

TUGAS AKHIR

ANALISA TURUNNYA TEKANAN AIR PENDINGIN PADA CYLINDER HEAD GENERATOR AUXILIARY ENGINE DIKAPAL MT LOMBA MAS

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

Disusun Oleh:

RISZKIAJRAI
2007230013



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

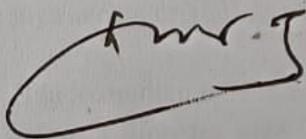
Nama : Riszki Ajrai
NPM : 2007230013
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Turunnya Tekanan Air Pendingin Pada *Cylinder Head Generator Auxiliary Engine* Dikapal MT Lomba Mas
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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, 04 Februari 2025

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



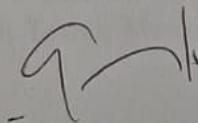
(Dr. Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T.)

Dosen Penguji II



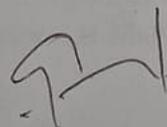
(Arya Rudi Nasution, S.T., M.T.)

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 : Riszki Ajrai
Tempat / Tanggal Lahir : Medan, 06 Agustus 2001
NPM : 2007230013
Bidang Keahlian : Konversi Energi
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)

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

“ Analisa Turunnya Tekanan Air Pendingin Pada *Cylinder Head* Generator *Auxiliary Engine* Dikapal MT Lomba Mas “

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 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, 04 Februari 2025
Saya yang menyatakan



Riszki Ajrai
2007230013

ABSTRAK

Tekanan Air Pendingin pada *Cylinder Head* Generator *Auxiliary Engine* di Kapal MT Lomba Mas, yang merupakan *oil products* tanker milik PT Waruna Shipyard Indonesia. *Diesel* generator pada kapal ini berperan penting dalam menyediakan daya listrik untuk berbagai sistem, Oleh karena itu, performa optimal generator sangat bergantung pada efektivitas sistem pendinginannya. Penurunan tekanan air pendingin dapat menyebabkan *overheating* pada *cylinder head*, yang berdampak negatif pada efisiensi pembakaran dan dapat mengakibatkan kerusakan serius pada komponen mesin. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab turunnya tekanan air pendingin serta menganalisis dampaknya terhadap kinerja dan keandalan mesin. Kapal MT Lomba Mas, Di MT Lomba Mas, efektivitas sistem pendinginan sangat penting untuk menjaga kinerja andal selama proses bongkar muat dan pelayaran. Berdasarkan analisis, ditemukan beberapa faktor penyebab penurunan tekanan air pendingin, termasuk kebocoran pada pipa, kerusakan pada pompa pendingin, korosi dan endapan dalam sistem, serta kesalahan pengaturan termostat. Dampak dari penurunan tekanan ini antara lain *overheating*, kerusakan pada gasket dan *cylinder head*, penurunan daya output, serta peningkatan emisi gas buang. Rekomendasi perbaikan mencakup perbaikan kebocoran, servis pompa pendingin, pembersihan sistem, pemeriksaan termostat, dan pemantauan berkala. Dengan langkah-langkah ini mendapat hasil meminimalkan dampak negatif dan menjaga kinerja sistem pendinginan yang optimal, kesimpulannya sehingga mendukung operasional kapal yang lebih efisien dan andal di masa mendatang.

Kata Kunci : tekanan air, *cylinder head*, generator *auxiliary engine*

ABSTRACT

Cooling Water Pressure on Cylinder Head Generator Auxiliary Engine on MT Lomba Mas Ship, which is an oil products tanker owned by PT Waruna Shipyard Indonesia. The diesel generator on this ship plays an important role in providing electrical power for various systems. Therefore, the optimal performance of the generator is highly dependent on the effectiveness of its cooling system. A decrease in cooling water pressure can cause overheating of the cylinder head, which has a negative impact on combustion efficiency and can cause serious damage to engine components. This study aims to identify the factors causing a decrease in cooling water pressure and analyze its impact on engine performance and reliability. MT Lomba Mas Ship, On MT Lomba Mas, the effectiveness of the cooling system is very important to maintain reliable performance during the loading and unloading process and shipping. Based on the analysis, several factors were found to cause a decrease in cooling water pressure, including leaks in pipes, damage to the cooling pump, corrosion and deposits in the system, and thermostat setting errors. The impacts of this pressure drop include overheating, damage to the gasket and cylinder head, decreased output power, and increased exhaust emissions. Recommendations for improvement include leak repair, coolant pump service, system cleaning, thermostat inspection, and periodic monitoring. With these steps, the results are minimized negative impacts and maintain optimal cooling system performance, the conclusion is that it supports more efficient and reliable ship operations in the future.

Keywords: water pressure, cylinder head, generator auxiliary engine.

KATA PENGANTAR

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 “Analisa Turunnya Tekanan Air Pendingin Pada Cylinder Head Generator Auxiliary Engine Dikapal MT Lomba Mas”

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 dan Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku dosen penguji I dan bapak Arya Rudi Nasution S.T., M.T., selaku dosen penguji II
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Staf di PT. Waruna Shipyard Indonesia yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
8. Kedua orang tua tercinta penulis yaitu Ayahanda Supardi dan Ibunda Rosmiatik yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta senantiasa memberikan kasih sayang, do'a yang tulus, dan dukungan moril maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Rekan-rekan seperjuangan, Andi kurniawan, Muhammad Akbar, Rizky

Panggabean, Firman Nanda Irawan, Suhardiansyah yang telah bersama - sama berjuang dalam mengerjakan dan membuat alat serta memberikan bantuan, saran dan dukungan kepada penulis.

10. Rekan-rekan seperjuangan kelas A1 Pagi Stambuk 2020, serta rekan – rekan bidang keahlian konversi energy yang telah banyak memberi saran dan dukungan kepada penulis.

Laporan 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 para pembaca dan dunia Industri Teknik Mesin serta dapat dijadikan pertimbangan pihak-pihak yang berkepentingan.

Medan, 04 Februari 2025

Riszki Ajrai

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEAHLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Mesin <i>Diesel</i>	5
2.1.1 Prinsip Kerja Mesin <i>Diesel</i>	6
2.1.2 Kelebihan Mesin <i>Diesel</i>	7
2.1.3 Kekurangan Mesin <i>Diesel</i>	7
2.1.4 Penggunaan Mesin <i>Diesel</i>	8
2.1.5 Jenis-Jenis Mesin <i>Diesel</i>	9
2.1.6 Perbandingan Mesin <i>Diesel</i> Dengan Mesin Bensin	12
2.2 Komponen Penting Mesin <i>Diesel</i>	13
2.3 <i>Cylinder Head</i>	17
2.3.1 Komponen-Komponen <i>Cylinder Head</i>	19
2.3.2 Material Pembuatan <i>Cylinder Head</i>	21
2.4 <i>Coolant</i>	23
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat Dan Waktu	27
3.1.1 Tempat Penelitian	27
3.1.2 Waktu Penelitian	27
3.2 Bahan Dan Alat Penelitian	28
3.2.1 Alat Penelitian	28
3.3 Bagan Alir	32
3.4 Rancangan Alat Penelitian	33
3.5 Prosedur Penelitian	34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisa Data	36

4.2	Identifikasi Masalah	37
4.3	Penyelesaian Masalah	45

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

SK PEMBIMBING

BERITA ACARA SEMINAR TUGAS AKHIR

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mesin <i>Diesel</i>	4
Gambar 2.2	Siklus Kerja Mesin <i>Diesel</i> 2 Tak	5
Gambar 2.3	Siklus Kerja Mesin <i>Diesel</i> 4 Tak	6
Gambar 2.4	<i>Cylinder Head</i>	8
Gambar 2.5	<i>Piston</i>	8
Gambar 2.6	<i>Crankshaft</i>	9
Gambar 2.7	<i>Connecting Rod</i>	9
Gambar 2.8	<i>Camshaft</i>	10
Gambar 2.9	Injektor	10
Gambar 2.10	<i>Turbocharger</i>	11
Gambar 3.1	Diesel Generator Kapal MT Lomba Mas	18
Gambar 3.2	<i>Pressure Gauge</i>	18
Gambar 3.3	<i>Thermocouple</i>	19
Gambar 3.4	<i>Flow Meter</i>	19
Gambar 3.5	<i>Data Logger</i>	20
Gambar 3.6	Bagan Alir	20
Gambar 3.7	<i>Cylinder Head</i>	21

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdiri sejak tahun 1990, PT Waruna Shipyard Indonesia, yang berlokasi di Jalan Bagan Deli Lama, Medan, Belawan I, Medan Kota Belawan, Kota Medan, Sumatera Utara 20411, adalah sebuah perusahaan galangan kapal yang bergerak di bidang pembangunan kapal (*New Building*), perbaikan kapal (*Ship repair*), dan juga melakukan pemeliharaan (*Maintenance*). Seperti telah diketahui untuk negara maritim seperti negara kita, kapal adalah merupakan sarana angkutan laut yang banyak digunakan sebagai sarana transportasi yang murah dan efisien pada tingkat tertentu dibandingkan dengan sarana angkutan lainnya seperti angkutan darat maupun angkutan udara. Agar kapal tersebut selalu dalam keadaan lancar didalam pengoperasiannya, maka perawatan dari Mesin Induk / permesinannya menjadi faktor yang penting sebagai penunjang pengoperasian dan penerangan di kapal.

Dalam industri maritim, sistem mesin diesel merupakan komponen vital yang mendukung operasi kapal. Mesin diesel digunakan secara luas karena keandalan dan efisiensinya dalam menghasilkan tenaga. Namun, kinerja optimal mesin diesel sangat bergantung pada sistem pendingin yang efektif. Sistem pendingin berfungsi untuk menjaga suhu mesin tetap pada level yang aman, mencegah overheating, dan memastikan kinerja mesin yang stabil serta umur panjang. Tanpa sistem pendingin yang efisien, mesin diesel dapat mengalami kerusakan yang serius, mengakibatkan biaya pemeliharaan yang tinggi dan potensi kegagalan operasional.

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. Kapal adalah kapal yang dapat digunakan untuk melakukan pergerakan, utamanya menarik atau mendorong kapal lain dipelabuhan, laut lepas atau melalui sungai. Kapal digunakan pula untuk menarik tongkang, kapal rusak dan peralatan lainnya. Untuk menunjang kelancaran pelayaran di laut peranan main engine sangatlah penting.(Yamin Jinca, 2021)

Salah satu masalah umum yang dapat terjadi dalam sistem pendingin mesin diesel adalah penurunan tekanan air pendingin. Tekanan air pendingin yang turun

dapat mengindikasikan adanya gangguan dalam sistem pendingin, seperti kebocoran, kerusakan pada pompa pendingin, atau saluran yang tersumbat. Ketika tekanan air pendingin turun di bawah batas yang aman, suhu mesin dapat meningkat secara signifikan, yang dapat mempengaruhi kinerja mesin secara keseluruhan dan berpotensi menyebabkan kerusakan pada komponen penting seperti *cylinder head*.

Cylinder head adalah komponen penting dalam mesin diesel yang berfungsi menutup ruang bakar dan menampung sistem pendingin di dalamnya. Penurunan tekanan air pendingin dapat menyebabkan suhu pada *cylinder head* meningkat, yang berpotensi menyebabkan deformasi atau kerusakan material. Kerusakan pada *cylinder head* dapat mengakibatkan kebocoran kompresi, penurunan efisiensi mesin, dan dalam kasus ekstrem, kerusakan parah yang memerlukan perbaikan atau penggantian komponen yang mahal. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana penurunan tekanan air pendingin mempengaruhi *cylinder head* secara spesifik.

Mesin diesel telah menjadi pilihan utama dalam berbagai sektor industri dan transportasi karena keunggulannya dalam efisiensi bahan bakar dan daya tahan yang tinggi. Perkembangan teknologi mesin diesel juga terus mengalami peningkatan, terutama dalam hal efisiensi pembakaran dan sistem injeksi bahan bakar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membahas lebih dalam mengenai mesin diesel, khususnya dalam aspek perbandingan efisiensinya dengan mesin bensin serta daya tahannya.

Penulis menyusun skripsi ini selama menjalani magang selama satu tahun di PT Waruna Shipyard Indonesia. Ketika kapal MT Lomba Mas milik Waruna tiba untuk menjalani perbaikan tahunan, penulis menerima informasi dari kru kapal, termasuk masinis 1 dan kru lainnya di ECR (*Engine Control Room*), bahwa terdapat masalah pada diesel generator mereka. Mereka melaporkan adanya penurunan tekanan air pendingin pada generator *auxiliary engine*, yang mempengaruhi kinerja operasional kapal.

