



**TURUNNYA RPM *TURBOCHARGER* BERPENGARUH TERHADAP
PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI MV. TELUK BERAU**

SKRIPSI

**Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan Pelayaran**

Disusun Oleh:

AGUNG SETIAWAN

NIT. 551811226663 T

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG**

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

**TURUNNYA RPM *TURBOCHARGER* BERPENGARUH TERHADAP
PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI MV. TELUK BERAU**

Disusun Oleh:

AGUNG SETIAWAN
NIT. 551811226663 T

Telah disetujui dan diterima selanjutnya dapat diajukan di depan
Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, 30 Januari 2023

Dosen pembimbing I
Materi



H. RAHYONO, SP.1.MM.M.Mar.E
Pembina Utama Muda IV/C
NIP. 19590401 198211 1 001

Dosen pembimbing II
Metodologi dan Penulisan



KRESNO YUNTORO, S.ST, M.M.
Penata III/C
NIP. 19710312 201012 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Tenika



AMAD NARTO, M.Pd., M. Mar. E.
Pembina IV/A
NIP. 19641212 199808 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **"TURUNNYA RPM TURBOCHARGER BERPENGARUH TERHADAP PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI MV. TELUK BERAU"** karya:

Nama : AGUNG SETIAWAN

NIT : 551811226663 T

Program Studi : TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi,
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari Senin, tanggal
6 Februari 2023


Semarang, 6 Februari 2023

PENGUJI

Penguji I : Dr. DARUL PRAYOGO, M.Pd
Pembina Tk. I (III/d)
NIP. 19850618 201012 1 001

Penguji II : H. RAHYONO, SP. I, MM. M.Mar. E
Pembina Utama Muda IV/C
NIP. 19590401 198211 1 001

Penguji III : PRITHA KURNIASIH, M.Sc
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19831220 201012 2 003



Mengetahui,

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Capt. DIAN WAHDIANA, M.M.
Pembina Tk I (IV/b)
NIP. 19700711 199803 1 003

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

N a m a : AGUNG SETIAWAN

NIT : 551811226663 T

Program Studi : TEKNIKA

Skripsi dengan judul "TURUNNYA RPM *TURBOCHARGER* BERPENGARUH TERHADAP PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI MV. TELUK BERAU"

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan penulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

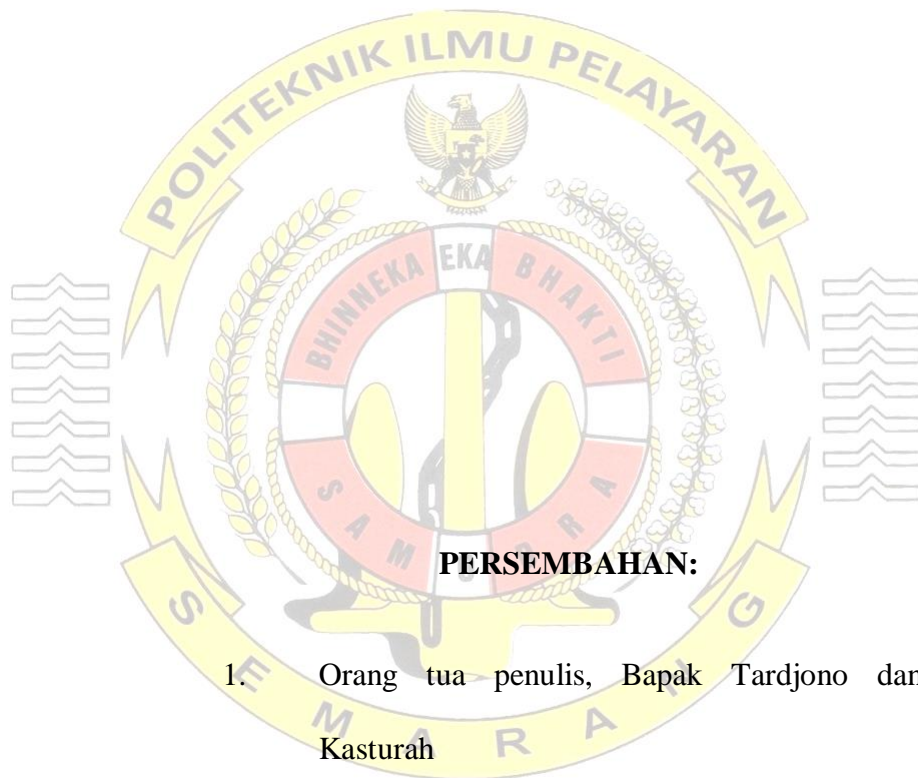
Semarang, 31-01-2023



AGUNG SETIAWAN
NIT. 551811226663 T

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan.” (QS. Al-Insyirah: 5-6)



1. Orang tua penulis, Bapak Tardjono dan Ibu Kasturah
2. Bapak dosen pembimbing I dan pembimbing II
3. Seluruh senior, rekan, dan junior kasta Galangan B2

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul “TURUNNYA RPM *TURBOCHARGER* BERPENGARUH TERHADAP PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI MV. TELUK BERAU”. Skripsi ini disusun dan diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S. Tr. Pel) dalam bidang Teknik Program Diploma IV (D.IV), di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, dukungan, dan saran serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Yth. Bapak Capt. Dian Wahdiana, M.M., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Yth. Bapak Amad Narto, M.Pd., M.Mar.E, selaku Ketua Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Yth. Bapak H. Rahyono, SP.1,MM,M. Mar. E, selaku Dosen Pembimbing materi skripsi.
4. Yth. Bapak Kresno Yuntoro, S.ST, M.M, selaku Dosen Pembimbing metodologi penelitian dan penulisan.
5. Ayah dan ibu tercinta yang telah memberikan dukungan moril dan spiritual.

6. Pimpinan beserta karyawan PT. Salam Pacific Indonesia Lines yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk melakukan penelitian dan praktek di atas kapal.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri dan orang lain serta dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Semarang,

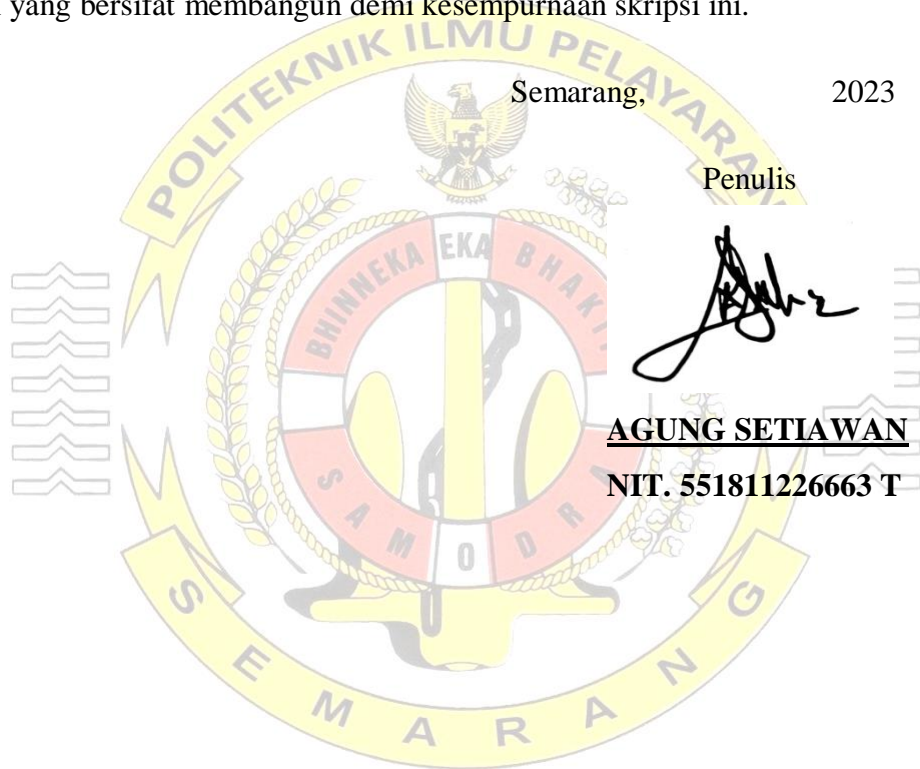
2023

Penulis



AGUNG SETIAWAN

NIT. 551811226663 T



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAKSI	xiii
ABSTRACTION	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Fokus Penelitian	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Hasil Penelitian	5

BAB II. KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori	7
B. Kerangka Penelitian	24

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian	25
B. Tempat Penelitian.....	27
C. Sampel Sumber Data Penelitian/Informan	28
D. Teknik Pengumpulan Data	29
E. Instrument Data	32
F. Teknik Analisis Data	33
G. Pengujian Keabsahan Data	37

BAB IV. HASIL PENELITIAN

A. Gambaran Konteks Penelitian	39
B. Deskripsi Data.....	40
C. Temuan	43
D. Pembahasan Hasil Penelitian.....	47

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan.....	70
B. Keterbatasan Penelitian	72
C. Saran.....	72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perbandingan gambaran konteks penelitian	38
Tabel 4.2 <i>Ship particular</i>	40
Tabel 4.3 Spesifikasi <i>turbocharger</i>	45

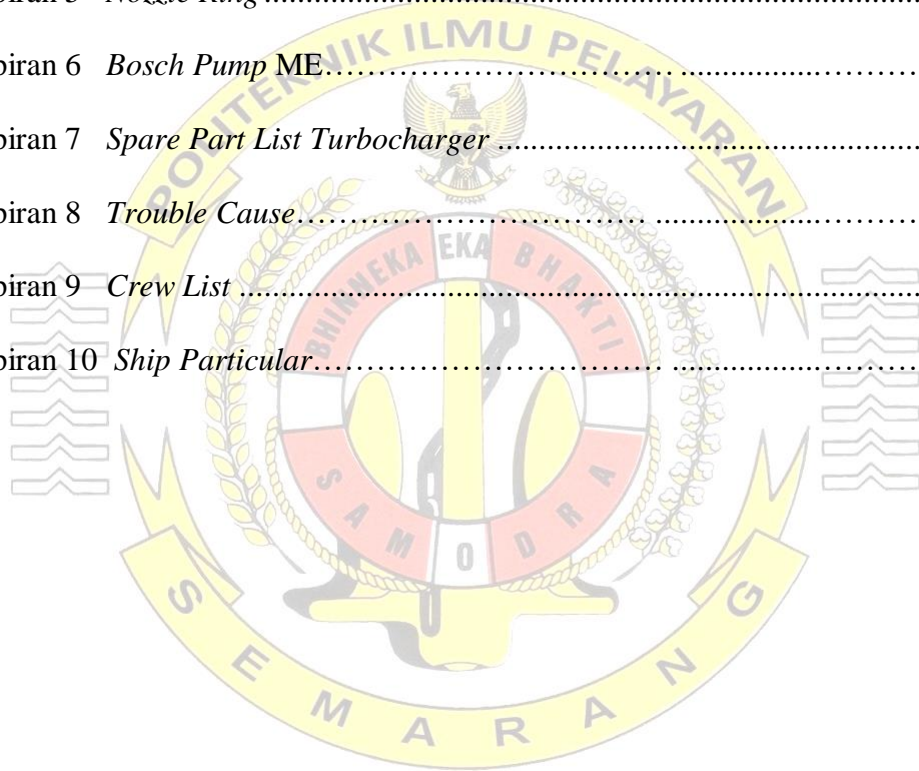


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bagian-bagian <i>turbocharger</i>	12
Gambar 2.2	Sistem kerja <i>turbocharger</i>	15
Gambar 2.3	<i>Nozzle ring</i>	17
Gambar 2.4	Kerangka piikir	24
Gambar 4.1	Kapal MV. Teluk Berau	42
Gambar 4.2	Pengukuran defleksi pada <i>nozzle</i> dan <i>oil slinger</i>	49
Gambar 4.3	Pelepasan <i>oli slinger</i> dan <i>bearing</i>	50
Gambar 4.4	Pelepasan rotor	50
Gambar 4.5	Rotor <i>turbocharger</i>	51
Gambar 4.6	<i>Ball bearing</i> VTR321-2P	52
Gambar 4.7	Sirkulasi udara <i>turbocharger</i>	55
Gambar 4.8	Komponen <i>bosch pump</i>	60
Gambar 4.9	Pengecekan tekanan <i>injector</i>	62
Gambar 4.10	Tes tekanan <i>injector</i>	62
Gambar 4.11	Pola semprotan <i>injector</i>	63
Gambar 4.12	Tes kebocoran <i>nozzle</i>	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Transkrip Wawancara.....	75
Lampiran 2	<i>Turbocharger</i> VTR321-2P.....	77
Lampiran 3	<i>Bearing</i> VTR321-P.....	78
Lampiran 4	Rotor <i>Turbocharger</i>	79
Lampiran 5	<i>Nozzle Ring</i>	80
Lampiran 6	<i>Bosch Pump</i> ME.....	81
Lampiran 7	<i>Spare Part List Turbocharger</i>	82
Lampiran 8	<i>Trouble Cause</i>	85
Lampiran 9	<i>Crew List</i>	87
Lampiran 10	<i>Ship Particular</i>	88



