

TUGAS AKHIR

PENGARUH *SURGING TURBOCHARGER HOLSET HX 85* PADA PERFORMA *MAIN ENGINE CUMMINS KTTA 50* DITUGBOAT WARUNA MULIA

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

JAINAL ROSIDI
2107230151



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Penelitian Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Jainal Rosidi
Npm : 2107230151
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Surging *Turbochanger Holset Hx 85*
Pada Performa Main Engine Cummins K1ta 50
Bidang Ilmu : Konversi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 30 Agustus 2025

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Penguji I



Dr. Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T

Dosen Penguji II



Arya Rudy Nasution, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Chandra A Siregar, S.T., M.T

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Jinal Rosidi
Tempat/ Tanggal Lahir : Muara Mais, 28 Juni 2002
Npm : 2107230151
Bidang Keahlian : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“PENGARUH SURGING TURBOCHARGER HOLSET HX 85 PADA PERFORMA MAIN ENGINE CUMMINS KTTA 50 DITUGBOAT WARUNA MULIA”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 30 Agustus 2024
Saya yang menyatakan


JINAL ROSIDI
2107230151

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Penelitian Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Jainal Rosidi
Npm : 2107230151
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pengaruh *Surging Turbocharger Holset Hx 85*
Pada Performa *Main Engine Cummins Ktta 50*
Bidang Ilmu : Konversi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 30 Agustus 2025

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dr. Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T

Arya Rudy Nasution, S.T., M.T

Dosen Penguji III

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Chandra A Siregar, S.T., M.T

Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Jainal Rosidi
Tempat/ Tanggal Lahir : Muara Mais, 28 Juni 2002
Npm : 2107230151
Bidang Keahlian : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“PENGARUH *SURGING TURBOCHARGER HOLSET HX 85* PADA PERFORMA *MAIN ENGINE CUMMINS KTTA 50* DITUGBOAT WARUNA MULIA”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 30 Agustus 2024
Saya yang menyatakan

JAINAL ROSIDI
2107230151

ABSTRACT

Turbocharger atau turbo adalah *power* tambahan untuk mesin, dimana komponen tersebut komponen *vital* dan berfungsi sebagai *power* pendongkrak untuk *main engine* dan menghasilkan tenaga *mekanis* untuk diteruskan pada baling-baling *propeler* dimana menjadi tenaga utama pada sebuah kapal untuk beroperasi. PT. Waruna Shipyard Indonesia adalah perusahaan yang bergerak dibidang ship repair atau perbaikan pada kapal yang terletak di Jalan Bagan Deli Medan Belawan Sumatera Utara. Perbaikan pada turbocharger merupakan sebuah tujuan yang ingin dicapai untuk menunjang *performa* pada mesin, dimana apabila kapal mengalami kerusakan pada mesin dapat mengakibatkan kerugian akibat tertundanya operasi pada kapal. Terutama pada kerusakan pada komponen *turbocharger* pada *main engine* atau penggerak utama pada kapal. *Main engine kapal*, atau mesin utama kapal, adalah mesin penggerak utama yang menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kapal. Mesin ini bisa berupa mesin diesel atau mesin uap. *Main engine* berperan penting dalam menggerakkan kapal, terutama untuk membawa muatan dari satu pelabuhan ke pelabuhan lain. Tujuan dalam penelitian ini untuk menentukan akar penyebab dari kerusakan pada *turbocharger* yang mengalami perubahan bentuk dan warna pada blade dan kompresor. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini visual inspeksi dan melepas komponen *turbocharger*. Hasil dan pembahasan dari penelitian didapat perubahan bentuk dan warna pada *turbocharger*, berawal dari material turbin blade (berputar) *spalling*, sehingga tergerus dengan gas buang *main engine*. Putaran yang terus menerus yang terjadi mengakibatkan perubahan *clearance* pada turbin blade dan mengakibatkan blade berputar dan terjadi putaran yang tidak stabil. Setelah dilaksanakan *gap* dan pergantian *komponen* dalam pada *turbocharger* menunjukkan perubahan pada kondisi sebelum perbaikan. Berdasarkan analisis, penyebab dari penumpukan karbon pada bilah-bilah blade turbocharger adalah Kerusakan bilah, perawatan pada turbocharger.

Kata kunci: *Turbocharger*, Penumpukan Karbon, *Gap Turbin* dan *Kompresor*.

ABSTRACT

A turbocharger is an additional power source for an engine, a vital component that boosts the main engine and generates mechanical power to be transmitted to the propeller, which is the primary power source for a ship to operate. PT. Waruna Shipyard Indonesia is a ship repair company located on Jalan Bagan Deli, Medan, Belawan, North Sumatra. Turbocharger repair is a key objective to support engine performance. Engine damage can result in losses due to delayed operations, particularly in cases of damage to the turbocharger component of the main engine. A ship's main engine is the primary propulsion system that generates power to propel a ship. This engine can be a diesel engine or a steam engine. The main engine plays a crucial role in propelling a ship, particularly in transporting cargo from one port to another. The purpose of this study was to determine the root cause of damage to the turbocharger, which experienced changes in shape and color on the blades and compressor. The method used in this study was visual inspection and removal of turbocharger components. The results and discussion of the study obtained changes in shape and color on the turbocharger, starting from the spalling of the turbine blade material (rotating), so that it was eroded by the main engine exhaust gas. The continuous rotation that occurs causes changes in the clarity of the turbine blade and causes the blade to rotate and become unstable. After the gap and replacement of internal components on the turbocharger showed changes in the condition before the repair. Based on the analysis, the cause of carbon buildup on the turbocharger blades was blade damage, turbocharger maintenance.

Keywords: Turbocharger, Carbon Buildup, Turbine and Compressor Gap.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul “*Pengaruh Surging Turbocharger Holset Hx 85 Pada Performa Main Engine Cummins Ktta 50*”

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Chandra A Siregar, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra Amirsyah Siregar S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar S.T., M.T selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Ade Faisal, S.T, M.Sc., Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
8. Kedua orang tua tercinta penulis yaitu Ayahanda Siswadi dan Ibunda Nurhuda Lubis yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta senantiasa memberikan kasih sayang, do'a yang tulus, dan dukungan moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

10. Bapak Ari Arliyano Selaku Group Leader yang telah memberikan saran, bantuan dan dukungan kepada penulis.
11. Rekan-Rekan Senior Turbocharger, Randi Andara S.T, Radinal Khairi, Syahrul, Juana, Rocky Sugara, Mas duki, Bass Limbat.
12. Rekan-Rekan Senior Engine, Muhammad Fuazan, Eka Syahputra, Zainal, Awalluddin,
13. Rekan-Rekan seperjuangan, Liyum Dzira Damanik, Mhd Nur Saragih, M.Abdul Azis.
14. Kepada Kehidupan yang sangat pahit sedari kecil sampai sekarang sehingga penulis terdorong untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis dengan senang hati dan penuh lapang dada menerima kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 30 Agustus 2024

JAINAL ROSIDI
21072230151

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABTRAK	iii
ABSTRACK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAU PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Turbocharger	4
2.2 Prinsip Kerja Turbocharger	5
2.3 Komponen Utama Turbocharger	6
2.4 Hubungan Turbocharger Dengan Gas Buang	9
2.5 Hubungan Turbocharger Dengan Intercooler	10
2.6 System Turbocharger	10
2.7 Pelumasan Turbocharger	10
2.8 Pembangkitan Gas Buang “Panas”	11
2.9 Konstruksi Turbocharger	12
2.10 Keuntungan Dari Turbocharger	13
2.11 Kerusakan Yang Sering Terjadi Pada Turbocharger	14
2.12 Memelihara Turbocharger Mesin Diesel	14
2.13 Tujuan dilakukan perawatan	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.1.1 Tempat Penelitian	18
3.1.2 Waktu Penelitian	18
3.2 Bahan dan Alat	18
3.2.1 Bahan Penelitian	19
3.2.2 Alat Penelitian	19
3.3 Bagan Alir Penelitian	30
3.4 Rancangan Alat Penelitian	31
3.5 Prosedur Penelitian	32
3.6 Langkah-Langkah Proses Pembongkaran Turbocharger	33
3.7 Langkah-Langkah Proses Pembongkaran Komponen Turbocharger	34

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil Penelitian	36
4.1.1 Melakukan Pengukuran <i>Gab Turbin</i>	36
4.2 Langkah-Langkah Pembongkaran pada Komponen Turbocharger	38
4.3 Hasil analisa visual blower dan turbin turbocharger	44
4.3.1 Surging pada turbocharger	46
4.4 Proses Balancing Sesuai SOP	51
4.5 Melakukan Pengesetan Ulang/Pemasangan Kembali	54
4.6 Analisis Penyebab Keausan Turbin	55
4.6.1 Analisis Bahan Bakar main Engine Cummins Ktta 50 dan Dampak yang Terjadi	56
4.6.2 Penanganan permasalahan keausan turbin blade	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
Lampiran 1. SK Pembimbing	
Lampiran 2. Lembar Asistensi	
Lampiran 3. Berita Acara Seminar Tugas Akhir	
Lampiran 4. Daftar Riwayat Hidup	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian	18
Tabel 4.1 Hasil <i>Gab Turbin Kompresor</i>	37
Tabel 4.2 Range RPM <i>Main Engine</i> dan Range RPM <i>Turbocharger</i>	51
Tabel 4.3 Hasil <i>Gab Turbin</i> dan <i>Gab Kompresor</i> Setelah <i>Rekontruksi</i>	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Turbocharger pada main engine National Aeronautics And Space Administration</i>	4
Gambar 2.2 Prinsip kerja <i>Turbocharger</i>	6
Gambar 2.3 Turbin <i>Blade</i> (PT WSI 2024)	6
Gambar 2.4 <i>Blower/Kompresor</i> (PT WSI 2024)	7
Gambar 2.5 <i>Catritge</i> (PT WSI 2024)	7
Gambar 2.6 <i>Casing</i> Turbin (PT WSI 2024)	8
Gambar 2.7 <i>Casing</i> Blower (PT WSI 2024)	8
Gambar 2.8 Hubungan turbo dengan gas buang (Yeremias M.Pell)	9
Gambar 2.9 <i>Intercooler</i> (PT.WSI)	10
Gambar 2.10 Kontruksi <i>Turbocharger</i> (Kühnle, Kopp & Kausch)	12
Gambar 2.11 Blasting (PT.WSI)	14
Gambar 2.12 Bantalan/ <i>bearing Turbocharger</i> (PT.WSI)	15
Gambar 2.13 filter udara (PT WSI 2024)	16
Gambar 3.1 <i>Marker/spidol</i> (PT.Waruna Shipyard Indonesia)	19
Gambar 3.2 Kain Majun (PT.Waruna Shipyard Indonesia)	20
Gambar 3.3 <i>wrapping</i> (PT.Waruna Shipyard Indonesia)	20
Gambar 3.4 Sarung tangan (PT.Waruna Shipyard Indonesia)	21
Gambar 3.5 Rexco (PT.Waruna Shipyard Indonesia)	21
Gambar 3.6 Mesin <i>Balancing</i> (PT.Waruna Shipyard Indonesia)	22
Gambar 3.7 <i>Fuller Gauge</i> (PT.Waruna Shipyard Indonesia)	22
Gambar 3.8 Jangka Sorong (PT.Waruna Shipyard Indonesia)	23
Gambar 3.9 Timbangan Digital (PT.Waruna Shipyard Indonesia)	23
Gambar 3.10 <i>Dial Axial/Radial</i> (PT.Waruna Shipyard Indonesia)	24
Gambar 3.11 Sikat Kuningan (PT WSI)	24
Gambar 3.12 sabun deterjen (PT. WSI)	25
Gambar 3.13 Kunci <i>sock</i> (PT. WSI)	25
Gambar 3.14 Kuas <i>cat</i> (PT. WSI)	26
Gambar 3.15 Oil <i>Can</i> (PT.WSI)	26
Gambar 3.16 Kunci Ring Pass (PT. WSI)	27
Gambar 3.17 Gunting (PT.WSI)	27
Gambar 3.18 Tang snap ring (PT.WSI)	28
Gambar 3.19 Tang snap ring dalam (PT. WSI)	28
Gambar 3.20 Tang bais (PT. WSI)	29
Gambar 3.21 palu (PT. WSI)	29
Gambar 3.22 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 3.23 Rancangan <i>Turbocharger</i> dan Pengukuran <i>fuller</i>	31
Gambar 3.24 Pengujian <i>Balancing</i>	31
Gambar 3.25 Data Ukur <i>Turbocharger Gap Kompresor/Turbin</i> (PT. WSI)	32
Gambar 3.26 APD (PT.WSI)	33
Gambar 3.27 Katroll posisi aman (PT.WSI)	34
Gambar 4.1 Pengukuran Gab Turbin	35
Gambar 4.2 Pengukuran Gab Kompresor	35
Gambar 4.3 Clem dan Casing Kompresor	38
Gambar 4.4 <i>Casing</i> Turbin (PT. WSI)	38

