

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA KEAUSAN PISTON PADA MESIN DI KAPAL MT. GRAND POWER**

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

**Disusun Oleh:**

**RIZKY SYAHPUTRA PANGGABEAN**  
**2007230083**



# **UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Rizky Syahputra Panggabean  
NPM : 2007230083  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Analisa Keausan Piston Pada Mesin Di Kapal MT.Grand Power  
Bidang Ilmu : Konstruksi 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, 10 September 2024

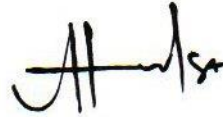
Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Penguji I



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T.

Dosen Penguji II



Arya Rudi Nasution, S.T., M.H.

Dosen Penguji III



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

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Rizky Syahputra Panggabean

Tempat/Tanggal Lahir : Sibolga, 06 Maret 2002

NPM : 2007230083

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

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

“Analisa Keausan Piston Pada Mesin Di Kapal *MT. Grand Power*”

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 orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat 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 Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan 10 September 2024

Saya yang menyatakan,



Rizky Syahputra Panggabean

## ABSTRAK

Transportasi laut adalah pengangkutan batu bara dan bahan bakar melalui jaringan transportasi air. Transportasi merupakan aset yang sangat penting dan berharga, transportasi harus dikelola dengan baik dan benar, khususnya yang berhubungan dengan transportasi laut guna menjalankan roda perekonomian. Piston merupakan salah satu bagian mesin pada kapal, yang dipasang pada *blok silinder* dan diikat menggunakan baut . Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal *MT. Grand Power* milik perusahaan PT. Waruna Shipyard selama 1 bulan. PT Waruna Shipyard sebagai salah perusahaan galangan kapal yang cukup besar. PT Waruna Shipyard sendiri tidak hanya menyediakan kapal-kapal yang besar, tetapi juga sebagai wadah perbaikan dan pembuatan kapal dari luar kota. Metode yang digunakan adalah metode kualitatif dimana penelitian ini dimulai dengan langkah mengamati objek dan mencatat data yang diperoleh dari manual book serta wawancara yang berhubungan dengan penelitian ini. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penyebab terjadinya keretakan pada ring Piston mesin induk disebabkan oleh terjadinya hambatan pada putaran poros sehingga mesin *overheat* dan disebabkan kurangnya pendingin (*cooler*) pada Piston. Hasil analisis Piston pada kapal *MT. Grand Power* di perusahaan PT Waruna Shipyard dinyatakan layak pakai karena masih memenuhi standart ISO (*International Organization for Standardization*). Dengan nilai minimal diameter Piston sebesar 35.00 mm dan nilai ketebalan *Cylinder Head* yang baru 38,00 mm.

Kata kunci : Piston, keretakan, *over heat*

## **ABSTRACT**

*Sea transportation is the transportation of coal and fuel over a network water transportation. Transportation very important and valuable asset, Transportation must be managed properly and correctly, especially in relation to transportation by sea transportation to run the wheels of the economy. The piston is one of the engine parts on a ship, which is mounted on the cylinder block and fastened using bolts. This research was carried out on the MT. Grand Power ship owned by the company PT. Waruna Shipyard for 1 month. PT Waruna Shipyard is a fairly large shipbuilding company. PT Waruna Shipyard itself not only provides large ships, but also serves as a place for repairing and building ships from outside the city. The method used is a qualitative method where this research begins with observing objects and recording data obtained from manual books and interviews related to this research. The results of this research show that the cause of cracks in the main engine piston ring is caused by resistance in the rotation of the shaft. so the engine overheats and is caused by a lack of cooling (cooler) on the piston. The results of the piston analysis on the MT. Grand Power ship at the PT Waruna Shipyard company were declared fit for use because they still met ISO (International Organization for Standardization) standards. With a minimum piston diameter value of 35.00 mm and a new Cylinder Head thickness value of 38.00 mm.*

*Key : piston, keasuan, over heat*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran 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 “Analisis pengaruh kurang optimal overhaul terhadap piston auxiliary engine dikapal MT Grand Power”.

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

1. Bapak Chandra A Siregar, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing I dan ketuaProgram Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Marabdi Siregar, S.T .,M.T. Selaku sekretaris Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu teknik mesin kepada penulis.
5. Orang tua penulis yang telah berusaha payah membesarkan dan membiayai studi penulis

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap 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,11 Mei 2024

Rizky Syahputra Panggabean

## DAFTAR ISI

### Halaman

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>ABSTRAK</b>	
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>viii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Pengertian Piston	4
2.2. Material Bahan dari pembuatan Piston	6
2.3. Komponen-komponen Mesin	9
2.4. Komponen-komponen Piston	13
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>16</b>
3.1 Tempat dan Waktu	36
3.1.1 Tempat Penelitian	16
3.1.2 Waktu Penelitian	16
3.2 Bahan dan Alat	16
3.2.1 Bahan Penelitian	17
3.2.2 Alat Penelitian	18
3.3 Bagan Alir Penelitian	18
3.4 Rancangan Alat Penelitian	19
3.5 Prosedur Penelitian	
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>20</b>
4.1. Analisa Masalah	20
4.1.1. Melakukan Pengukuran diameter <i>Piston</i>	20
4.2. Pembahasan	23
4.2.1 Penyebab terjadinya keretakan <i>Ring Piston</i>	24
4.2.2 Melakukan Pembongkaran bagian <i>Piston</i>	24
4.2.3 Melakukan cleaning <i>Piston dari sisa karbon yang menempel</i>	25

4.3.Melakukan analisa data dan pelumasan	26
4.3.1 Melakukan perawatan pada mesin	27
4.4. Penanganan keretakan pada <i>Ring Piston</i>	28
<b>BAB 5 PENUTUP</b>	<b>29</b>
5.1.Kesimpulan	29
5.2.Saran	29
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>30</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Cylinder Linear</i>	9
Gambar 2.2. <i>Piston</i>	9
Gambar 2.3. Torak	10
Gambar 2.4. Poros Engkol	11
Gambar 2.5. <i>Injector</i>	11
Gambar 2.6. <i>Push Road</i>	12
Gambar 2.7. <i>Crosshead</i>	12
Gambar 3.1. Bagan Alir	18
Gambar 3.2 Rancangan Alat <i>Piston</i>	19
Gambar 4.1 Hasil Pengukuran <i>Piston</i> no 1	20
Gambar 4.2 Hasil Pengukuran <i>Piston</i> no 2	21
Gambar 4.3 Hasil Pengukuran <i>Piston</i> no 3	21
Gambar 4.4 Hasil Pengukuran <i>Piston</i> no 4	21
Gambar 4.5 Hasil Pengukuran <i>Piston</i> no 5	22
Gambar 4.6 Hasil Pengukuran <i>Piston</i> no 6	22
Gambar 4.7 Keausan pada <i>Ring Piston</i>	24
Gambar 4.8 Pembongkaran <i>Piston</i>	25
Gambar 4.9 Sebelum dilakukan <i>Cleaning Piston</i>	25
Gambar 4.11 Patahnya <i>Ring Piston</i>	26
Gambar 4.12 Perawatan terhadap mesin	27
Gambar 4.13 Penggantian pelumasan	27
Gambar 4.14 Penggantian <i>Ring Piston</i>	28