ABSTRAK

Agung Setiawan, 2023, NIT: 551811226663 T, “Turunnya RPM *Turbocharger* Berpengaruh Terhadap Pengoperasian Mesin Induk di MV. Teluk Berau”, skripsi Program Studi Teknika, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: H. Rahyono SP.1,MM,M.Mar.E Pembimbing II: Kresno Yuntoro, S.ST, M.M.

Turunnya RPM pada *turbocharger* mesin induk merupakan suatu permasalahan yang disebabkan karena rusaknya *ball bearing*, pembakaran tidak sempurna dan perawatan yang tidak sesuai dengan *manual book*. Turunnya RPM *turbocharger* dapat mengganggu proses pembakaran pada ruang bakar yang akan menyebabkan tidak maksimalnya daya yang dikeluarkan oleh mesin induk sehingga dapat menyebabkan terhambatnya operasional kapal karena mesin induk tidak bekerja dengan maksimal.

Metode penelitian yang penulis gunakan adalah metode SHEL yaitu *Software, Hardware, Environment, Liveware*. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara dan studi pustaka secara langsung terhadap subjek yang berhubungan dengan faktor-faktor, dampak, dan upaya mengenai turunnya RPM *turbocharger* mesin induk.

Penyebab turunnya RPM *turbocharger* pada mesin induk di MV. Teluk Berau yaitu rusaknya *ball bearing* pada *turbocharger*, pembakaran yang tidak sempurna, dan perawatan yang tidak sesuai dengan *manual book*.

Dampak yang terjadi jika RPM *turbocharger* mengalami penurunan adalah *turbocharger* akan mengalami surging karena kompresor tidak mampu mendorong udara bertekanan sehingga memungkinkan udara di *scaving air* membalik arah melawan sudu-sudu *blower* dan daya yang dikeluarkan mesin induk tidak maksimal. Adapun upaya untuk mengatasi turunnya RPM *turbocharger* pada mesin induk adalah dengan melakukan perawatan, perbaikan, pembersihan dan penggantian suku cadang pada komponen yang bermasalah.

Kata kunci: *turbocharger*, SHEL, mesin induk.

ABSTRACT

Setiawan Agung, 2023, NIT: 551811226663 T, "*The decline in Turbocharger RPM Affects Main Engine Operation in MV. Teluk Berau*", thesis Marine Engineering Study Program, Diploma IV Program, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Supervisor I: H. Rahyono SP.1,MM,M.Mar.E Supervisor II: Kresno Yuntoro, S.ST, M.M.

The decrease in RPM on the main engine turbocharger is a problem caused by damaged ball bearings, incomplete combustion and maintenance that is not in accordance with the manual book. A decrease in turbocharger RPM can disrupt the combustion process in the combustion chamber which will cause the main engine to not produce maximum power which can cause delays in ship operations because the main engine does not work optimally.

The research method that the author uses is the SHEL method, namely Software, Hardware, Environment, Liveware. Data collection techniques were carried out through observation, interviews and literature study directly on subjects related to the factors, impacts, and efforts regarding the decrease in the main engine turbocharger RPM.

The reason for the decrease in the turbocharger RPM on the main engine in the MV. Teluk Berau, namely ball bearing damage to the turbocharger, incomplete combustion, and maintenance that is not in accordance with the manual book.

The impact that occurs if the RPM of the turbocharger decreases is that the turbocharger will experience surging because the compressor is not able to push compressed air so that it allows the air in the scavenging air to reverse direction against the blower blades and the power released by the main engine is not optimal. The effort to overcome the decline in the turbocharger RPM on the main engine is to carry out maintenance, repair, cleaning and replacement of spare parts for the problematic components.

Keywords: *turbocharger, SHEL, main engine.*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal merupakan salah satu sarana transportasi laut yang berperan penting dalam kegiatannya sebagai penghubung antar wilayah atau pun pulau-pulau dalam jumlah banyak, tetapi perlu kita ketahui bahwa sebuah kapal dalam pengoperasiannya itu digerakan dengan mesin induk (diesel) dan performa dari mesin tersebut harus dijaga agar tetap dalam kondisi siap untuk berlayar. Semua perusahaan pelayaran tidak menginginkan kapal yang tergabung dalam armadanya tidak beroperasi dengan baik. Dalam pengoperasian kapal tentunya akan ada permasalahan-permasalahan yang timbul dan tentu saja tidak diinginkan.

Mesin yang digunakan untuk menggerakan 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 didalam 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*.

Pada mesin diesel dipasang *turbocharger* bertujuan untuk menyuplai udara ke dalam silinder dengan tekanan lebih dari 1 atmosfer. *Turbocharger* merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menghasilkan udara diatas 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 *turbine side* yang berhubungan dengan *exhaust* gas dari mesin induk yang melalui *manifold* selanjutnya dibawa ke *economizer* dan akhirnya keluar melalui cerobong.

Untuk mendapatkan hasil pembilasan yang maksimal dan sempurna sesuai standar *manual book*, dalam hal ini udara memegang peranan yang sangat penting, udara yang bersih serta tekanan yang cukup sangat dibutuhkan untuk menghasilkan udara bilas yang sempurna, sehingga didapatkan tenaga yang sempurna pula. Mesin penggerak utama terdiri dari berbagai macam komponen dimana satu sama lainnya saling berhubungan dan saling mempengaruhi.

Turbocharger bisa dikatakan normal ketika komponen-komponen di dalamnya bekerja sesuai dengan *manual book* guna memperlancar pengoperasian mesin induk MV. Teluk Berau, seperti tekanan udara *turbocharger* 0,274 MPa/2,74 bar, suhu udara setelah *intercooler* 45°C - 50°C, suhu oli pelumas *turbocharger* $\leq 110^{\circ}\text{C}$, selain itu saringan udara *turbocharger* harus bersih, tidak mengalami *surgings*, tidak mengalami getaran

yang kuat pada *turbocharger*, dan tidak terdapat suara kasar pada bagian *turbine side* dan *blower side*.

Namun kenyataannya di lapangan sering terjadi permasalahan-permasalahan yang mengakibatkan turunnya performa *turbocharger* mesin induk sehingga pengoperasian mesin induk pada MV. Teluk Berau tidak lancar seperti tekanan udara yang masuk pada *blower side* terlalu rendah, terdapat suara kasar pada *turbocharger*, terdapat getaran yang kuat pada *turbocharger*, terjadinya *surgings* pada *turbocharger*, dan minyak pelumas *turbocharger* berkurang dengan cepat. Berkurangnya minyak pelumas pada *turbocharger* inilah yang mengakibatkan terjadinya keausan pada *ball bearing*, dikarenakan pelumasan yang tidak menyeluruh pada bagian *ball bearing*. Indikasi berkurangnya minyak pelumas pada *turbocharger* ini diketahui oleh *oiler* jaga ketika sedang melakukan pengecekan permesinan sebelum serah terima tugas jaga. Hal ini ditandai adanya getaran yang kuat dan kelainan suara pada *turbocharger* tersebut, selain itu juga tekanan udara *turbocharger* yang normalnya 2,74 bar turun menjadi 2,05 bar. Hal ini menyebabkan penulis menyusun skripsi guna untuk meningkatkan performa *turbocharger* yang efisien sesuai dengan *manual book* mesin penggerak utama.

Dilatarbelakangi kejadian tersebut, maka penulis tertarik untuk menyusun skripsi dengan judul “Turunnya RPM Turbocharger Terhadap Pengoperasian Mesin Induk di MV. Teluk Berau”.

B. Fokus penelitian

Mengingat pembahasan masalah ini yang luas, penulis sadar akan terbatasnya pengetahuan dan ilmu yang dimiliki, sehingga di dalam pembahasan skripsi ini penulis tidak menjelaskan secara menyeluruh namun hanya menjelaskan mengenai penyebab turunnya RPM *turbocharger* pada mesin induk.

Salah satu contoh yang harus diperhatikan dalam melakukan perawatan *turbocharger* mesin induk ialah dengan memperhatikan volume minyak pelumas pada gelas duga *turbocharger* yang terletak di *turbine side* dan *blower side*, pengecekan minyak pelumas sangat penting dikarenakan jika minyak pelumas pada *turbocharger* kurang kemungkinan pelumasan tidak maksimal dan dapat menyebabkan terjadinya goresan antara komponen yang bergesekan. Gesekan yang terjadi terus menerus dengan kurangnya pelumasan dapat menyebabkan keausan pada komponen *turbocharger*, salah satunya adalah *ball bearing* yang berada di *turbin side* dan *blower side*.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, maka terlebih dahulu penulis tentukan pokok permasalahan yang terjadi untuk selanjutnya penulis rumuskan menjadi rumusan masalah guna memudahkan dalam pembahasan bab-bab berikutnya. Dalam hal ini penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apakah rusaknya *ball bearing* menyebabkan turunnya RPM *turbocharger* mesin induk di MV. Teluk Berau?

2. Apakah pembakaran yang tidak sempurna menyebabkan turunnya RPM *turbocharger* mesin induk di MV. Teluk Berau?
3. Apakah perawatan yang tidak sesuai dengan *manual book* menyebabkan turunnya RPM *turbocharger* mesin induk di MV. Teluk Berau?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian diatas kapal adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi rusaknya *ball bearing* menyebabkan turunnya RPM *turbocharger* mesin induk di MV. Teluk Berau.
2. Mengidentifikasi pembakaran yang tidak sempurna sehingga menyebabkan turunnya RPM *turbocharger* mesin induk di MV. Teluk Berau.
3. Mengidentifikasi perawatan yang tidak sesuai dengan *manual book* sehingga menyebabkan turunnya RPM *turbocharger* mesin induk di MV. Teluk Berau.