Gambar 4.5 Pengukuran <i>Axial</i> (PT. WSI)	39
Gambar 4.6 Pengukuran Radial (PT. WSI)	39
Gambar 4.7 <i>Turbin Blade</i> setelah di Keluarkan	40
Gambar 4.8 Kompresor Setelah di Bongkar	40
Gambar 4.9 <i>Thrust Bearing</i> (PT. WSI)	41
Gambar 4.10 Jurnal Bearing (PT. WSI)	41
Gambar 4.11 <i>Thrust collar</i> (PT. WSI)	42
Gambar 4.12 <i>Oil Seal</i> (PT. WSI)	42
Gambar 4.13 <i>Thrust Flinger</i> (PT. WSI)	43
Gambar 4.14 <i>Thrust Washer</i> (PT. WSI)	43
Gambar 4.15 Tumpukan kotoran dan <i>unbalance</i>	44
Gambar 4.16 <i>Fouling</i>	44
Gambar 4.17 Deposito karbon	45
Gambar 4.18 Deposito karbon	45
Gambar 4.19 Kompresor (PT. WSI)	47
Gambar 4.20 <i>Casing Turbin</i> (PT. WSI)	47
Gambar 4.21 <i>Turbine</i> (PT. WSI)	48
Gambar 4.22 <i>catrige</i> (PT. WSI)	48
Gambar 4.23 Kompresor (PT. WSI)	48
Gambar 4.24 <i>Thrust Bearing</i> (PT. WSI)	49
Gambar 4.25 <i>Jurnal Bearing</i> (PT. WSI)	49
Gambar 4.26 <i>Thrust Collar</i> (PT. WSI)	49
Gambar 4.27 <i>oil seal</i> (PT. WSI)	50
Gambar 4.28 <i>Thrust Flinger</i> (PT. WSI)	50
Gambar 4.29 <i>Thrust Washer</i> (PT. WSI)	50
Gambar 4.30 Diameten <i>Rotor</i> (PT. WSI)	52
Gambar 4.31 <i>Turbocharger Naik Balancing</i> (PT. WSI)	52
Gambar 4.32 Data pada Mesin <i>Balancing</i> (PT. WSI)	53
Gambar 4.33 Data <i>balancing</i> sudah seimbang	53
Gambar 4.34 Pengukuran <i>Axial</i>	54
Gambar 4.35 pengukuran <i>radial</i> (PT.WSI)	54

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Waruna Shipyard Indonesia adalah Perusahaan yang bergerak pada bisnis galangan kapal (*Building dan Repair*) yang terletak di Kelurahan Bagan Deli, Medan Belawan Sumatera Utara. PT. Waruna Shipyard Indonesia melakukan pembangunan dan perbaikan semua tipe Kapal mulai dari Kapal penumpang, Kapal pengangkut Container, Kapal pengangkut kendaraan hingga Kapal *Tanker* untuk *Crude Oil*, Kapal pengangkut semen dan tipe lainnya. Dalam hal ini perbaikan juga meliputi perbaikan pada permesinan kapal, terutama pada perbaikan mesin induk yang merupakan komponen yang paling utama pada sebuah kapal.

Kapal adalah sarana transportasi laut yang memiliki manfaat sebagai pengangkut barang ataupun orang dari satu tempat di tempat lain. Perlu kita ketahui bahwa suatu kapal dalam pengoperasiannya digerakkan dengan mesin induk dan kinerja dari mesin tersebut harus dijaga supaya tetap dalam kondisi siap untuk berlayar. Dalam mengoperasikan kapal tentunya terdapat berbagai permasalahan yang timbul. Mesin yang digunakan dalam menggerakkan kapal atau yang bisa disebut mesin induk yaitu mesin yang memerlukan sistem pembakaran sebagai sumber tenaga. Tenaga ini asalnya dari campuran bahan bakar dan udara yang ada di dalam ruang bakar. Guna menciptakan pembakaran agar maksimal dan sempurna. Muhammad Nurizqy Maulana(2024)

Turbocharger yang dipasang pada mesin diesel generator mempunyai tujuan untuk memasukan udara dari luar sebanyak-banyaknya kedalam 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 udara sehingga akan terjadi pembakaran yang sempurna dan menghasilkan daya yang lebih besar dibanding tanpa menggunakan *turbocharger*. Arvianto Nova Nugraha(2019).

Tuntutan program dan permintaan konsumen yang menuntut agar teknologi haruslah akrab dengan lingkungan, dan pemakaian atau konsumsi bahan bakar yang sehemat mungkin. Hal ini merupakan tantangan tersendiri untuk para perancang otomotif atau para insinyur untuk terus berupaya dan berinovasi menciptakan

kendaraan dengan tingkat polusi yang serendah-rendahnya, hemat bahan bakar serta mempunyai performa yang tinggi (Arismunandar,1988).

Untuk memperoleh hal tersebut diatas sudah tentu diperlukan suatu perangkat tambahan salah satu diantaranya dengan memakai turbocharger, turbocharger merupakan mekanisme untuk menyuplai udara dengan kepadatan yang melebihi kepadatan udara atmosfer kedalam silinder untuk ditekan pada langkah kompresi, dengan memanfaatkan gas buang untuk menggerakkan turbin, bersamaan dengan berputarnya turbin maka kompresor juga ikut berputar. Kristo Manalu (2018).

Adanya *turbocharger* tentunya laju performa kapal semakin bertambah dikarenakan pengompresan semakin padat dan tentunya suhu main engine stabil dan tidak over head, yang mungkin sebuah kapal dapat bergerak secara leluasa tanpa memikirkan adanya gangguan over head pada main engine. Karna pada dasarnya kendaraan sebesar kapal tentunya harus memiliki tenaga tambahan seperti halnya turbocharger, menurut bapak Herlian Junaidi "Jika kapal tidak menggunakan turbocharger jarak 10KM saja bisa ditempuh dengan waktu satu harian penuh mengingat bobot kapal yang sangat besar. Maka dari itu jika terjadi kerusakan pada turbocharger tentunya sangat membuat dampak besar terhadap kapal tersebut, yang Dimana proses belayar semakin lama dan logistic yang dibawa juga akan telat sampai tujuan. Maka dari itu juga tentunya perlu dilakukan rekondisi ulang sesuai dengan standart *manual book*".

Berdasarkan dengan latar belakang tersebut, peneliti terinspirasi untuk melaksanakan penelitian dengan mengangkat judul “ pengaruh *surging turbocharger holset hx 85* pada performa *main engine cummins kttta 50* di tugboat waruna mulia” .

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengetahui kerusakan pada *turbocharger* ?
2. Apa saja yang terjadi jika *turbocharger* mengalami kerusakan ?

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkupnya adalah

1. Pembahasan mengenai *surging turbocharger* pada *holset hx 85*
2. Data ukuran turbocharger holset hx 85

3. Metode yang digunakan berupa metode analisis.

1.4 Tujuan Penelitian

tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa *Unbalance turbocharger*

1. Untuk mengetahui penyebab kerusakan *turbocharger*

1.5 Manfaat Penelitian

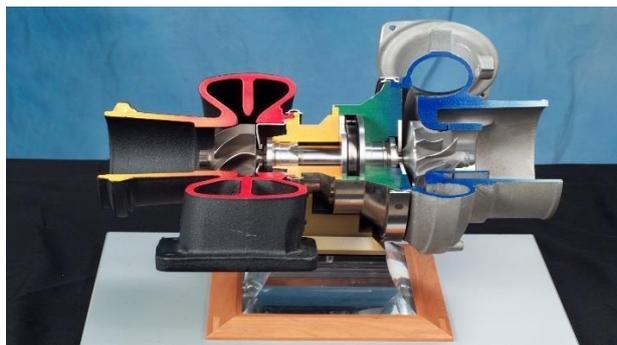
1. Untuk dapat mengetahui *surgings turbocharger* pada performa *main engine*
2. Untuk dapat mengetahui dampak yang terjadi pada *main engine*
3. Untuk dapat menjadi sumber referensi pembelajaran dibidang *turbocharger* kapal dalam menambah bahan ajar bagi pembaca
4. Dapat memberikan informasi bagi para peneliti untuk melaksanakan penelitian lanjutan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Turbocharger*

Turbocharger adalah sebuah kompresor *sentrifugal* yang mendapat daya dari turbin yang sumber tenaganya berasal dari asap gas buang kendaraan. Biasanya digunakan di mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga dan efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin. Kunci keuntungan dari turbocharger adalah mereka menawarkan sebuah peningkatan yang lumayan banyak dalam tenaga mesin hanya dengan sedikit menambah berat. Turbocharger ditemukan oleh seorang insinyur Swiss Alfred Büchi. Patennya untuk turbocharger diaplikasikan untuk dipakai tahun 1905. Lokomotif dan kapal bermesin diesel dengan turbocharger mulai terlihat tahun 1920an.