Menurut keterangan dari kru kapal, masalah ini telah terjadi selama beberapa waktu terutama pada saat kapal melakukan perjalanan menuju Pelabuhan asal (*home port*) dibelawan, dan hal ini memerlukan perhatian segera karena dapat berdampak pada kinerja mesin secara keseluruhan. Tekanan air pendingin yang menurun dilaporkan berpotensi menyebabkan kerusakan pada komponen utama,

seperti *cylinder head*. Untuk itu, informasi dan data yang diberikan oleh kru kapal menjadi dasar penting dalam penelitian ini.

Penelitian ini melibatkan pengukuran tekanan air pendingin, analisis suhu mesin, dan pemeriksaan fisik pada *cylinder head* berdasarkan informasi dari kru. Data yang dikumpulkan dari lapangan akan digunakan untuk mengidentifikasi penyebab penurunan tekanan serta dampaknya terhadap kinerja mesin dan kerusakan pada *cylinder head*. Dengan bantuan kru kapal, metode analisis teknis akan diterapkan untuk menentukan faktor-faktor penyebab dan memberikan rekomendasi yang sesuai untuk perbaikan.

Oleh karena itu, penulis menganggap bahwa peranan sistem pendingin pada diesel generator begitu penting untuk menunjang optimalnya kinerja diesel generator sehingga harus menapat penanganan lebih dan perlu diadakannya pemecahan masalah yang efektif dan efisien. Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk mengangkat masalah tersebut dalam penyusunan skripsi dengan judul “Analisis Turunnya Tekanan Air Pendingin Pada *Cylinder Head* Generator *Auxiliary Engine* Dikapal Mt Lomba Mas.”

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana Pengaruh turunnya tekanan air pendingin (*coolant*) pada *cylinder head* generator *auxiliary engine* dikapal MT lomba mas
2. Bagaimana upaya untuk mencegah dampak dari faktor yang menyebabkan turunnya tekanan pendingin air tawar pada main air compressor ?

1.3 Ruang Lingkup

1. Penelitian akan fokus pada sistem pendingin mesin diesel, khususnya generator *auxiliary engine* yang ada di kapal MT Lomba Mas.
2. Menganalisis *cylinder head* pada mesin diesel, sebagai komponen utama yang terkena dampak dari penurunan tekanan air pendingin.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab turunnya tekanan air pendingin pada *cylinder head* generator *auxiliary engine* di Kapal MT Lomba Mas.
2. Menganalisis dampak penurunan tekanan air pendingin terhadap kinerja dan keandalan *cylinder head* generator *auxiliary engine* serta memberikan rekomendasi perbaikan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini :

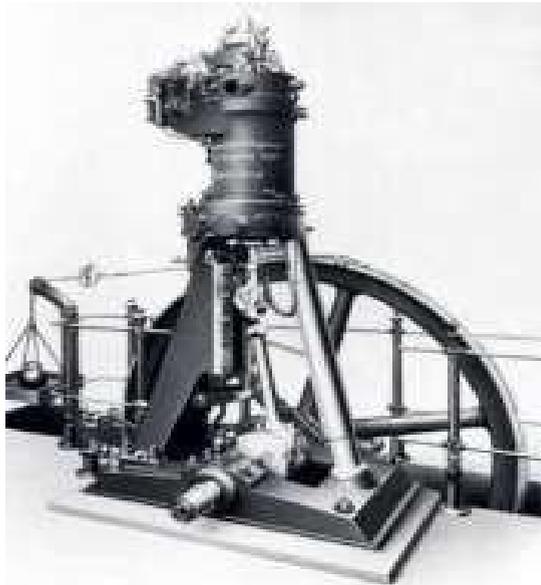
1. Untuk memahami bagaimana sistem pendingin (*coolant*) mempengaruhi suhu mesin diesel, kinerja mesin, serta umur mesin yang lebih panjang dengan mencegah overheating.
2. Untuk menambah wawasan penulis tentang mengatasi permasalahan yang terjadi pada *cylinder head*.
3. Sebagai tambahan sumber baca pustaka bagi akademisi.
4. Sebagai masukan kepada para masinis kapal dan senior mekanik di *workshop* terhadap perawatan mengenai *coolant*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin *Diesel*

Mesin *diesel* adalah mesin pembakaran dalam yang menggunakan solar sebagai bahan bakarnya. Mesin ini bekerja dengan cara memampatkan udara hingga menghasilkan panas, lalu disuntikkan bahan bakar diesel untuk terbakar. Mesin *diesel* adalah jenis mesin pembakaran internal yang diciptakan oleh insinyur Jerman Rudolf Diesel pada akhir abad ke-19. Penemuan ini dipatenkan pada tahun 1892 dan pertama kali diterapkan dalam industri pada tahun 1897. Mesin *diesel* bekerja berdasarkan prinsip pembakaran bahan bakar yang terjadi akibat kompresi tinggi di dalam silinder, tanpa memerlukan busi seperti pada mesin bensin. Mesin ini terkenal karena efisiensinya yang tinggi dalam konversi bahan bakar menjadi tenaga mekanik serta kemampuannya menghasilkan torsi yang besar pada putaran rendah, membuatnya ideal untuk aplikasi industri dan transportasi berat.



Gambar 2.1 Mesin *Diesel*(Julianto, E., & Sunaryo, S., 2020)

Menurut Jusak J.H. dalam buku Mesin Penggerak Utama, “Mesin *diesel* adalah salah satu pesawat yang merubah energi potensial panas langsung menjadi energi mekanik, atau dapat disebut juga *combustion engine*.” *Diesel* generator adalah mesin yang beroperasi dengan menghisap udara luar murni, kemudian mengompresnya hingga mencapai tekanan dan suhu yang tinggi. Sesaat sebelum mencapai Titik Mati Atas (TMA), bahan bakar diinjeksikan dengan tekanan sangat

tinggi dalam bentuk butiran-butiran halus dan lembut. Selanjutnya, butiran-butiran bahan bakar tersebut bercampur dengan udara bertemperatur tinggi di ruang bakar, menghasilkan pembakaran. Proses ini memanfaatkan prinsip termodinamika yang efisien untuk mengubah energi panas menjadi energi mekanik, dan terus beradaptasi dengan kemajuan teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi emisi.

2.1.1 Prinsip Kerja Mesin *Diesel*

a. Proses Kompresi:

Didalam mesin *diesel*, udara dihisap ke dalam ruang bakar dan dikompresi oleh piston. Karena kompresi yang sangat tinggi (biasanya rasio kompresi antara 14:1 hingga 25:1), suhu udara di dalam silinder meningkat sangat tinggi, mencapai suhu sekitar 500-700°C.

b. Penyemprotan Bahan Bakar:

Setelah kompresi, bahan bakar *diesel* disemprotkan ke ruang bakar dalam bentuk kabut halus menggunakan injektor. Proses penyemprotan ini sangat penting karena bahan bakar *diesel* akan langsung menyala akibat suhu udara yang sangat tinggi di dalam silinder.

c. Pembakaran:

Begitu bahan bakar *diesel* disemprotkan, proses pembakaran dimulai secara spontan (auto-ignition), menghasilkan tekanan yang mendorong piston ke bawah untuk menghasilkan tenaga.

Prinsip pembakaran dalam mesin diesel berbeda dengan mesin bensin karena menggunakan metode compression ignition atau penyalaan akibat kompresi. Proses pembakaran pada mesin diesel terjadi dalam beberapa tahap utama:

1. Kompresi Udara

- Udara segar diisap ke dalam silinder selama langkah isap dan kemudian dikompresi oleh piston selama langkah kompresi.
- Kompresi ini meningkatkan suhu dan tekanan udara hingga mencapai titik nyala bahan bakar diesel (sekitar 600-900°C).

2. Penyemprotan Bahan Bakar

- Injektor menyemprotkan bahan bakar diesel dalam bentuk kabut halus ke dalam ruang bakar yang telah berisi udara panas.
- Penyemprotan bahan bakar dilakukan pada saat piston hampir mencapai titik mati atas (TMA).

3. Penyalaan dan Pembakaran

- Karena suhu udara dalam ruang bakar sudah sangat tinggi, bahan bakar langsung terbakar secara spontan tanpa memerlukan percikan api dari busi.
- Pembakaran ini menghasilkan ekspansi gas yang memberikan tekanan kuat pada piston, mendorongnya ke bawah untuk menghasilkan tenaga mekanis.

4. Pembuangan Gas Sisa

- Setelah langkah tenaga, piston kembali ke atas untuk membuang gas sisa pembakaran melalui katup buang.

Proses ini memungkinkan mesin diesel memiliki efisiensi termal yang lebih tinggi dibandingkan mesin bensin, karena hampir seluruh bahan bakar yang disemprotkan terbakar dengan baik dalam udara yang telah dikompresi. Keunggulan lainnya adalah bahan bakar diesel memiliki sifat pelumasan alami yang mengurangi keausan pada komponen mesin.

d. Proses Ekspansi dan Pembuangan:

Setelah pembakaran, gas hasil pembakaran yang bertekanan tinggi mendorong piston ke bawah, menghasilkan tenaga yang digunakan untuk menggerakkan roda atau mesin. Selanjutnya, gas sisa pembakaran dibuang melalui katup pembuangan.

2.1.2 Kelebihan Mesin *Diesel*

- Efisiensi Bahan Bakar: Mesin *diesel* lebih efisien dalam penggunaan bahan bakar dibandingkan mesin bensin, karena *diesel* memiliki kandungan energi yang lebih tinggi dan mesin *diesel* memiliki rasio kompresi yang lebih tinggi, menghasilkan tenaga lebih banyak dengan jumlah bahan bakar yang lebih sedikit.
- Torsi Lebih Tinggi: Mesin *diesel* menghasilkan torsi yang lebih besar

pada putaran rendah, sehingga sangat cocok untuk kendaraan berat atau aplikasi yang memerlukan tenaga besar seperti truk, bus, dan mesin industri.

- Daya Tahan: Mesin *diesel* dikenal memiliki daya tahan yang lebih lama dibandingkan mesin bensin karena komponen mesin *diesel* dibuat untuk menahan tekanan dan suhu tinggi.
- Emisi CO₂ yang Lebih Rendah: Mesin *diesel* menghasilkan emisi karbon dioksida (CO₂) yang lebih rendah dibandingkan mesin bensin dalam hal tenaga yang dihasilkan, meskipun emisi nitrogen oksida (NO_x) dan partikel dapat lebih tinggi.

2.1.3 Kekurangan Mesin *Diesel*

- Emisi NO_x dan Partikel: Mesin *diesel* menghasilkan emisi nitrogen oksida (NO_x) dan partikel yang lebih tinggi, yang berpotensi mencemari udara dan menyebabkan masalah kesehatan. Hal ini dapat dikurangi dengan teknologi seperti filter partikel diesel (DPF) dan sistem reduksi katalitik selektif (SCR).
- Bising dan Getaran: Mesin *diesel* cenderung lebih bising dan memiliki getaran yang lebih besar dibandingkan mesin bensin, karena proses kompresi dan pembakaran yang lebih keras.
- Harga Lebih Mahal: Mesin *diesel* biasanya lebih mahal dalam hal harga beli dan perawatan dibandingkan mesin bensin karena desainnya yang lebih kuat dan komponen yang lebih kompleks.

2.1.4 Penggunaan Mesin *Diesel*

- Mesin *diesel* banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti:
- Kendaraan Bermotor: Mobil, truk, bus, kapal, dan kendaraan berat lainnya sering menggunakan mesin diesel untuk efisiensi bahan bakar yang lebih baik.
- Mesin Industri dan Pembangkit Listrik: Mesin *diesel* digunakan untuk

generator dan mesin industri yang membutuhkan daya besar.

- Kapal Laut: Mesin *diesel* banyak digunakan pada kapal karena efisiensinya yang tinggi dan kemampuannya untuk menghasilkan daya besar dengan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah.

2.1.5 Jenis-Jenis Mesin *Diesel*

Motor bakar torak tergolong menjadi dua jenis, yaitu motor bensin dan motor diesel. Perbedaannya yang pertama terletak pada sistem penyalannya. Bahan bakar pada motor bensin dinyalakan oleh loncatan api listrik di antara kedua elektroda busi; karena itu motor bensin disebut juga *spark ignition engines*. Didalam motor diesel, yang biasa disebut *compression ignition engines*, terjadi proses penyalan sendiri yaitu karena bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder berisi udara yang bertemperatur dan bertekanan tinggi. Bahan bakar itu terbakar sendiri oleh udara yang mengandung 21% volume udara, setelah temperatur nyala bahan bakar (Andi Saidah, 2012) Ditinjau dari siklus kerjanya, mesin diesel dibedakan menjadi dua golongan, yaitu:

1. Mesin *Diesel* 2 Tak

Mesin diesel 2 tak adalah salah satu jenis mesin diesel dimana satu siklus pembakaran terjadi dalam dua langkah/gerakan *piston* (1 kali langkah maju 1 kali langkah mundur), atau satu putaran poros engkol.