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal dan Kegiatan saat melakukan penelitian	18
Tabel 4.1 Spesifikasi Tabel pada <i>Piston</i>	23
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran diameter <i>Piston</i>	23

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Piston adalah bagian utama dalam mesin berupa sumbat geser yang terpasang didalam sebuah silinder mesin yang bekerja secara bolak-balik menjadigerak angular/berputar yang digerakkan oleh adanya expand gas/pembakaran dan mengubah energy panas menjadi energy gerak. Piston pada mesin juga dikenal dengan istilah torak adalah bagian (parts) dari mesin pembakaran dalam yang berfungsi sebagai penekan udara masuk dan penerima tekanan hasil pembakaran pada ruang bakar. Piston merupakan salahsatu komponenen penting didalam sebuah silinder pembakaran, maka kepresisiandimensi piston berpengaruh dalam proses pembakaran.

Pada kapal ada terbagi Sistem kelistrikan yang menjadi salah satu sistem yang sangat berpengaruh bagi proses berjalannya kapal. Kelistrikan ini gunanya untuk menerangi kapal di bagian dek, ruang akomodasi dan kamar mesin, serta alat-alat pendukung navigasi maupun mesin induk yang ada di kamar mesin. Di kamar mesin pada khususnya di AE (*Auxiliary Engine*) ada pengaruh pembakaran dari piston yang melakukan pembakaran bertahannya panas dari kompresi dengan tekanan tinggi pada saat terjadinya pembakaran. Piston bisa lelah ataupun disebut running hours, dilakukannya maintenance atau overhaul pada mesin auxiliary engine yang sudah melewati batas running hours.

Piston yang mesin sumbat yang terpasang pada silinder mesin pembakaran dalam silinder hidraulik, pneumatik, dan silinder pompa. Piston tidak hanya terdapat pada mesin kendaraan, akan tetapi juga pada mesin-mesin lainnya seperti kompresor udara, converter hidrolis, hingga pompa ban manual.

Berdasarkan umpan balik positif dari pemilik dengan mesin bore besar, mereka mengubah, pada awal tahun 2002, "Interval Overhaul Pemandu" yang direkomendasikan untuk overhaul piston dari 8.000 jam. menjadi 12-16.000 jam, dan. Pada saat yang sama, juga mengubah interval untuk mesin bore kecil dan menengah dari 8.000 jam. hingga 12.000-16.000, lihat lampiran "Interval Pemandu Overhaul dan Perkiraan Masa Pakai".

Proses pembakaran yang terjadi karena persenyawaan yang cepat secara kimia antara bahan bakar dengan udara kompresi yang bertekanan tinggi bersuhu tinggi, didapat usaha dengan gaya mekanik dan daya dorong piston di teruskan oleh batang pendorong piston yang bergantian secara terus menerus menghasilkan gaya putar poros engkol diteruskan ke propeller (baling-baling) melalui shaft propeller. Mesin Induk merupakan bagian yang sangat penting dari sebuah kapal.

Dengan adanya gangguan-gangguan pada armada kapal khususnya mesin induk menjadi tuntutan bagi para ahli mesin kapal untuk memecahkan permasalahan terhadap gangguan-gangguan, maka perlu mempersiapkan diri agar dapat merawat bagian-bagian mesin tersebut. Oleh karena itu sebagai calon perwira pelayaran besar di atas kapal perlu membekali diri dengan pengetahuan dan keterampilan khusus dalam hal perawatan dan perbaikan mesin.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan mengetahui melemahnya cylinder piston.

Berlandaskan tentang latar belakang nya, peneliti untuk melaksanakan penelitian dengan mengangkat judul “Analisis pengaruh kurang optimal overhaul terhadap piston Auxiliary Engine di kapal MT.Grand Power”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis akan merumuskan masalah yakni : Bagaimana menganalisis Piston pada mesin MT. Grand Power dengan mesin Man B&W

## 1.3. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

- 1.Mesin yang digunakan adalah Man B&W
- 2.Penelitian berfokus hanya pada Piston
- 3.Metode yang digunakan berupa metode analisis menggunakan micrometer.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini yaitu :

- 1.Menganalisis dan mengetahui keausan piston pada Mesin MT. Grand Power.
- 2.Menganalisis dan mengetahui patah nya Ring Piston pada Mesin MT. Grand power.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan pada penelitian ini yaitu :

1. Dapat mengetahui kurang optimal overhaul piston pada Mesin MT. Grand Power.
2. Dapat memberikan gambaran Alat untuk Mengecek keretakan Piston Pada Mesin MT. Grand Power
3. Dapat belajar dari kesalahan terhadap adanya trouble pada Piston.
4. Dapat memberikan informasi bagi para peneliti untuk melaksanakan penelitian lanjutan

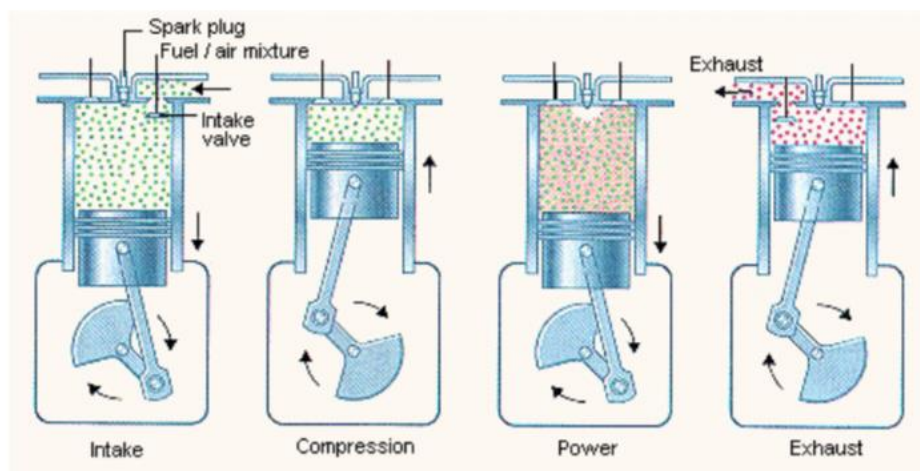
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Piston

Piston adalah mesin sumbat yang terpasang pada silinder mesin pembakaran dalam silinder hidraulik, pneumatik, dan silinder pompa. Piston tidak hanya terdapat pada mesin kendaraan, akan tetapi juga pada mesin-mesin lainnya seperti kompresor udara, converter hidrolis, hingga pompa ban manual, tepatnya pada mesin kapal yang diteliti saat ini.