Komponen mesin ini memiliki tiga bagian penting: roda turbin, roda kompresor dan rumah as. Roda turbin yang bersudu-sudu ini berputar memanfaatkan tekanan gas buang keluar, kemudian melalui as terputarnya roda turbin ini berputar pula roda kompresor dengan sudu-sudunya sehingga memompa udara masuk dalam massa yang padat. Mengingat komponen ini sering berputar melebihi 80,000 putaran per menit maka pelumasan yang baik sangat diperlukan
National Aeronautics And Space Administration February 2015



Gambar 2.1 *Turbocharger* pada main engine *National Aeronautics And Space Administration* February 2015.

2.2 Prinsip kerja turbocharger

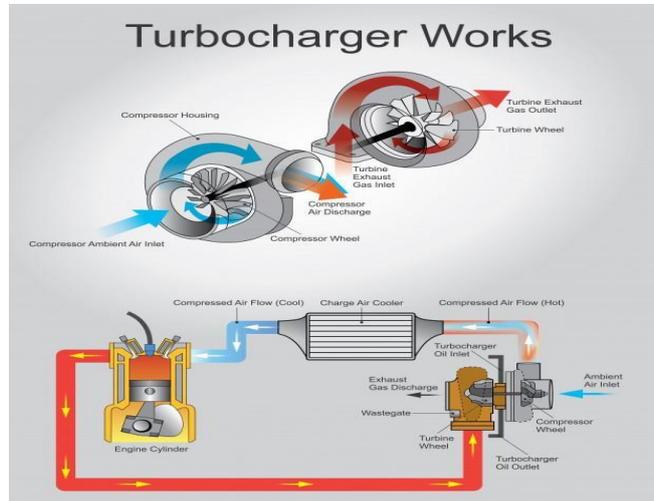
Menurut Kristanto, P.& Hartadi, R. (2001) Prinsip kerja *turbocharger* pada *main engine*, yaitu dengan mengubah tekanan gas buang sisa proses pembakaran menjadi energi mekanik guna meningkatkan tekanan udara yang masuk ke *intake manifold* (air inlet). Untuk meningkatkan tekanan dan kecepatan udara yang masuk ke ruang bakar serta jumlah udara yang dapat ditampung di dalam *silinder*, *turbocharger* menggunakan tekanan gas buang untuk menggerakkan turbin dan kompresor. Kita dapat menambahkan lebih banyak bahan bakar ke dalam *silinder* dengan menambah jumlah udara di sana yang juga meningkatkan tenaga yang dihasilkannya. *Turbocharger* dapat meningkatkan tenaga dan tenaga motor diesel sebesar 30% - 40% dari bentuk biasa. Menggunakan turbocharger, mesin menghasilkan peningkatan tenaga sebesar 34,97 persen, yang diikuti dengan peningkatan Sfc 11,8. Oleh karena itu, secara teori turbocharger akan meningkatkan tenaga dan efisiensi motor.

Mesin empat tak mempunyai *turbocharge* yang menghisap sendiri udara dari luar. Turbocharger memiliki tenaga yang bersumber dari gas buang ME. Hal ini terjadi dengan memanfaatkan tekanan gas buang yang akan memutar sisi turbin yang akan menghisap udara dari luar dan mensuplai ke dalam mesin melalui *intercooler*, sehingga mesin empat tak akan berjalan dengan tekanan yang tinggi. Namun, situasi yang tidak diinginkan akan terjadi karena tiga alasan.

1. Pertama, gerakan yang dilakukan oleh piston dalam mengeluarkan gas buang kurang maksimal, sehingga output tenaga mesin kurang besar dan efisiensi yang lebih rendah.
2. Kedua, jika tekanan buang melebihi tekanan saluran masuk, sejumlah besar gas sisa akan tertinggal di dalam *silinder*, mengurangi volume dan akan mengurangi kemurnian udara segar yang ditarik selama langkah *intake* berikutnya.
3. Ketiga, beberapa *blow-back* produk pembakaran (sisa gas buang) ke *intake manifold* dapat terjadi selama menekan katup, menghasilkan penumpukan partikel karbon yang tidak diinginkan.

Mesin yang mengisap secara alami berjalan dengan tekanan masuk dan buang yang hampir sama, tidak ada gas sisa kembali yang signifikan yang membutuhkan

tempat. Saat pengisian turbo, keuntungan dapat diambil dari perbedaan potensial dalam tekanan manifold untuk menghasilkan udara bervolume untuk membersihkan *silinder* dari sisa produk pembakaran.



Gambar 2.2 Prinsip kerja *Turbocharger*

Pada dasarnya Prinsip Kerja *Turbocharger* sama saja di beberapa konfigurasi *Engine* seperti konfigurasi *Inline* (4 Silinder, 6 Silinder, 8 Silinder atau bahkan 12 Silinder) dan *V* (*V* 6 Silinder, *V* 8 Silinder, atau bahkan *V* 16 *Silinder*). karna pada dasarnya semakin banyak silinder yang dipikul sebuah engine maka semakin besar juga tenaga yang dihasilkan.

2.3 Komponen utama Turbocharger

1. *Turbin Blade*



Gambar 2.3 *Turbin Blade* (PT WSI 2024)

Turbin adalah sebuah komponen mekanik yang berfungsi untuk mengkonversikan energi panas *fluida* yang melewatinya menjadi energi mekanis

putaran poros turbin. Setiap turbin selalu melibatkan *fluida* yang mengandung energi panas yang mengalir melewati sudu-sudu turbin. Setiap sudu turbin berdesain membentuk *nozzle-nozzle* sehingga disaat fluida melewatinya, *fluida* akan terekspansi diikuti, Bapak Herlian Junaidi 2024. dengan perubahan energi panas menjadi mekanis, turbin dapat dilihat pada gambar 2.3

2. Blower/Kompresor



Gambar 2.4 *Blower/Kompresor* (PT WSI 2024)

Blower pada *turbocharger*, berfungsi untuk mengubah energi mekanis putaran poros *turbocharger* menjadi energi kinetik aliran udara. Kompresor berada pada satu poros dengan turbin, sehingga pada saat gas buang mesin mulai memutar turbin, kompresor juga akan ikut berputar dengan kecepatan putaran yang sama. Energi mekanis yang dihasilkan turbin akan langsung digunakan sebagai tenaga penggerak kompresor, dan dapat dilihat pada gambar 2.4. Herlian Junaidi(2024)

3. Catritge



Gambar 2.5 *Catritge* (PT WSI 2024)

Catritge turbocharger adalah komponen yang menopang putaran *Rotor Bearing*, dan berbagai macam komponen lainnya. karna merupakan bagian Tengah dari sebuah Turbocharger sekaligus tempat oli sehingga *Rotor* pada *Turbocharger*

ter-lumasi dan tidak mudah mengalami keausan pada *Rotor* tersebut. Dan dapat dilihat pada Gambar 2.5, Bapak Herlian Junaidi 2024.

4. *Casing* Turbin



Gambar 2.6 *Casing* Turbin (PT WSI 2024)

Casing Turbin adalah rumah untuk Turbin bagian dari pada *Turbocharger* itu sendiri sekaligus tempat pertama kali gas buang masuk kebagian turbo. Nah disitulah Turbin berputar kemudian disusul oleh Blower. Suhu rata rata Di *Casing* Turbin bisa mencapai 400°C Dan dapat dilihat pada Gambar 2.6,Herlian Junaidi (2024).

5. *Casing* Blower



Gambar 2.7 *Casing* Blower (PT WSI 2024)

Casing Blower memainkan peran penting dalam kinerja keseluruhan sistem *turbocharger*. *Casing* ini tidak hanya berfungsi sebagai pelindung bagi komponen internal, tetapi juga berkontribusi pada efisiensi aliran udara yang masuk ke dalam

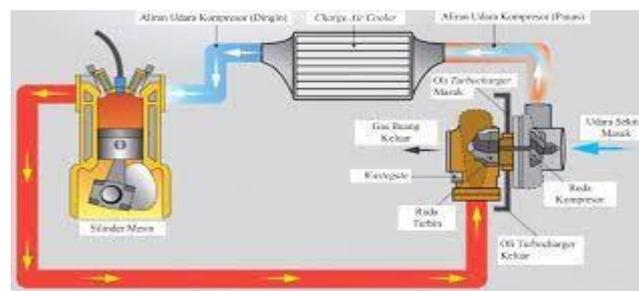
kompresor. Desain *casing* yang optimal dapat mengurangi kehilangan tekanan dan meningkatkan aliran udara, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi mesin. Dapat dilihat pada Gambar 2.7, Smith, J. (2022).

6. Rumah Bantalan / Rumah Tengah

Seiap turbin dan kompresor dalam *turbocharger* terdiri dari *housing* dan *rotor*. Keduanya digerakkan oleh poros yang menghubungkan kompresor dan turbin dan didukung oleh satu set bantalan. Sistem perakitan yang dikenal sebagai *Center Housing & Rotating Assembly (CHRA)* menggabungkan *casing* turbin dan kompresor. Sistem pelumasan turbocharger juga berpusat pada *CHRA* karena sistem bantalan juga terletak di sana (Hendrawan, 2020; Hendrawan et al., 2022). Bantalan dorong *turbocharger* tradisional sering kali terbuat dari perunggu. Perbaikan lebih lanjut telah menghasilkan bantalan bola keramik yang digunakan sebagai bantalan *turbocharger* saat ini. Penggunaan bantalan bola direkomendasikan karena dapat meningkatkan masa pakai turbocharger. Andi Hendrawan, Lusiani, Aji Kusumastuti Hendrawan, Sri Pramono (1 Mei 2023)

2.4 Hubungan *Turbocharger* dengan Gas Buang

Sesuai dengan prinsip kerja *Turbocharger*, dimana *Turbocharger* digerakkan oleh adanya tekanan gas buang, menggerakkan sudu-sudu turbin sehingga kompresor berputar ada shaf yang sama dengan turbin. sehingga naik turunnya putaran *Turbocharger* dipengaruhi oleh tekanan gas buang. *Turbocharger* memanfaatkan energi yang tersimpan dalam gas buang untuk meningkatkan tenaga mesin. Muhammad Fadel Mansyur 2023.



Gambar 2.8 hubungan turbocharger dengan gas buang (Yeremias M. Pell)

2.5 Hubungan *Turbocharger* dengan *Intercooler*

Menurut Hajito(2023), *intercooler* merupakan perangkat terpisah dari *turbocharger*. Fungsinya guna mendinginkan udara tekan yang diciptakan oleh turbin, sebab udara tekan pasti akan memanas. Semakin tinggi suhu udara, semakin gelap warna molekul oksigen, yang terkait dengan efisiensi pembakaran. Maka dari itu, diperlukan pendinginan udara sebab udara harus dingin guna mendekatkan molekul oksigen.