E. Manfaat Hasil Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian di atas kapal adalah sebagai berikut :

1. Manfaat secara teoritis
 - a. Agar hasil penelitian ini dapat menjadi masukan atau sebagai bahan perbandingan bagi pembaca atau rekan-rekan seprofesi yang berada pada dunia maritim dalam menghadapi permasalahan yang serupa.
 - b. Agar pembaca atau rekan-rekan seprofesi lainnya yang berbeda dalam lingkungan kerja memahami dari penurunan RPM *turbocharger* mesin induk.

2. Manfaat secara praktis

Bagi penulis dapat menambah wawasan dan pengalaman langsung tentang turunya RPM *turbocharger*, serta memberikan pengetahuan dan sumbangan pemikiran kepada pembaca dalam mengatasi masalah yang dihadapi mengenai turunya RPM *turbocharger*.



BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Landasan teori dapat berfungsi sebagai awal dari teori untuk melakukan penelitian, data atau bahan penelitian ini dapat memberikan kerangka atau dasar untuk pemahaman yang sistematis yang lengkap ketika masalah tersebut muncul. Landasan teori juga penting untuk meninjau serta melakukan penelitian terhadap penyebab permasalahan yang ada mengenai permasalahan turunya RPM *turbocharger* mesin induk, maka dengan ini penulis akan menjelaskan pengertian dan definisinya agar lebih jelas serta mudah dipahami.

1. Pengertian RPM (*Revolution Per Minute*)

RPM sering dibicarakan saat membahas performa mesin dan spesifikasinya. RPM adalah indikator penting dalam kinerja sebuah mesin, sehingga hal ini perlu diketahui dengan baik agar bisa lebih bijak dalam perawatan mesin. RPM (*Revolution Per Minute*) adalah angka yang menunjukkan putaran suatu poros engkol atau *crankshaft* mesin yang akan dihitung dalam hitungan satu menit. RPM adalah penunjuk kecepatan mesin yang dikeluarkan dalam satu menit. Dalam pengaplikasiannya, satu RPM sama dengan satu putaran *crankshaft*. Alat ukur yang digunakan sebagai penunjuk angka pada RPM disebut *tachometer*. Ada dua jenis *tachometer* yaitu jenis manual dan digital.

2. Pengertian Mesin Induk

Suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit atau sistem pendukung. Berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal,

sehingga kapal dapat digerakkan maju atau mundur. Kapal niaga pada umumnya menggunakan motor diesel sebagai mesin penggerak utamanya.

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:34), dalam buku karangannya berjudul *Mesin Diesel Penggerak Utama*. Motor diesel adalah pesawat pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) karena didalam mendapatkan energi potensial (berupa panas). Untuk kerja mekanik diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang dilakukan oleh pesawat itu sendiri, yaitu di dalam silinder. Sebagai mesin induk, mesin diesel lebih menonjol dibandingkan jenis mesin induk kapal lainnya. Terutama pada konsumsi bahan bakar akan menjadi lebih hemat dan lebih mudah dalam mengoperasikannya.

Komponen yang membantu proses pembakaran mesin induk salah satunya adalah *turbocharger*. Dengan menggunakan *turbocharger*, dapat menghasilkan udara bersih untuk membantu proses pembakaran mesin induk menjadi sempurna, dan menambah daya pada mesin induk.

3. Sejarah *Turbocharger*

Pesawat *turbocharger* ini merupakan ide inovasi spektakuler ditemukan oleh Alfred Buchi. Seorang insinyur dari Swiss yang berhasil menyempurnakan *Turbocharger* pertama temuannya pada tahun 1905. Ide kreatifnya adalah dengan memanfaatkan gas buang mesin diesel untuk memutar sebuah turbin dan mendorong udara murni dengan menggunakan *blower* yang berhubungan satu poros dengan turbin tersebut sehingga udara murni masuk ke dalam ruang pembakaran yang meningkatkan mesin diesel. Kemudian BBC (*Brown Boveri Company*) yang sekarang menjadi

ABB (*Asean Brown Boveri*) mengajak dirinya bergabung dengan mereka dan membantu mengembangkan proyeknya. Hingga akhirnya perusahaan ini menjadi sebuah perusahaan raksasa yang ahli dan berpengalaman dalam bidang konstruksi turbin dan kompressor (*ABB turbocharger*).

Turbocharger digunakan pertama kali dibuat untuk mesin diesel pada tahun 1974, kemudian dikembangkan menjadi suatu bagian pengembangan riset untuk menyempurnakannya. Para insinyur di Swiss memulai untuk memikirkan dan meningkatkan keunggulan *turbocharger* dengan tingkat efisiensinya yang lebih baik.

Turbocharger digunakan untuk meningkatkan daya keluaran mesin dengan meningkatkan massa jenis udara (udara yang dihasilkan massa jenisnya akan bertambah besar sehingga pembakaran menjadi sempurna yang mengakibatkan daya mesin bertambah). Dengan demikian maka jumlah bahan bakar yang dimasukkan ke dalam silinder dapat diperbanyak sehingga daya mesin dapat diperbesar. Dengan *turbocharger* tersebut kira-kira 8 – 10% dari jumlah kalor pembakaran bahan bakar dapat diselamatkan.

Dengan demikian, pemasangan *turbocharger* pada motor diesel akan meningkatkan daya. *Turbocharger* meningkatkan daya mesin induk sehingga mampu menaikkan tenaga dihasilkan sampai 35 – 40%.

4. Pengertian *Turbocharger*

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2013:127), dalam buku karangannya yang berjudul Teknologi Motor Diesel yang menerangkan tentang sistem pengisian dan *turbocharger* dijelaskan bahwa *turbocharger*

merupakan sebuah bagian dari mesin induk yang berfungsi untuk menambah jumlah udara yang masuk ke dalam silinder dengan memanfaatkan energi gas buang.

Turbocharger merupakan peralatan untuk mengubah sistem pemasukan udara secara alami dengan sistem paksa. Kalau sebelumnya pemasukan udara mengandalkan kevakuman yang dibentuk karena gerakan piston pada langkah hisap, maka dengan *turbocharger* udara ditekan masuk ke dalam silinder menggunakan *blower* yang diputar oleh gas buang melalui turbin.

Sistem pemasukan udara yang menggunakan *turbocharger* ini sangat menguntungkan bagi mesin diesel karena akan menambahkan jumlah volume udara bilas sehingga meningkatkan tekanan kompresi dan suhu yang akan memperpendek *ignition delay* sehingga seluruh bahan bakar yang disemprotkan dalam bentuk kabut oleh *injector* akan terbakar seluruhnya yang akan menyebabkan terjadinya pembakaran secara sempurna di dalam silinder, hal ini akan meningkatkan daya dari motor diesel.

Jumlah oksigen yang ada di dalam silinder saat terjadi proses pembakaran akan menentukan efisiensi pembakaran. Semakin banyak oksigen akan semakin sedikit jumlah bahan bakar yang tidak terbakar karena tidak mendapatkan oksigen, sehingga efisiensi pembakaran meningkat atau jumlah kalor hasil pembakaran akan lebih banyak. Hasilnya tenaga motor diesel akan bertambah. Di samping itu, jumlah suplai oksigen yang bertambah akan meningkatkan temperatur proses

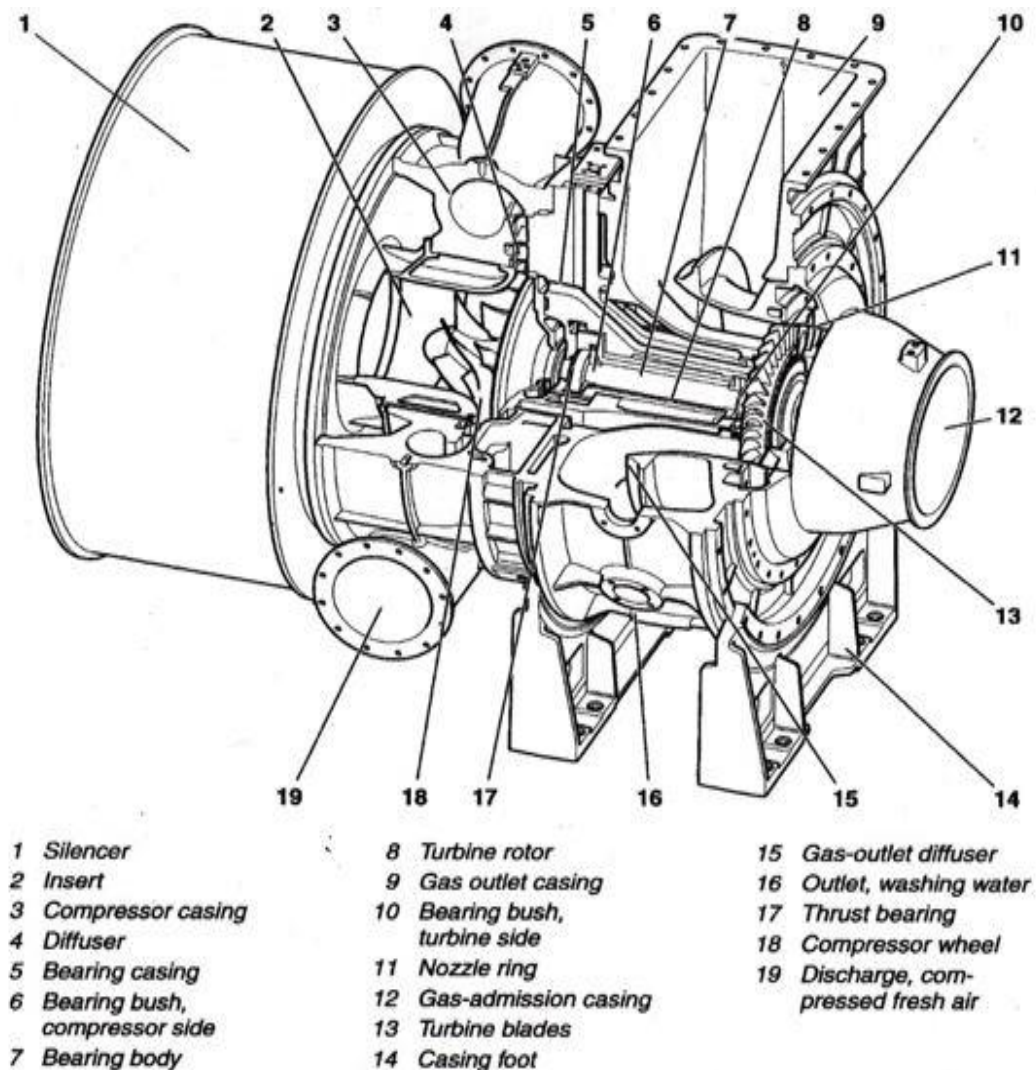
kompresi, hasil ini akan memperpendek *ignition delay* dan proses pembakaran akan semakin baik. Hasil lain dengan penambahan jumlah oksigen adalah bertambahnya tekanan di akhir langkah kompresi, hal ini akan menambah semakin tinggi puncak tekanan akhir pembakaran. Dampak tekanan akhir pembakaran yang lebih tinggi adalah tenaga motor diesel akan meningkat.

Berdasarkan penjelasan diatas, dengan menambah jumlah suplai udara akan meningkatkan daya motor diesel. Oleh karena itu, berkembanglah teknologi motor diesel dengan perlengkapan komponen tambahan, yang disebut dengan *turbocharger*. *Turbocharger* adalah sebuah komponen tambahan motor diesel yang berfungsi untuk menambah jumlah suplai udara ke dalam ruang bakar dengan memanfaatkan energi gas buang. Dalam perkembangan selanjutnya muncul teknologi *turbocharger intercooler*.