Tujuan piston dalam silinder adalah mengubah volume dari isi silinder, perubahan volume dapat diakibatkan karena piston mendapat tekanan lebih dari isi silinder atau sebaliknya piston menekan dinding silinder. Piston yang menerima tekanan dari fluida dan akan mengubah tekanan tersebut menjadi gaya (linear). Serta membuka-tutup jalur aliran. Berdasarkan fungsi tersebut, maka piston harus terpasang dengan rapat dalam silinder. Satu atau beberapa ring (cincin) dipasang pada piston agar sangat rapat dengan silinder. Pada silinder dengan temperatur kerja menengah ke atas, bahan ring terbuat dari logam, disebut dengan ring piston (piston ring). Sedangkan pada silinder dengan temperatur kerja rendah, umumnya bahan ring terbuat dari karet, disebut dengan ring sil (seal ring). (Hermawati Lilin, Mujiarto Iman, Hariyadi Sugeng, 2023).



Gambar 2.1 Piston (Harrington, 2008)

Pada mesin diesel ataupun mesin bensin tugas dari piston sangatlah berat, dikarenakan fungsi dari piston itu sendiri yakni sebagai pemampat udara yang

tercampur dengan bahan bakar sehingga terjadilah pembakaran di dalam cylinder dan dalam pembahasan di atas menunjukkan bahwa piston juga termasuk komponen mesin yang bergerak sehingga resiko untuk rusak sangatlah tinggi.

Piston selalu menerima temperatur tinggi dan tekanan yang tinggi, bergerak dalam kecepatan tinggi dan secara terus menerus selama mesin beroperasi.

Perawatan yang harus bisa dilakukan pada piston itu sendiri yaitu sangat penting untuk menghindari kerusakan yang dapat mengurangi efisiensi kerja.. Perawatan yang dilakukan di atas kapal Tanker Grand Power ini terencana sesuai dengan program yang tertulis dalam (Plan Maintenance System) PMS, PMS ini adalah suatu program perawatan berkala yang terjadwal sesuai instruksi dari buku manual dari permesinan yang terdapat di atas kapal untuk mencegah terjadinya kerusakan yang fatal, dengan perawatan pencegahan yang terjadwal kita mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, dan juga untuk mempermudah menemukan kerusakan yang kemungkinan dapat terjadi pada instalasi piston. (Zhang et al., 2013).

Piston dibuat dari campuran aluminium karena bahan ini sangat ringan namun memenuhi syarat-syarat. Adapun Syarat Piston antara lain sebagai berikut :

1. Tahan terhadap temperatur tinggi.
2. Sanggup menahan tekanan yang bekerja pada bahan ini.
3. Mudah menghantarkan panas, ringan dan kuat. Piston terdiri dari piston, cincin piston dan batang piston.

## **2.2 Material Bahan Dari Pembuatan Piston**

Pembuatan piston di industri adalah dengan menggunakan cetakan logam dengan sistem cetak tekan, namun menurut hemat kami bukan hal yang mustahil untuk dapat membuat piston dari material bekas piston dengan metode cetak grafitasi yang hasilnya dapat memenuhi persyaratan uji sifat mekanis dan uji sifat fisis, mengingat dari hasil studi literatur ternyata material Al-Si dapat didaur ulang tanpa banyak kehilangan sifat-sifat mekanis dan fisis asalnya dan memiliki mampu alir yang baik juga dapat kita ubah komposisinya sesuai dengan kebutuhan sehingga dari segi bahan baku pembuatan piston tidak ada kendala. Penelitian ini telah membuktikan praduga tersebut, dengan mengontrol suhu tuang

sebesar  $\hat{A}\pm 720^{\circ}\text{C}$ , suhu cetakan  $\hat{A}\pm 327,5^{\circ}\text{C}$ , waktu holding cairan tidak boleh lebih dari 30 menit, menggunakan kowi logam dan dengan alat yang sederhana dengan bahan bakar arang telah berhasil membuat piston dari material piston bekas. Melalui uji spectrometer material bekas piston setelah dilebur kembali memiliki kandungan Si, 10,21% untuk piston motor dan 10,9% untuk piston mobil, berarti kandungan Si nya masih sesuai atau sama dengan logam paduan Al-Si AC4B yang merupakan bahan baku piston, bok roda gigi dan kepala silinder mesin-mesin otomotif standar JIS. Kekuatan tarik terbaik bahan piston 15,8 kg/mm<sup>2</sup>, massa jenis berkisar antara 2567 s/d 2635 kg/m<sup>3</sup> dan kekerasan permukaan terbaik 48,42 kg/mm<sup>2</sup>. Sehingga secara umum dapat memenuhi 85% persyaratan sifat mekanis dan sifat fisis dibandingkan dengan piston standar. Dengan demikian kita masih mempunyai tantangan untuk meningkatkan kualitas hingga mencapai 100%.

### **2.1.2. Kelelahan Bahan**

Menurut (Hari, 1999) menjelaskan Kelelahan bahan adalah suatu batasan akan tegangan logam yang diijinkan. Angka angka kelelahan suatu material suatu logam tidak sama, hal ini disebabkan oleh pabrik pembuatnya serta disesuaikan menurut kebutuhan dan kegunaan masing-masing selain umur pemakaian yang telah lama, tegangan yang diterima oleh material tersebut secara terus-menerus serta temperatur yang berubah-ubah dapat menurunkan kekuatan bahan sehingga dapat terjadi keretakan, sewaktu baja dipanaskan pada suhu diatas 5000 C maka akan terjadi pembebasan sebagian kecil tegangan yang berada didalam baja, hal itu menyebabkan berkurangnya sedikit kekerasan dan kekuatan baja. Keretakan yaitu garis yang terbentuk pada suatu benda keras seperti logam akibat dan menurunnya kekerasan dan ketahanan oich deformasi Deformasi yaitu perubahan ukuran atau bentuk karena pengaruh beban yang dikenakan padanya dan mempunyai kecepatan regangan yang tinggi maka bahan umumnya akan mengalami keretakan akibat bahan dikenai beban tiba-tiba. Deformasi ini dapat terjadi secara elastis dan secara plastis. (Nurdin, 2019) Deformasi elastis, yaitu suatu perubahan yang segera hilang kembali apabila beban ditiadakan Deformasi plastis, yaitu suatu perubahan bentuk yang tetap ada meskipun beban yang



menyebabkan deformasi ditiadakan Untuk menghindarinya, maka pemberian suhu atau temperature pendingin yang tepat akan dapat membantu mengurangi timbulnya kelelahan bahan. Sifat mekanis suatu logam adalah kemampuan atau kekakuan logam untuk menahan beban yang diberikan, baik statis dan dinamis pada suhu biasa, suhu tinggi maupun suhu dibawah 0°C. Beban statis adalah beban yang tetap baik besar maupun arahnya pada setiap saat, sedangkan beban dinamis adalah beban yang besar dan arahnya berubah menurut waktu. Bahan yang dibebani secara dinamis akan lelah dan retak, meskipun dibebani dibawah kekuata statis kelelahan adalah gejala patah dari bahan disebabkan oleh beban yang berubah- ubah. (Anhar, 2019) Kekuatan kelelahan suatu logam adalah tegangan bolak-balik tertentu yang dapat ditahan oleh logam itu sampai banyak balikan tertentu. Sementara itu batas kelelahan adalah tegangan bolak-balik tertinggi yang dapat ditahan oleh logam itu sampai banyak balikan tak terhingga.