Gambar 2.9 Intercooler (PT.WSI 2024)

Intercooler umumnya terdiri dari serangkaian *plate* yang terbuat dari campuran aluminium dan kuningan, tembaga-nikel, dan titanium. Ada beberapa tindakan pencegahan guna keselamatan yang perlu dipertimbangkan saat mengoperasikan pendingin udara muatan yaitu:

1. Katub cerat Katub cerat air ialah perangkat yang dimanfaatkan guna mengalirkan air di *intercooler*.
2. Kran *inlet* dan kran *outlet*. Kran *inlet* ialah kran yang digunakan menjadi saluran masuk udara ke *intercooler*, dan udara yang masuk akan dibuang melalui *turbocharger*. Keran saluran keluar udara adalah keran yang digunakan sebagai saluran keluar udara dari *intercooler*.
3. Safety *valve* Safety *valve* adalah katup yang berguna menjadi katup pengaman

2.6 System *Turbocharger*

Sistem *turbocharger* bekerja dengan mengalirkan gas buang dari mesin ke turbin, yang kemudian memutar kompresor untuk menghisap lebih banyak udara

ke dalam mesin. Proses ini tidak hanya meningkatkan tenaga tetapi juga efisiensi bahan bakar. Williams, T. (2019).

2.7 Pelumasan *Turbocharger*

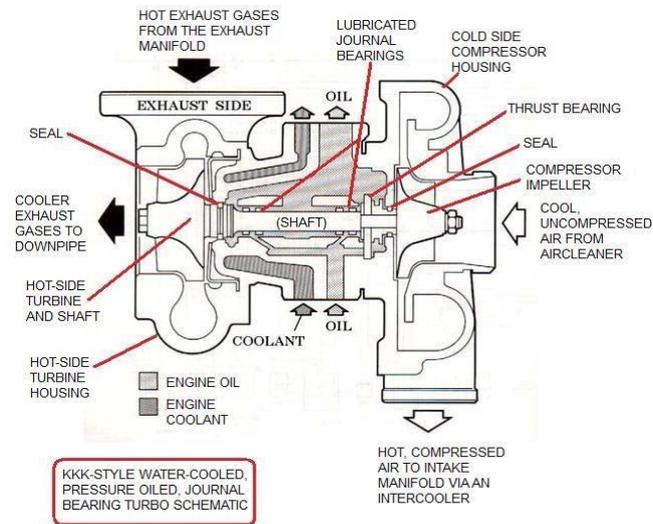
Sistem pelumasan *turbocharger* berasal dari sistem pelumasan mesin induk, dimana setelah melumasi mesin induk kemudian menuju ke *turbocharger*, kemudian kembali lagi ke *karter* dan minyak lumas yang digunakan harus sesuai. Ada dua metode pelumasan yang digunakan untuk melumasi *bearing* pada *turbocharger* yaitu :

1. Metode pertama memanfaatkan pelumasan pada sistem mesin induk. Minyak pelumas dimasukkan ke *bearing* yang kemudian mengalir kembali ke sistem mesin induk.
2. Metode kedua hanya digunakan khusus untuk pelumasan *bearing turbocharger* dimana sistem ini dilengkapi dengan pompa. Pompa menghisap minyak pelumas dari drain tank dan menekannya menuju oil cooler (pendingin minyak) kemudian berakhir di *gravity tank*. Dari *gravity tank*, minyak mengalir melewati saringan (*filter*) sebelum diteruskan ke *bearing* dan berakhir kembali di drain tank. Herdianang Widiatmoko (2017)

2.8 Pembangkitan Gas Buang “Panas”

Karena peningkatan tekanan akan mengakibatkan peningkatan suhu, hasil yang dibahas di atas akan berbeda dengan hasil yang diukur pada lingkungan suhu yang lebih tinggi. Untuk mempertimbangkan hal ini, Venson et al. [3] menggunakan alat uji *turbocharger* yang mereplikasi suhu gas buang yang dihasilkan dalam kondisi operasi mesin normal. Untuk mencapai hal ini, sebuah ruang bakar digunakan untuk menganalisis *turbocharger* terlepas dari mesin yang beroperasi. Satu pengamatan menarik adalah bahwa peralatan eksperimen tersebut mandiri. Ini berarti bahwa ruang pembakaran menyediakan turbin dengan gas panas yang dapat menggerakkan kompresor. tanpa sumber daya eksternal tambahan. Kompresor kemudian menyediakan ruang pembakaran dengan gas buang yang padat laju aliran massa yang dibutuhkan agar siklus tetap berjalan dengan lancar, menghilangkan kebutuhan akan pasokan udara eksternal. A. Kusztelan, YF Yao* DR. Marchant, Y. Wang (2011)

2.9 Kontruksi *Turbocharger*



Gambar 2.10 Kontruksi *Turbocharger* (Kühnle, Kopp & Kausch)

Konstruksi *Turbocharger* terdiri dari 3 bagian utama yaitu :

1. *Turbine casing*
2. *Gas outlet*, dan
3. *Blower casing*.

Pada bagian *turbine*, terpasang sudu-sudu sebuah poros yang disebut dengan rotor. 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. Agung Setiawan (2023)

2.10 Keuntungan dari *Turbocharger*

Berikut ini adalah beberapa keuntungan dari sistem pengisian udara bilas yang dilakukan oleh *turbocharger* menurut Agung Setiawan (2023) adalah sebagai berikut:

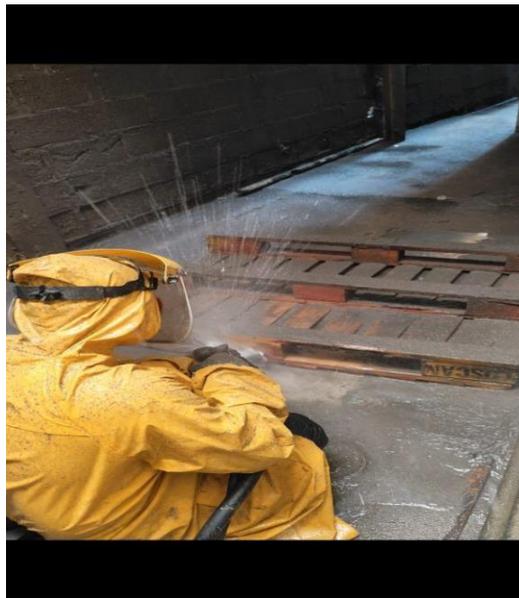
1. Tenaga mesin dapat ditingkatkan 15 – 40% Dengan adanya penambahan suplai udara ke ruang pembakaran maka tekanan rata-rata efektif udara bilas juga meningkat, dengan demikian daya efektif yang dihasilkan akan meningkat dan pembakaran juga akan meningkat, dengan kata lain tenaga mesin akan bertambah antara 15 – 40 %.
2. 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.
3. Perbandingan kompresi kecil Karena tekanan udara kompresi lebih besar, sementara tekanan akhir kompresi tetap (35-40 bar), sehingga udara dan bahan bakar sebelum kompresi lebih besar dibandingkan sesudah kompresi.
4. Jumlah udara yang masuk ke *silinder* lebih banyak Karena udara yang 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

2.11 Kerusakan yang Sering Terjadi Pada *Turbocharger*

Menurut Muh. Zulfahmi kerusakan yang sering terjadi pada *turbocharger* adalah sebagai berikut :

1. Terjadinya gesekan antara sudu-sudu turbin ataupun antara compressor dan rumahnya karena ausnya bantalan atau *poros* turbin yang perbaikannya dilakukan dengan mengganti *poros* dan bantalannya, atau karena ausnya sudu pada bagian diameter luar sehingga sudu harus diganti.
2. Bocornya pelumas, perbaikannya dilakukan dengan mengganti segel yang ada atau mengencangkan bagian-bagian yang bocor.

3. Tersumbatnya *nozle* turbin, perbaikannya dilakukan dengan membersihkan atau menggantinya.
4. Kerusakan bantalan, perbaikannya dilakukan dengan menggantinya dengan yang baru.
5. Kotoran pada *sudu-sudu* turbin blade, perbaikannya dilakukan dengan memblasting *sudu sudu* tersebut sesuai standard yang berlaku.



Gambar 2.11 Blasting (PT.WSI 2024)

2.12 Memelihara *Turbocharger* Mesin Diesel

Menurut Agung Setiawan (2023) 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.



Gambar 2.12 Bantalan/bering Turbocharger (PT.WSI 2024)

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.

Perawatan *turbocharger* pada mesin diesel tidak hanya penting untuk kinerja, tetapi juga untuk keselamatan operasional. Langkah-langkah perawatan yang harus dilakukan termasuk pemeriksaan rutin pada sistem pelumasan, pembersihan filter udara, dan pengecekan kondisi fisik *turbocharger*. Selain itu, penting untuk memeriksa dan mengganti oli secara berkala, serta memastikan bahwa tidak ada kebocoran pada sistem pendingin. Dengan melakukan langkah-langkah ini, kita dapat mencegah kerusakan yang lebih serius dan memperpanjang umur *turbocharger*." Martinez, L.(2022).

Langkah-langkah perawatan *turbocharger* mesin diesel:

1. Pemeriksaan sistem pelumasan secara berkala: Pastikan bahwa sistem pelumasan berfungsi dengan baik dan oli yang digunakan sesuai dengan spesifikasi pabrikan. Tekanan oli harus diperiksa untuk memastikan bahwa *turbocharger* mendapatkan pelumasan yang cukup.
2. Pembersihan dan penggantian filter udara: Filter udara harus dibersihkan atau diganti secara berkala untuk memastikan aliran udara yang optimal ke dalam *turbocharger*. Filter yang kotor dapat menghambat aliran udara dan mengurangi efisiensi *turbocharger*.



Gambar 2.13 filter udara (PT WSI 2024)

3. Pengecekan kondisi fisik *turbocharger*: Lakukan pemeriksaan *visual* pada *turbocharger* untuk mendeteksi adanya kerusakan fisik, seperti retakan atau kebocoran. Pastikan bahwa semua komponen terpasang dengan baik dan tidak ada bagian yang aus.
4. Penggantian oli sesuai dengan rekomendasi pabrikan: Oli harus diganti sesuai dengan interval yang direkomendasikan oleh pabrikan untuk menjaga kinerja *turbocharger*. Penggunaan oli yang tepat juga penting untuk mencegah kerusakan akibat *overheating* atau pelumasan yang tidak memadai.
5. Pemeriksaan sistem pendingin: Pastikan bahwa sistem pendingin berfungsi dengan baik dan tidak ada kebocoran. Suhu yang terlalu tinggi dapat merusak *turbocharger*, sehingga penting untuk memantau suhu operasionalnya.
6. Pemeriksaan saluran masuk dan keluar: Pastikan bahwa saluran masuk dan keluar *turbocharger* tidak tersumbat dan aliran udara berjalan lancar. Hal ini penting untuk menjaga efisiensi dan kinerja *turbocharger*.