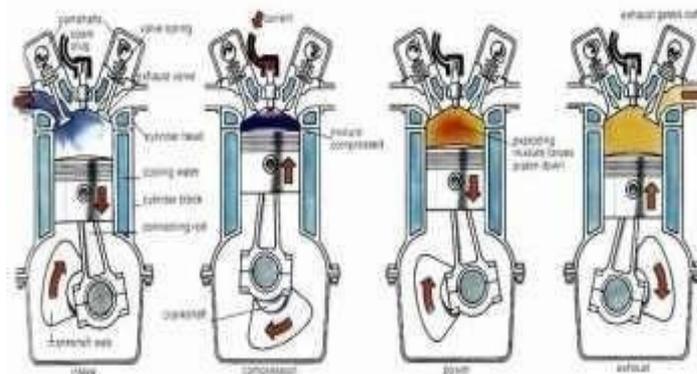
Gambar 2.2 Siklus kerja mesin diesel 2 tak (Julianto, E., & Sunaryo, S. , 2020)

Keterangan gambar :

- *Exhaust and Intake* (langkah pemasukan udara pembakaran/pembilasan) Pada langkah ini *piston* bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) menuju Titik Mati Bawah (TMB). Ketika *piston* telah melewati lubang isap, maka saluran isap terbuka. Pada saat tersebut katup buang juga terbuka. Akibatnya gas sisa pembakaran terdorong oleh udara bilas.
- *Stroke 1 Compression* (langkah kompresi) Pada saat *piston* bergerak menuju TMA, secara otomatis saluran isap tertutup. Pada saat tersebut katup buang juga tertutup. Akibatnya udara yang terjebak di dalam silinder terkompresi. Pada 5 derajat sudut poros engkol sebelum mencapai TMA, bahan bakar disemprotkan. Akibat tekanan dan temperatur udara di dalam ruang bakar tinggi, maka bahan bakar secara otomatis terbakar.
- *Stroke 2 Power* Akibat terjadinya pembakaran, maka tekanan di dalam ruang bakar naik secara drastis. Akibatnya *piston* terdorong, dan bergerak menuju TMB. Gaya dorong tersebut yang diubah menjadi gaya putar pada poros engkol (*crankshaft*).

2. Mesin Diesel 4 Tak

Pada prinsip kerja motor diesel 4 tak, torak yang bergerak translasi (bolak-balik), didalam silinder dihubungkan dengan pena engkol dari poros engkol yang berputar pada bantalannya, dengan perantara batang penggerak atau batang penghubung. Campuran bahan bakar dan udara dibakar dalam ruang bakar, yaitu ruangan yang dibatasi oleh dinding silinder, kepala torak dan kepala silinder. Gas pembakaran yang terjadi itu mampu menggerakkan torak yang selanjutnya memutar poros engkol. Pada kepala silinder terdapat katup isap dan katup buang. Katup isap berfungsi memasukkan udara segar ke dalam silinder, sedangkan katup buang berfungsi mengeluarkan gas pembakaran yang tidak terpakai dari dalam silinder ke atmosfer.



Gambar 2.3 Siklus kerja mesin diesel 4 tak (Julianto, E., & Sunaryo, S. , 2020)

Keterangan gambar:

- *Stroke 1, Intake* (pemasukan udara pembakaran) Proses yang terjadi adalah *piston* bergerak dari TMA menuju TMB. Pada saat tersebut katup isap terbuka dan katup buang terbuka. Akibat *piston* menjauhi TMA, maka ruang di dalam silinder menjadi vakum, sehingga udara terhisap ke dalam silinder.
- *Stroke 2, Compression* (langkah kompresi) Setelah *piston* mencapai TMB, kemudian melakukan langkah balik. Pada kondisi tersebut katup isap maupun buang tertutup. Akibat dari gerakan *piston*, maka udara yang berada di dalam silinder terkompresi.
- *Stroke 3, Power* (langkah menghasilkan tenaga) Akibat adanya proses pembakaran bahan bakar, maka temperatur dan tekanan di dalam ruang bakar menjadi meningkat drastis, akibatnya mendorong *piston* bergerak menuju TMB. Gaya transversal yang diterima oleh *piston* tersebut melalui lengan ayun (*connecting rod*) diteruskan ke poros engkol dan diubah menjadi gaya putar.
- *Stroke 4, Exhaust* (langkah pembuangan gas sisa pembakaran) Setelah *piston* mencapai TMB, akibat energi yang tersimpan di penyeimbang (*ballancing*) *piston* di dorong menuju TMA. Pada saat tersebut katup isap tertutup, dan katup buang terbuka. Akibatnya gas sisa pembakaran terdorong ke luar dari silinder.

2.1.6 Perbandingan mesin diesel dengan mesin bensin

Efisiensi Mesin Diesel vs. Mesin Bensin

Mesin diesel memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan mesin bensin. Salah satu faktor utama yang mendukung efisiensi ini adalah rasio kompresi yang lebih besar pada mesin diesel, yaitu sekitar 15:1 hingga 23:1, dibandingkan dengan 8:1 hingga 12:1 pada mesin bensin. Rasio kompresi yang lebih tinggi memungkinkan mesin diesel untuk menghasilkan lebih banyak energi dari setiap tetes bahan bakar, sehingga konsumsi bahan bakarnya lebih rendah dibandingkan mesin bensin.

Selain itu, mesin diesel lebih efisien dalam mengubah energi bahan bakar menjadi tenaga mekanis karena memiliki efisiensi termal yang lebih tinggi. Hal ini berarti lebih sedikit energi yang terbuang sebagai panas dibandingkan dengan mesin bensin. Dalam aplikasi dunia nyata, kendaraan berbahan bakar diesel mampu menempuh jarak yang lebih jauh dengan jumlah bahan bakar yang sama dibandingkan kendaraan berbahan bakar bensin.

Namun, meskipun lebih efisien dalam konsumsi bahan bakar, mesin diesel menghasilkan emisi nitrogen oksida (NO_x) dan partikel karbon lebih tinggi dibandingkan mesin bensin, yang menyebabkan tantangan dalam hal regulasi emisi.

Daya Tahan Mesin Diesel vs. Mesin Bensin. Dalam hal daya tahan, mesin diesel memiliki umur pakai yang lebih panjang dibandingkan mesin bensin. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor utama, seperti desain yang lebih kokoh, material komponen yang lebih kuat, serta putaran mesin yang relatif lebih rendah dibandingkan mesin bensin. Mesin diesel bekerja dengan tekanan yang lebih tinggi, sehingga komponennya harus dirancang untuk menahan beban yang lebih besar. Oleh karena itu, komponen mesin diesel, seperti blok silinder dan piston, umumnya dibuat dari material yang lebih kuat dan tahan panas.

Selain itu, bahan bakar diesel memiliki sifat pelumasan alami yang membantu mengurangi gesekan antara komponen mesin, sehingga mengurangi tingkat keausan dibandingkan dengan mesin bensin. Oleh karena itu, mesin diesel lebih cocok untuk kendaraan yang membutuhkan daya tahan tinggi, seperti truk, bus, dan alat berat.

Namun, meskipun lebih tahan lama, mesin diesel memerlukan perawatan yang lebih spesifik, seperti penggantian filter bahan bakar secara rutin dan pembersihan sistem injeksi untuk mencegah penyumbatan akibat endapan karbon.

2.2 Komponen Penting Mesin Diesel

Mesin diesel adalah jenis mesin pembakaran dalam yang bekerja berdasarkan prinsip kompresi udara untuk menyalakan bahan bakar. Mesin ini banyak digunakan dalam kendaraan berat, industri, kapal, dan generator karena efisiensinya yang tinggi dan daya tahannya. Berikut adalah komponen-komponen penting dalam mesin diesel:

1. *Cylinder Head*

Cylinder head adalah komponen yang sangat penting pada suatu mesin berfungsi sebagai tempat pembakaran dan sebagai saluran masuk dan saluran pembuangan udara. Mekanisme katup pada *cylinder head* terdiri dari beberapa komponen, seperti katup, *spring*, *valve guide*, *valve seat*, dan lain sebagainya. Pada *cylinder head* media pendingin menggunakan air, perlunya pendingin pada *cylinder head* karena merupakan bagian yang langsung berhubungan dengan pembakaran. Apabila *cylinder head* tidak didinginkan maka akan menimbulkan keretakan (Priambodo, 2020).



Gambar 2.4 *Cylinder Head*

2. *Piston*

Untuk mendinginkan torak (*piston*) menggunakan media minyak lumas. Minyak lumas dari *Sump Tank* oleh pompa hisap melewati saringan-saringan tekan masuk ke mesin. Minyak lumas mengalir melewati metal duduk ke *shaft main engine*. Dengan lubang yang ada minyak lumas masuk ke batang engkol sampai ke *piston head*, minyak lumas disemprotkan dan menyebar hingga mengenai dinding *piston* bagian dalam untuk mendinginkan *piston*. Sebagian minyak lumas jatuh melumasi batang engkol, sebagian keluar melalui lubang-lubang pelumasan yang ada pada *piston*. Dengan melalui *ring oli* minyak lumas ke atas untuk melumasi antara *piston* dan *cylinder liner*. (Wijayanti & Irwan, 2019).



Gambar 2.5 *Piston*

3. *Crankshaft*

Crankshaft mengubah gerakan bolak-balik *piston* menjadi gerakan rotasi yang digunakan untuk menggerakkan mesin dan komponen lainnya. 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 2.6 *Crankshaft*

4. *Connecting Rod*

Ini adalah batang yang menghubungkan *piston* dengan *crankshaft*. *Connecting rod* mentransfer gerakan *piston* ke *crankshaft*. Pada *connecting rod*, 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, 2020).



Gambar 2.7 *Connecting Rod* (Priambodo, 2020).

5. *Camshaft*

Camshaft (atau poros kam) adalah komponen penting dalam mesin pembakaran dalam, yang berfungsi mengatur waktu dan durasi pembukaan

serta penutupan katup (valve) pada silinder mesin. *Camshaft* bekerja dengan cara menggerakkan cam atau tonjolan pada poros tersebut yang berfungsi untuk mengoperasikan sistem katup, baik untuk katup masuk (*intake valve*) maupun katup buang (*exhaust valve*). *Camshaft* mengontrol waktu pembukaan dan penutupan katup di *cylinder head*. *Camshaft* berfungsi untuk mengatur aliran campuran udara- bahan bakar ke dalam silinder dan keluarnya gas buang. *Camshaft* biasanya digerakkan oleh *timing belt* atau rantai yang terhubung dengan *crankshaft* untuk memastikan sinkronisasi yang tepat antara gerakan piston dan katup.



Gambar 2.8 *Camshaft* (Priambodo, 2020).

6. *Fuel Injector*

Komponen ini menyemburkan bahan bakar ke dalam silinder dalam bentuk kabut halus untuk memastikan pembakaran yang efisien dan merata. Karena di sekitar injektor panas akibat berhubungan langsung dengan ruangan pembakaran. Dalam sistem ini dipakai sistem terbuka di mana air sesudah mendinginkan injektor terus keluar. Perlunya pendingin alat-alat pengabut bila lubang injektornya sempit, maka alat pengabut yang terkena suhu pembakaran yang tinggi menjadi terlalu panas sehingga timbul pembentukan arang kokas, sehingga minyak lumas ini bisa masuk secara langsung ke bagian yang terkena panas (Sudarmanta & Sungkono, 2018).



Gambar 2.9 Injektor (Sudarmanta & Sungkono, 2018).

7. *Turbocharger*

Turbocharger meningkatkan tekanan udara yang masuk ke silinder untuk meningkatkan daya dan efisiensi mesin. Ini dilakukan dengan menggunakan energi dari gas buang untuk memutar kompresor. Dengan meningkatkan jumlah udara yang masuk ke silinder, *turbocharger* memungkinkan lebih banyak bahan bakar untuk dibakar, sehingga menghasilkan lebih banyak tenaga tanpa meningkatkan ukuran mesin.