### **2.3 Sistem Pendingin Yang Digunakan Dalam Mesin Induk**

Sistem yang paling penting dalam sebuah mesin adalah sistem pendingin. Sistem pendingin ini merupakan sistem yang terdapat pada sebuah kapal yang berguna untuk mendinginkan mesin induk, atau dapat juga dikatakan untuk menjaga menstabilkan suhu mesin agar selalu pada temperatur yang stabil. (Karyanto, 2002).

#### **1. Air Laut**

Air laut merupakan suatu media yang mudah didapatkan disekitar kapal Tidak usah dibeli dan secara langsung diambil, sehingga pendinginan memakai air laut tidak usah memakai sistem tertutup Pada umumnya air laut mengandung kadar garam yang tinggi dibandingkan air tawar, maka dari itu air laut jarang sekali digunakan langsung untuk mendinginkan mesin, bila langsung menggunakan air laut tersebut mengkristal di dalam mesin sehingga kelamaan. sistem pendinginnya akan buntu. Pada kapal kapal sekarang pada umumnya pendinginnya memakai sistem pendingin tertutup, yaitu memakai air tawar. (Dewantara et al., 2018).

Meskipun memiliki sifat yang menguntungkan tersebut diatas, air laut juga memiliki sifat yang tidak menguntungkan seperti menjadi kristal sewaktu dipanasi

yang akan membentuk kerak keras dibagian permukaan yang didinginkan. Proses pendinginan pada system air laut yaitu: air laut dihisap oleh pompa air laut melalui sea chest, air laut dipompa sebelumnya melalui filter terlebih dahulu kemudian masuk ke dalam pemanas air dan diteruskan masuk ke mesin induk lalu dibuang melalui overboard. (Karyanto, 2002).

## **2. Air Tawar**

Air tawar diatas kapal cukup mahal harganya, sehingga memiliki beberapa sedikit sifat yang kurang baik. Dengan menghilangkan udara didalamnya sebaikbaiknya maka air tawar mengakibatkan sedikit korosi dan juga tidak mengakibatkan pengendapan kerak sehingga dapat digunakan untuk pendinginan bagi semua bagian motor disel. Air tawar diatas kapal selalu diusahakan penggunaannya dalam siklus tertutup untuk dapat digunakan berulang kali Siklus tertutup tersebut terdiri dari ruang pendingin dari bagian motor yang harus didinginkan juga saluran, kran penutup, pompa, dan pesawat pendingin (Hari. 1999).

Pompa air tawar menghisap air tawar dari Cooler yang sebelumnya telah melalui filter, kemudian masuk ke dalam mesin induk Setelah itu air pendingin yang panas kemudian didinginkan di dalam Cooler dengan media air laut. Dan kemudian kembali dihisap oleh pompa air tawar, setelah melewati mesin induk air tawar akan berkurang maka biasanya ditambahkan air tawar pada penampungan air tawar (Tanki Expansi). Suhu air tawar yang masuk kedalam mesin pada umumnya 400 C dan yang keluar+ 650 C. Sedangkan suhu maksimum air tawar yang masuk adalah+ 550 C. (Karyanto, 2002).

## 2.4 Komponen Mesin

### 1. Cylinder Linear

Cylinder liner merupakan salah satu komponen yang ada di dalam blok silinder mesin yang memiliki fungsi utama sebagaiudukan piston agar bisa bergerak. Cylinder liner terbuat dari bahan khusus yang mampu bertahan saat terjadi gesekan sewaktu piston bekerja.

Pada pendinginan ini air pendingin menggunakan sistem tertutup. Pada suhu 450-560 °C air masuk ke dalam tiap-tiap cylinder. Pada pendinginan ini air pendingin masuk dari bawah mesin induk kemudian ke atas, yang dimaksudkan dalam hal ini bila air pendingin masuk melalui bagian dari atas sehingga mengakibatkan retaknya cylinder. Air pendingin mengelilingi cylinder dan keluar ke lubang pembuangan dengan suhu + 600 °C. (Priambodo, 1995).



Gambar 2.1 Cylinder Linear

## **2.Piston**

Piston mempunyai bentuk seperti silinder. Bekerja dan bergerak secara tranlasi (gerak bolak-balik) di dalam silinder. Piston merupakan sumbu geser yang terpasang presisi di dalam sebuah silinder dengan tujuan baik untuk mengubah volume dari tabung, menekan fluida dalam silinder, membuka tutup jalur aliran ataupun melakukan kombinasi semua itu. Piston selalu menerima temperatur tinggi dan tekanan yang tinggi, bergerak dalam kecepatan tinggi dan secara terus menerus sealama mesin beroperasi.



Gambar 2.2 Piston

## **3.Connecting rod**

Connecting rod merupakan penerus tenaga ataupun gerakan naik turun torak yang diperoleh dari ledakan didalam ruang bakar yang selanjutya diubah gerak putar poros oleh pena engkol (Narto dkk, 2017).



Gambar 2.3 Conecting road

#### 4. Crank shaft

Crank shaft atau poros engkol merupakan penerus tenaga putar sebagai usaha mekanik – output (Narto dkk, 2017).

Pada poros engkol, media pendingin yang digunakan adalah pelumas. Karena gerakan dan poros engkol yang bekerja secara berputar yang menyebabkan bahan atau material menjadi panas maka perlu didinginkan agar tidak terjadi kerusakan. (Priambodo, 1995



Gambar 2.5 Crank Shaft

## 5. Push rod

Push rod merupakan penerus tenaga dari tenaga putar menjadi naik turun yang dirubah oleh cam shaft bearing bushes menuju rocker arm (Narto dkk, 2017).



Gambar 2.5 Push road

## 2.5 Komponen-Komponen Piston

Masing-masing komponen Piston mempunyai fungsi dan kegunaan dalam pengoperasian pada komponen yang lain. Orang yang mengoperasikannya memperbaiki atau mengecek kerusakan para mesin harus mampu mengenal bagian yang akan dilakukan perawatan dan mengetahui fungsi masing masing tersebut bagian piston antara lain :

### 1. Piston

Piston merupakan komponen penting pada suatu mesin yang terletak pada silinder blok. Cara kerja dan fungsinya berbeda-beda serta saling berkaitan untuk menghasilkan tenaga saat mesin berjalan.

