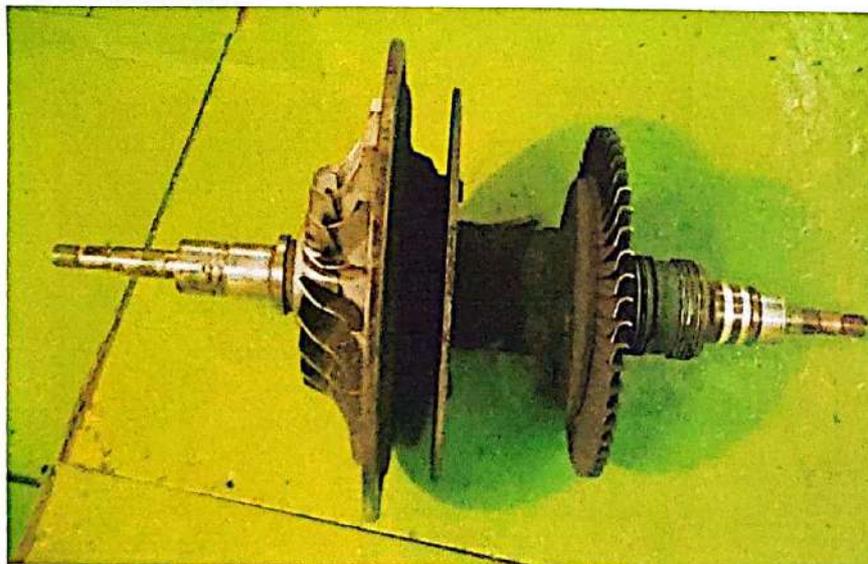
Capt. YUDHI HARYANTO



Gambar 01. AIR FILTER



Gambar 02. SILINER CASING



Gambar 03. SHAFT