Gambar 2.10 *Turbocharger* (Hyundai, Mengenal Turbocharger dan Fungsinya)

2.3 *Cylinder Head*

Kepala silinder (*Cylinder head*) adalah salah satu komponen utama mesin yang dipasangkan pada blok silinder dan diikat menggunakan baut menutup satu

ujung silinder dan sering berisikan katup tempat udara dan bahan bakar diisikan dan gas buang dikeluarkan. Kepala silinder harus tahan terhadap temperatur dan tekanan yang tinggi selama mesin bekerja. Oleh sebab itu umumnya kepala silinder dibuat dari besi tuang. Pada saat ini banyak mesin yang kepala silindernya terbuat dari paduan aluminium. Kepala silinder yang terbuat dari paduan Aluminium memiliki kemampuan pendinginan lebih besar dibanding dengan yang terbuat dari besi tuang. (Malev & Prambodo, 2021)(Nigel, 2021).

Cylinder head menahan tekanan pembakaran, mengendalikan panas dalam ruangan (dengan sistem pendinginan) mekanisme penyemprotan bahan bakar. *Cylinder head* membutuhkan beberapa syarat antara lain sebagai berikut:

1. Dapat menahan tekanan pembakaran dan konsentrasi panas.
2. Mempunyai efek pendinginan yang tinggi.
3. Dapat mencegah keretakan akibat tekanan pembakaran secara keseluruhan.

Generator merupakan komponen kunci dalam operasional kapal, mengubah energi mekanik menjadi listrik (Darma & Rosyada, 2020). Pembakaran bahan bakar dalam mesin diesel generator menghasilkan energi panas yang digunakan untuk menggerakkan alternator, yang kemudian menghasilkan daya listrik (Prasetyo, 2018). Proses pembakaran ini terjadi melalui "segitiga api" yang terdiri dari udara, bahan bakar, dan panas (Ridwan et al., 2020). Jenis mesin diesel generator, sebagai mesin pembakaran dalam, memiliki karakteristik yang memengaruhi efisiensi dan kinerjanya (Gunawan Hanafi, 2006).

Cylinder Liner adalah salah satu komponen utama dalam mesin diesel generator, tempat terjadinya proses pembakaran dan perubahan energi panas menjadi tenaga kinetik (Hermawati et al., 2020). Namun, kerusakan seperti kebocoran, korosi, dan keausan dapat mempengaruhi kinerja dan keamanan mesin (Sariffudin et al. 2021). Penurunan suhu gas buang di dalam cylinder liner dapat menjadi indikator masalah pada mesin, mengakibatkan berkurangnya kinerja dan stabilitas operasional (Astriawati, 2022).

Pemeliharaan yang teratur dan sesuai dengan instruksi manual sangatlah penting untuk menjaga performa optimal mesin diesel generator (Sobri, 2020).

Kondisi mesin yang baik akan mendukung operasional kapal yang lancar dan efisien, mencegah gangguan pada proses pembakaran, dan memastikan kelancaran aktivitas pelayaran (Saputro, 2018 dalam Samudra, 2023) Dengan demikian, pemahaman mendalam tentang komponen mesin dan implementasi perawatan yang tepat menjadi kunci dalam menjaga kehandalan dan efektivitas pelayaran niaga.

Cylinder head adalah bagian utama dari motor yang berfungsi untuk menutup *cylinder liner* dan tempat pemasangan injektor serta kedudukan rumah dari pada katup (Karyanto, 1993). Konstruksi dari pada *cylinder head* adalah sebagai berikut:

1. Terdapat lubang-lubang untuk saluran air pendingin mesin
2. Terdapat ruang rongga untuk ruang pembakaran.
3. Terdapat lubang-lubang untuk tempat kedudukan nozel pengabut.
4. Terdapat lubang-lubang untuk tempat kedudukan katup masuk dan katup buang serta mekanis katup.
5. Terdapat lubang untuk tempat kedudukan baut pengikat mesin.
6. Tempat kedudukan kaitan pengangkut mesin.

Perawatan yang dilakukan terhadap *cylinder head* sangat penting untuk menghindari kerusakan yang dapat mengurangi efisiensi kerja dari instalasi *Main Engine*. Perawatan yang dilakukan di atas kapal MT Lomba Mas terencana sesuai dengan program yang tertulis dalam PMS (*Plan Maintenance System*), PMS 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 *cylinder head*. (Zhang et al., 2020).

2.3.1 Komponen-komponen *Cylinder Head*

Masing-masing komponen *cylinder head* mempunyai fungsi dan kegunaan dalam pengoperasian pada komponen yang lain. Orang yang mengoperasikan,

memperbaiki atau mengecek kerusakan pada mesin harus mampu mengenal bagian yang akan dilakukan perawatan dan mengetahui apa fungsi masing-masing dari komponen tersebut (Priambodo, 2020). Bagian *cylinder head* antara lain:

1. *Valve cover*

Valve cover berfungsi untuk melindungi katup dan *rocker arm* dari kotoran atau debu yang akan masuk dari luar mesin, agar tidak terkontaminasi langsung oleh kotoran yang bisa menyebabkan mesin cepat rusak.

2. *Valve Spring*

Valve Spring mengangkat *valve* hingga merapat pada *valve seat* saat *valve* sedang menutup. *Valve Spring* juga bekerja mengembalikan *rocker arm*, *pushrod* dan *tappet* ke posisi normal dengan cepat.

3. Baut penyetel katup

Berfungsi untuk menyetel dan mengatur celah *rocker arm* dengan batang katup agar renggang pada katup saat membuka sesuai dengan yang kita inginkan dan bisa menghasilkan pembakaran yang maksimal.

4. *Valve Guide*

Valve Guide sebagai penuntun pergerakan *valve* secara sliding antara permukaan stem dan *valve guide* dengan gerakan vertikal dan juga sebagai pengontrol pelumasan pada *valve stem*. Dengan demikian dibutuhkan celah yang tepat antara *stem* dan *guide*, sehingga tidak terjadi kebocoran udara dan oli ke dalam air *intake* dan *exhaust gas*. *Valve Guide* dan *valve* 6 dibuat dari bahan yang tahan panas.

5. *Valve Insert*

Valve Insert adalah suatu *ring* yang tahan terhadap panas dan benturan. *Valve Insert* dipasang diantara permukaan *valve* yang bersentuhan dengan *cylinder head*. Permukaan *valve* yang bersentuhan dengan *cylinder head* selalu menerima benturan dan gas panas yang tinggi sehingga *valve seat* harus tahan panas, kuat dan tidak mudah aus terutama pada bagian *exhaust valve*. Bila terjadi kerusakan pada *Valve Insert* dapat diganti tanpa mengganti

cylinder head.

6. *Valve*

Valve atau sering disebut dengan katup atau klep merupakan suatu komponen pada mesin yang terpasang pada bagian kepala silinder yang bergerak sesuai langkah *piston*. Katup merupakan bagian utama dari mekanisme katup yang menjadi saluran masuk campuran udara dan bahan bakar serta saluran buang untuk gas sisa pembakaran, katup juga diharuskan mampu menutup rapat saat langkah kompresi.

7. *Rocker Arm dan Rocker Arm Shaft*

Rocker arm adalah bagian yang tidak bisa dipisahkan dari mekanisme *valve*. Dengan tidak adanya *rocker arm* sudah bisa dipastikan bahwa mekanisme *valve* tidak akan bekerja dan pembakaranpun tak akan bisa terjadi.

Perbedaan katup masuk dan katup buang.

1) Katup masuk

- Biasanya diameter katup lebih besar daripada katup buang
- Terdapat tanda IN
- Mengatur masuknya bahan bakar serta campuran udara di pembakaran mesin

2) Katup buang

- Biasanya diameter katup lebih kecil daripada katup masuk.
- Terdapat tanda EX
- Mengatur keluarnya gas buang yang merupakan sisa dari proses pembakaran di dalam ruang bakar

2.3.2 Material Pembuatan *Cylinder Head*

Cylinder head atau kepala silinder merupakan salah satu komponen utama dalam mesin diesel yang memiliki fungsi penting dalam proses pembakaran. Material yang digunakan dalam pembuatan cylinder head harus memiliki

ketahanan terhadap tekanan tinggi dan suhu ekstrem. Beberapa material yang umum digunakan dalam pembuatan cylinder head meliputi:

Besi Cor (Cast Iron): Material ini memiliki ketahanan panas yang sangat baik dan tahan terhadap tekanan tinggi. Cylinder head berbahan besi cor sering digunakan pada mesin diesel yang memerlukan ketahanan tinggi.

Aluminium Alloy: Material ini lebih ringan dibandingkan besi cor, memiliki konduktivitas termal yang baik, dan lebih cepat melepaskan panas. Cylinder head berbahan aluminium umumnya digunakan pada mesin yang membutuhkan efisiensi termal lebih tinggi.

Baja Paduan (Alloy Steel): Digunakan dalam mesin diesel performa tinggi, baja paduan memiliki kekuatan lebih besar serta daya tahan lebih lama dibandingkan aluminium atau besi cor.

Pemilihan material cylinder head sangat bergantung pada aplikasi mesin, dengan mempertimbangkan aspek efisiensi, daya tahan, dan performa mesin secara keseluruhan.

Cylinder head terbuat dari baja tuang dari paduan antara besi murni dengan karbon sebesar 0,3%-0,6%, memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (*head treatment*) yang sesuai, proses pengerjaan panas menaikkan kekuatan baja dengan proses yang memanaskan bahan sampai suhu tertentu dan kemudian didinginkan menurut cara tertentu, pada waktu proses penuang baja dipanaskan dengan suhu yang tinggi (± 15000 C) kemudian dituangkan ke dalam suatu cetakan dengan diberi tekanan (Karya, 2015).

Pada tahun 1995 pembuatan *cylinder head* banyak yang menggunakan bahan dari baja tuang dengan paduan antara besi murni dengan karbon sebesar 0,3-0,6 persen, memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (*head treatment*) yang sesuai, proses pengerjaan panas menaikkan kekuatan baja dengan proses yang memanaskan bahan sampai suhu tertentu dan kemudian didinginkan menurut cara tertentu. Pada waktu proses penuang baja dipanaskan dengan suhu yang tinggi (± 15000 C) kemudian dituangkan ke dalam suatu cetakan dengan diberi tekanan (Karya, 2015).

2.4 Coolant

Coolant atau cairan pendingin berfungsi untuk menjaga suhu mesin tetap stabil dengan menyerap panas yang dihasilkan oleh proses pembakaran atau gesekan mekanis di dalam mesin. Pada mesin diesel, seperti *auxiliary engine* yang digunakan di kapal, *cylinder head* adalah komponen yang sangat penting, karena merupakan tempat terjadinya proses pembakaran dan juga berfungsi sebagai tempat aliran air pendingin untuk menjaga suhu komponen tetap optimal.

Penurunan tekanan air pendingin yang mengalir melalui *cylinder head* dapat memengaruhi kinerja mesin secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting untuk menganalisa penyebab turunnya tekanan tersebut agar kerusakan yang lebih besar dapat dihindari. Secara umum *coolant* adalah media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan benda kerja dan menjaga suhu kerja mesin pada sistem radiator tetap konstan dan ideal (Dwi Hersandi & Arsana, 2018).

Dalam proses pemesinan logam, gesekan antara mata pahat dan material kerja menghasilkan panas yang tinggi, yang dapat menyebabkan penurunan ketajaman mata pahat, keausan, atau bahkan kerusakan. Oleh karena itu, penggunaan cairan *coolant* yang tepat sangat penting untuk mengelola suhu yang timbul selama proses penyayatan. *Coolant* tidak hanya berfungsi sebagai pelumas untuk mengurangi gesekan, tetapi juga membantu mendinginkan dan membuang geram dari area pemesinan. Selain itu, *coolant* melindungi permukaan benda kerja dari korosi dan memudahkan pengambilan benda kerja setelah proses pemesinan (Teknik, 2024).

Sistem pendinginan radiator menggunakan media fluida cair yang sering disebut sebagai *coolant*. Sistem pendinginan menggunakan fluida cair lebih rumit dan lebih mahal, namun memiliki optimalitas yang tinggi. *Coolant* dipasaran terdapat berbagai jenis dengan harga yang beragam. Beberapa merk *coolant* mengklaim dapat menjadi media pemindah panas terbaik untuk radiator (Clifford et al., 2014).

2.4.1 Fungsi Sistem Pendingin pada Generator Auxiliary Engine

Sistem pendingin pada mesin auxiliary generator bertujuan untuk:

- Menjaga suhu kerja mesin dalam rentang yang aman.
- Mencegah overheating pada *cylinder head* dan komponen terkait.
- Memastikan kelancaran proses termal mesin agar mesin tidak mengalami

kerusakan akibat suhu yang berlebihan.

Pada sistem pendingin, air atau cairan pendingin mengalir melalui saluran di dalam cylinder head untuk menyerap panas dan mengalirkannya ke sistem radiator atau heat exchanger untuk didinginkan.