Fungsi piston yang utama adalah untuk menerima tekanan pembakaran dan meneruskannya ke poros engkol melalui salah satu komponen yang bernama connecting rod.

Selain itu, piston juga berperan dalam proses pembakaran untuk menghasilkan tenaga mesin. Berikut komponen piston beserta fungsi dan cara perawatannya yang tepat.

## 2. Ring Piston

Ring piston berbentuk gelang melingkar, dan di dalamnya terdapat celah yang digunakan sebagai jarak kelenturan. Bagian ini terletak pada sisi dinding dan terpasang pada ring groove.

Dalam pemasangan ring piston, sebaiknya celah diberi jarak antar ring berbeda 120 derajat untuk mencegah kebocoran kompresi.

Ring piston terbuat dari bahan baja berkualitas tinggi dan dibagi menjadi 3 bagian yaitu bagian atas, tengah, dan bawah. Yang terletak pada bagian atas dinamakan kompresi satu, bagian tengah kompresi dua dan yang bagian bawah disebut ring oil.

Fungsi dari Ring piston yaitu untuk mencegah kebocoran pada saat terjadi langkah usaha dan kompresi.

Selain itu juga mencegah oli dan silinder masuk ke ruang pembakaran serta mengatur perpindahan panas yang berasal dari piston pada dinding silinder.

## 3 Ring Oil

Ring oil memiliki 2 macam pegas yaitu segment dan integral. Fungsi dari bagian ini adalah untuk mencegah supaya oli tidak mudah masuk ke ruang pembakaran dan membersihkan oli yang terdapat pada dinding silinder ketika piston mengalami pergerakan.

Selain menjalankan fungsi di atas, Ring oil juga berguna sebagai tempat penyimpanan, serta sebagai pelumas antara piston dan liner.

Cara kerja pada komponen Ring piston yang tidak bermasalah akan menyalurkan panas dari piston ke dinding silinder dengan baik, sehingga mesin lebih stabil.

## 4 Ring Kompresi

Mesin mobil umumnya memiliki 2 ring kompresi yang terletak pada bagian atas dan tengah piston.

Fungsi utama dari komponen piston ini adalah untuk menahan proses kompresi antara udara dan juga bahan bakar pada saat kompresi berjalan. Tujuannya agar tidak terjadi Crankcase atau kebocoran bagian bawah.

Ring kompresi pada piston yang terletak pada bagian tengah, selain sebagai kompresi juga berperan sebagai pelumas (oil liner).

Kombinasi antara ring kompresi atas dan tengah juga bisa menghasilkan daya ledak tinggi jika proses pembakaran pada mesin berlangsung sangat cepat.

#### 5. Celah Piston

Pada saat proses pembakaran, piston akan bekerja cepat dan semakin panas. Hal tersebut menyebabkan pemuaian yang membuat diameter pada piston bertambah besar.

Oleh sebab itu, biasanya di antara piston dan dinding silinder diberi beberapa celah dinamakan piston clearance.

Celah piston yang berukuran 0,02-0,12 mm berfungsi untuk mengkondisikan diameter atas akan berukuran lebih kecil dibandingkan diameter bawah. Dengan demikian, mesin tidak mudah panas saat terjadi pemuaian pada ukuran diameter piston.

#### 6. Pena Piston

Komponen piston satu ini terbuat dari bahan baja berkualitas tinggi, sehingga tahan terhadap benda berukuran berat dan besar. Pena piston ataupun piston pin sebagai connecting rod yang membuat piston dapat terhubung pada bagian ujung kecil komponen.

Di bagian dalam pena piston terdapat lubang untuk mengurangi terjadinya berat berlebih dan kedua ujungnya dapat tertahan oleh pena torak.

Jenis penyambungan pena piston dengan piston umumnya menggunakan 4 tipe yaitu Tipe Bolted, Press Fit, Fixed dan Full Floating.

Fungsi dari pena piston ada 2 yaitu sebagai pengait batang piston dengan piston dan memindahkan tenaga dari piston ke batang piston. Melalui pena piston akan ada gerakan bolak-balik dari piston menjadi gerak putar pada bagian poros engkol.



## 7.Snap Ring

Snap Ring pada komponen piston terletak pada bagian pin piston, dan berbentuk tipis mirip cincin. Fungsi dari bagian ini yaitu untuk mengunci pin piston agar tidak mudah bergerak keluar.

Apabila pin piston bergerak keluar, maka kemungkinan terjadi kerusakan pada bagian dinding blok yang berbentuk silinder.

Tipe Snap Ring ada 2 jenis yaitu jika ditekan ujungnya akan terbuka dan apabila ditekan ujungnya tetap tertutup.

Keduanya dikenal dengan istilah Snap ring tipe hole (H) dan Snap Ring tipe Shafting (S). Kedua model tersebut selain bentuknya berbeda, cara kerjanya pada mesin piston juga berbeda.

## 8.Batang Piston

Setiap mobil pasti memiliki batang piston, jika tidak ada, maka piston beserta komponen lainnya tidak dapat bekerja dengan optimal. Bagian ini bersifat kaku, dapat merubah gerakan lurus menjadi melingkar, serta merotasi gerakan tarik dorong pada poros engkol piston.

Fungsi utama dari bagian ini adalah sebagai connection road atau penghubung antara pit piston dan poros engkol. Bagian ini memiliki 2 lubang yang saling berkaitan yaitu poros engkol dan tempat pit piston.

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu

##### 3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat dan lokasi penelitian ini dilakukan di PT.WarunaShipyard Indonesia Jalan Bagan Deli Lama, Belawan 1. Medan Kota Belawan. Kota Medan. Sumatera Utara

##### 3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan sejak tanggal usulan oleh program studi Teknik Meisn Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tabel 3.1 Jadwal dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul	■	■				
2	Studi Literatul		■	■	■		
3	Penulisan Laporan			■	■	■	
4	Seminar Proposal				■	■	
5	Pengambilan Data dan Menganalisa					■	■
6	Penulisan laporan akhir						■
7	Seminar Proposal						■
8	Seminar Hasil						■
9	Sidang Tugas Akhir						■

#### 3.2 Bahan dan Alat

##### 3.2.1 Bahan Penelitian

Adapun Bahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1.Piston



### 2.Ring Piston



### 3.Batang Piston



#### 3.2.2 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### 1.Tools pembukaa

Tools Pembuka yaitu alat yang digunakan untuk mempermudah Pekerjaan kita sehari hari.  
permukaan lainnya.