5. Cara Kerja dan Konstruksi *Turbocharger*

Turbocharger adalah suatu pesawat yang digunakan untuk mesin pembakaran dalam dan untuk meningkatkan daya keluaran mesin dengan meningkatkan massa jenis oksigen. Pesawat ini terdiri dari 2 bagian utama yaitu bagian sisi *turbine* dan bagian sisi *blower*, yang dilengkapi dengan *bearing*, *sealing* dan *bush* pada masing-masing bagiannya.

Untuk konstruksi kerangkanya terdiri dari 3 bagian utama yaitu *turbine casing*, *gas outlet*, dan *blower casing*. Pada bagian *turbine*, terpasang sudu-sudu sebuah poros yang disebut dengan rotor.



Gambar 2.1 Bagian-bagian *Turbocharger*

Sumber : *Manual book*

Selain itu gas buang akan melewati sudu-sudu gerak (*moving blade*), dengan kecepatan tinggi. Keadaan ini menyebabkan berubahnya arah aliran gas buang yang menghasilkan perubahan gaya gerak dan kemudian menghasilkan suatu gaya pada sudu-sudu turbin.

Gaya ini disebut gaya aksial yang menyebabkan rotor berputar dengan kecepatan tinggi. Gas buang meninggalkan rotor menuju ruang

yang terhubung dengan saluran gas buang (*exhaust gas manifold*), yang diteruskan menuju ke udara yang melewati sebuah cerobong asap (*funnel*).

Pada sisi *blower*, *impeller* dan *diffuser* yang berfungsi sebagai penekan udara bersih yang dihisap dari udara luar, terpasang pada rotor dengan kecepatan tinggi, kecepatan udara bilas yang terhisap oleh sisi *blower* ini akan meningkat sesuai putaran mesin melewati sebuah *diffuser*. Bagian *blower* ini dilengkapi dengan saringan udara masuk (*air filter*) dan *splitter* yang berfungsi sebagai jalur aliran udara serta mengurangi kejadian kehilangan udara yang disebabkan oleh perubahan aliran udara itu sendiri.

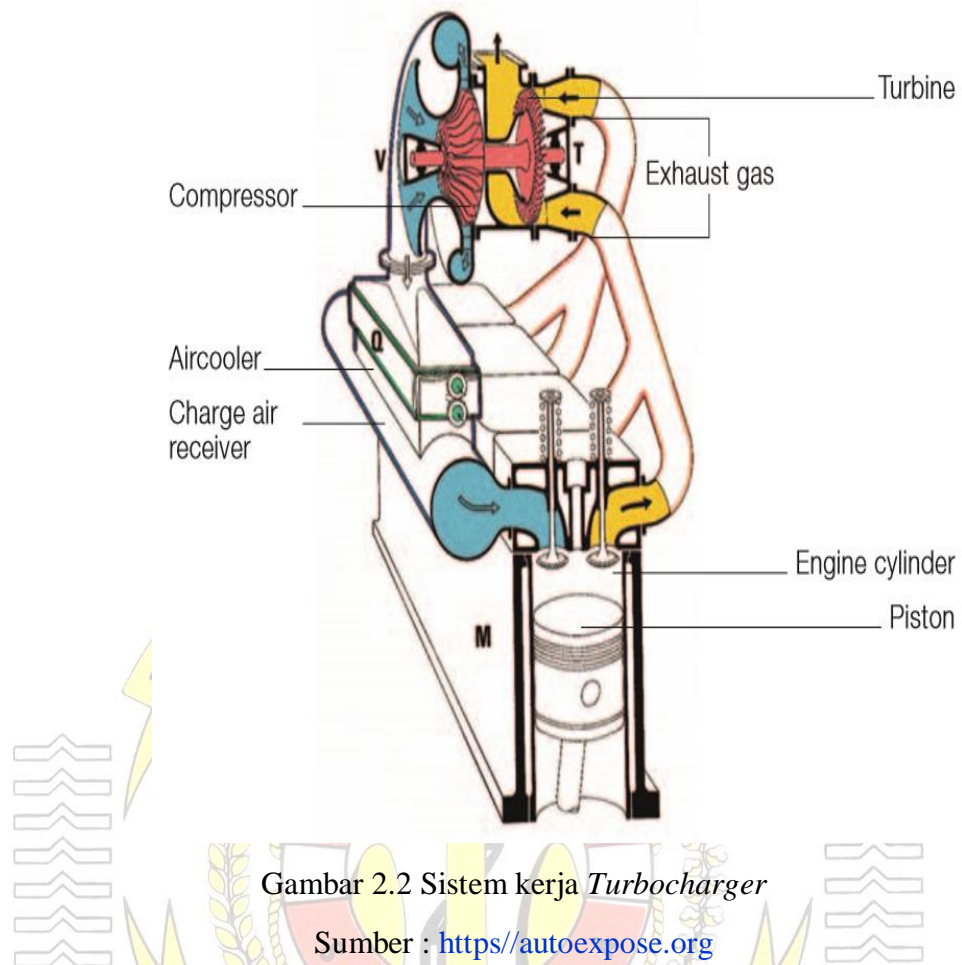
Konstruksi *turbocharger* terdiri dari sebuah turbin gas dan sebuah kompresor, keduanya dipasang satu poros. *Turbine* gas berfungsi sebagai pemutar kompresor dengan memanfaatkan energi panas gas buang.

Prinsip kerja *Turbocharger* adalah proses langkah pembuangan di dalam silinder mesin dilakukan oleh piston menyebabkan gas hasil pembakaran terdorong keluar dari katup buang melalui *exhaust manifold* menekan ke turbin sehingga menghasilkan tekanan hembusan, yang menyebabkan terjadinya pemadatan udara masuk dan tekanan diatas 1 atmosfer. Selanjutnya udara yang bertekanan disalurkan ke *intake manifold*, kemudian masuk ke silinder melalui katup masuk. Untuk itu mesin diesel dilengkapi dengan *turbocharger*, dengan tujuan untuk memperbesar tenaga mesin.

Yang dimaksud dengan pengisian tekan pada motor diesel adalah memasukkan udara ke dalam silinder dengan tekanan lebih dari 1 atmosfer. 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.

a. Dibanding dengan motor diesel yang tanpa sistem pengisian tekan, maka motor diesel dengan pengisian tekan mempunyai kelebihan/kekurangan sebagai berikut:

- 1) Jika sama-sama mempunyai diameter dan jumlah silinder yang sama akan didapat daya motor yang lebih besar.
- 2) Jika mempunyai daya motor yang sama, maka baik diameter maupun jumlah silinder dapat dikurangi sehingga bobot motor akan lebih ringan atau volume lebih kecil.
- 3) Karena terjadi pembakaran bahan bakar yang lebih sempurna, maka pemakaian bahan bakar spesifik (tiap kilogram per kilowatt setiap jam) akan lebih hemat.



Gambar 2.2 Sistem kerja *Turbocharger*

Sumber : <https://autoexpose.org>

6. *Intercooler*

Pada mesin diesel dengan *turbocharger* terdapat perlengkapan yang disebut *intercooler*. *Intercooler* berfungsi untuk menurunkan suhu udara masuk dari blower yang panas karena melewati *turbocharger*.

Udara sebelum dimasukkan ke dalam silinder mesin melalui *inlet port*, maka udara tersebut diturunkan suhunya terlebih dahulu dengan *air scavenging cooler* (umumnya disebut *intercooler*). Jika udara bersuhu rendah maka udara tersebut akan menjadi padat dan berat, sehingga molekul-molekul oksigennya bertambah banyak. Molekul-molekul oksigen yang banyak ini akan menimbulkan pembakaran yang lebih

sempurna dan menghasilkan tenaga bertambah. Menurut Jusak Johan Handoyo (2015 : 281), dalam buku karangannya yang berjudul Mesin Diesel Penggerak Utama.

Prinsip kerja dari *intercooler* ini adalah udara dari *blower* bersinggungan dengan pipa-pipa air pendingin sehingga panas udara akan terserap oleh air pendingin (*raw-water*).

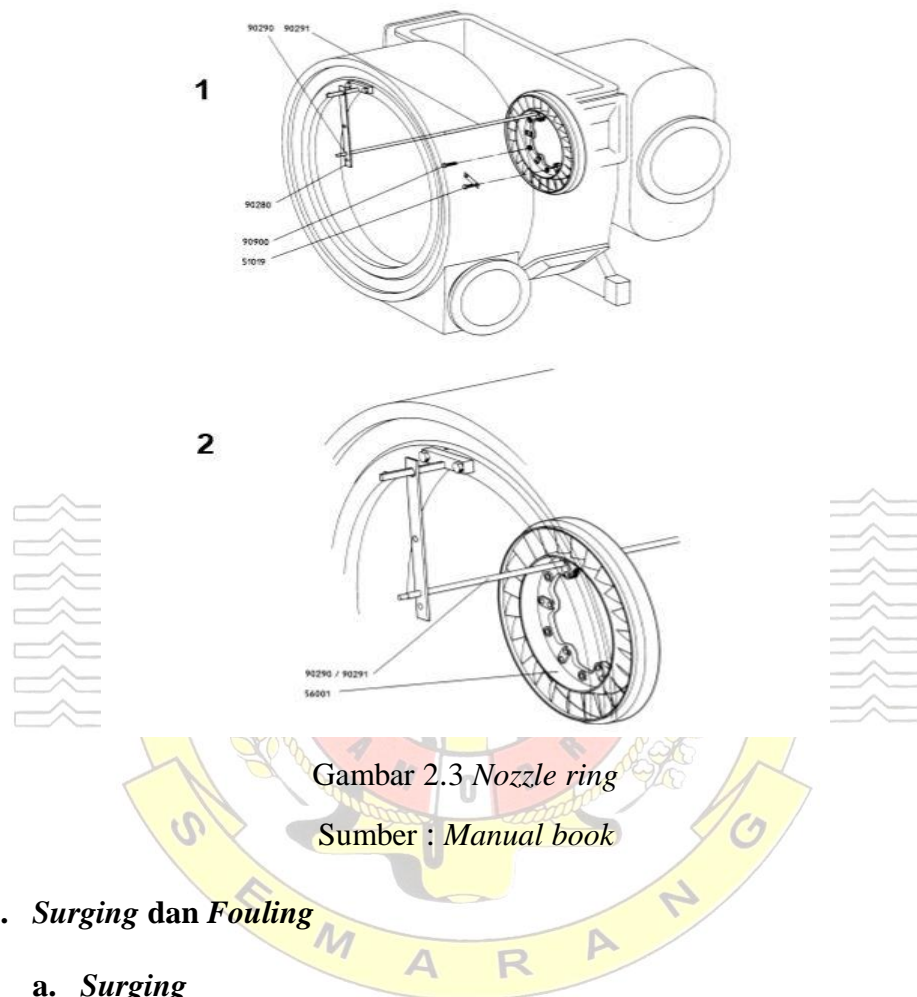
Bentuk *intercooler* adalah sesuatu yang bulat khusus atau bentuk tabung yang rata dengan bahan anti karat, dilengkapi dengan sirip-sirip campuran aluminium. Sebagaimana pula suhu dan tekanan berhubungan langsung, maka udara panas keluar dari *blower* yang dapat mencapai suhu 800°C yang akan menaikkan suhu lagi, maka perlu didinginkan. Setelah pendinginan ini, udara yang padat ini ditekan masuk ke silinder yang akan menaikkan efisiensi proses udara masuk. Jika udara diturunkan suhunya 20°C, maka daya mesin dapat dinaikan 6 sampai 7%.