2.4.2 Penyebab Turunnya Tekanan Air Pendingin pada Cylinder Head

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan penurunan tekanan air pendingin pada cylinder head generator auxiliary engine antara lain:

a. Kebocoran pada Sistem Pendingin

- Kebocoran pada saluran air pendingin (selang, pipa, atau konektor) dapat menyebabkan penurunan tekanan pada sistem.
- Kebocoran kecil sekalipun dapat menyebabkan tekanan berkurang secara bertahap dan mengganggu sirkulasi cairan pendingin.

b. Penyumbatan pada Saluran Pendingin

- Penumpukan kotoran, karat, atau endapan pada saluran air pendingin dapat menghambat aliran cairan.
- Pada cylinder head, jika saluran pendingin tersumbat, air tidak dapat mengalir dengan lancar, yang menyebabkan penurunan tekanan.

c. Pompa Pendingin Rusak atau Tidak Berfungsi dengan Baik

- Pompa pendingin yang rusak atau kurang berfungsi dapat menyebabkan penurunan aliran air, yang berdampak pada turunnya tekanan.
- Pompa yang aus atau memiliki impeller yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan aliran air yang tidak konsisten.

d. Thermostat yang Tidak Berfungsi

- Thermostat yang macet atau tidak membuka dengan benar dapat menghambat sirkulasi cairan pendingin, yang akhirnya mengurangi tekanan air.
- Ini dapat menyebabkan mesin cepat panas atau kinerja sistem pendingin terganggu.

e. Kelebihan Kelembaban atau Udara di dalam Sistem

- Udara yang terperangkap dalam sistem pendingin dapat menurunkan efektivitas sistem pendingin.
- Pengisian ulang sistem pendingin yang tidak dilakukan dengan benar atau adanya kebocoran gas dapat menyebabkan penurunan tekanan.

f. Kebocoran pada Cylinder Head atau Gasket

- Kebocoran pada gasket cylinder head atau retakan pada cylinder head bisa mengakibatkan air pendingin keluar, menurunkan tekanan dalam sistem.
- Kebocoran seperti ini biasanya disertai dengan adanya gejala lain seperti suhu mesin yang lebih tinggi dari normal atau munculnya asap putih pada knalpot.

2.4.3 Dampak dari Turunnya Tekanan Air Pendingin

Penurunan tekanan air pendingin dapat memiliki dampak yang sangat serius terhadap kinerja mesin, antara lain:

- Overheating: Mesin dapat mengalami overheating jika suhu tidak dapat dikendalikan dengan baik, yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen internal mesin.
- Kerusakan Cylinder Head: Dengan penurunan tekanan, cylinder head bisa menjadi sangat panas dan rentan mengalami retakan atau bahkan kegagalan struktural.
- Efisiensi Mesin Menurun: Mesin akan bekerja tidak efisien, mengakibatkan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi dan emisi yang lebih besar.
- Kerusakan pada Pompa Pendingin dan Komponen Lainnya: Tekanan yang rendah dapat menyebabkan pompa pendingin bekerja lebih keras atau komponen lain dalam sistem pendingin mengalami keausan yang lebih cepat.

2.4.4 Langkah-langkah Analisa dan Perbaikan

a. Inspeksi Visual

- Periksa apakah ada kebocoran pada pipa, selang, atau konektor sistem pendingin.
- Pastikan tidak ada retakan atau kerusakan pada cylinder head atau gasket.

b. Periksa Kinerja Pompa Pendingin

- Periksa apakah pompa pendingin berfungsi dengan baik. Jika ada tanda-tanda kerusakan atau kebocoran, pompa harus diganti.

c. Pemeriksaan Saluran Pendingin

- Lakukan pemeriksaan saluran air pendingin untuk memastikan tidak ada penyumbatan atau kotoran yang menghalangi aliran cairan.

d. Periksa Thermostat

- Pastikan thermostat membuka dan menutup pada suhu yang tepat. Jika rusak, thermostat harus diganti.

e. Pemeriksaan Tekanan Sistem

- Gunakan alat pengukur tekanan untuk memeriksa apakah tekanan air pendingin berada dalam batas yang sesuai dengan spesifikasi pabrik.

f. Pemeriksaan Sistem Radiator atau Heat Exchanger

- Pastikan radiator atau heat exchanger berfungsi dengan baik dan tidak ada kebocoran atau penyumbatan yang dapat menyebabkan penurunan kinerja

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Berikut adalah tempat dan waktu penelitian yang dilakukan pada penelitian untuk mengidentifikasi dan menganalisis turunnya tekanan air pendingin (*coolant*) pada *auxiliary engine* dikapal MT Lomba Mas.

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Waruna Shipyard Indonesia, tepatnya di *Workshop Machining 2* dan di *engine room* kapal MT Lomba Mas.

General Ship :

Name Of The Company : PT. Waruna Shipyard Indonesia

Vessel Name : LOMBA MAS

Vessel Type : *Oil Product Tanker*

Flag : Indonesia

Class Society : BKI

Year Of Build : 2000

Main Engine Type : Sulzer 6RTA-48T-B

Auxiliary Engine Type : Hyundai L 23/30

Home Port : Belawan

3.1.2 Waktu Penelitian

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan (Waktu)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul	■					
2	Studi Literatur	■	■				
3	Studi Kasus dan Pengambilan Data		■	■			
4	Analisa Data		■	■	■		
5	Penyusunan Laporan Akhir				■	■	
6	Seminar Hasil				■	■	■
7	Sidang Sarjana					■	■

3.2 Alat Penelitian

Berikut merupakan alat yang digunakan pada penelitian “Analisis Turunnya Tekanan Air Pendingin Pada *Cylinder Head* Generator *Auxiliary Engine* Dikapal MT Lomba Mas”, untuk mengidentifikasi dan menganalisis turunnya tekanan air pendingin (*coolant*).

3.2.1 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah :

1) Diesel Generator

Alat yang digunakan sebagai bahanm penelitian ini adalah Diesel generator kapal MT Lomba Mas.

Main Data Diesel Generator :

<i>Type</i>	: L 23 / 30
<i>Cycle</i>	: 4-Stroke
<i>Configuration</i>	: In-Line
<i>Ignition Order</i>	: 1-4-2-6-3-5
<i>Power Range</i>	: 525-1280 KW (715-1740 BHP)
<i>Speed</i>	: 720/750/900 Rpm
<i>Bore</i>	: 225 mm
<i>Stroke</i>	: 300 mm
<i>Stroke/Bore Ratio</i>	: 1.33:1
<i>Max. Combustion Pressure</i>	:130 Bar
<i>Turbocharging Principle</i>	: <i>Constant Pressure System and Intercooling</i>
<i>Fuel Quality Acceptance</i>	: HFO up to 700 cSt/50o C (BSMA 100 M-9)
<i>Flexible Power Lay-Out</i>	: <i>Available in MCR and ECR Version</i>
<i>Maker</i>	: Hyundai Heavy <i>Industries</i> Co., Ltd., LTD.



Gambar 3.1 Diesel Generator Kapal MT Lomba Mas

2) *Pressure Gauge*

Pressure gauge adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan dalam suatu sistem. Dengan indikator analog atau digital, *pressure gauge* memberikan data yang penting untuk memantau tekanan operasional mesin atau sistem. Pengukuran tekanan yang akurat sangat penting untuk memastikan bahwa sistem beroperasi dalam batas aman dan mencegah kerusakan yang disebabkan oleh tekanan yang terlalu tinggi atau rendah.



Gambar 3.2 *Pressure Gauge*

3) *Thermocouple*

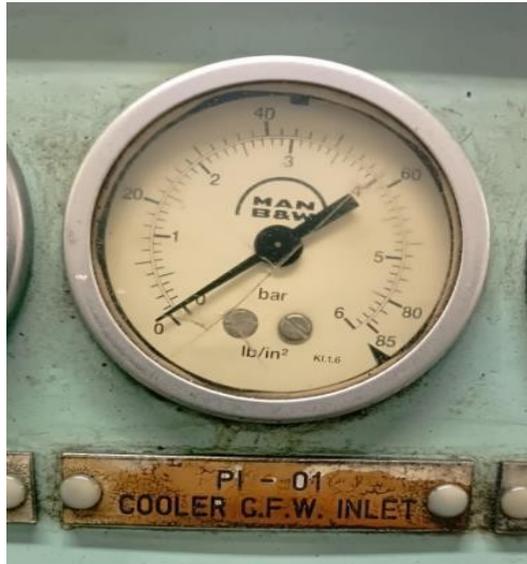
Thermocouple adalah sensor yang mengukur suhu dengan cara menghasilkan tegangan listrik yang sebanding dengan perbedaan suhu antara dua kawat logam yang berbeda. *Thermocouple* sangat berguna dalam berbagai aplikasi industri karena kemampuannya untuk mengukur suhu dengan rentang yang luas dan tingkat akurasi yang tinggi. Alat ini sering digunakan untuk memantau suhu dalam proses industri, termasuk pada mesin diesel dan sistem pendingin.



Gambar 3.3 *Thermocouple*

4) *Flow Meter*

Flow meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran cairan atau gas dalam suatu sistem. Dengan berbagai jenis, termasuk *flow meter* volumetrik dan massal, alat ini memastikan bahwa aliran sesuai dengan spesifikasi dan kriteria operasional. Pengukuran aliran yang tepat penting untuk efisiensi sistem, pengendalian kualitas, dan pencegahan kerusakan akibat aliran yang tidak sesuai.



Gambar 3.4 *Flow Meter*

5) *Data Logger*

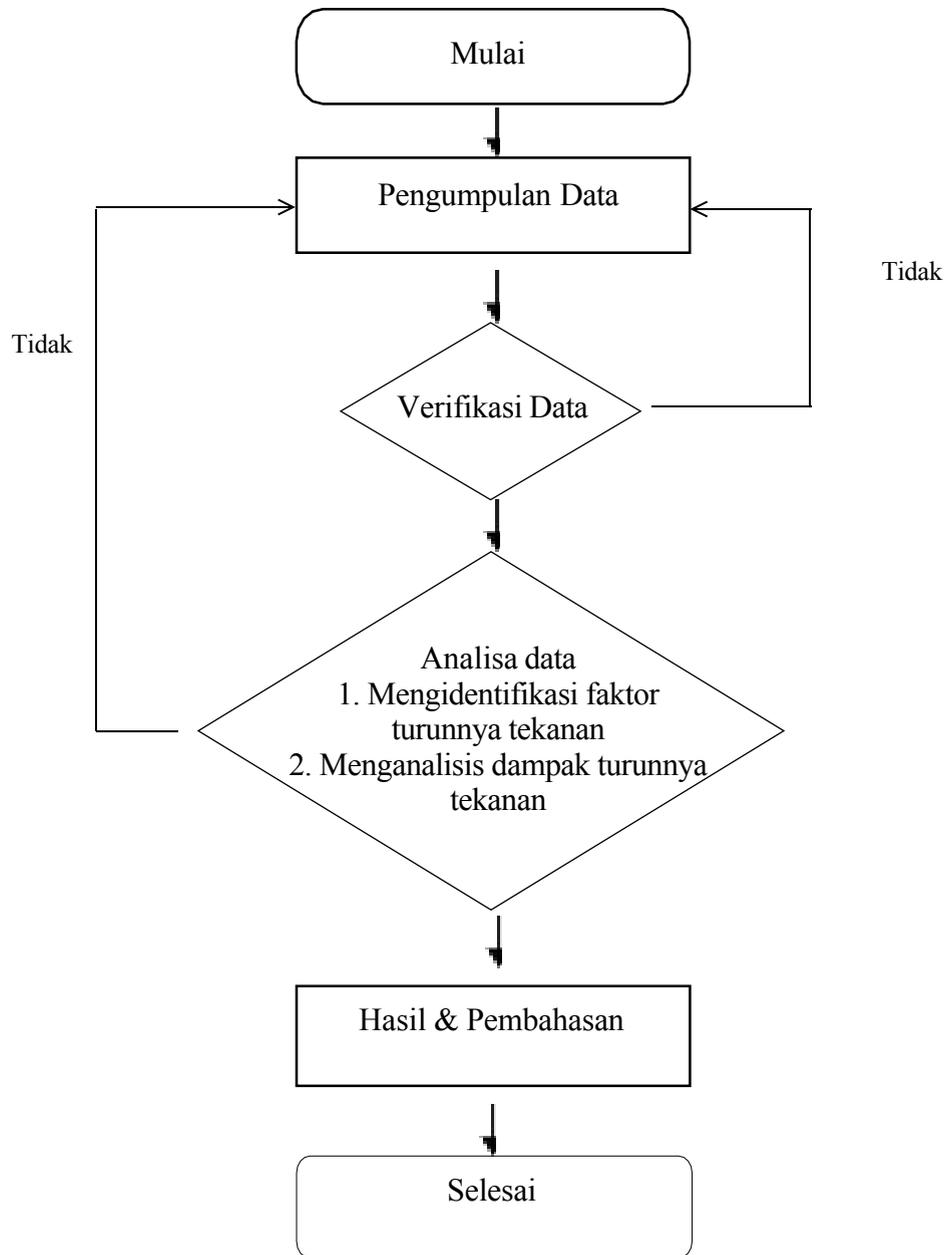
Data logger adalah perangkat yang merekam data dari berbagai sensor, termasuk *pressure gauge*, *thermocouple*, dan *flow meter*, selama periode waktu tertentu. *Data logger* menyimpan informasi yang dikumpulkan dalam memori internalnya atau mengirimkannya ke komputer untuk analisis lebih lanjut. Alat ini memungkinkan pemantauan berkelanjutan dan analisis data historis, yang sangat berguna untuk pemeliharaan prediktif dan evaluasi kinerja sistem.