##### 2.Sigmat

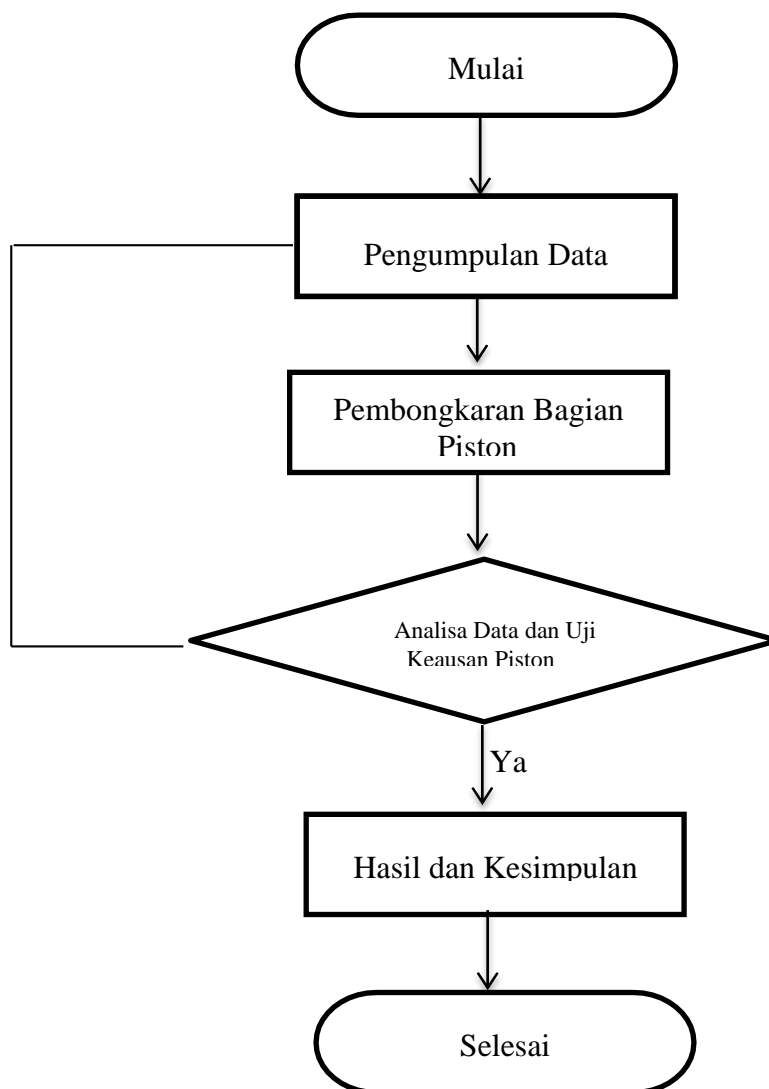
alat ukur Sigmat, juga dikenal sebagai jangka sorong atau vernier caliper yang berfungsi untuk mengetahui ukuran panjang pada piston multifungsi

#### 4. Lubrication

Fungsi untuk mengetahui keausan dan keretakan pada piston dengan tekanan tinggi, dimana alat yang digunakan test press pada saat pengetesan harus menyediakan air untuk di test press tersebut.

#### 3.3 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah dalam analisis Piston *MT GRANDPOWER*,



Gambar 3.1 Diagram Alir

### 3.4 Rancangan Alat Penelitian



**Gambar 3.2 Rancangan Alat Piston**

Keterangan :

- 1.Piston
- 2.Ring Piston
- 3.Ring Oil
- 4.Ring Kompresi
- 5.Celah Piston
- 6.Pena Piston
- 7.Snap Ring
- 8.Batang Piston

### 3.5 Prosedur Penelitian

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

- 1.Melakukan pembongkaran bagian Piston
- 2.Melakukan Cleaning Piston dari sisa karbon yang menempel
- 3.Melakukan pengujian analisa data pada piston
- 4.Melakukan pengukuran dengan sigmat.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

#### 4.1.1 Melakukan Pengukuran ruang silinder Piston

Pengukuran ini dilakukan agar didapat hasil untuk perbandingan, dan untuk mengetahui kerusakan secara visual, dengan pengukuran silinder kita dapat menentukan apakah ada keausan dan sejauh mana keausan tersebut masih dalam toleransi. Karna kerusakan pada area ini bisa berdampak besar bagi kinerja engine, dampak dari kerusakan pada area ini antara, masuknya oli ke ruang bakar, yang mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna.

Berikut adalah hasil gambar pengukuran diameter piston:



Gambar 4.1 Hasil Pengukuran Piston no 1



Gambar 4.2 Hasil Pengukuran Piston no 2



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Piston no 3



Gambar 4.4 Hasil Pengukuran Piston no 4



Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Piston no 5



Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Piston no 6

Tabel 4.1 Spesifikasi diameter pada Piston :

NO	Jenis Pengukuran	Spesifikasi
1	Pengukuran Table pada Piston	New Piston $40.00 \pm 0,95\text{mm}$ Minimum 35.00 mm

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Diameter Piston :

Model	Diameter Piston yang baru	Minimal Diameter Piston	Hasil Aktual Piston	Ket
Hyundai Man B&W	$40.00 \pm 0,95\text{mm}$	35.00 mm	224,40	Good
			224,38	Good
			224,40	Good
			224,86	Good
			224,80	Good
			224,85	Good

Tabel diatas merupakan hasil pengukuran diameter *Piston* yang dimana minimal diameter Piston 35.00 mm, dan setelah dilakukan pengukuran terhadap Piston yang lama memiliki diameter 38.00 mm dimana diameter tersebut masih layak dipakai. Dan dilakukan lagi pengukuran berikutnya dan di dapat hasil seperti tabel yang ada di atas.

#### 4.2 Pembahasan

Kerusakan yang sering terjadi pada Piston diantaranya retak, korosi, dan keausan ring piston pada auxiliary engine disebabkan oleh gesekan poros yang ada pada dalam linear yang menyebabkan panasnya berlebihan pada Piston sehingga menghambat kinerja pada piston menyebabkan terjadinya over heat. Dari setiap kerusakan tersebut berbeda-beda cara penganaannya tergantung dari



kerusakan yang terjadi, karna harga Piston cukup mahal maka ketika diketahui adanya kerusakan tidak langsung diganti namun dilakukan perbaikan.

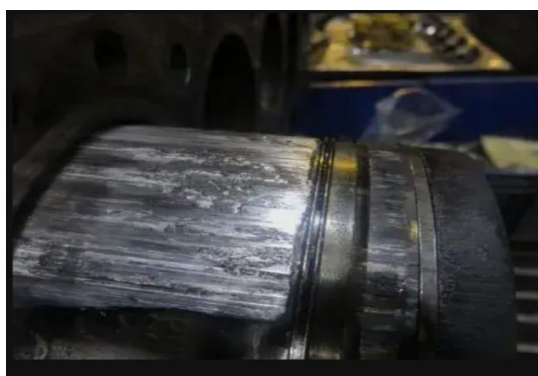
#### 4.2.1 Penyebab terjadi keausan ring piston

Piston aus biasanya terjadi pada mesin diesel, keausan yang terjadi dikarenakan adanya kontaminan dan kesalahan saat melakukan pemasangan ring piston, sehingga mengalami gangguan kerja akibat adanya kerusakan. Kontaminasi tersebut terdapat material asing di dalam sistem yang bukan merupakan bagian dari sistem dapat mengakibatkan keausan bahkan kerusakan.



Gambar 4.7 keausan pada Piston

Ring piston berfungsi untuk memampatkan agar tidak terjadi kebororan, serta membatasi sentuhan secara langsung antara piston dan liner. Maka dari itu adanya ring piston ini sangatlah penting. Dan apabila ring piston ini mengalami keausan serta kerusakan maka fungsinya pun terganggu.



Gambar 4.8 *Piston Stracht*

Langkah-langkah perbaikan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

#### 4.2.2 Melakukan pembongkaran bagian Piston

Pembongkaran Piston dilakukan untuk pemeliharaan yang efektif, dalam setiap kegiatan instalasi ini harus diikuti dan dimungkinkan oleh keadaan operasi.



Gambar 4.8 Pembongkaran Piston

#### 4.2.3 Melakukan cleaning Piston dari sisa gasket yang menempel

Setelah melakukan pembongkaran terhadap Piston, dilakukan pembersihan (*cleaning*) Piston dari kotoran-kotoran yang bisa dilakukan dengan dua cara, *mechanical* atau *chemical*. Pembersihan dengan *mechanical* adalah pembersihan menggunakan alat seperti sikat, majun sedangkan pembersihan dengan cara *chemical* adalah dengan menggunakan zat kimia tertentu yang memiliki kemampuan untuk membersihkan bagian-bagian piston dari kotoran-kotoran yang menempel.



Gambar 4.9 Sebelum dilakukan pembersihan (*cleaning*) pada Piston

### 4.3 Melakukan pelumasan pada Ring Piston

Keausan ring piston terjadi karena pelumasan yang sudah terkontaminasi dan juga kurangnya pelumasan. Pelumasan bertujuan membersihkan, mendinginkan, dan melindungi gerakan bagian engine dari keausan. Untuk meminimalisir agar tidak terjadi keausan dengan cepat.



Gambar 4.10 Pelumasan pada Ring Piston

#### 4.3.1 Air Intake

Perawatan secara berkala atau preventive maintenance secara teratur terutama di bagian air intake system. Harus mengikuti prosedur yang telah ada pada operation maintenance dan manual book dalam melakukan perawatan agar tidak terjadi kesalahan saat perawatan dan pemasangan komponen, seperti air cleaner, aftercooler, dan turbocharger. Jika terjadi kerusakan dari komponen penting pada air intake maka udara yang masuk ke ruang pembakaran.

#### 4.3.2 Sistem Bahan Bakar

Fuel (bahan bakar) haruslah murni bahan bakar, maka dari itu perawatan fuel filter sebagai media penyaring utama bahan bakar sangatlah penting. Guna mendapatkan bahan bakar yang untuk pembakaran, bahan bakar yang kotor ataupun terkontaminasi air dan partikel lain akan berdampak buruk pada sistem pembakaran selain pembakaran yang tidak sempurna bahan bakar kotor dan terkontaminasi yang masuk dapat juga bercampur dengan yang akan menyebabkan ikut terkontaminasi sehingga fungsi oli sebagai pelumas tidak maksimal. Maka dari itu perawatan terhadap fuel filter sangatlah penting, perawatan haruslah

berkala dan sesuai dengan buku panduan dan apabila fuel filter tidak layak lagi lebih baik lakukan pergantian terhadap komponen.

#### 4.4 Bentuk Kerusakan

Akibat terjadinya keausan ring piston di karenakan kurangnya pelumasan serta kontaminasi dari luar sistem yang dapat mengakibatkan patahnya ring piston dan membuat performa engine menjadi menurun. Karena selaku ring piston yang berfungsi sebagai pemampat udara tidak dapat memampatkan udara secara maksimal. bisa dibayangkan piston dengan permukaan samping yang lebar bergesekan dengan cylinder maka akan menimbulkan gaya gesek. Gaya gesek itu tidak hanya merugikan power output tapi juga berpotensi mempercepat keausan dan terjadilah patahnya ring piston.



Gambar 4.4.1 Patah *Ring Piston*

#### 4.5 Penanganan Keausan pada *Piston*

Karna harga Piston cukup mahal maka ketika diketahui adanya keausan tidak langsung diganti namun dilakukan perbaikan, untuk memperbaiki piston, harus diturunkan dulu kemudian Permukaan harus bersih dan licin sampai terlihat mengkilap, untuk mengatasi Piston yang aus bisa ditangani dengan penggantian oli secara teratur, perawatan rutin dan ganti baru ring piston yang tepat akan membuat Piston mampu berfungsi secara maksimal.



Gambar 4.14 Ring Piston

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah melaksanakan penelitian diatas kapal dan menganalisa permasalahan pada bab sebelumnya terkait penyebab terjadinya keausan Piston pada mesin induk di MT. Grand Power maka penulis menarik kesimpulan mengenai permasalahan yang dianalisis dalam penelitian sebagai berikut :

1.Keausan Piston pada auxiliary engine disebabkan oleh terdapat ditemukan nya sebuah kerusakan atau lebih tepatnya keausan mengakibatkan kerusakan yang disebut contamination. Kontaminasi tersebut membuat komponen-komponen yang berada pada ruang pembakaran menjadi strach ataupun tergores, sehingga mengakibatkan keausan pada ring piston.

2. Karena banyaknya kotoran yang menempel pada proses kerja pada saat di Piston kurang sempurna, maka akan menyebabkan karbon yang menempel menimbulkan kerak yang menghambat proses kerja sehingga Piston *over heat* yang menyebabkan keausan.

#### 5.2 Saran

Adapun saran-saran yang penulis berikan pada skripsi ini, mengingat Piston adalah komponen yang harus diperhatikan adalah :

1.Selalu melakukan pemeriksaan terhadap ring piston mengacu pada PMS (Planing Maintance System) agar perawatan dapat optimal dan pemantauan terhadap temperatur pemutaran poros, apabila pemutaran poros terlalu tinggi maka segera periksa dan mencari penyebab terjadinya tindakan penanggulangan.

2.Selalu melakukan pengecekan system pendingin mesin induk, apabila terjadi masalah maka segerala mencari penyebab dan apabila melukan perawatan sebaiknya hendakla di cek selalu permesinan dari manal instrcution book agar tidak terjadi kesalahan progres.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anhar, M. (2019). UJI BAHAN PLAT DRUM PADA TEMPERATUR 100C, 200C, 300C, 400C, 500C DENGAN UJI KEKERASAN, *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 5(2).
- Breeze Paul. 2018. *Piston Engine-Based Power Plans*. Academic Press : London
- Dewantara, I. G. Y., Suyitno, B. M., & Lesmana, I. G. E. (2018). Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih. *Teknik Mesin*, 07(01).
- Hari, A. (1999). *Ilmu Bahan*. Erlangga.
- Karya, D. (2015). *Peleburan Logam*.
- Karyanto, E. (1993). *Teknik Motor Diesel*. Pedoman Ilmu Jaya.
- Karyanto, E. (2002). *Sistem Pendinginan Motor*. Pedoman Ilmu Jaya.
- Malev, & Prambodo, B. (1995). *Operasi dan pemeliharaan mesin diesel. konstruksi, operasi, pemeliharaan dan perbaikan mesin diesel*. Erlangga.
- Nigel, F. G. (1990). Diesel Engine Cylinder Head Design: The Compromises and Teknik. *Jurnal Mesin*, 99(3), 415-438.
- Nurdin, H. (2019). *Metalurgi Logam*. UNP Press.
- Narto Amad, Suwondo, Nasri, 2017. *Mesin Penggerak Utama Motor Diesel dan Turbin*. CV. Global Terbit Sukses : Semarang
- Priambodo, B. (1995). *Operasi Dan Pemeliharaan Mesin*. Erlangga.
- Sudarmanta, B., & Sungkono, D. (2005). Transesterifikasi Crude Palm Oil dan Uji Karakteristik Semprotan Menggunakan Injektor Motor Diesel. *Teknik Mesin*, 5(2).
- Sunaryo, H. (2008). *Teknik Pengelasan Kapal*.
- Zhang, Q., Zuo, Z., & Liu, J. (2013). Analisis kegagalan kepala silinder mesin diesel berdasarkan metode elemen hingga. *Analisis Kegagalan Rekayasa*, 34(1).
- Ricky.2014.RancangBangun Alat Bantu Untuk Melepas dan Memasang Pengunci Valve (Conical) Katup Hisap dan Katup Buang pada Engine 3304 Catterpillardengan Sistem Hidrolik. Palembang : Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

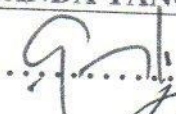
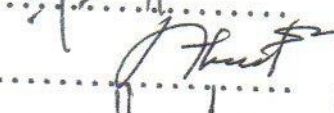
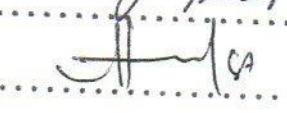
Judul : Analisa Keausan Piston Pada Mesin Di Kapal  
 MT. Grand Power  
 Nama : Rizky Syahputra Panggabean  
 NPM : 2007230083  
 Dosen Pembimbing : Chandra A Siregar , S.T., M.T

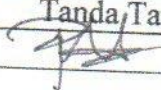
No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	26/4/2024	perbaiki format	f
2.	30/4/2024	perbaiki bab I	f
3.	8/5/2024	perbaiki bab III	f
4.	11/5/2024	Ace summary	f
5.	24/8/2024	perbaiki format	f
6.	29/8/2024	Ace sumhas	f
		Ace Sidney	f



**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

peserta seminar  
 nama : Rizky Syahputra Panggabean  
 NPM : 2007230083  
 judul Tugas Akhir : Analisa Keausan Piston Pada Mesin Di Kapal MT. Grand Power

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Chandra A Siregar, ST, MT	:..... 
Pembimbing – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT	:..... 
Pembimbing – II : Arya Rudi Nasution, ST, MT	:..... 

NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
2007230083	Rizky Syahputra Panggabean	

Medan, 05 Rabi'ul Awal 1446 H  
09 September 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

a : Rizky Syahputra Panggabean  
: 2007230083  
Tugas Akhir : Analisa Keausan Piston Pada Mesin Di Kapal MT. Grand Power

Pembanding - I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT  
Pembanding - II : Arya Rudi Nasution, ST, MT  
Pembimbing - I : Chandra A Siregar, ST, MT

KEPUTUSAN

Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)  
Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan  
ntara lain :

*lihat laporan inspeksi*  
*lengkap dokumentasi pengujian*

rus mengikuti seminar kembali  
baikan :

Medan, 05 Rabi'ul Awal 1446 H  
09 September 2024 M

Dosen Pembanding- I



Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

etabui :  
odi. T. Mesin



Siregar, ST, MT

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

---

Nama : Rizky Syahputra Panggabean  
NPM : 2007230083  
Judul Tugas Akhir : Analisa Keausan Piston Pada Mesin Di Kapal MT. Grand Power

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT  
Dosen Pembanding – II : Arya Rudi Nasution, 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 :
    - Penulisan... Harus... disesuaikan dengan Template
    - Pembuatan Tabel menggunakan Excel & Bahasa Asing
    - Harus cetak miring
    - Memperhatikan penulisan Teletext di atas
  3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :
- .....
- .....
- .....
- .....

Medan 05 Rabi'ul Awal 1446 H  
09 September 2024 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT

Arya Rudi Nasution, ST, MT



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/III  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 66310  
<https://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsun](#)

Medan, 08 Rabiul Awal 1446 H  
12 September 2024

Nomor : 1588/ II.3-AU/ UMSU-07/ F/2024  
Lamp : -  
Hal : Undangan Sidang Tugas Akhir  
Jurusan Teknik Mesin

**Kepada: Yth.Sdr.**

- 1. Chandra A Siregar, ST,MT (Dosen Pembimbing)
- 2. Ahmad Marabdi Siregar ST,MT (Dosen Penguji – I)
- 3. Arya Rudi Nasution ST,MT (Dosen Penguji – II)

di-  
Medan.

Bismillahirrahmanirrahim.  
Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan hormat,sesuai dengan Rekomendasi Ka. Prodi Teknik Mesin Tanggal 12 September 2024 Tentang Dosen Pembimbing Tugas Akhir maka melalui surat ini kami mengundang Saudara untuk menghadiri SIDANG Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas nama mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

Nama : Rizky Syahputra Panggabean  
PM : 2007230083  
Jurusan : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : **Analisa Keausan Piston Pada Mesin Di Kapal MT. Grand Power**

YaAllah akan dilaksanakan pada :  
Hari / tanggal : **Rabu/18 September 2024**  
Waktu : 10.00 Wib S/D Selesai  
Tempat : Fakultas Teknik UMSU  
Jalan Mukhtar Basri No.: 03 Medan.

Demikian undangan ini kami sampaikan atas perhatian saudara kami ucapkan terima kasih. Akhirnya selamat dan sejahteralah kita semua Amin.



Wassalam,  
Dekan



**Mubawar Alfansury Siregar, ST, MT**  
TEKNIK  
NIDN: 0101017201