2.13 Tujuan dilakukan perawatan

Menurut Muhammad Irvan (2024) Perawatan merupakan suatu kombinasi dari tindakan yang dilakukan dengan tujuan untuk menjaga suatu barang atau untuk memperbaikinya. Tujuan dilakukannya perawatan antara lain, sebagai:

1. Memperpanjang umur aset.
2. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa untuk mendapatkan laba investasi semaksimal mungkin.
3. Menjamin kesiapan operasional dari peralatan yang diperlukan.
4. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan peralatan tersebut.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. Waruna Shipyard Indonesia tepatnya di *Workshop Engine* dan Kapal TB. Waruna mulia

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dimulai dari disetujuinya penulisan proposal tugas akhir, seminar proposal tugas akhir, pengambilan data, pengolahan data, seminar data, seminar hasil sampai sidang akhir yang menghabiskan waktu kurang lebih 6 bulan.

3.1 Tabel rencana jadwal penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1.	Pengajuan Judul	■					
2.	Studi Literatur	■	■				
3.	Penulisan Laporan		■	■	■		
4.	Seminar Proposal			■	■	■	
5.	Pengambilan & Analisa Data					■	
6.	Penulisan Laporan Akhir					■	■
7.	Sidang sarjana						■

3.2 Bahan dan Alat

Berikut merupakan bahan dan alat yang digunakan pada penelitian analisa penyebab terjadinya Pengaruh *surging Turbocharger Holset Hx 85* Pada Performa *Main Engine Ktta Cummins 50* Ditugboat Waruna Mulia

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah :

1. Data Primer yang digunakan adalah mencatat keterangan secara langsung dari mekanik dan kru kapal tentang objek yang diteliti, yaitu terhadap permasalahan yang terjadi pada Turbocharger di kapal TB. Waruna Mulia.
2. Data sekunder yang digunakan adalah data yang didapatkan secara tidak langsung, yaitu melalui buku-buku manual book yang membahas tentang *turbocharger* yang akan diteliti.

3.2.2 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah :

1. *Marker/Spidol*

Berfungsi sebagai alat penanda titik sebelum melakukan pembongkaran *Turbocharger*



Gambar 3.1 *Marker* (PT. Waruna Shipyard Indonesia)

2. *Kain Majun*

Berfungsi sebagai pembersih sisa sisa oli,gemuk,debu, minyak maupun kotoran lainnya



Gambar 3.2 *Kain Majun* (PT.Waruna Shipyard Indonesia)

3. *wrapping*

Berfungsi sebagai pelindung atau pembungkus *turbocharger* yang sudah *ready* naik *balancing*



Gambar 3.3 *wrapping* (PT.Waruna Shipyard Indonesia)

4. Sarung Tangan

Berfungsi sebagai pelindung tangan ketika melakukan pekerjaan pembongkaran atau pemasangan.



Gambar 3.4 Sarung Tangan (PT.Waruna Shipyard Indonesia)

5. Rexco Lubricant

Berfungsi sebagai cairan mempermudah pembongkaran turbocharger



Gambar 3.5 Rexco Lubricant (PT.Waruna Shipyard Indonesia)

6. *Mesin Balancing*

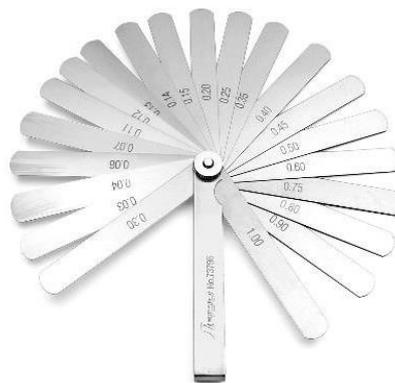
Mesin balancing berfungsi untuk mengukur dan memperbaiki ketidakseimbangan komponen yang berputar pada mesin.



Gambar 3.6 *Mesin Balancing* (PT.Waruna Shipyards Indonesia)

7. *Fuller Gauge*

Berfungsi sebagai alat ukur yang berfungsi untuk mengukur celah atau gap di antara dua komponen yang saling bersinggungan. Alat ini juga dikenal dengan nama feeler gauge.



Gambar 3.7 *Fuller Gauge* (PT.Waruna Shipyards Indonesia)

8. Jangka Sorong

Berfungsi sebagai mengukur panjang, lebar, ketebalan, dan kedalaman benda. Jangka sorong juga bisa mengukur diameter luar dan dalam benda.



Gambar 3.8 Jangka Sorong (PT.Waruna Shipyard Indonesia)

9. Timbangan Digital

Berfungsi untuk mengukur berat atau massa suatu objek dengan tingkat akurasi tinggi.



Gambar 3.9 Timbangan Digital (PT.Waruna Shipyard Indonesia)

10. *Dial Axial/radial*

Berfungsi sebagai goyangan turbin yang diizinkan atau sesuai standard yang diberikan.



Gambar 3.10 *Dial Axial/Radial* (PT. Waruna Shipyard Indonesia)

11. Sikat kuningan

Berfungsi sebagai pembersih kerak sisa sisa gas buang, oli, minyak, debu, maupun kotoran lainnya.



Gambar 3.11 Sikat Kuningan (PT WSI)

12. Sabun *deterjen*

Berfungsi sebagai bahan kimia untuk mempermudah pembersihan komponen komponen *turbocharger*.



Gambar 3.12 sabun deterjen (PT. WSI)

13. Kunci *Sock*

Berfungsi sebagai alat pembuka baut baut yang ada pada turbocharger.



Gambar 3.13 Kunci *sock* (PT. WSI)

14. Kuas *cat*

Berfungsi sebagai alat pembersih kotoran seperti oli, minyak, debu, maupun kotoran lainnya.



Gambar 3.14 Kuas *cat* (PT. WSI)

15. *Oil can*

Berfungsi sebagai penyemprot oli maupun minyak pada saat pengesetan turbocharger.



Gambar 3.15 *Oil Can* (PT.WSI)

16. Kunci *Ring Pass*

Berfungsi sebagai alat pembuka baut baut yang pada turbocharger.



Gambar 3.16 Kunci *Ring Pass* (PT. WSI)

17. Gunting

Untuk memotong *packing/perfack*



Gambar 3.17 Gunting (PT.WSI)

18. Tang *snap ring* luar

Berfungsi sebagai pembuka komponen dalam *turbocharger*



Gambar 3.18 Tang *snap ring* (PT.WSI)

19. Tang *snap ring* dalam

Berfungsi sebagai pembuka komponen dalam turbocharger



Gambar 3.19 Tang *snap ring* dalam (PT. WSI)

20. Tang *bais*

Berfungsi sebagai penjepit baut ataupun yang ada pada turbocharger



Gambar 3.20 Tang *bais* (PT. WSI)

21. Palu

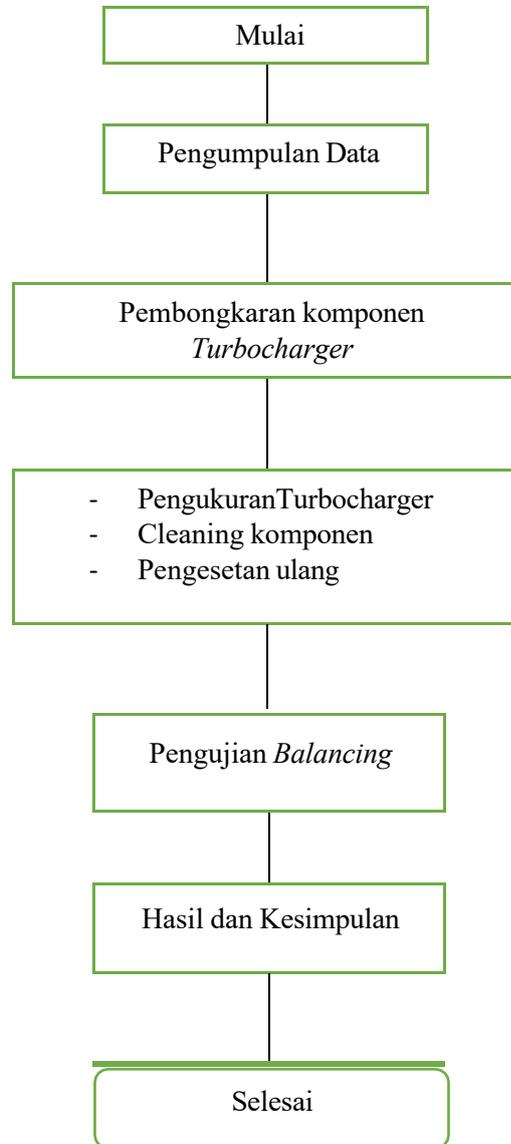
Berfungsi sebagai pemukul benda kerja pada saat pembongkaran



Gambar 3.21 palu (PT. WSI)

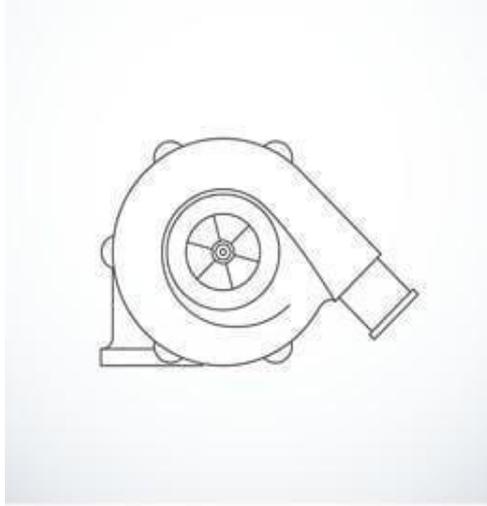
3.3 Bagan Alir Penelitian

Bagan Alir Penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



3.22 Bagan Alir Penelitian

3.4 Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3.23 Rancangan *Turbocharger* dan Pengukuran *fuller*

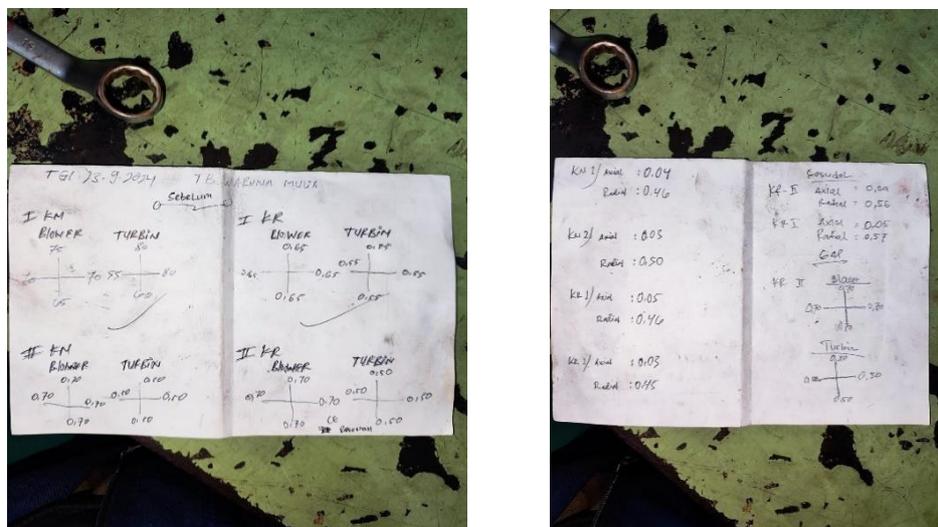


Gambar 3.24 Pengujian *Balancing*

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian sejalan dengan petunjuk yang diketahui diperusahaan tempat melakukan penelitian sebagai berikut :