Gambar 3.5 *Data Logger*

3.3 Bagan Alir

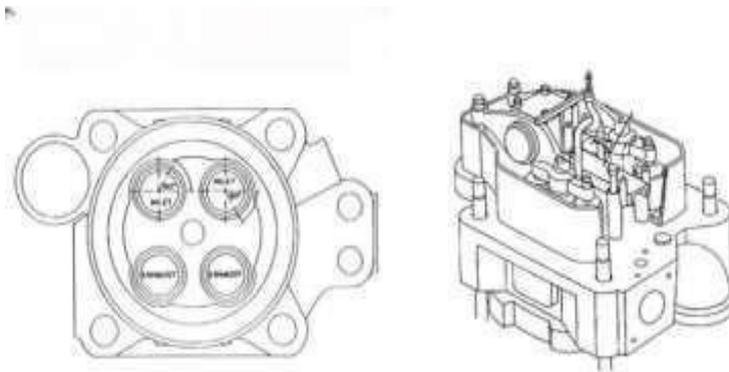
Bagan alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar sistematis dibawah ini:



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

3.4 Rancangan Alat Penelitian

Cylinder head adalah komponen penting dalam mesin diesel yang berfungsi menutup bagian atas silinder dan membentuk ruang bakar bersama dengan piston. Pada bagian ini, terdapat saluran untuk pemasukan udara dan bahan bakar, serta saluran pembuangan gas hasil pembakaran. *Cylinder head* juga menjadi tempat pemasangan katup, injektor, dan busi. Selain itu, komponen ini berperan dalam proses pendinginan mesin melalui aliran air pendingin yang melewati saluran-saluran yang ada di dalamnya, untuk menjaga suhu operasional tetap stabil dan mencegah *overheating*.



Gambar 3.3 *Cylinder Head*

Fungsi Cylinder Head

1. Menutup Ruang Bakar: Cylinder head membentuk ruang bakar bersama dengan blok silinder dan piston, memungkinkan proses pembakaran terjadi dengan efisien.
2. Menyalurkan Bahan Bakar dan Udara: Cylinder head memiliki jalur masuk (intake manifold) untuk memasukkan campuran udara dan bahan bakar ke dalam ruang bakar serta jalur keluar (exhaust manifold) untuk mengalirkan gas buang.
3. Menahan Tekanan dan Suhu Tinggi: Cylinder head dirancang untuk menahan tekanan tinggi akibat pembakaran serta suhu panas yang dihasilkan selama proses kerja mesin.
4. Mendukung Sistem Pendinginan: Cylinder head dilengkapi dengan saluran pendingin untuk membantu menjaga suhu kerja mesin agar tetap stabil dan mencegah *overheating*.
5. Mendukung Sistem Pelumasan: Cylinder head juga memiliki jalur oli yang berfungsi melumasi komponen internal, seperti poros nok (camshaft) dan katup.

Material Cylinder Head

Cylinder head umumnya dibuat dari dua jenis material utama:

1. Besi Cor (Cast Iron): Memiliki ketahanan tinggi terhadap tekanan dan panas, sering digunakan pada mesin diesel dan kendaraan berat.
2. Aluminium Alloy: Lebih ringan dan memiliki konduktivitas termal yang baik, membantu membuang panas lebih cepat, sering digunakan pada mesin bensin modern.

Komponen-Komponen dalam Cylinder Head

1. Ruang Bakar (Combustion Chamber): Tempat terjadinya pembakaran bahan bakar dan udara.
2. Katup Masuk dan Keluar (Intake & Exhaust Valves): Mengatur aliran udara dan bahan bakar serta pembuangan gas sisa pembakaran.
3. Busi atau Injektor: Pada mesin bensin, cylinder head dilengkapi dengan busi, sedangkan pada mesin diesel terdapat injektor untuk menyemprotkan bahan bakar.
4. Saluran Pendingin (Coolant Passages): Berfungsi mengalirkan cairan pendingin guna menjaga suhu kerja mesin.
5. Poros Nok (Camshaft) dan Mekanisme Katup: Mengontrol pembukaan dan penutupan katup sesuai dengan siklus kerja mesin.

Cylinder head merupakan komponen yang sangat penting dalam mesin pembakaran dalam. Oleh karena itu, pemilihan material, desain, dan sistem pendinginan yang tepat sangat berpengaruh terhadap performa dan daya tahan mesin.

3.5 Prosedur Penelitian

Pada prosedur penelitian ini memiliki beberapa bahan yang akan dijadikan sebagai data untuk menganalisis permasalahan pada tekanan air pendingin yang menurun di diesel generator kapal MT Lomba Mas, hal yang harus dilakukan yaitu mengumpulkan data yang akurat antara lain :

1. Merangkum data primer dan data sekunder berupa pengambilan data

permasalahan pada sistem pendingin diesel generator dan *manual book (Instruction Manual Book)*.

2. Melakukan wawancara pada kru kapal serta pembimbing lapangan yang mengerti tentang sistem pendingin pada diesel generator.
3. Melakukan pengolahan data tentang tekanan air pendingin (*coolant*) diesel generator yang menurun pada saat kapal melakukan perjalanan menuju pelabuhan asal (*home port*) yang di berikan oleh masinis 1 sebagai referensi untuk melakukan upaya perawatan, pemeliharaan dan Solusi memperbaiki *cylinder head*.

Berdasarkan *manual book (Instruction Manual Book)*, tekanan air pendingin akan bergantung pada beberapa faktor spesifik dari sistem pendingin yang digunakan, umumnya untuk mesin diesel dengan spesifikasi seperti Hyundai L 23/30, tekanan air pendingin berada dalam rentang 2 hingga 4 bar. Mesin diesel besar dengan sistem *turbocharging* dan *intercooling* biasanya memerlukan tekanan pendingin yang lebih tinggi untuk menjaga suhu operasional yang stabil dan mencegah *overheating*, terutama karena mesin ini bekerja pada kisaran daya yang signifikan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

Kapal MT Lomba Mas merupakan *Oil Products Tanker* milik PT Waruna Shipyards Indonesia yang beroperasi di perairan Indonesia. Kapal ini mengangkut muatan minyak dengan rute yang beragam, seperti pengisian di Balikpapan dan Cilacap, serta pembongkaran muatan di Semarang, Manggis, Kotabaru, dan lokasi lainnya. Diesel generator yang digunakan pada kapal ini berperan penting dalam menyediakan daya listrik yang dibutuhkan untuk berbagai sistem, termasuk pompa kargo dan sistem vital lainnya. Oleh karena itu, performa optimal generator ini sangat tergantung pada efektivitas sistem pendinginannya.

Sistem pendinginan mesin diesel merupakan salah satu komponen krusial yang bertanggung jawab menjaga suhu operasional mesin tetap dalam batas aman. Jika sistem pendinginan mengalami gangguan, seperti penurunan tekanan air pendingin, dapat menyebabkan *overheating* pada *cylinder head*, menurunkan efisiensi pembakaran, dan bahkan mengakibatkan kerusakan serius pada komponen mesin. Pada kapal MT Lomba Mas, efektivitas sistem pendinginan sangat penting, khususnya pada *auxiliary engine*, untuk menjaga kinerja yang andal selama proses bongkar muat maupun dalam pelayaran.

Main Data Diesel Generator :

<i>Type</i>	: L 23 / 30
<i>Cycle</i>	: 4-Stroke
<i>Configuration</i>	: In-Line
<i>Ignition Order</i>	: 1-4-2-6-3-5
<i>Power Range</i>	: 525-1280 KW (715-1740 BHP)
<i>Speed</i>	: 720/750/900 Rpm
<i>Bore</i>	: 225 mm
<i>Stroke</i>	: 300 mm
<i>Stroke/Bore Ratio</i>	: 1.33:1
<i>Piston Area Per Cyl</i>	: 398 Cm ²
<i>Swept Volume Per Cyl</i>	: 11.9 Ltr
<i>Compression Ratio</i>	: 13:1

<i>Max. Combustion Pressure</i>	: 130 Bar
<i>Turbocharging Principle</i>	: Constant Pressure System and Intercooling
<i>Fuel Quality Acceptance</i>	: HFO up to 700 cSt/50o C (BSMA 100 M-9)
<i>Flexible Power Lay-Out</i>	: Available in MCR and ECR Version
<i>Maker</i>	: Hyundai Heavy <i>Industries</i> Co., Ltd.

Informasi terkait kerusakan dan kendala pada diesel generator ini awalnya diperoleh dari laporan Masinis 1 kapal MT Lomba Mas. Sebagai orang yang bertanggung jawab atas operasional mesin, Masinis 1 menginformasikan bahwa selama proses *docking* di PT Waruna Shipyard Indonesia, ditemukan beberapa masalah pada sistem pendinginan. Hal ini termasuk penurunan tekanan air pendingin pada *auxiliary engine*. Karena mesin sudah berada dalam posisi *docking* dan tidak dalam kondisi operasional, semua permasalahan ini hanya bisa diketahui melalui laporan kru, terutama Masinis 1 yang memantau kondisi mesin secara langsung saat kapal berlayar dan selama proses perbaikan.

Berdasarkan penelitian ini, penulis berusaha mengidentifikasi penyebab utama penurunan tekanan air pendingin pada *cylinder head* diesel generator kapal MT Lomba Mas, yang dapat berdampak pada keandalan dan kinerja mesin. Permasalahan ini teridentifikasi selama proses perawatan dan inspeksi saat *docking* di PT Waruna Shipyard Indonesia. Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis dampak dari penurunan tekanan air pendingin terhadap performa mesin dan memberikan solusi perbaikan untuk mengatasi masalah tersebut.

Pengalaman pribadi penulis selama magang satu tahun di PT Waruna Shipyard Indonesia sebagai kadet darat menjadi dasar penting dalam penelitian ini. Pengamatan dan keterlibatan langsung dalam perbaikan sistem pendinginan memberikan wawasan mendalam tentang bagaimana permasalahan ini terjadi dan apa yang bisa dilakukan untuk mencegah dampak yang lebih serius pada mesin.

4.2 Identifikasi Masalah

Pada bagian ini, penulis akan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab turunnya tekanan air pendingin pada *cylinder head* diesel generator di kapal MT Lomba Mas. Informasi mengenai masalah ini diperoleh dari laporan Masinis 1 saat kapal sedang *dock* di PT Waruna Shipyard Indonesia. Beberapa kendala yang

ditemukan dalam sistem pendinginan antara lain:

Salah satu aspek penting yang dapat memengaruhi kinerja sistem pendinginan pada *auxiliary engine* di kapal MT Lomba Mas adalah tekanan dalam berbagai sistem yang tercantum dalam panel diesel generator. Gambar panel ini menunjukkan enam ukuran tekanan yang berbeda, di antaranya tekanan pendingin air jaket mesin (*Jacket C.F.W. Inlet Pressure*), tekanan air pendingin untuk *cooler* (*Cooler C.F.W. Inlet Pressure*), tekanan udara pengisi (*Charging Air Pressure*), tekanan oli pelumas (*L.O. Pressure*), tekanan oli pelumas sebelum turbo (*L.O. Before Turbo*), dan tekanan bahan bakar (*Fuel Oil Pressure*).