Gas buang dari *exhaust manifold* disalurkan menuju rumah sudu *turbin* gas hingga turbin berputar. Putaran turbin disalurkan ke kompresor melalui poros penghubung hingga kompresor berputar. Putaran *turbocharger* bisa mencapai 100.000 rpm lebih, putaran yang begitu tinggi menghasilkan jumlah udara yang jauh lebih banyak dibandingkan pengisian alami.

7. *Nozzle Ring*

Nozzle ring adalah bagian dari *turbocharger* di mana energi gas buang diubah menjadi energi kinetik. *Nozzle ring* ini dibuat dari kromium paduan nikel, baja nikel yang tahan panas atau paduan nimonic yang tahan

suhu tinggi dan tahan korosi. Menurut Suparwo, Sp.1 (2016 : 146), dalam buku karangannya berjudul Tanya Jawab Pengetahuan Dasar Permesinan Kapal.



Gambar 2.3 Nozzle ring

Sumber : *Manual book*

8. *Surging* dan *Fouling*

a. *Surging*

Menurut Xinqian Zheng dan Zhenzhong Sun (2017, Vol 82:493-506), dalam bukunya *Experimental Thermal and Fluid Science*. *Surging* adalah kejadian perpindahan dari kondisi stabil ke kondisi tidak stabil yang terjadi karena perbedaan tekanan udara yang masuk ke mesin. Saat akan terjadi *surging*, kompresor akan berputar dengan kecepatan di atas kecepatan normal (*overrunning*), hal ini terjadi

karena kompresor tidak menghasilkan udara bertekanan yang disuplai ke dalam mesin induk, sehingga seolah-olah *turbocharger* berputar tanpa beban. *Surging* terjadi karena suatu getaran frekuensi tinggi dari *impeller* (rotor) yang berputar dalam keadaan tertentu dan kompresor udara harus menyalurkan udara dengan tekanan tertentu sesuai dengan putaran turbin dan karena suatu sebab tekanan udara di dalam *scavenging air* sama atau lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara yang dihasilkan oleh blower kompresor maka ada kecenderungan tekanan udara membalik arah melawan sudu-sudu blower yang berputar.

Salah satu penyebab *surging* pada *turbocharger* disebabkan karena ketidakmampuan difuser untuk menghasilkan tekanan yang cukup untuk mendorong udara menuju ruang bakar. Penyebab *surging* tidak selalu berasal dari *turbocharger*, mengingat *turbocharger* dan mesin induk saling berkaitan dan memiliki interdependensi yang kuat. Dapat dilihat dari tiga sudut pandang penyebab *surging* yaitu mesin induk, *turbocharger*, dan lingkungan operasi.

Surging biasa disebabkan karena kualitas udara kamar mesin yang digunakan untuk mensuplai ke ruang bakar terlalu buruk. Saat udara kamar mesin terlalu tinggi, bisa diturunkan melalui *intercooler*. Jika udara kamar mesin berdebu, debu pada udara bisa dibersihkan melalui filter udara. Udara yang masuk ke ruang bakar, di ruang *scavenging air* tercampur dengan material lain juga dapat mengakibatkan terjadinya pembakaran tidak sempurna. Pembakaran yang tidak

sempurna terjadi karena komposisi bahan bakar tidak tepat antara jumlah injeksi bahan bakar ataupun volume udara dalam satu proses pembakaran, tercampurnya zat-zat lain seperti air atau minyak pelumas juga dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna, karena dapat mengurangi daya pembakaran pada suatu silinder.

Dengan adanya pembakaran yang tidak sempurna, dapat menyebabkan umur *turbocharger* lebih pendek karena temperatur gas buang pada mesin relatif tinggi, pembakaran tidak sempurna juga mengakibatkan putaran *turbocharger* menjadi tidak normal, karena tekanan gelombang gas buang tidak berekspansi secara merata pada sudu-sudu *turbin side* sehingga dapat mengakibatkan *surgings* pada *turbocharger* mesin induk.

Selain itu sistem pendingin udara juga memegang peranan penting dalam hal ini, *air cooler* inilah yang mengatur suhu udara yang masuk ke dalam ruang bakar. Jika suhu udara terlalu tinggi, maka udara yang disuplai oleh kompresor juga tinggi sehingga kerapatannya berkurang. Jika hal ini terjadi, komposisi perbandingan udara dengan bahan bakar dalam sekali langkah menjadi tidak maksimal dan akan mengakibatkan terjadinya pembakaran tidak sempurna, serta gas buang yang dihasilkan akan mengandung banyak karbon disertai gas buang yang terlalu tinggi. Apabila gas buang tidak sesuai spesifikasi yang dibutuhkan *turbocharger*, maka putaran *turbocharger* menjadi tidak stabil dan karbon sisa hasil pembakaran dapat menyumbat sudu-sudu

pada *nozzle ring* yang dapat membuat umur *turbocharger* lebih pendek.

b. *Fouling*

Fouling terjadi ketika kotoran dalam gas buang terakumulasi pada *blade* dari sisi turbin. Ketika terakumulasi ketidakcocokan atau tidak seimbang dari kedua belah turbin dari kompresor terjadi mengakibatkan penghentian *turbocharger*. Sisi turbin harus dibersihkan secara teratur dengan air bersih dan saluran air dibuka untuk menghilangkan kotoran. Menurut Suparwo, Sp.1 (2016, bab 6: 149), dalam buku karangannya berjudul Tanya Jawab Pengetahuan Dasar Permesinan Kapal.

9. Keuntungan dari *Turbocharger*

Berikut ini adalah beberapa keuntungan dari sistem pengisian udara bilas yang dilakukan oleh *turbocharger* adalah sebagai berikut:

- a. Tenaga mesin dapat ditingkatkan 15 – 40%

Dengan adanya penambahan suplai udara ke ruang pembakaran maka tekanan rata-rata efektif udara bilas juga meningkat, dengan demikian daya efektif yang dihasilkan akan meningkat dan pembakaran juga akan meningkat, dengan kata lain tenaga mesin akan bertambah antara 15 – 40 %.

- b. Pembakaran lebih sempurna

Karena suhu udara lebih dahulu diturunkan di *intercooler*, sehingga kandungan molekul oksigen lebih banyak, massa jenis udara akan bertambah. Proses pembakaran dengan jumlah oksigen yang banyak akan bereaksi dengan bahan bakar yang terdiri dari unsur C(carbon), H₂(hydrogen), N₂(nitrogen), S₂(sulfur) yang akan menghasilkan gas hasil pembakaran CO₂(carbondioksida) yang sempurna.

c. Perbandingan kompresi kecil

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

d. Jumlah udara yang masuk ke silinder lebih banyak

Karena udara yang masuk ke ruang bakar ditekan oleh *turbocharger* dan diturunkan suhunya terlebih dahulu di *intercooler*, maka kandungan molekul oksigen lebih banyak dengan meningkatkan massa jenis udara, secara otomatis jumlah dari udara yang masuk ke dalam silinder juga meningkat.

10. Memelihara Mesin Diesel *Turbocharger*

Perawatan *turbocharger* yang baik adalah kunci keawetan untuk semua jenis mesin diesel. Terlebih jika mesin tersebut menggunakan *turbocharger*, karena beban kerja perangkat *turbocharger* itu sangat luar biasa karena beroperasi pada suhu gas buang sekitar 900°C.

Sewaktu mesin dioperasikan pada beban penuh, kecepatan putarannya bisa mencapai 16.000 RPM. Bagian paling kritis dari sebuah perangkat *turbocharger* yang perlu mendapat perhatian khusus adalah bantalan penyangga/penopang porosnya. Kebanyakan *turbocharger* memakai bantalan pemikul model bebas (*full floating bearing*). Bantalan ini menyebabkan beban kerja berkurang karena poros dan rumahnya akan berputar bebas. Jadi beban kerja turbin maupun kompresor ditopang sepenuhnya oleh rumah poros, menyebabkan umur bantalan poros akan lebih awet.

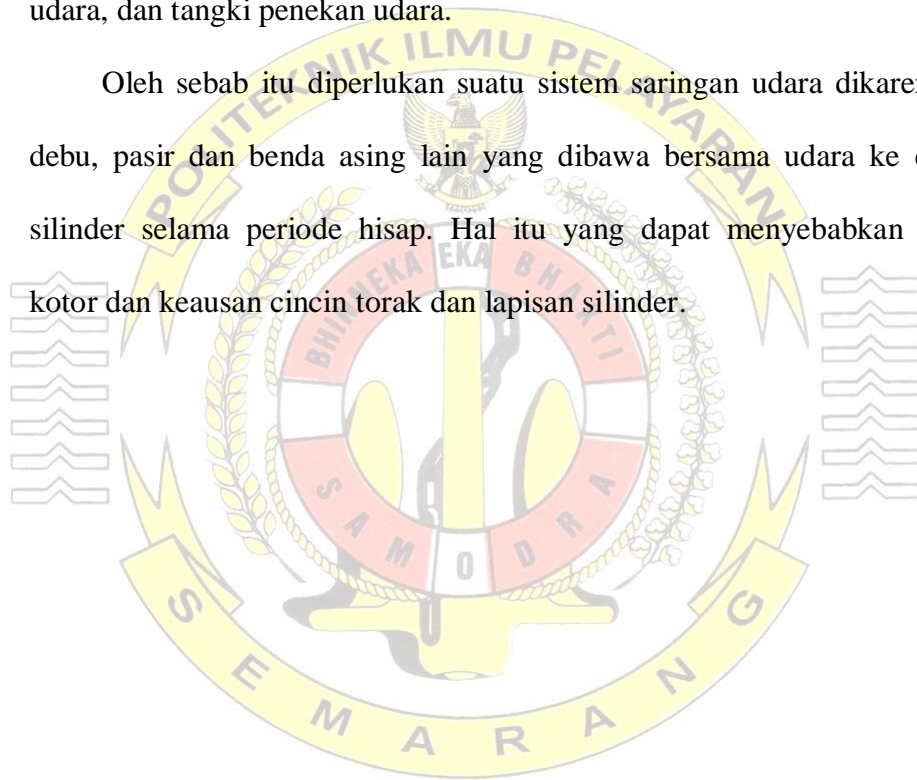
Sangat penting dan perlu diperhatikan, setiap mesin diesel yang menggunakan *turbocharger*, minyak pelumas mesin akan cepat panas dibanding mesin diesel tanpa *turbocharger* (*natural aspirated*). Kondisi ini membuat nilai viskositas minyak pelumas menjadi cepat menurun, karena selain untuk pendinginan, minyak pelumas juga bertugas melumasi komponen *turbocharger*. Dengan demikian, oli mesin dan saringan udara perlu dilakukan perawatan yang teratur.

Dalam perawatan *turbocharger* diperlukan juga suatu perawatan saringan udara yang mana menurut Bambang Priambodo (2015:136), dalam bukunya yang berjudul Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel, kegunaan sistem pemasukan ini adalah untuk menyediakan udara yang diperlukan untuk pembakaran bahan bakar. Tetapi selain itu, sistem pemasukan udara mesin diesel mungkin harus membersihkan udara

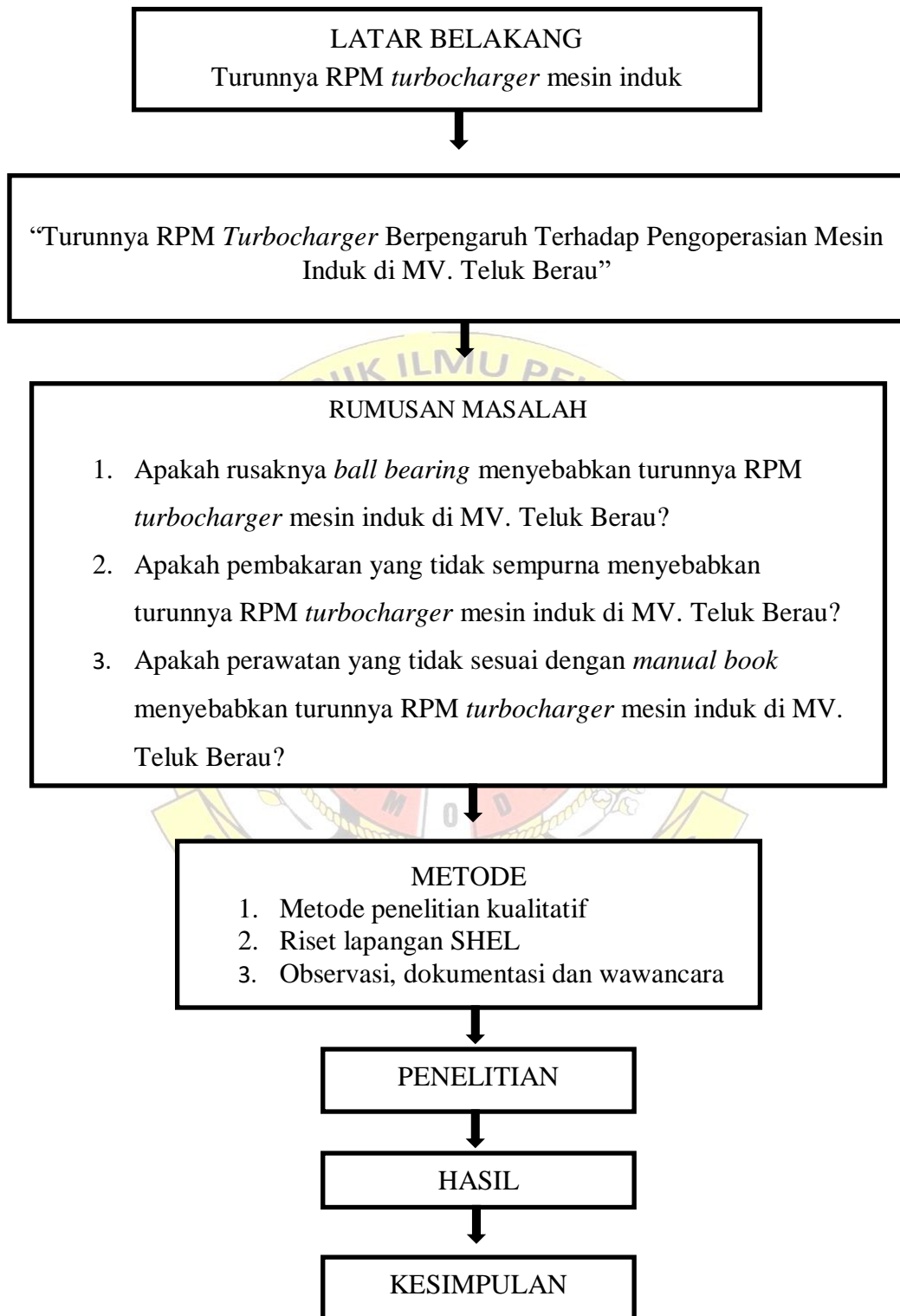
pemasukan, meredam kebisingan pemasukan, menyediakan udara untuk pengisian lanjut, dan menyediakan udara bilas dalam mesin dua langkah.

Suatu sistem pemasukan udara yang lengkap tersusun dari beberapa bagian yaitu pembersih udara atau saringan, peredam pemasukan udara, penghembus untuk pengisian lanjut atau pembilasan, pendingin udara untuk udara pengisian lanjut, pemipaan yang menyambungkan saringan udara, dan tangki penekan udara.

Oleh sebab itu diperlukan suatu sistem saringan udara dikarenakan debu, pasir dan benda asing lain yang dibawa bersama udara ke dalam silinder selama periode hisap. Hal itu yang dapat menyebabkan katup kotor dan keausan cincin torak dan lapisan silinder.



B. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.4 Kerangka Pikir

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Setelah dilakukan pengamatan mengenai turunnya RPM *turbocharger* berpengaruh terhadap pengoperasian mesin induk di MV. Teluk Berau, yang telah dibahas pada bab sebelumnya. penulis memperoleh kesimpulan tentang permasalahan turunnya RPM *turbocharger* mesin induk, yaitu :

1. Apakah rusaknya *ball bearing* menyebabkan turunnya RPM *turbocharger* mesin induk di MV. Teluk Berau?

Bearing atau bantalan adalah elemen mesin yang digunakan untuk mengurangi gesekan antara dua komponen sehingga bisa bergerak sesuai dengan tujuannya. *Ball bearing* sangat berpengaruh terhadap putaran *turbocharger*. Kerusakan pada *ball bearing* dapat mengurangi putaran rotor sehingga udara yang dihisap melalui *blower side* tidak maksimal yang akan berpengaruh terhadap pengoperasian mesin induk. Oleh karena itu perawatannya harus diperhatikan, terutama pada kondisi minyak pelumas *turbocharger* harus bersih dari serpihan-serpihan komponen di dalam *turbocharger*. Pastikan volume minyak pelumas tidak kurang sebelum *turbocharger* beroperasi. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar *ball bearing* tidak cepat mengalami keausan.

2. Apakah pembakaran yang tidak sempurna menyebabkan turunnya RPM *turbocharger* di MV. Teluk Berau?

Pembakaran tidak sempurna terjadi karena perbandingan bahan bakar, udara dan panas di dalam silinder tidak ideal. Perbandingan elemen

di dalam silinder tidak ideal bisa disebabkan karena udara yang masuk ke silinder berkurang, oleh karena itu perlu dilakukan perawatan pada *turbocharger* untuk menjaga suplai udara yang masuk ke ruang bakar. Selain kurangnya udara yang masuk ke dalam ruang bakar, pembakaran tidak sempurna bisa juga terjadi karena tersumbatnya lubang *nozzle* injektor sehingga bahan bakar tidak mengkabut dengan sempurna. Hal ini menyebabkan bahan bakar tidak terbakar secara merata pada sudut ruang bakar. Maka untuk menjaga injektor bisa mengkabutkan bahan bakar dengan sempurna diperlukan perawatan, seperti pengetesan tekanan injektor dan pengecekan lubang *nozzle*.

3. Apakah perawatan yang tidak sesuai dengan *manual book* menyebabkan turunnya RPM *turbocharger* di MV. Teluk Berau?

Perawatan yang tidak sesuai *manual book* tentu sangat mempengaruhi terhadap performa permesinan di atas kapal. Semua permesinan di atas kapal perawatan dan perbaikannya mengacu pada *manual book*. Pada *turbocharger* perawatan dilakukan seperti mengganti saringan udara setiap sebulan sekali guna untuk menjaga kebersihan udara yang masuk ke *turbocharger*. Penggantian minyak pelumas setiap mencapai 500 jam kerja guna untuk menjaga kualitas minyak pelumas dan Melakukan *overhaul* setiap 1.000 jam kerja guna untuk menjaga performa *turbocharger* tetap baik.

B. Keterbatasan Masalah

Adapun keterbatasan pada penelitian yang dilakukan, diantaranya adalah :

1. Objek yang diteliti oleh penulis hanya membahas tentang faktor turunnya RPM *turbocharger* mesin induk, tidak membahas keseluruhan tentang *turbocharger*.
2. Pada waktu dilakukan pengumpulan data melalui wawancara dengan KKM dan masinis 1, tidak semua jawaban sama seperti sumber dari studi pustaka.
3. Pembahasan pada penelitian ini hanya membahas kerusakan pada *turbocharger*, dan cara alternatif untuk meningkatkan efisiensi kerja *turbocharger*.

C. Saran

Adapun saran yang diberikan penulis untuk menjaga performa *turbocharger* agar selalu dalam kondisi baik, yaitu :

1. Para masinis diharapkan untuk selalu memperhatikan perawatan pada *turbocharger*, sesuai dengan yang sudah tercantum di *manual book*.
2. *Crew* mesin diharapkan mengenali faktor penyebab turunnya RPM *turbocharger* mesin induk, sehingga ketika salah satu faktor penyebab turunnya RPM *turbocharger* terjadi bisa segera diatasi agar tidak mengganggu mesin induk ketika beroperasi.
3. Pihak perusahaan diharapkan untuk memperhatikan permintaan *spare part* yang diminta *crew* kapal dan tidak menunda-nunda dalam pengirimannya, guna untuk kelancaran perawatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto. (2019). *Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Handoyo, J. J. (2015). *Mesin Diesel Penggerak Utama*. Yogyakarta: Deepublish.
- Instruction Manual Book Guangzhou Diesel Engine Model 8320 Marine Engine*.
(n.d.).
- Moleong, L.(2016). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Priambodo, B. (2015). *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Disel*. Jakarta: Erlangga
- Statistikian.com. 2012, Oktober. *Metode Penelitian Kualitatif*. Diambil dari
<https://www.statistikian.com/2012/10/penelitian-kualitatif.html?amp> (15
Oktober 2022)
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung:
Alfabeta.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung:
- Sukoco dan Arifin Zaenal. (2013). *Teknologi Motor Diesel*. Bandung: Alfabeta
- Suparwo. (2016). *Tanya Jawab Pengetahuan Dasar Permesinan Kapal*. Jakarta:
Balai Pustaka.
- Teknik-otomotif.com. 2018, Februari. *Pemeriksaan Injektor Nosel (Nozzle) Pada
Motor Diesel*. Diambil dari <https://www.teknik-otomotif.com/2018/04/pemeriksaan-injektor-nosel-nozzle-pada.html?m=1>
(26 Oktober 2022)
- Zheng, X., Sun, Z., Kawakubo, T., & Tamaki, H. (2017, April). Experimental
investigation of surge and stall in a turbocharger centrifugal compressor
with a vaned diffuser. *Experimental Thermal and Fluid Science, Volume*
82, 493-506. <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2016.11.036>. (03
Maret 2023)

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

WAWANCARA

Cadet :”Selamat siang bas, mohon ijin bertanya mengenai turbocharger di kapal ini, menurut bas apa pengaruhnya terhadap mesin induk jika turbocharger mengalami kerusakan.?”

Masinis 1 :”Menurut pengalaman yang pernah saya temui di kapal ini dan di kapal-kapal lain jika performa turbocharger menurun, yang terjadi mesin induk akan mengalami penurunan performa salah satunya RPM tidak mau naik”

Cadet :”Biasanya faktor apa saja bas yang menyebabkan penurunan RPM pada turbocharger?”

Masinis 1 :”Sebenarnya banyak det faktor yang menyebabkan penurunan RPM turbocharger mesin induk, tapi yang lebih sering terjadi itu rusaknya ball bearing, pembakaran yang tidak sempurna pada mesin induk, dan perawatan yang tidak sesuai manual book. Itu yang sering menyebabkan turunnya RPM turbocharger det”

Cadet :”Jika ball bearing mengalami kerusakan, gejala yang terdadi pada turbocharger apa bas?”

Masinis 1 :”Biasanya turbocharger akan timbul suara bising dan getaran yang cukup kuat det. Rusaknya ball bearing biasanya disebabkan karena perawatan yang tidak sesuai manual book. Kurangnya pelumasan menjadi faktor utama terjadinya keausan pada bearing”

Cadet :”hubungannya pembakaran tidak sempurna dengan turunnya RPM turbocharger apa bas? Bukannya turbocharger dengan mesin induk saling berkesinambungan?”

Masinis 1 :”Begini det, turbocharger dan mesin induk itu saling berhubungan. Jadi bisa saja pembakaran yang tidak sempurna menyebabkan performa turbocharger menurun dan sebaliknya performa turbocharger yang menurun bisa mempengaruhi pembakaran pada silinder”

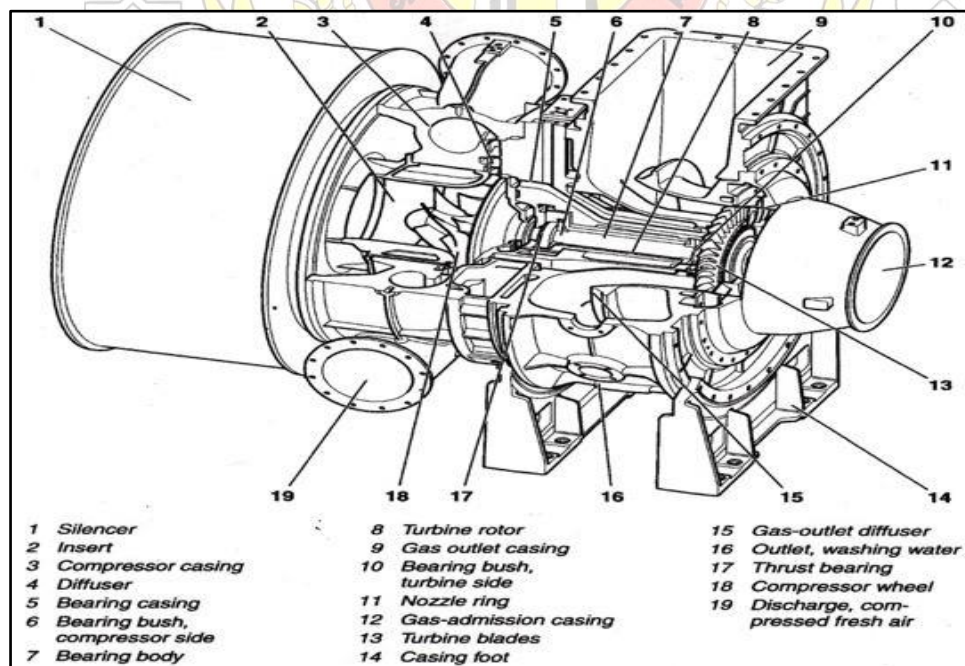
Cadet :”Begini ya bas, untuk perawatan turbocharger sendiri bagaimana bas untuk menghindari penurunan performanya?”

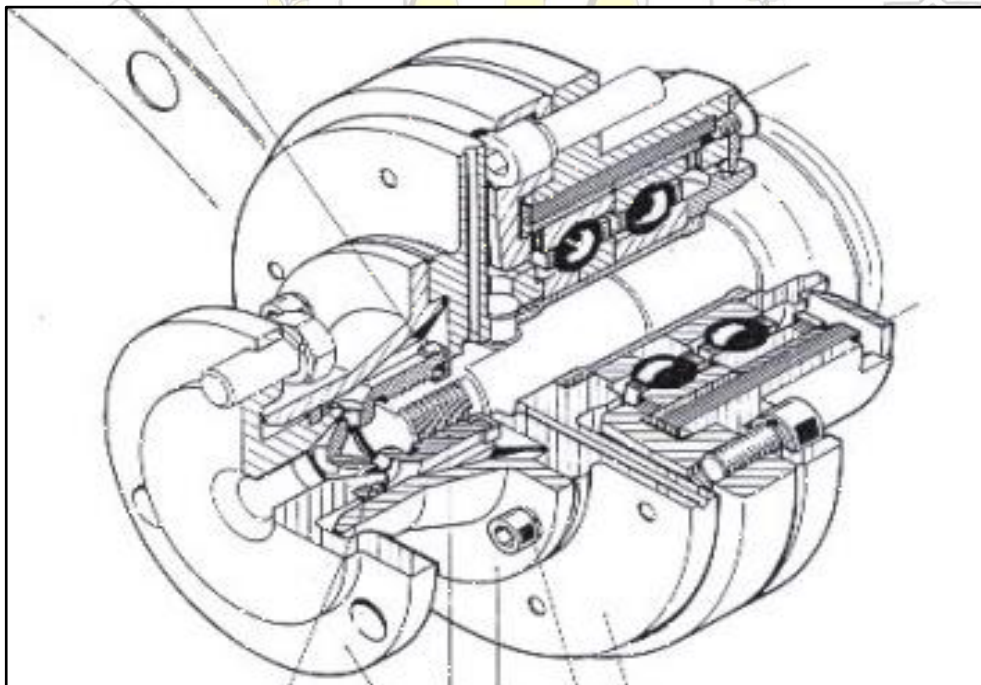
Masinis 1 :”Lakukan perawatan sesuai manual book det, seperti mengganti saringan udara jika sudah mulai kotor, pengecekan minyak pelumas sebelum mesin beroperasi, selalu memperhatikan tekanan udara ketika turbocharger beroperasi dan lakukan penggantian bearing tidak melebihi jam kerja?”

Cadet :”Jadi seperti itu ya bas, terimakasih bas untuk penjelasannya”

LAMPIRAN 2

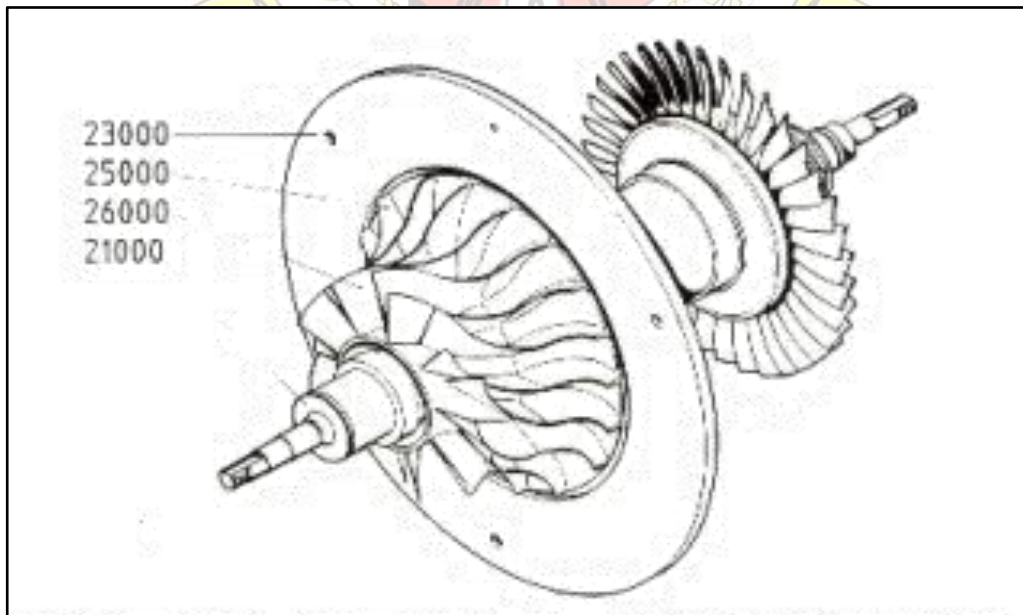
TURBOCHARGER VTR321-2P

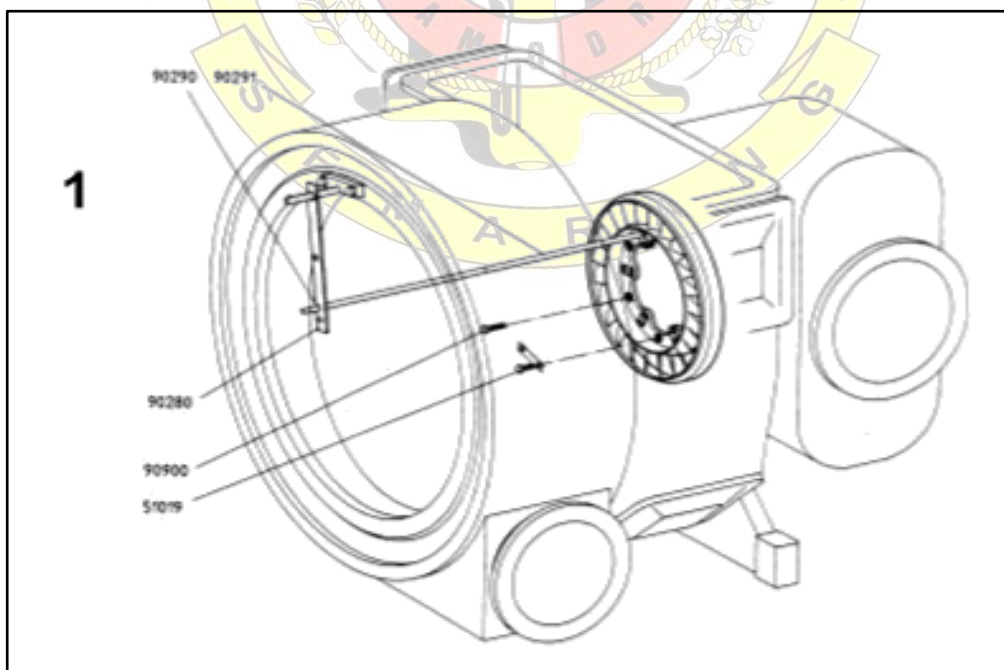


LAMPIRAN 3**BEARING VTR321-2P**

LAMPIRAN 4

ROTOR TURBOCHARGER



LAMPIRAN 5**NOZZLE RING**

LAMPIRAN 6**BOSCH PUMP ME**

LAMPIRAN 7

SPARE PART LIST TURBOCHARGER

155-0178		Spare Parts List		Wärtsilä 50			
Edition: A							
Page: 6(7)							
Updated: 11.10.2004							
Turbocharger							
Part No.	Description	Qty [Pcs]	Wt. [Kg]	Part No.	Description	Qty [Pcs]	Wt. [Kg]
155 832	Stud		-				
155 835	Air filter, compl.		-				
155 909	Washer		-				
155 911	Washer (2)	6	-				
155 919	Shim	1	-				
155 943	Nut (2)	6	-				
155 947	Screw (2)	1	-				
155 953	Screw (2)	8	-				
155 1332	Stud (2)	4	-				
155 1333	Packing ring		-				
155 1334	Speed sensor		-				
155 1335	O-ring (2)	1	-				
155 1336	Compressor insert		-				
155 1337	Pipe		-				
155 1338	Pipe coupling		-				
NOTE! (2) Spare part set 156 380 includes							

SPARE PART LIST TURBOCHARGER

Wärtsilä 50 Spare Parts List 155-0178

Edition: A
Page: 1(7)
Updated: 11.10.2004

Turbocharger

Part No.	Description	Qty [Pcs]	Wt. [Kg]	Part No.	Description	Qty [Pcs]
155 920	Foot	-	-			
155 936	Turbine outlet casing	-	-			
155 939	Washer (2)	6	-			
155 944	Nut (2)	2	-			
155 945	Stud (2)	2	-			
155 1330	Plug	-	-			

NOTE! (2) Spare part set 156 380 includes items marked (2).

NOTE! When ordering spare parts, turbocharger serial number and specification must be given.

SPARE PART LIST TURBOCHARGER

Wärtsilä 50		Spare Parts List		155-0178		
				Edition: A		
				Page: 7(7)		
				Updated: 11.10.2004		
Turbocharger						
Part No.	Description	Qty [Pcs]	Wt. [Kg]	Part No.	Description	Qty [Pcs]
155 845	Bearing sleeve	-	-			
155 847	Impeller	-	-			
155 854	Shaft and blades, compl.	-	-			
155 960	Diffuser	-	-			
155 1330	Plug	-	-			
155 1331	Compressor outlet casing	-	-			
NOTE!	When ordering spare parts, turbocharger serial number and specification must be given.					


LAMPIRAN 8

TROUBLE CAUSES

Trouble	Location	Cause	Remedy	see
Exhaust gas temperature too high, engine performance and speed unaltered	Engine	- faults in injection system	- repair or consult engine manufacturer	
	Turbo-charger	- lack of air, e.g. filter blocked by dirt	- clean	chap. 3
		- compressor / turbine contaminated	- clean	chap. 3
		- Exhaust gas back pressure too high	- clean or repair boiler	
Charge-air cooler		- turbine blade damaged or eroded	- replace the rotor	chap. 5
		- cover ring eroded	- replace	chap. 5
		- dirt in the cooler	- clean	
		- insufficient cooling water	- top up	
Charge air pressure too low, engine performance and speed unaltered; air intake normal	Engine	- cooling water inlet temperature too high	- check / clean cooling system	
		- insufficient ventilation	- improve ventilation	
	Turbo-charger	- leak in the air receiver	- repair	
		- leak in the gas duct between engine and turbine	- repair	
Charge air pressure too low, engine performance and speed unaltered; air intake normal	Turbo-charger	- injection incorrectly adjusted	- adjust correctly	
		- manometer indication defective	- replace manometer	
		- leaks in the line to the manometer	- repair leak	
		- dirt in the air filter causing excessive pressure loss	- clean	chap. 3
		- dirt in the compressor / turbine	- clean	chap. 3
		- labyrinth seal damaged	- consult service station for replacement	chap. 8
		- turbine / compressor blades damaged	- replace the rotor	chap. 5
		- nozzle ring damaged	- replace	chap. 5
		- cover ring eroded	- replace	chap. 5
		- exhaust gas back pressure too high	- clean boiler or exhaust gas silencer	

TROUBLE CAUSES

Trouble	Location	Cause	Remedy	see
Charge air pressure too high, engine performance and speed unaltered	Engine	- faults in the injection system - engine performance higher than assumed - injection system incorrectly adjusted	- adjust correctly - check engine performance - adjust correctly	
	Turbo-charger	- manometer indication incorrect - nozzle ring dirty or partly obstructed	- replace manometer - clean	chap. 3
Vibrations	Turbo-charger	- rotor unbalance due to heavy contamination of compressor / turbine	- remove and clean, call service station	chap. 5
		- turbine blades or damping wire damaged	- replace rotor	chap. 5
		- bearing defect	- replace bearing, seek possible cause	chap. 5
Noises on running down, time too short, reluctant starting	Turbo-charger	- bearing damaged	- replace bearing	chap. 5
		- rotor rubbing	- call service station	chap. 8
		- dirt in turbocharger	- clean	chap. 3
		- foreign bodies in the turbocharger	- call service station, replace damaged parts	chap. 8
Leaks in the casing	Turbo-charger	- cracks due to thermal tension	- replace casing	
		- insufficient ventilation	- provide better ventilation	
		- insufficient cooling water	- check and top up	
		- dirt in cooling water space	- clean	chap. 3
Less of lubrication oil	Turbo-charger	- sealing bushes (51014 / 76002) damaged	- replace sealing bushes	chap. 3
		- compensation ducts X and Z obstructed	- clean	chap. 3
		- gasket of bearing space cover leaking	- replace gasket	chap. 5
Constant surging of the turbocharger	Turbo-charger	- increased flow resistance due to: - dirt in the charge air cooler or silencer	- clean	chap. 3
		- heavy deposits of dirt in the compressor / turbine	- clean	chap. 3
	Engine	- defective check valves at two-stroke engines - exhaust gas pressure increased after the turbine, because the boiler or the exhaust gas silencer are dirty - grid dirty	- replace valves - clean - clean	

 Call the service station or representative if the cause of the surging cannot be detected.

LAMPIRAN 9
CREW LIST



NAMA KAPAL : KM. TELUK BERAU
TYPE KAPAL : CONTAINER
GT / HP : 4374 T
BENDERA : INDONESIA

PERUSAHAAN PELAYARAN NUSANTARA
PT. SALAM PACIFIC INDONESIA LINES
Jl. Kalibatak no.51F Surabaya

CREW LIST

PELABUHAN TOLAK : BATAM
TOL. BERANGKAT : JAKARTA
PEMILIK / AGEN : PT. SPIL

NO.	NAMA	JABATAN	SERTIFIKAT KEAHLIAN	LIJAZAH	NOMOR	BUKU PELAUT	EXPIRED	TGL SJUL ON	NO. PERJANTIAN KERJA LAUT
1	TORIKUR ROHMAN	NAKHODA	ANT II	6200029148N20315	F.0069300	21-03-2022	25. Feb. 2020	PK-308/1664/US/SYB. TPK/2020	
2	TENRI SANNA	MUALIM I	ANT III	6200084981M30116	F.2287860	13-03-2022	10. Mar. 2021	AL-524/467/03/SYB. TPK/21	
3	TOMMY ABBEY POHAN	MUALIM II	ANT II	6201308761N20219	F.0689092	15-01-2023	25. Sep. 2020	AL-524/1571/03/SYB. TPK/21	
4	DHIKA FERDIANSYAH	MUALIM III	ANT III	6211522802N30320	E.075993	17-10-2021	11. Mei. 2021	AL-524/254/5/SYB. TPK/21	
5	ANDI SAPUTRA	K.K.M	ANT II	620000476120517	E.055834	16-03-2023	12. Aug. 2019	6414/PKL. SBA/V/2019	
6	FREDY HARDIANTO S	MASINIS II	ANT III	6200510171S32417	F.344606	16-06-2023	19. Jun. 2020	1122/PKL. SBA/11/2019	
7	GARCIA INDIRA SAMUDRA	MASINIS III	ANT II	6202006810720320	F.328877	08-04-2023	16. Feb. 2021	416/PKL. SBA/V/2021	
8	SAFUL HIDAYAT	MASINIS IV	ANT III	6211705527130319	F.0286661	03-07-2022	30. Jan. 2021	600/PKL. SBA/V/2021	
9	HANNY BEBENDI	BOSUN	ABLE	6200129672340717	E.104950	08-08-2023	31. Jul. 2019	6416/PKL. SBA/V/2019	
10	SAFUL RIZAL	JURU MUDI	ABLE	6202199876340519	F.016252	05-06-2022	1. Sep. 2020	027/PKL. SBA/V/2020	
11	ABDUL MAJID	JURU MUDI	ANT IV	6211584683N42420	F.016604	18-04-2022	11. Mei. 2021	AL-524/250/5/SYB. TPK/21	
12	M.FIKRI HAYKAL TUANGKE	JURU MINYAK	ANT IV	6211729895T30120	F.155731	12-07-2023	30. Aug. 2021	AL-524/1682/6/SYB. TPK/21	
13	MUHAMMAD RIZWAN	JURU MINYAK	ANT III	621174873130620	F.168717	27-09-2023	16. Jan. 2021	311/PKL. SBA/V/2021	
14	AGUSTINUS BUMBUNGAN	JURU MINYAK	ANT III	621128985010320	F.120398	02-05-2023	12. Aug. 2021	PK-301/15/16/KSOP. BKL-21	
15	TEGAR TRU ADMOJO	JURU MASAK	ANT III	621128985010320	G.048311	30-12-2023	16. Jan. 2021	312/PKL. SBA/V/2021	
16	SUNARTO	JURU MASAK	BST	6211840381E.0820	F.191116	03-07-2022	11. Feb. 2021	302/PKL. SBA/V/2021	
17	DANIEL FEBRIAN PASENGA	ELECTRICIAN	ETO	6211939271010319	G.012339	09-07-2023	4. Sep. 2020		
18	AGUNG SETIYAWAN	CADET MESIN	BST						

Jumlah semua crew delapan belas (18) orang termasuk Nakhoda

JAKARTA, 07 SEPTEMBER 2021



REPRIKUR ROHMAN

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN 10

SHIP PARTICULAR


PT. SALAM PACIFIC INDONESIA LINES

Head Office :
Jln. Karet No. 104, Surabaya
Telp. : (031) 3533989 (Hunting)
Fax : (031) 3532793
E-mail : salamps@spil.co.id

Fleet Division :
Jln. Kalianak No. 51 F Surabaya
Telp. : (031) 7497035 (Hunting)
Fax : (031) 7497270
Email : technical_adm@spil.co.id

Commercial Division :
Jln. Perak Barat No. 9 Surabaya
Telp. : (031) 3557765 (Hunting)
Fax : (031) 3557017, 3577976
Email : market@spil.co.id



KM. TELUK BERAU
IMO : 9563976 / PMVR


SHIP'S PARTICULAR

Vessel Name	: KM. TELUK BERAU
Call Sign	: P M V R
Type	: Containers
Port Of Register	: Jakarta
IMO Number	: 9 5 6 3 9 7 6
Owners	: PT. SPIL
GRT	: 4374 Ton
NRT	: 2616 Ton
DWT	: 6800 Ton
LOA	: 114 , 30 Meter
LBP	: 107 , 60 Meter
Flag	: Indonesia
Breadth Moulded	: 16,00 Meter
Depth Moulded	: 7,80 Meter
Design Draft	: 6,10 Meter
Builder	: Junghai Shipyard Co Ltd China 2009
Main Engine	: Guang Zhou Diessel
Horse Power	: 2060 KW
Speed	: 11, 0 Knots
Containers	: - In hold = 174 Teus - On deck = 212 Teus - Total = 386 Teus
Light Ship	: 2100,5 T

KM. TELUK BERAU

TOPIKUR ROHMAN
NAKHODA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap	: Agung Setiawan	
Tempat, Tanggal lahir	: Pemalang, 31 Januari 1999	
NIT	: 551811226663 T	
Agama	: Islam	
Jenis kelamin	: Laki-laki	
Golongan darah	: -	
Alamat	: Ds. Kaliprau 004/004, Kec. Ulujami, Kab. Pemalang, Jawa Tengah, Indonesia.	
Nama Orangtua		
Ayah	: Tardjono	
Pekerjaan	: Petani	
Ibu	: Kasturah	
Pekerjaan	: Ibu rumah tangga	
Riwayat Pendidikan		
Tahun 2006-2011	: SD Negeri 03 Kaliprau	
Tahun 2011-2014	: SMP Negeri 1 Ulujami	
Tahun 2014-2017	: SMK Nusantara 1 Comal	
Tahun 2018-sekarang	: PIP Semarang	
Pengalaman praktek laut		
Perusahaan pelayaran	: PT.Salam Pacific Indonesia Lines	
Nama Kapal	: MV. Teluk Berau	