1. Melakukan pengambilan data secara langsung antara lain berupa data hasil Pengukuran *Gap*, Manual Book.
2. Melakukan proses pembongkaran komponen turbocharger serta melakukan pengecekan *visual* dan *non visual* dengan operator lapangan yang mengerti tentang turbocharger pada kapal TB Waruna Mulia.
3. Melakukan pengecekan *Gap* turbin dan compressor untuk mengetahui seberapa besar penambalan las yang dilakukan.
4. Melakukan pengolahan data keausan compressor maupun turbin pada mesin induk hasil dari pengukuran secara langsung untuk menentukan nilai yang efektif sebagai referensi pada mesin induk
5. Mengidentifikasi penyebab kerusakan pada *Turbocharger* pada mesin induk dengan hasil pengolahan pengukuran keausan pada mesin.



Gambar 3.25 Data Ukur *Turbocharger Gap* Kompreso/Turbin (PT. Waruna Shipard Indonesia)

3.6 Langkah-langkah proses pembongkaran *Turbocharger*

Langkah-langkah proses pembongkaran *turbocharger* pada main engine TB.Waruna Mulia adalah sebagai berikut :

1. Sebelum melakukan proses pembongkaran komponen *turbocharger* hal yang perlu diperhatikan yaitu, pastikan semua dalam kondisi aman dan safety meliputi safety shoes, wearpack, safety helmet, dan pastikan juga area kerja dan peralatan kerja sudah aman dan layak digunakan.



Gambar 3.26 APD (PT.WSI)

2. Mempersiapkan semua alat yang diperlukan untuk proses pembongkaran yakni: Kunci ring-pass, belting, kain majun, ring ball, *shackle*, katroll kapasitas 1 ton.
3. Pastikan proses pembongkaran dilakukan sesuai SOP dan selalu perhatikan safety yang berlaku pada PT. Waruna Shipyard Indonesia.
4. Lakukanlah pengecekan pada katroll dan belting sebelum memulai pembongkaran yang harus memenuhi standard sop Perusahaan.
5. Buka seluruh baut yang menempel pada casing turbin menggunakan kunci ring-pass.
6. Pasang katroll diposisi aman kemudian kaitkan belting dengan katroll dan juga lilitkan belting kepada turbocharger.



Gambar 3.27 katroll posisi aman (PT.WSI)

7. Tarik katroll sehingga *turbocharger* naik keatas,kemudian tempatkan posisi *turbocharger* pass menghadap lantai.kapal.tarik rantai penurun pada katroll sehingga *turbocharger* turun perlahan ke lantai.
8. Lakukan hal yang sama jika main engine terdapat 2 *turbocharger*.
9. Bawa turun kapal dan dilanjutkan ke *workshop* menggunakan trolli agar tidak terlalu berat.

3.7 Langkah-Langkah Pembongkaran komponen *turbocharger*

Langkah-Langkah Pembongkaran komponen *turbocharger* pada *main engine*

TB. Waruna Mulia sebagai Berikut :

1. Lakukanlah pengukuran *gap* compressor dan turbin sebelum pembongkaran demi memastikan ukuran awal dan menandai sejauh mana kekurangan *Cleren* compressor dan turbin.
2. Sediakan *marking* untuk menandai lubang oli dengan *casing* turbin dan *casing* blower agar jika pemasangan tidak terjadi kesalahan posisi.
3. Sediakan kunci ring-pass,obeng minus,tang snapring, untuk mebuca baut dan klepan yang ada pada masing masing *casing*.
4. Setelah semuanya terbuka pisahkan masing masing komponen seperti dalaman *shaft* turbin dan yang lainnya.
5. Kemudian masing masing komponen di cleaning hingga bersih menggunakan air dan sabun colek .
6. Untuk bagian turbin blade selanjutnya dianalisa seberapa banyak keausan yang terjadi akibat semburan gas buang mesin induk.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil penelitian

4.1.1 Melakukan pengukuran *Gap Turbin/Kompresor*

Pengukuran *Gap turbin/Gap kompresor* dilakukan untuk mengetahui jarak antara *casing* turbin dan sudu sudu pada turbin, Pengukuran *Gap* ini dilakukan menggunakan alat ukur *Fuller Gauge*. diletakkan pada ruang kosong antara *casing* turbin dan turbin, pengukuran ini dilakukan 4 posisi yakni posisi atas,bawah,kanan,kiri.pengambilan *Gap* ini merupakan cara untuk mengidentifikasi seberapa bermasalahnya turbin itu sendiri sehingga mengakibatkan performa *main engine* menurun.

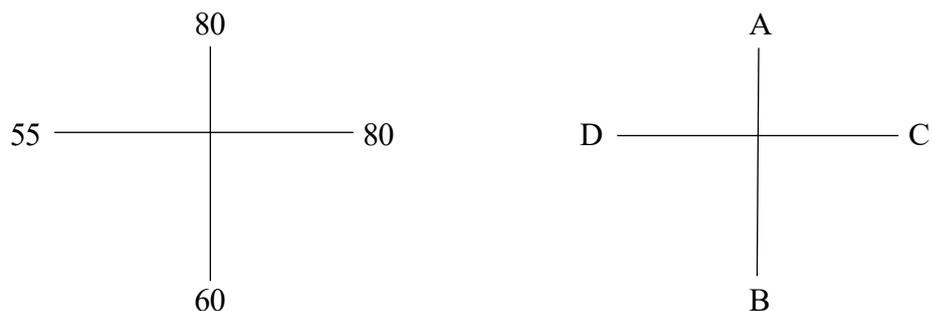
Pada penelitian ini pengukuran *Gap* dilakukan pada Casing turbin,berikut merupakan pengukuran *Gap* menggunakan *Fuller Gauge*.

1. *Gap* Turbin



Gambar 4.1 pengukuran *Gap* turbin (PT.WSI)

Sebelum naik *balancing*



2. *Gap Kompresor*



Gambar 4.2 gap kompresor (PT.WSI)

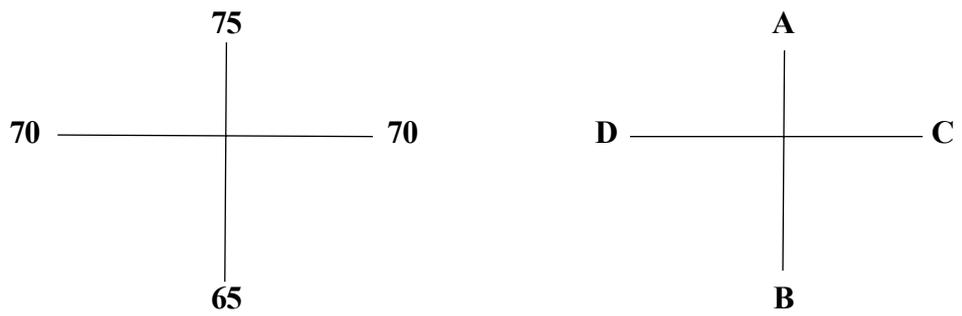


Table 4.1 Hasil *Gap* turbin dan *Gap* kompresor (PT. Waruna Shipyard Indonesia)

<i>Gap turbin dan kompresor</i>				
<i>Turbin/Kompresor</i>	<i>Turbin</i>	<i>keterangan</i>	<i>Kompresor</i>	<i>Limit</i>
<i>Position</i>				<i>0,70mm</i>
A	80mm	<i>limid value</i>	75mm	
B	60mm	<i>good</i>	65mm	
C	80mm	<i>limid value</i>	70mm	
D	55mm	<i>good</i>	70mm	

Dari hasil *Gap turbin* dan *Kompresor* diatas keadaan menunjukkan *miss gap* yakni pada posisi A dan C, dinyatakan *Turbin* dan *Kompresor* mengalami masalah karna sudah melewati *limit value* yang diizinkan maka dari hal tersebut dilaksanakan pembongkaran pada komponen *Turbocharger* untuk selanjutnya dilakukan pengecekan *visual* kemudian dibersihkan agar segera ditindak lanjuti.

- 4.2 Langkah langkah pembongkaran padaa komponen *Turbocharger*
- a. Menandai bagian lubang oli kemudian membuka *Clem* pada bagian kompresor dengan Tang *Snapring*.



Gambar 4.3 *Clem* dan *Casing* Kompresor (PT.WSI)

- b. Melepas bagian *Casing* Kompresor dari kompresor
- c. Membuka *Clem* pada *casing* turbin dengan kunci ring-pass 12



Gambar 4.4 *casing* turbin (PT.WSI)

d. Melakukan pengukuran *Axial* dan *Radial*



Gambar 4.5 pengukuran *Axial* (PT.WSI)



Gambar 4.6 pengukuran *Radial* (PT.WSI)

Hasil pengukuran *Axial* dan *Radial* Sebelum *Rekonstruksi* adalah :

Axial : 0,05mm

Radial : 0,46mm

- e. Mengeluarkan *Shaft* turbin dari *Catridge* dengan membuka baut yang ada pada kompresorr dengan kunci ring-pass



Gambar 4.7 *turbin blade* setelah dikeluarkan (PT.WSI)



Gambar 4.8 kompresor setelah dibongkar (PT.WSI)

Dan beberapa komponen bagian dalam *Turbocharger*

1. *Thrust Bearing*

Berfungsi menahan gaya *axial* (dorong) dari *shaft* turbo saat berputar pada kecepatan tinggi.



Gambar 4.9 *Thrust bearing* (PT.WSI)

2. *Jurnal bearing*

Berfungsi menahan *shaft* turbo secara *radial* (dari samping), bukan dari arah dorong



Gambar 4.10 *Jurnal bearing* (PT.WSI)

3. *Thrust collar*

Berfungsi sebagai penyambung antara poros utama (*shaft*) dengan *thrust bearing*.



Gambar 4.11 *Thrust collar* (PT.WSI)

4. *Oil Seal*

Berfungsi untuk mencegah oli bocor dari *housing bearing* ke bagian kompresor atau *turbine*



Gambar 4.12 *Oil Seal* (PT.WSI)

5. *Thrust flinger*

Berfungsi menyalurkan tenaga *axial* (dorongan samping) dari *shaft* ke *thrus bearing*



Gambar 4.13 *Thrust flinger* (PT.WSI)

6. *Thrust washer*

Berfungsi menahan beban axial dorong dari *shaft turbocharger*



Gambar 4.14 *Thrust washer* (PT.WSI)

4.3 Hasil analisa *visual blower* dan *turbin turbocharger*

1. *Blower*

a. Tumpukan kotoran (*Fouling*) dan *Unbalance* :

Permukaan *blower* terlihat berkerak hitam dan tidak merata,yang berasal dari oli yang terbakar karna suhu tinggi ini menyebabkan ketidakseimbangan saat rotor berputar dengan kecepatan tinggi.



Gambar 4.15 tumpukan kotoran dan *unbalance*



Gambar 4.16 *Fouling*

2. Turbin

b. *Deposito Carbon* :

Karbon adalah hasil sampingan dari pembakaran bahan bakar pada *main engine* dengan *turbocharger* terutama jika ada masalah pembakaran *carbon* bisa menempel dan menumpuk pada *turbin blade* hal ini menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar dan potensi kerusakan pada mesin.



Gambar 4.18 *deposito carbon*

4.3.1 *Surging* pada *Turbocharger*

Surging terjadi ketika tekanan balik di dalam *turbocharger* menjadi terlalu tinggi, sehingga aliran udara menjadi tidak stabil dan *berfluktuasi*. Ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti pembakaran yang tidak sempurna, kondisi filter udara yang kotor, atau masalah pada sistem pendingin.

Dampak *surging* pada *turbocharger* :

- a. Getaran dan kebisingan yang berlebihan
- b. Peningkatan beban pada motor penggerak
- c. Kerusakan pada komponen kompresor seperti berkerak hitam/tergerus
- d. potensi kerusakan pada system secara keseluruhan

Penanganan masalah *Surging* :

- a. Perawatan dan pembersihan *turbocharger* secara teratur
- b. perbaikan dan pergantian komponen yang rusak
- a. pengecekan dan penyetelan system mesin

Kesimpulan :

Surging adalah kondisi tidak stabil pada *kompresor/turbin* atau *turbocharger* yang ditandai dengan *fluktuasi* tekanan dan laju aliran yang ekstrem. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan dan harus segera diatasi. Tepatnya pada kapal Tugboat waruna mulia kapal secara berkala masuk *Docking* setiap 2 tahun sekali jadi penanganan dan pengecekan secara menyeluruh dapat dijalankan dengan efisien sehingga tidak banyak komponen yang mengalami kerusakan.

Kemudian semuanya di Cleaning hingga bersih menggunakan deterjen dan sabun colek agar segera dilakukan pengecekan *visual* agar segera ditindak lanjuti. Berikut komponen komponen yang sudah dibersihkan :

1. *Casing Kompresorr*



Gambar 4.19 *Casing Kompresorr* (PT.WSI)

2. *Casing turbine*



Gambar 4.20 *Casing turbine* (PT.WSI)

3. *Turbine*



Gambar 4.21 Turbine (PT.WSI)

4. *Catrige*



Gambar 4.22 *Catrige* (PT.WSI)

5. Kompresorr



Gambar 4.23 Kompresorr (PT.WSI)

Dan beberapa komponen dalam :

1. *Thrust bearing*



Gambar 4.24 *Thrust bearing* (PT.WSI)

2. *Jurnal bearing*



Gambar 4.25 *Jurnal bearing* (PT.WSI)

3. *Thrust collar*



Gambar 4.26 *Thrust collar* (PT.WSI)

4. *Oil seal*



Gambar 4.27 *Oil seal* (PT.WSI)

5. *Thrust flinger*



Gambar 4.28 *Thrust flinger* (PT.WSI)

6. *Thrust washer*



Gambar 4.29 *Thrust washer* (PT.WSI)

Setelah dilaksanakan pembongkaran, pengecekan *visual*, serta pembersihan pada komponen *Turbocharger* hasil menunjukkan masih layak dipakai sampai tahap berikutnya kemudian yang perlu dilakukan selanjutnya adalah pengesetan ulang yakni memasang seluruh komponenn kecuali *casing turbine* dan blower *Turbocharger* dari awal sampai akhir untuk selanjutnya naik tahap terakhir yakni proses *pembalancingan* (penyeimbangan).

Proses *balancing* pada *turbocharger* adalah Langkah penting dalam repair *turbocharger* untuk memastikan komponen (*rotor*) tetap stabil saat beroperasi pada kecepatan tinggi yakni :

Table 4.2 *Range RPM Main engine dan Range RPM Turbocharger*

RPM Mesin (Cummins Ktta 50)	Beban Mesin	RPM <i>Turbocharger</i>
600 rpm (<i>Idle</i>)	Ringan	5000 - 8000 rpm
1000 rpm	40 – 50%	15.000 – 20.000 rpm
1.500 rpm	75 – 90%	25.000 – 35.000 rpm
1800 rpm (Max)	Full Load	35.000 – 45.000+ rpm

4.4 Selanjutnya adalah proses *balancing* sesuai SOP yang berlaku berikut

prosesnya :

Langkah Langkah proses *balancing* :

1. Memakai Apd Lengkap seperti *weerpack*, sarung tangan, kacamata atau safety helm. Safety shoes jika diperlukan.
2. Mempersiapkan peralatan seperti mesin *balancing* (utama), *grenda tangan*, *borr botol*, *mata borr botol*, *jangka sorong*,
3. Mengukur Panjang *shaft turbin/rotor* bagian dalam agar disesuaikan dengan dudukan yang ada pada mesin *balancing*.

4. Mengukur diameter *shaft turbin* dengan jangka sorong agar disesuaikan dengan dudukan Roll pertama kemudian dudukan roll yang kedua tinggal menyesuaikan ketinggian dari pada roll pertama.



Gambar 4.30 diameter *rotor* (PT.WSI)

5. Menaikkan *Turbocharger* keatas mesin *balancing*



Gambar 4.31 *turbocharger* naik *balancing* (PT.WSI)

6. Selanjut proses *balancing* dengan memutar *turbocharger* dengan rpm 700 – 1000. Data pada mesin *balancing* menunjukkan :
Turbin : 434 mg (326°)
Blower : 116 mg (171°)



Gambar 4.32 data pada mesin *balancing*

7. Selanjutnya adalah mengurangi sedikit demi sedikit (*mg*) pada bagian turbin dan blower menggunakan grenda tangan kemudian naik *balancing* lagi dengan RPM 700 – 1000 dan begitulah seterusnya sampai titik merah pada data memasuki lingkaran hitam.
8. Jika kedua titik merah sudah masuk ke lingkaran hitam pada data berarti proses *balancing* sudah selesai yang artinya Seimbang. Berikut datanya :
 Turbin : 69mg (192°)
 Blower : 29mg (147°)



Gambar 4.33 data *balancing* sudah seimbang

Sebelum melakukan proses pengesetan ulang ada sedikit yang perlu di perhatikan yakni pengukuran *axial* dan *radial* Kembali seperti semula yakni :

Pengukuran *axial* dan *radial* setelah *Rekonstruction* :

Axial : 0,05mm

Rdial : 0.57mm



Gambar 4.34 pengukuran *axial* (PT.WSI)



Gambar 4. 35 pengukuran *radial* (PT.WSI)

4.5 Melakukan pengesetan ulang/pemasangan kembali

1. Setelah dilakukan *axial* dan *radial* maka selanjutnya adalah melakukan pemasangan *casing* turbin dan *casing* blower dengan cara memasukkan Kembali turbin maupun blower kedalam *casing*.
2. Ikat *casing* turbin dan blower dengan baut yang tersedia menggunakan kunci ring-pass kemudian balut menggunakan plastik *Wrapping* agar kotoran seperti debu,oli dan lainnya tidak menempel.
3. Letakkan ditempat yang aman dan tidak ditumpuk.

Table 4.3 hasil Gap tubin dan Gap kompresor setelah Rekontruksi

<i>Gap turbin dan kompresor</i>				
<i>Position</i>	<i>turbin</i>	<i>kompresor</i>	<i>keterangan</i>	<i>limit</i> <i>0,70mm</i>
A	0,50mm	0,70mm	Good	
B	0,50mm	0,70mm	Good	
C	0,50mm	0,70mm	Good	
D	0.50mm	0,70mm	Good	

4.6 Analisis penyebab keausan *turbin/blower*

1. Erosi (*Erosion*) Partikel padat (seperti debu, pasir, abu pembakaran) yang ikut terbawa aliran gas buang dan menabrak *bilah turbin* dengan kecepatan tinggi ciri ciri ujung bilah menipis, permukaan kasar, atau berbentuk seperti terkikis. Solusi gunakan filter udara yang baik, hindari pengoperasian di lingkungan berdebu tanpa proteksi.
2. Korosi (*Corrosion*) Reaksi kimia antara gas buang yang bersifat asam (seperti *sulfur*) dengan permukaan bilah turbin ciri ciri Permukaan *blade* menjadi keropos atau berlubang. Solusi gunakan bahan bakar berkualitas, rawat sistem pembakaran agar tetap optimal.
3. *Fatigue* (Kelelahan Material) Penyebab Siklus pembebanan berulang akibat perubahan tekanan dan temperatur yang ekstrim ciri-ciri Retakan halus pada pangkal atau permukaan *blade*, bisa berkembang menjadi patahan solusi Hindari akselerasi mendadak saat mesin dingin, biarkan mesin *idle* beberapa saat sebelum dimatikan.
4. *Overheating / Oxidation* (Panas berlebih atau Oksidasi) Penyebab Suhu gas buang terlalu tinggi (melebihi toleransi bahan) ciri-ciri Warna *blade* berubah (biru/coklat), permukaan meleleh atau teroksidasi solusi Perbaiki sistem pendingin mesin, pastikan sensor *EGT* (Exhaust Gas Temperature) berfungsi.

4.6.1 Analisis bahan bakar *main engine* cummins kttta 50 dan dampak yang terjadi pada *turbocharger*

1. Bensin (*Gasoline*)

Tidak Cocok untuk Mesin Diesel Mesin diesel seperti KTA50 tidak memiliki busi pengapian. Mesin ini menyala karena kompresi tinggi yang memicu solar untuk terbakar sendiri Bensin memiliki titik nyala rendah dan *volatil* mudah terbakar terlalu cepat dalam ruang bakar diesel *knocking*.

Dampak pada *Turbocharger Holset HX85*:

Gas buang dari pembakaran tidak sempurna (jika sampai terjadi) menghasilkan tekanan tinggi tak stabil menyebabkan *imbalance turbin*, kerusakan pada *bearing* dan *shaft* turbo resiko ledakan pada turbo karena suhu dan tekanan tidak terkendali.

2. Solar

Bahan Bakar Resmi & Asli dirancang khusus untuk mesin diesel seperti KTA50-V16. memiliki tinggi mudah menyala saat dikompresi efisiensi tinggi dan pembakaran stabil tidak butuh sistem pemanas khusus atau modifikasi.

Dampak pada *Turbocharger Holset HX85*:

Tekanan gas buang cukup stabil turbo berfungsi optimal masih menghasilkan sedikit karbon, tapi bisa ditangani dengan pembersihan rutin umur turbo panjang dengan pelumasan dan pendinginan yang baik.

3. HSD (*High Speed Diesel*)

HSD adalah versi solar dengan kualitas lebih tinggi (lebih murni, *sulfur* rendah) banyak digunakan pada mesin diesel industri, transportasi, dan genset.

Dampak pada *Turbocharger Holset HX85*:

Tekanan gas buang optimal turbo bekerja dengan baik produksi karbon lebih sedikit mengurangi risiko penyumbatan turbin membantu menjaga kebersihan *bearing housing* dan meningkatkan umur pakai turbo.

4.6.2 Penanganan permasalahan keausan *turbin blade*

Dari hasil pengujian *Balancing* dan serta pengecekan *visual* pada *Turbocharger* bahwa *Turbocharger* mengalami keausan akibat karna penumpukan *Carbon* berlebih pada bilah bilah *blade turbin* yang mengakibatkan bilah bilah tersebut tergerus oleh *carbon* dan menyebabkan ruang berlebih pada *Gap* maka dari hal tersebut untuk mengembalikan performa *turbocharger* menjadi sempurna maka perlu dilaksanakan *Rekonstruksi* pada *turbocharger* dengan mengelas bilah bilah *blade* satu persatu dengan Las *argon* dan menjaga bahan bakar yang tepat untuk *main engine* agar gas buang yang dikeluarkan stabil dan optimal.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan pada penelitian penyebab terjadinya *Surging turbocharger holset hx 85* pada performa *main engine cummins ktt* 50, Peneliti dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian didapatkan bahwa *turbocharger* pada mesin induk Tugboat waruna mulia Di PT. Waruna Shipyard Indonesia dinyatakan penurunan Kualitas atau pun mengalami keausan, karna pada bilah bilah *blade* ditemukan penumpukan *carbon* berlebih akibat gas buang yang kotor menuju bilah bilah *blade*, dan harus *direkonstruksi* untuk mengembalikan performa *turbocharger*. Kemudian pada *blower* terdapat tumpukan kotoran yang mengakibatkan *unbalancenya* blower.
2. Faktor terjadinya keausan pada bilah bilah *turbin blade* yang mengakibatkan *gap* yang cukup berjarak di *turbocharger* Tugboat Waruna Mulia disebabkan oleh : Penumpukan *carbon*, partikel asing yang masuk menuju turbin, jangka waktu operasi mesin induk, factor perawatan dan manusia.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil Analisa yang dilakukan pada *turbocharger* tepatnya di bilah bilah *blade* peneliti memberikan saran yaitu sebagai berikut :

1. Untuk mengatasi penumpukan *carbon* berlebih yang mengakibatkan penurunan performa *turbocharger* :
 - A. Melakukan perawatan rutin pada *turbocharger* dan memperhatikan bahan bakar *main engine* yang digunakan agar partikel asing tidak masuk dalam gas buang yang menuju *turbocharger* serta minyak lumas *turbocharger* agar tidak merusak komponen dalam *turbochager*.
 - B. Melakukan manajemen suku cadang yang baik kepada pihak perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Kuzstelan, YF Yao* DR. Marchant, Y. Wang (2011) A Review of Novel *Turbocharger* Concepts for Enhancements in Energy Efficiency. Kingston University, 104 Friars Avenue, London SW15 3DW, UK
- Agung Setiawan (2023) Turunnya Rpm *Turbocharger* Berpengaruh Terhadap Pengoperasian Mesin Induk Di Mv. Teluk Berau Pip Semarang
- Andi Hendrawan1*, Lusiani2 , Aji Kusumastuti Hendrawan3 , Sri Pramono4 (2023) Damage Analisis Of *Turbocharger* On *Main Engine* At Km. Leuser
- Harjito(2023),Pengaruh Kebocoran Intercooler *Main Engine* Terhadap Performa Permesinan Bantu Pada Sistem Pendinginan Tertutup Di Mv.Dk03
- Herdianang Widiatmoko(2017), “Identifikasi pengaruh menurunnya kinerja *turbocharger* terhadap pembakaran mesin induk di MT. Gede dengan metode Fishbone dan HAZOP”. PIP Semarang
- Herlian Junaidi 2024, Tenaga Ahli *Turbocharger* Pt Waruna Shipyard Indonesia
- Kristanto, P., & Hartadi, R. (2001) Pengaruh *Turbocharger* Terhadap Daya Mesin In Induk Kn. Prajapati Jurnal. Teknik Mesin, 3(1),
- Kristino Manalu (2018),Analisa Kinerja Motor Bensin Volume 1000 Cc Dengan *Turbocharger* Secara Termodinamika Universitas Medan Area
- Martinez, L. (2022). *Maintenance and Troubleshooting of Diesel Turbochargers*. Journal of Mechanical Engineering, Vol. 28, No. 4, pp. 201-210. Tokyo: Japan Society of Mechanical Engineers.
- Muh. Zulfahmi(2017). Analisa Tidak Optimalnya Kinerja *Turbocharger* Pada Mesin Induk Di Kapal Mt. Edrick0 8 PIP Makassar
- Muhammad Fadel Mansyur, 2023 “Studi Analisis Pengaruh Tidak Optimalnya *Turbocharger* Di Mesin Induk Kapal Mv Selaras Pip Makassar.
- Muhammad Irvan(2024), Analisis Menurunnya Kerja *Turbocharger* Terhadap Pembakaran Mesin Utama Di Kapal CMACGM MANAUS. Politeknik Pelayaran Sumatra Barat
- Muhammad Nurizqy Maulana, (2024) Perawatan *Turbocharger* Type Td10 Untuk meningkatkan Kinerja Mesin Diesel Generator Mv. Pusri Indonesia1. Politeknik Pelayaran Surabaya.
- Rviyanto Nova Nugraha2019 Analisis *Shaft Turbocharger* Mesin Diesel Generator yang Patah Di Mv. Dk 02 Pip Semarang
- Smith, J. 2022. *The Role of Turbocharger Blower Casing in Engine Performance*. Journal of Mechanical Engineering, Vol. 30, No. 5, pp. 345-360. London: Mechanical Engineering Society.
- Williams, T. 2019. *Advanced Turbocharger Technology for Internal Combustion Engines*. Berlin: Springer.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : JAINAL ROSIDI
Alamat : Jorong Pagaran Tengah, Kabupaten Pasaman Barat
Jenis Kelamin : Laki Laki
Umur : 23
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Tempat, Tanggal Lahir : Muara mais, 28 Juni 2002
Tinggi Dan Berat Badan : 170cm/58Kg
Kewarganegaraan : Indonesia
No. Telp : +62 82288069927

B. ORANG TUA

Nama Ayah : Siswadi
Agama : Islam
Nama Ibu : Nurhuda Lubis
Agama : Islam
Alamat : Pagaran Tengah, Kabupaten Pasaman Barat

C. LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2009 – 2015 : SDN 15 Ranah Batahan
2015 – 2018 : Mtsm Muhammadiyah Silaping
2018 – 2021 : SMK N1 Ranah Batahan
2021 – 2025 : Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya
Pusat Pengabdian Masyarakat dan Pengembangan
Kualitas Jasa Pengajaran

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAH-PT/Ak.KPI/PT/UK/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> ✉ fatek@umsu.ac.id 📱 [umsuMEDAN](#) 📺 [umsuMEDAN](#) 📺 [umsuMEDAN](#) 📺 [umsuMEDAN](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGIUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1762/II.3AU/UMSU-07/F/2024

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 01 Oktober 2024 dengan ini Menetapkan :

Nama : JAINAL ROSIDI
Npm : 2107230151
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : VII (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : PENGARUH KETIDAK STABILAN PUTARAN TURBO
CHARGER HOLSET HX 85 PADA PERFORMA MAIN ENGINE
CUMMINS KTT A 50 DI TUGBOUT WARUNA MULIA .

Pembimbing : CHANDRA A SIREGAR ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 27 Rabi'ul Awal 1446 H
01 Oktober 2024 M



Munawir Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Pengaruh Surging Turbocharger Holset hx
85 pada Performa Main Engine Cummins
K1ta 50
 Nama : Jinal Rosidi
 NPM : 2107230151
 Dosen Pembimbing : Chandra A Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		Perbaiki format	f
		Perbaiki Bab I	f
3.	29/2/2025	Perbaiki Bab III	f
4.	11/3/2025	Perbaiki ACC Sempro	f
5.	20/7/2025	Perbaiki Bab IV/I	f
6	4/8-2025	Perbaiki bab IV, V Abstrak	f
7.	15/8-2025	ACC, semhas	f

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK Mesin
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2024 – 2025**

Peserta seminar

Nama : Jainal Rosidi

NPM : 2107230151

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Surging Turbocharger Holset H x 85 Pada Performa Main Engine Cummins Kita Ditugboat Waruna Mulia .

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Chandra A. Siregar ST.MT	
Pembanding – I : Dr. Munawar A. Siregar ST.MT	
Pembanding – II : Arya Rudi Nst ST.MT	

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1807230045	M SYLMA BUDI NARTO	
2	1807230101	Ale Akma D Laksana	
3	1807230147	BAGUS SUWANOV	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 06 Rabiul Awal 1447 H
30 Agustus 2025 M

Ketua Prodi. T. Mesin

Chandra A Siregar ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Jinal Rosidi
NPM : 2107230151
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Surging Turbocharger Holset H X 85 Pada Performa
Main Engine Cummins Ktta Ditugboat Waruna Mulia

Dosen Pembanding - I : Dr Munawar A Siregar ST.MT
Dosen Pembanding - II : Arya Rudi Nst ST.MT
Dosen Pembimbing - I : Chandra A Siregar ST.MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... Perbaiki sesuai Panduan.....
..... Chty. BUK.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 06 Rabiul Awal 1447 H
30 Agustus 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

Dosen Pembanding- I



Dr. Munawar A Siregar ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Jainal Rosidi
NPM : 2107230151
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Surging Turbocharger Holset HX 85 Pada Performa
Main Engine Cummins Kttu Ditugboat Waruna Mulia

Dosen Pembanding – I : Dr Munawar A Siregar ST.MT
Dosen Pembanding – II : Arya Rudi Nst ST.MT
Dosen Pembimbing – I : Chandra A Siregar ST.MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
- Perbaikan keena BUKU
- Perbaikan BAB 2 & 4.5
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 06 Rabiul Awal 1447 H
30 Agustus 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar ST.MT



Arya Rudi Nst ST.MT