Gambar 4.1 Panel Indikator Tekanan Diesel Generator

Dari pengamatan, diketahui bahwa tekanan pada sistem pendingin air jaket mesin harus berada dalam kisaran 4 bar saat mesin beroperasi normal, sedangkan tekanan untuk *cooler* biasanya berkisar pada 5 bar. Namun, dalam kasus ini, tekanan yang terukur pada sistem pendingin berada di bawah standar yang seharusnya, yakni 2 bar. Penurunan tekanan ini mengindikasikan adanya masalah serius dalam sistem pendinginan, seperti kebocoran, kerusakan pada pompa pendingin, atau adanya korosi dan endapan dalam saluran yang menghambat aliran air. Oleh karena itu, pemantauan dan analisis mendalam terhadap tekanan sistem pendingin sangat penting untuk menjaga kinerja dan keandalan mesin, serta mencegah terjadinya *overheating* yang dapat berakibat fatal.

1. Kebocoran dalam Sistem Pendinginan

merujuk pada keadaan di mana cairan pendingin (coolant) keluar atau mengalir ke luar dari sistem pendingin mesin, seperti pada pipa, selang, komponen, atau sambungan yang rusak atau tidak tertutup dengan rapat. Kebocoran ini dapat menyebabkan penurunan jumlah cairan pendingin dalam sistem, yang berisiko menyebabkan mesin menjadi overheat dan mengalami kerusakan serius. Kebocoran pada pipa atau sambungan dalam sistem pendinginan dapat menyebabkan hilangnya tekanan air pendingin. Kebocoran ini sering kali diakibatkan oleh keausan, korosi, atau kerusakan mekanis yang tidak terdeteksi sebelumnya.



Gambar 4.2 Kebocoran Pada Pipa Pendingin Air Tawar

Gambar dokumentasi kebocoran pada pipa dalam sistem pendinginan ini menunjukkan area di mana air pendingin menyembur keluar dari sambungan pipa. Kehadiran kebocoran ini mengindikasikan adanya kerusakan yang perlu segera ditangani. Kebocoran dapat disebabkan oleh keausan material, korosi, atau kerusakan mekanis yang mungkin tidak terdeteksi sebelumnya. Kehadiran kebocoran seperti ini berpotensi mengurangi tekanan air pendingin dalam sistem, yang berdampak pada kinerja dan efisiensi mesin. Oleh karena itu, tindakan perbaikan dan pemeliharaan yang cepat sangat diperlukan untuk memastikan sistem pendinginan berfungsi dengan baik dan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada mesin.

2. Kerusakan pada Pompa Pendingin

Masinis 1 melaporkan adanya kerusakan pada pompa pendingin yang menghambat aliran air. Pompa yang tidak berfungsi dengan baik dapat mengurangi tekanan air yang masuk ke dalam *cylinder head*, menyebabkan suhu mesin meningkat dan berpotensi mengakibatkan *overheating* dan dapat menyebabkan gangguan serius dalam kinerja sistem pendinginan mesin, yang berfungsi untuk menjaga suhu mesin agar tetap dalam rentang yang aman dan optimal. Pompa pendingin atau *water pump* bertanggung jawab untuk mengalirkan cairan pendingin (*coolant*) melalui sistem, termasuk radiator dan saluran pendingin, untuk menyerap dan membuang panas yang dihasilkan oleh mesin.



Gambar 4.3 Pompa Sistem Pendingin (Air Tawar)

Gambar dokumentasi ini menunjukkan pipa yang bocor dalam sistem pendinginan, di mana terlihat adanya kebocoran yang menyebabkan air pendingin keluar dari sambungan pipa. Kebocoran ini mengindikasikan adanya kerusakan pada pompa pendingin, yang dapat menghambat aliran air dan mengurangi tekanan air yang diperlukan untuk mendinginkan *cylinder head*. Ketidacukupan aliran air pendingin ini dapat menyebabkan peningkatan suhu mesin, meningkatkan risiko *overheating*, dan berpotensi merusak komponen internal mesin. Oleh karena itu, penting untuk segera menangani kebocoran ini dan melakukan perbaikan pada pompa pendingin agar sistem pendinginan berfungsi dengan baik dan menjaga kinerja mesin

tetap optimal.

3. Korosi dan Endapan di Dalam Sistem

Pengamatan menunjukkan adanya korosi dan endapan yang dapat menghalangi aliran air dalam sistem pendinginan. Korosi ini bisa terjadi karena penggunaan air pendingin yang tidak memenuhi standar, atau karena kualitas air yang buruk, sehingga menyebabkan kerusakan pada komponen sistem pendinginan. Korosi dan endapan adalah dua masalah umum yang dapat memengaruhi kinerja dan keandalan sistem pendingin mesin, baik pada kendaraan bermotor, generator, atau mesin lainnya. Kedua masalah ini dapat mengurangi efisiensi pendinginan, menyebabkan kebocoran, dan bahkan merusak komponen penting dalam sistem pendinginan seperti radiator, pompa pendingin, dan saluran cairan pendingin. Mari kita bahas lebih rinci mengenai kedua masalah ini.



Gambar 4.4 Bagian Dalam Pipa Yang Terkena Korosi Air Laut

Gambar dokumentasi ini menunjukkan pipa dalam sistem pendinginan yang mengalami korosi. Permukaan pipa terlihat berwarna gelap dengan bercak-bercak oksidasi yang mengindikasikan adanya kerusakan akibat korosi. Proses korosi ini dapat terjadi akibat penggunaan air pendingin yang tidak memenuhi standar atau kualitas air yang buruk, sehingga mengakibatkan kerusakan pada komponen pipa. Kehadiran korosi pada pipa dapat menghambat aliran air pendingin, yang pada akhirnya berpotensi

mengurangi efisiensi sistem pendinginan dan meningkatkan risiko kerusakan mesin. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pemeriksaan secara berkala dan penggantian komponen yang terkorosi untuk memastikan kinerja sistem pendinginan tetap optimal.

4. Kesalahan Pengaturan Termostat

Dalam sistem pendinginan dapat menyebabkan berbagai masalah serius dalam kinerja mesin, terutama terkait dengan pengendalian suhu mesin. Termostat adalah komponen yang sangat penting dalam sistem pendinginan karena bertugas mengatur aliran cairan pendingin (coolant) ke radiator berdasarkan suhu mesin. Ketika termostat bekerja dengan benar, ia membuka dan menutup untuk memastikan mesin berada dalam kisaran suhu optimal untuk performa dan efisiensi bahan bakar. Namun, jika ada kesalahan pengaturan atau kerusakan pada termostat, bisa menimbulkan masalah serius. Termostat yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan suhu tidak stabil dalam sistem pendinginan. Jika termostat terlalu cepat membuka atau menutup, suhu mesin bisa mengalami fluktuasi yang dapat merusak komponen penting, termasuk *cylinder head*.

Termostat berfungsi sebagai katup pengatur suhu yang mengontrol aliran cairan pendingin ke radiator. Pada suhu mesin yang rendah (misalnya, saat pertama kali menyalakan mesin), termostat tetap tertutup untuk memungkinkan mesin cepat mencapai suhu operasional yang optimal. Ketika suhu mesin meningkat, termostat akan terbuka untuk mengalirkan cairan pendingin melalui radiator, di mana cairan tersebut akan didinginkan dan kembali ke mesin.

OPERATING DATA

D303

MARINE GENSETS

Edition 21H
Data 1 (2)

		Normal Value at Full load		Alarm Set point		Autostop of engine	
Lubricating Oil System							
Temp. before cooler (outlet engine)	SAE 30 SAE 40	TI 20 TI 20	60-70° C 65-75° C	TAH 20 TAH 20	90° C 100° C		
Temp. after cooler (inlet engine)	SAE 30 SAE 40	TI 22 TI 22	45-60° C 50-65° C	TAH 22 TAH 22	75° C 85° C	TSH 22 TSH 22	85° C 95° C
Pressure after filter (inlet eng)		PI 22	3-4 bar	PAL 22	3 bar	PSL 22	2.5 bar
Elevated pressure (i.g. when centrifugal filter installed)		PI 22	4-5 bar	PAL 22	4 bar	PSL 22	3.5 bar
Pressure drop across filter		PDAH 21-22	0.5-1 bar	PDAH 21-22	1.5 bar		
Prelubricating pressure		PI 25	0.5-0.8 bar	LAL 25	level switch		
Pressure inlet turbocharger		PI 23	1.3-1.7 bar				
Lub. oil, level in base frame				LAL 26/LAH 28	low/high level		
Temp. main bearings		TE 29	75-85° C	TAH 29	95° C		
Fuel Oil System							
Pressure after filter	MDO HFO	PI 40 PI 40	2-3 bar (A)	PAL 40 PAL 40	1.5 bar 4 bar		
Fuel oil leaking oil				LAH 42	leakage		
Cooling Water System							
Press. LT-circuit, inlet engine		PI 01	1-2.5 bar	PAL 01	0.4 bar + (B)		
Press. HT-circuit, inlet engine		PI 10	1-3.0 bar	PAL 10	0.4 bar + (B)		
Temp. HT-circuit, inlet engine		TI 10	60-75° C				
Temp. HT-circuit, outlet cyl. units		TI 11	70-85° C				
Temp. HT-circuit, outlet engine				TAH 12	90° C	TSH 12	95° C
Temp. raise across cyl. units		Max.	10° C				
Exhaust Gas and Charge Air							
Exh. gas temp. before TC		TI 62	425-475° C	TAH 62 TDAH 60	500° C average ± 50° C		
Exh. gas temp. outlet cyl.		TI 60		TAH 61	500° C		
Exh. gastemp. after TC		TI 61	275-350° C				
Ch. air press. after cooler		PI 31	2-2.5 bar				
Ch. air temp. after cooler		TI 31	35-55° C	TAH 31	65° C (C)		
Ch. air temp. aft. cooler V2B/G2A		TI 51	55-75° C	TAH 31	85° C		
Compressed Air System							
Press. inlet engine	28/32A	PI 70	7-9 bar	PAL 70	7 bar		
Press. inlet engine	23/30	PI 70	7-9 bar	PAL 70	7 bar		
Speed Control System							
GenSets for 60 Hz		SI 90	720 rpm	SAH 81	820 rpm	SSH 81	820 rpm
GenSets for 50 Hz		SI 90	750 rpm	SAH 81	855 rpm	SSH 81	855 rpm

Specific plants will not comprise alarm equipment and autostop for all parameters listed above.

For specific plants, see section 313.

For remarks to some parameters, see overleaf.

Gambar 4.5 Manual Book Diesel Generator 1

5. Dampak pada Kinerja Mesin

Penurunan tekanan air pendingin dapat mengakibatkan *overheating* pada *cylinder head*, yang selanjutnya dapat merusak gasket dan *cylinder head* itu sendiri. Selain itu, penurunan tekanan ini juga mengakibatkan efisiensi pembakaran yang menurun, yang dapat berujung pada daya output yang lebih rendah dan peningkatan emisi gas buang.

Menurut *manual book* standar mesin diesel, suhu pada *cylinder head* tidak boleh melebihi 85°C. Jika suhu melebihi batas ini, risiko *overheating* meningkat, yang dapat menyebabkan kerusakan serius pada gasket dan *cylinder head*. Oleh karena itu, pemantauan suhu secara berkala sangat penting untuk memastikan bahwa mesin beroperasi dalam rentang suhu yang aman dan optimal, menjaga kinerja serta keandalan mesin diesel.



Gambar 4.6 Suhu *Cylinder Head* Yang Melebihi Batas Normal

Gambar dokumentasi ini menunjukkan seorang anggota kru kapal yang sedang menggunakan *thermogun* untuk mengukur suhu pada *cylinder head* saat mesin beroperasi. Penggunaan *thermogun* ini penting untuk mendeteksi suhu *abnormal* yang dapat menandakan *overheating*. Suhu yang tinggi pada *cylinder head* dapat menyebabkan kerusakan pada gasket dan *cylinder head* itu sendiri. Dengan melakukan pengukuran suhu secara rutin, kru kapal dapat mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan untuk menjaga efisiensi pembakaran mesin. Hal ini tidak hanya berpengaruh pada daya output, tetapi juga berpotensi mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemantauan suhu yang tepat menjadi krusial dalam menjaga kinerja mesin dan keselamatan operasional kapal.

4.3 Penyelesaian Masalah

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, langkah-langkah berikut perlu diambil untuk mengatasi permasalahan yang ada pada diesel generator pada kapal MT Lomba Mas:

1. Perbaikan Kebocoran pada pipa

Segera lakukan inspeksi dan perbaikan pada saluran pipa yang mengalami kebocoran. Mengingat sistem di PT Waruna Shipyard Indonesia memiliki banyak divisi, perbaikan pada pipa menjadi tanggung jawab divisi *valve*. Oleh karena itu, penting bagi kru kapal untuk berkoordinasi dengan tim dari divisi *valve* dan divisi *engine* agar dapat membagi ruang kerja dan melakukan perbaikan pada sambungan yang rusak. Tindakan ini sangat penting untuk mencegah hilangnya tekanan dan memastikan sistem pendinginan berfungsi dengan baik.

2. Servis Pompa Pendingin

Segera lakukan inspeksi dan perbaikan pada area yang mengalami kebocoran di sistem pendinginan. Mengingat sistem di PT Waruna Shipyard Indonesia memiliki banyak divisi, perbaikan pada pompa menjadi tanggung jawab divisi *machinery*. Oleh karena itu, penting untuk kru kapal berkoordinasi dengan divisi terkait untuk melakukan perbaikan pada pompa yang rusak. Tindakan ini sangat penting untuk mencegah hilangnya tekanan dan memastikan sistem pendinginan berfungsi dengan baik.

3. Pembersihan dan Pemeliharaan Sistem

Lakukan pembersihan menyeluruh saluran pendingin pada *cylinder head* untuk menghilangkan korosi dan endapan.



Gambar 4.7 *Cleaning Cylinder Head*

Selain itu, penting untuk melakukan tes kebocoran pada *cylinder head*, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini. Tes ini membantu mengidentifikasi potensi masalah yang mungkin terjadi dan memastikan bahwa aliran pendingin pada komponen *cylinder head* berfungsi dengan baik sebelum mesin digunakan kembali.



Gambar 4.8 Tes Kebocoran *Cylinder Head*

4. Pemeriksaan Termostat

Pastikan termostat berfungsi dengan baik dan melakukan pengaturan yang tepat untuk menjaga suhu mesin dalam batas yang aman. Jika perlu, lakukan penggantian pada termostat yang rusak.

5. Pemantauan Berkala

Implementasikan prosedur pemantauan suhu dan tekanan sistem pendinginan secara berkala. Penggunaan alat ukur seperti thermogun harus rutin dilakukan untuk mendeteksi adanya suhu abnormal.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap sistem pendinginan diesel generator pada kapal MT Lomba Mas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Peran Penting Sistem Pendinginan

Sistem pendinginan berfungsi krusial dalam menjaga suhu operasional mesin dalam batas aman. Penurunan tekanan air pendingin dapat mengakibatkan overheating pada cylinder head, yang berdampak negatif pada efisiensi pembakaran dan dapat menyebabkan kerusakan serius pada komponen mesin.

Sistem pendinginan berfungsi untuk menjaga suhu mesin tetap stabil dalam rentang operasional yang aman. Salah satu cara utama sistem ini bekerja adalah dengan menggunakan cairan pendingin yang mengalir melalui blok silinder dan kepala silinder untuk menyerap panas dari pembakaran. Panas yang diserap kemudian dibawa ke radiator, di mana cairan pendingin didinginkan oleh udara sebelum kembali ke mesin.

Komponen utama dalam sistem pendinginan meliputi radiator, pompa air, thermostat, dan kipas pendingin. Radiator berperan dalam menurunkan suhu cairan pendingin sebelum kembali ke mesin, sementara pompa air memastikan sirkulasi cairan secara efisien. Thermostat mengontrol aliran cairan pendingin berdasarkan suhu mesin, sehingga membantu menjaga keseimbangan termal dalam mesin.

Selain menggunakan cairan pendingin, beberapa mesin diesel juga dilengkapi dengan sistem pendinginan tambahan, seperti intercooler pada mesin yang menggunakan turbocharger. Intercooler membantu menurunkan suhu udara sebelum masuk ke ruang bakar, yang dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan daya tahan mesin.

Tanpa sistem pendinginan yang optimal, mesin diesel dapat mengalami overheating yang berpotensi menyebabkan kegagalan komponen, peningkatan gesekan antar bagian mesin, dan bahkan kebocoran oli akibat suhu yang terlalu tinggi. Oleh karena itu, sistem pendinginan yang baik tidak

hanya meningkatkan efisiensi mesin, tetapi juga memastikan ketahanan dan keandalan dalam jangka panjang.

2. Identifikasi Masalah

Terdapat beberapa faktor penyebab penurunan tekanan air pendingin, Berdasarkan hasil analisis, penyebab utama turunnya tekanan air pendingin meliputi:

- Kebocoran pada pipa pendingin yang menyebabkan kehilangan air.
- Kerusakan pompa pendingin yang mengurangi kapasitas sirkulasi air.
- Korosi dan endapan yang menyumbat saluran pendingin.
- Kesalahan pengaturan termostat yang menghambat aliran air pendingin.

3. Dampak Terhadap Kinerja Mesin

Penurunan tekanan air pendingin berakibat pada overheating, yang tidak hanya merusak gasket dan cylinder head, tetapi juga menurunkan daya output dan meningkatkan emisi gas buang.

4. Solusi yang Diterapkan

Langkah-langkah perbaikan yang direkomendasikan, termasuk perbaikan kebocoran, servis pompa pendingin, pembersihan sistem, pemeriksaan termostat, dan pemantauan berkala, dapat membantu meminimalisir dampak negatif dan menjaga kinerja sistem pendinginan yang optimal.

5.2 Saran

Untuk meningkatkan efektivitas sistem pendinginan diesel generator pada kapal MT Lomba Mas, beberapa saran yang dapat diterapkan antara lain:

1. Peningkatan Pemantauan Rutin

Disarankan untuk melakukan pemantauan berkala terhadap tekanan dan suhu dalam sistem pendinginan menggunakan alat ukur yang tepat, seperti *thermogun*. Hal ini akan memungkinkan deteksi dini terhadap masalah yang mungkin timbul.

2. Penggunaan Bahan Pendingin yang Berkualitas

Memastikan penggunaan air pendingin yang memenuhi standar untuk mengurangi risiko korosi dan endapan dalam sistem. Penggantian air pendingin secara berkala juga disarankan untuk menjaga kualitas sistem pendinginan.

3. Koordinasi Antardivisi

Meningkatkan koordinasi antara tim teknik dan divisi lain di PT Waruna Shipyard Indonesia dalam melakukan perawatan dan perbaikan untuk memastikan setiap masalah dapat ditangani dengan cepat dan efisien.

4. Pengembangan Prosedur Inspeksi

Mengembangkan prosedur inspeksi yang lebih mendetail dan rutin untuk memeriksa komponen penting dari sistem pendinginan, sehingga masalah dapat diidentifikasi dan diperbaiki sebelum menjadi lebih serius.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhar, M. (2019). Uji Bahan Plat Drum Pada Temperatur 100c, 200c, 300c, 400c, 500c Dengan Uji Kekerasan. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 5(2).
- Clifford, A., Abrar, R., & Darmawan, S. (2014). Analisis Kinerja Coolant Pada Radiator. *Poros*, 12(2), 122. <https://doi.org/10.24912/poros.v12i2.564>
- 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).
- Dwi Hersandi, D. A., & Arsana, I. M. (2018). Pengaruh Jenis Fluida Pendinginan Terhadap Kapasitas Radiator Pada Sistem Pendinginan Mesin Daihatsu Xenia 1300cc. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Unesa*, 6(03), 41–52.
- 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 The Techniques. *Journal Of Engines*, 99(3), 415–438.
- Nurdin, H. (2019). *Metalurgi Logam*. Unp Press.
- Priambodo, B. (1995). *Operasi Dan Pemeliharaan Mesin*. Erlangga.
- P, V. M. (2018). *Motor Diesel Kapal*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Laut
- Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: Pt. Toyota Astra Motor
- Ricky. 2014. *Rancang Bangun Alat Bantu Untuk Melepas Dan Memasang Pengunci Valve (Conical) Katup Hisap Dan Katup Buang Pada Engine 3304 Catterpillar Dengan Sistem Hidrolik*. Palembang: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
- 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*.
- Teknik, J. I. (2024). *Analisa Variasi Jenis Coolant Yang Berbeda Terhadap Kenaikan*

- Temperature Dalam Proses Pembubutan Baja St 37. 2(1), 57–69.
- Wijayanti, F., & Irwan, D. (2014). Analisis Pengaruh Bentuk Permukaan Piston Terhadap Kinerja Motor Bensin. *Ilmiah Teknik Mesin*, 02(01).
- Yamin Jinca, M. (2011). *Transportasi Laut Indonesia: Analisis Sistem & Studi Kasus*. Brilian Internasional.
- Zhang, Q., Zuo, Z., & Liu, J. (2013). Failure Analysis Of A Diesel Engine Cylinder Head Based On Finite Element Method. *Engineering Failure Analysis*, 34(1).

LAMPIRAN



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : ANALISA TURUNNYA TEKANAN AIR PENDINGIN
 PADA *CYLINDER HEAD* GENERATOR *AUXILIARY*
ENGINE DIKAPAL MT LOMBA MAS

Nama : Riszki Ajrai

NPM : 2007230013

Dosen Pembimbing : Chandra A Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	9/9 - 2024	Perbaiki format	f
2.	13/9/2024	perbaiki bab III	f
3.	17/9/2024	perbaiki huruf, bab III	f
4.	18/9/2024	Acc sempro	f
5.	21/10 - 2024	Tambah literatur	f
6.	31/10 - 2024	Perbaiki abstrak	f
8.	2/12 - 2024	perbaiki hasil dan pembahasan, Perbaiki kesimpulan	f.
9.	16/12 - 2024	Acc semhas	f
		Acc SI <u>SI</u>	f



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

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/BAN-PT/Ak.KP/PT/XI/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 PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 3036/II.3AU/UMSU-07/F/2024

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 29 Oktober 2024 dengan ini Menetapkan :

Nama : RISZKI AJRAI
Npm : 2007230013
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : 1X (Sembilan)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS TURUNNYA TEKANAN AIR PENDINGIN PADA CYLINDER HEAD GENERATOR AUXILIARY ENGINE DI KAPAL MT LOMBA MAS .

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, 26 Rabi'ul Akhir 1446 H
29 Oktober 2024 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



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

Nama : Rizki Ajrai
NPM : 2007230013
Judul Tugas Akhir : Analisa Turunnya Tekanan Air Pendingin pada Cylinder Head
Generator Auxiliary Eraine Di Kapal MT Lomba Mas

Dosen Pembanding – I : Munawar Alfansury 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 :

.....
Semai Catatan
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

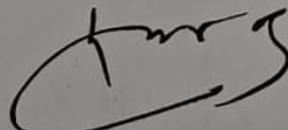
.....
.....
.....
.....

Medan 11 Rajab 1446 H
11 Januari 2025 M

Diketahui : *Meeth*
Ketua Prodi. T. ~~Elektro~~ ✓

Dosen Pembanding- 1


Chandra A Siregar
~~Faisal Irsan Pasaribu~~ ST.MT


Munawar Alfansury Siregar ST.MT

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

Nama : Rizki Ajrai
NPM : 2007230013
Judul Tugas Akhir : Analisa Turunnya Tekanan Air Pendingin pada Cylinder Head
Generator Auxiliary Eraine Di Kapal MT Lomba Mas

Dosen Pembanding – I : Munawar Alfansury 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 :

.....
Lihat Catatan pada buku.
.....
.....

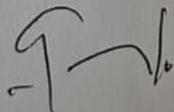
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

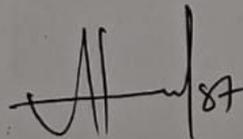
Medan 11 Rajab 1446 H
11 Januari 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Arya Rudi Nst ST.MT

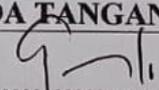
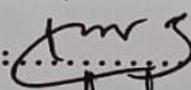
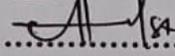
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2024 – 2025**

Peserta seminar

Nama : Rizki Ajrai

NPM : 2007230013

Judul Tugas Akhir : Analisa Turunnya Tekanan Air Pendingin pada Cylinder Head
Generator Auxiliary Eraine Di Kapal MT Lomba Mas

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

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 11 Rajab 1446 H
11 Januari 2025 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Rizki Ajrai
Alamat : Jl. Marelan VI Gg. Indah Link 25
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Umur : 23 Tahun
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Tempat dan Tanggal Lahir : Medan, 06 Agustus 2001
Tinggi dan Berat Badan : 177 Cm / 85 Kg
Kewarganegaraan : Indonesia
No. Telp : +62 859-5141-0921

B. ORANG TUA

Nama Ayah : Supardi
Agama : Islam
Nama Ibu : Rosmiatik
Agama : Islam
Alamat : Jl. Marelan VI Gg. Indah Link 25

C. LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2007-2013 : SD Swasta AL WASLIYAH 25
2013-2016 : SMP Negeri 32 MEDAN
2016-2019 : Indonesia Membangun Taruna Merelan
2020-2025 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara