

**ANALISIS TINGGINYA TEMPERATURE
GAS BUANG MESIN PENGGERAK UTAMA
MAK 6 M 601 M KAPAL DOBONSOLO**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

SITI NUR AINI

NIT. 0820037206

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA**

TAHUN 2025

**ANALISIS TINGGINYA TEMPERATURE
GAS BUANG MESIN PENGGERAK UTAMA
MAK 6 M 601 C KAPAL DOBONSOLO**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

SITI NUR AINI
NIT. 082037206

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siti Nur Aini

NIT : 0820037206

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa Skripsi yang saya tulis dengan judul :

ANALISIS TINGGINYA TEMPERATUR GAS BUANG MEISN PENGGERAK UTAMA MAK 6 M 601 C KAPAL DOBONSOLO

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Skripsi tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang di tetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 05 Februari 2025



SITI NUR AINI
NIT. 0820037206

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **ANALISIS TINGGINYA TEMPERATURE GAS
BUANG MESIN PENGGERAK UTAMA KM
DOBONSOLO**

Nama Tarna : Siti Nur Aini

Nomor Induk Taruna : 0820037206

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Surabaya, 04 November 2024

Menyetujui :

Pembimbing I



AGUS PRAWOTO, S.Si.T., M.M

Penata Tk I (III/d)

NIP. 197808172009121001

Pembimbing II

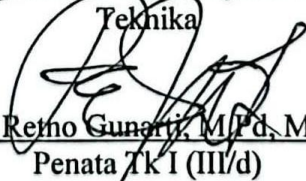


MUH. DAHRI, S.H, M.Hum

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 196101151983111001

Mengetahui Ketua Program Studi
Teknika



Monika Retno Gunarti, M.Pd, M.Mar.E

Penata Tk I (III/d)

NIP. 19760528 200912 2 001

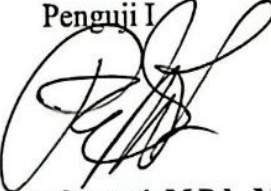
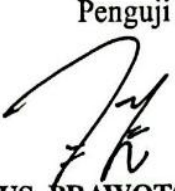
HALAMAN PENGESAHAN
HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN
ANALISIS TINGGINYA TEMPERATURE GAS BUANG MESIN
PENGGERAK UTAMA MAK 6 M 601 C KAPAL DOBONSOLO

Disusun dan diajukan oleh :

SITI NUR AINI
NIT. 0820037206
Ahli Teknik Tingkat III (DIPLOMA – IV)

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan
Pada tanggal 05 Februari 2025

Menyetujui :

 Penguji I	 Penguji II	 Penguji III
<u>Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E</u> Penata Tk. I (III/d) NIP 19760528 200912 2 002	<u>AGUS PRAWOTO, S.Si.T., M.M</u> Penata Tk. I (III/d) NIP. 19750430 200212 1 002	<u>Faris Noyandi, S.Si. T., M.Sc</u> Penata TK. I (III/d) NIP. 19841118 2008112 1 003

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya


Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd. M.Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP 19690531 200312 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas Allah SWT, Tuhan semesta alam atas rahmat, Karunia-NYA dan hidayah NYA sehingga penulis Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang dimana menjadi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan Pelayaran (D-IV) Jurusan / Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal. Skripsi ini Merupakan syarat wajib bagi seluruh taruna taruni Politeknik Pelayaran Surabaya untuk menyelesaikan program studi.

Karya ilmiah terapan ini disusun berdasarkan pengalaman penulis saat menjalankan praktek laut disalah satu kapal milik perusahaan pelayaran. Dan tentunya pengetahuan, bimbingan, arahan serta petunjuk yang berikan pengajar atau dosen pada saat pendidikan di politeknik pelayaran surabaya yang dapat menjadi penunjang karya ilmiah yang penulis ajukan. Adapun judul karya ilmiah yang penulis ajukan adalah “ **ANALISIS TINGGINYA TEMPERATUR GAS BUANG MESIN PENGGERAK UTAMA KM. DOBONSOLO** ”

Perjalanan penyusunan karya ilmiah terapan ini tidak luput dari rintangan dan hambatan. Namun, berkat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, karya ini akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Berikut ungkapan terimakasih penulis kepada pihak-pihak yang telah membantu :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E., yang terhormat Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya, beserta jajarannya yang telah memberikan fasilitas dan dukungan yang diperlukan untuk menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
2. Ibu Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E, selaku Ketua Jurusan Teknologi Rekayasa Permesinan yang saya hormati, atas dukungan dan semangatnya yang tak tergoyahkan sehingga berperan penting dalam perjalanan penulis dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini. Bapak Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E, selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa membimbing penulis dalam penulisan karya ilmiah terapan.
3. Bapak Agus Prawoto, S.Si.T., M.M, Pembimbing I yang saya hormati, atas dedikasi, kesabaran, dan bimbingannya selama proses penyelesaian Karya

Ilmiah Terapan ini. Dukungan dan dorongannya yang tak tergoyahkan sangat penting dalam kesuksesan saya.

4. Bapak Muhammad Dahri, S.Hum,MH, Pembimbing II yang saya hormati, atas dedikasi, kesabaran,bimbingannya serta memberikan semangat selama proses penyelesaian Karya Ilmiah Terapan ini. Dukungan dan dorongannya yang tak tergoyahkan sangat penting dalam kesuksesan saya.Kepada orang tua tercinta Ibu Laili Nikmah yang telah mendidik dan membesarkan dengan seluruh pengorbanan, cinta, kasih sayang, dukungan, nasehat serta doa demi keselamatan dan kelancaran penulis.
5. Segenap Civitas Akademika, Staf dan Pengajar Departemen Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal Politeknik Pelayaran Surabaya, atas kontribusinya yang sangat berharga dalam perjalanan akademis saya.
6. Yang tentunya Kepada Keluarga yang sangat saya cintai,khususnya kepada ibunda saya yang tercinta dan saya sayangi Karsih.Ayahanda Abdul Rosid serta kakak,adek dan keluarga besar saya yang selalu memberikan dorongan,semangat,motivasi untuk terus maju dan terus mengejar mimpi saya.Motivasi dan inspirasinya menjadikan saya agar tidak goyang dalam mencapai dan mengejar cita-cita saya.
7. Dan kepada ananda Nur Kamaludin Al-Fatih yang senantiasa selalu menemani,mendorong,memberi dukungan,memberi semangat dan tak henti henti mengingatkan saya untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.Selalu meyakinin saya bahwa saya mampu,saya bisa untuk menyelesaikan skripsi ini dan lulus tepat waktu.
8. Nahkoda,KKM dan Seluruh Perwira Mesin di KM.Dobonsolo,atas ilmu dan bimbingan mereka yang sangat berharga selama masa praktik laut saya.Keahlian dan dukungan mereka sangat penting dalam pengembangan profesional saya.
9. Kepada teman-teman angkatan 39 terutama kelas Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal atas perjuangan dan kebersamaannya selama ini.
10. Kepada sahabat saya Andika Eko Fitrianto, Terima kasih atas segala dukungan dan semangatnya sehingga karya ilmiah terapan ini dapat terselesaikan.
11. Teman-teman Taruna dan Taruni Program D-IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal Reguler, khususnya teman-teman Angkatan 11 dan Kasta Bojonegoro-

Tuban 11, atas kenangan berharga dan persahabatan yang kita bagi bersama. Persahabatan dan dukungan Anda telah menjadi sumber kekuatan sepanjang perjalanan akademis saya.

Penulis menyadari bahwa Karya Ilmiah Terapan ini bukannya tanpa kekurangan, baik dari segi struktur kalimat maupun isi pembahasan, karena keterbatasan saya dalam menguasai materi pelajaran. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati saya menyambut kritik dan saran yang bersifat membangun yang sangat berharga dalam penyempurnaan Karya Ilmiah Terapan ini. Semoga Karya Ilmiah Terapan ini memberikan kontribusi positif dalam bidang ilmu pengetahuan dan menjadi sumber berharga bagi sesama.

Surabaya, 07 Juli 2025

SITI NUR AINI
NIT. 0820037206

ABSTRAK

SITI NUR AINI Analisis Tingginya Temperatur Gas Buang Mesin Penggerak Utama di KM Dobonsolo. Pada penyusunan Skripsi ini penulis dibantu oleh Bapak Agus Prawoto, S. Si. T, MM dan Bapak Muhammad Dahri, S.Hum, MH.

Permasalahan ini menyelidiki faktor-faktor yang menyebabkan peningkatan suhu gas buang pada mesin penggerak utama, dengan fokus pada mesin induk KM Dobonsolo. Temperatur gas buang yang tinggi dan terus-menerus dapat menimbulkan dampak yang parah, seperti percepatan keausan komponen mesin, peningkatan konsumsi bahan bakar, dan peningkatan biaya operasional. Melalui analisis deskriptif kualitatif dan penerapan dengan metode diagram ikan fishbone.

Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui penyebab tingginya temperatur gas buang mesin penggerak utama dan upaya untuk mengatasinya dengan menggunakan pendekatan diagram fishbone.

Temuan ini menyoroti beberapa faktor penting, termasuk kualitas bahan bakar yang kurang optimal, pendinginan yang tidak memadai pada sistem pembuangan, dan kesenjangan perawatan. Studi tersebut menyarankan penerapan perawatan rutin yang selaras dengan Sistem Perawatan Terencana (PMS), mengoptimalkan kualitas bahan bakar, dan memastikan mekanisme pendinginan yang efektif. Rekomendasi ini bertujuan untuk mengurangi masalah suhu gas buang, sehingga meningkatkan kinerja mesin dan memperpanjang umur operasionalnya.

Kata Kunci : Temperatur Gas Buang, Mesin Induk, Injector.

ABSTRACT

SITI NUR AINI Analysis of High Exhaust Gas Temperature on the Main Propulsion Engine of KM Dobonsolo. In the preparation of this thesis, the author was assisted by Mr. Agus Prawoto, S. Si. T, MM, and Mr. Muhammad Dahri, S. Hum, MH.

This research investigates the factors contributing to the increased exhaust gas temperature on the main propulsion engine, with a specific focus on the main engine of KM Dobonsolo. Continuously high exhaust gas temperatures can lead to severe consequences, such as accelerated component wear, increased fuel consumption, and higher operational costs. Through qualitative descriptive analysis and the application of a fishbone diagram, this study aims to identify the causes of the high exhaust gas temperature and propose solutions using a fishbone diagram approach.

The findings highlight several key factors, including suboptimal fuel quality, inadequate cooling in the exhaust system, and maintenance gaps.

The study recommends implementing regular maintenance aligned with the Planned Maintenance System (PMS), optimizing fuel quality, and ensuring effective cooling mechanisms. These recommendations aim to mitigate the exhaust gas temperature issue, thereby improving engine performance and extending its operational life.

Keywords: Exhaust Gas Temperature, Main Engine, Injector..

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG PENELITIAN.....	1
B. RUMUSAN MASALAH	4
C. BATASAN MASALAH	5
D. TUJUAN PENELITIAN	5
E. MANFAAT PENELITIAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA	8
B. LANDASAN TEORI.....	9
1. Analisis.....	9
2. Mesin Diesel	9
3. Suhu.....	18

4. Hukum Thermodinamika	18
5. Gas Buang.....	19
6. Bahan Bakar.....	24
7. Injector	28
8. Intercooler.....	30
C. KERANGKA BERPIKIR	32
BAB III METODE PENELITIAN	33
A. JENIS PENELITIAN.....	33
B. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN	33
C. SUMBER DATA PENELITIAN	34
D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA	35
E. TEKNIK ANALISIS DATA	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	39
A. GAMBARAN UMUM SUBJEK PENELITIAN.....	39
B. HASIL PENELITIAN	44
C. PEMBAHASAN	68
BAB V PENUTUP	74
A. KESIMPULAN	74
B. SARAN	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya.....	8
Tabel 4. 1 Data Spesifikasi Main Engine KM Dobonsolo.....	41
Tabel 4. 2 Spesifikasi Injector Main Engine dikapal KM Dobonsolo	45
Tabel 4. 3 Temperatur Gas Buang Main Engine Normal.....	46
Tabel 4. 4 Temperatur Gas Buang Main Engine tidak normal	46
Tabel 4. 5 Data Suhu Gas Buang Tinggi selama pemantauan	47
Tabel 4. 6 Data rackbahan bakar saat kenaikan suhu gas buang	47
Tabel 4. 7 Hasil tekanan atau test press Injector cylinder 2 kanan.....	50
Tabel 4. 8 Data suhu gas buang setelah dilakukan perbaikan	50
Tabel 4. 9 Data rack bahan bakar setelah dilakukan perbaikan.....	51
Tabel 4. 10 Hasil wawancara dengan kepala kamar mesin.....	51
Tabel 4. 11 Hasil Wawancara dengan masinis 1 senior	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin Penggerak Utama	10
Gambar 2. 2 Mesin 4 TAK.....	15
Gambar 2. 3 Mesin 2 TAK.....	17
Gambar 2. 4 Sistem Lingkungan dan batas sistem.....	19
Gambar 2. 5 Gas Buang kapal	21
Gambar 2. 6 Sistem gas Buang.....	22
Gambar 2. 7 thermometer gas buang	23
Gambar 2. 8 Spesifikasi MFO (Marine Fuel Oil)	25
Gambar 2. 9 spesifikasi HFO (Heavy Fuel Oil)	26
Gambar 2. 10 spesifikasi MDO (Marine Diesel Oil)	27
Gambar 2. 11 Spesifikasi HSD (High Speed Diesel).....	28
Gambar 2. 12 injector.....	30
Gambar 2. 13 Intercooler	31
Gambar 4. 1 Kapal KM Dobonsolo	40
Gambar 4. 2 Crewlist KM Dobonsolo	42
Gambar 4. 3 Ship Particular kapal KM Dobonsolo	43
Gambar 4. 4 injector.....	45
Gambar 4. 5 wawancara dengan KKM	54
Gambar 4. 6 Bagian dari Injector	55
Gambar 4. 7 Prosedur Maintenance Injector	56
Gambar 4. 8 Grafik pengujian injector sebelum pemakaian	57
Gambar 4. 9 Grafik pengujian injector kondisi tidak normal.....	57
Gambar 4. 10 Grafik pengujian injector setelah dilakukan perbaikan	57

Gambar 4. 11 Proses pembersihan dan pengetesan tekanan injector.....	58
Gambar 4. 12 Alat Pengetesan tekanan Injector.....	58
Gambar 4. 13 Proses Pencabutan Injector	59
Gambar 4. 14 Dokumen Jurnal Main Engine	59
Gambar 4. 15 Injector KM Dobonsolo	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Ship's Particulars	78
Lampiran 2 Crew List	79
Lampiran 3 Mutasi Sign ON	80
Lampiran 4 mutasi Sign OFF	81
Lampiran 5 Prosedure Maintanance.....	82
Lampiran 6 Perawatan Injector.....	82
Lampiran 7 Pengetesan Tekanan Injector	83
Lampiran 8 Proses Pembersihan Lubang Injector.....	83
Lampiran 9 Proses Pengantian Injector.....	84
Lampiran 10 Alat pengetesan pressure injector.....	84
Lampiran 11 Wawancara.....	85

BAB I PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG PENELITIAN

Industri pelayaran merupakan salah satu sektor penting dalam menunjang perekonomian nasional yang ada di Indonesia. Hal ini dilihat dari wilayah negara yang dimana Indonesia mempunyai lebih dari 17.000 pulau yang tersebar diseluruh wilayah. yang dimana artinya Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan garis pantai sebesar 99.827 km dan Zona Ekonomi Eksklusif seluas 3,2 juta km². Hal ini menjadikan transportasi laut sebagai salah satu sektor penting dalam menunjang perekonomian nasional.

Kapal merupakan alat transportasi laut yang memainkan peran penting atau vital dalam mengangkut barang-barang dan manusia. Dikatakan penting karena kapal memiliki banyak keunggulan dibanding dengan transportasi darat. Adapun keunggulannya adalah kapasitas angkut yang besar, biaya angkut yang relatif murah dan jangkauan yang luas. Transportasi laut memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan diantaranya adalah perdagangan internasional, distribusi barang, pariwisata dan penanggulangan bencana untuk mengirim bantuan kemanusiaan.

Kapal merupakan alat transportasi yang berpindah pindah, dari satu wilayah ke wilayah lainnya. dari pelabuhan satu ke pelabuhan lainnya untuk mengantar barang - barang maupun manusia. Dahulu, kapal bergerak menggunakan dayung atau layar yang memanfaatkan angin. Namun cara tersebut memiliki keterbatasan atau kelemahan dalam kecepatan dan jarak tempuh, waktu juga menjadi hal penting barang sampai dengan cepat. Seiring dengan kemajuan teknologi kapal-kapal

menggunakan mesin penggerak utama atau maine engine dalam sistem pengoperasiannya.untuk memperlancar proses perdagangan nasional maupun internasional.

Dalam proses pengoprasian kapal tidak lepas dari peranan mesin yang ada didalamnya.suatu mesin dikatakan optimal atau tidaknya dapat diketahui melalui beberapa cara yaitu dengan mendengar,mencium,indra perasa dan melihat. Indra - indra tersebut dapat digunakan untuk mengetahui gangguan gangguan pada mesin seperti kebocoran pada suatu sistem atau warna gas buang.suhu gas buang merupakan hal penting yang harus diperhatikan saat proses pengoprasian kapal.kebocoran gas buang dapat mencemari lingkungan,dapat mengganggu kesehatan,kerusakan mesin dan kinerja mesin menurun.

Gas buang yang lembab dapat mengindikasikan bahwa pelumas atau air pendingin ikut terlibat dalam proses pembakaran. Perlu memeriksa temperatur gas buang karena jika terlalu tinggi, dapat berdampak negatif pada mesin diesel. Selain itu, perawatan permesinan seperti turbocharger, intercooler, dan pompa pendingin juga penting dan perlu diperhatikan. Saat praktik laut di kapal KM.Dobonsolo sering terjadi masalah dengan tingginya suhu gas buang dari mesin diesel penggerak utama, yang mengakibatkan penurunan daya mesin. Hal ini terutama dipengaruhi oleh komponen pendukung yang terkait dengan tingginya suhu gas buang.

Peristiwa ini dialami penulis pada saat pengantian rutin injector dimana jam kerja injector adalah 1200 hours akan diganti.setelah pengantian injector akan diranning test terlebih dahulu pada proses running posisi gas buangnya masih normal namun pada proses running tersebut kapal tidak bergerak atau ditempat.saar

start maine engine dan kapal mulai bergerak ternyata setelah dicek kembali terdapat kenaikan suhu gas buang pada maine engine dengan rata rata 395°C atau hampir 400°C dari suhu normal rata rata 350°C . Maka dari kejadian tersebut KKM, Masinis 1 Senior/junior dan masinis yang menjalankan dinas jaga pada saat itu berdiskusi mengenai penanganan masalah tersebut sehingga proses keberangkatan kapal atau pada saat sedang olahgerak kapal meninggalkan pelabuhan terhambat karena terdapat permasalahan tersebut.

Peristiwa lain adalah pada saat perjalanan dari makassar menuju Bau-bau, ambon, sorong, serui, jayapura dan sebaliknya mengalami kenaikan suhu gas buang beserta naiknya putaran turbo. Disini para ABK mesin menganalisa apa yang menyebabkan naiknya suhu gas buang maupun naiknya putaran turbo. Setelah diselidiki saat kapal sandar di pelabuhan makassar yang akan tolak menuju pelabuhan surabaya harus mengundur jam keberangkatan dikarenakan ada tali tambang yang tersangkut pada as propeller sehingga putaran propeler atau beban mesin berat yang mengakibatkan naiknya temperatur gas buang pada mesin penggerak utama di KM. Dobonsolo.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu dimana penulis merujuk penelitian yang berjudul “ Analisis Tingginya Temperatur Gas Buang Pada Mesin Penggerak Utama Kapal MT. Gunung Geulis ” yang ditulis oleh Ismail, PIP Makassar (2021) pada penelitian ini menyoroti pentingnya perawatan yang baik dan tepat terhadap injektor mesin untuk mencegah tingginya temperatur gas buang yang dapat berdampak pada pengoperasian mesin induk. Kemudian penulis juga merujuk penelitian lainnya yang berjudul “ Identifikasi Tingginya Gas Buang Pada Main Engine di MT. Sumbu ” ditulis oleh Muhammad Musa Ramadha, PIP Semarang (

2023) penelitian ini membahas tentang penting bagi crew kapal untuk melaksanakan plan maintenance system dengan baik, membuka kran-kran air laut secara penuh untuk optimalisasi penyerapan suhu panas, dan melakukan pergantian crew sesuai dengan kualifikasi yang dibutuhkan.

Dari beberapa teori penelitian sebelumnya yang dirujuk oleh penulis dan kejadian dilapangan yang dialami penulis mengenai faktor apa saja yang menyebabkan kenaikan temperatur suhu gas buang mesin penggerak utama di KM Dobonsolo. Maka dari itu, pada penelitian ini penulis mengembangkan kajian dari penelitian sebelumnya yaitu dengan memfokuskan pada mesin penggerak utama type MAK 6 M 601 C. kemudian pada penelitian sebelumnya berfokus pada mesin 2 Tak, sedangkan pada penelitian ini penulis mengembangkan penelitiannya berfokus pada mesin 4 tak dengan type MAK 6 M 601 C yang mana rata rata kapal dari perusahaan PT Peln ini memiliki jenis mesin yang sama. berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya penulis tertarik untuk menembangkan penelitiannya terkait tingginya temperatur gas buang mesin penggerak utama mesin type MAK 6 M 601 C dengan judul yang di pilih yaitu : “ Analisis Tingginya Temperatur Gas Buang Mesin Penggerak Utama MAK 6 M 601 C Di KM. Dobonsolo ”.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah pada naiknya temperature gas buang pada mesin penggerak utama di kapal KM Dobonsolo yang di kemukakan diatas maka dapat didefinisikan masalah sebagai berikut :

1. Faktor apakah yang menyebabkan tingginya temperature gas buang mesin penggerak utama di KM. Dobonsolo?

2. Bagaimana upaya yang dilakukan untuk mengatasi tingginya temperature gas buang mesin penggerak utama di KM. Dobonsolo ?

C. BATASAN MASALAH

Agar permasalahan diatas tidak terlalu meluas, maka penulis memberikan Batasan terhadap permasalahan tersebut hanya pada penyebab tingginya temperatur gas buang dan cara mengatasi tingginya temperatur gas buang mesin penggerak utama, agar dapat menjadi acuan dan dapat memberi kelancara pada kapal kapal yang berlayar. Penelitian ini dilaksanakan pada saat taruna melaksanakan praktek laut dikapal kapal yang telah disediakan pada tahun 2022 – 2023. :

D. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dalam penulisan Karya Ilmiah Terapan ini diantaranya adalah sebagai berikut adalah :

1. Untuk mengetahui penyebab tingginya temperatur gas buang mesin penggerak utama dikapal KM. Dobonsolo.
2. Untuk mengetahui cara mengatasi tingginya temperature gas buang mesin penggerak utama dikapal KM. Dobonsolo.

E. MANFAAT PENELITIAN

Penelitian terhadap mesin diesel penggerak utama tidak selalu berjalan mulus, dan terkadang dapat menimbulkan masalah baru Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi para perwira mesin, pembaca, dan pihak lain yang memiliki permasalahan serupa dengan mesin diesel penggerak Utama terutama pada ketidak normalnya temperature gas buang. Skripsi ini juga memiliki beberapa kegunaan yang lebih terperinci, di antaranya

1. Manfaat Teoritis

Menambah wawasan ilmu pengetahuan yang lebih mengenai masalah pada tingginya temperatur gas buang mesin penggerak utama bagi penulis. Memberi bantuan pengetahuan bagi para pembaca proposal ini. Untuk meningkatkan dan Menambah wawasan ilmu pengetahuan yang lebih kepada junior yang akan melaksanakan praktek laut ataupun untuk para perwira diatas kapal sebagai bahan acuan atau referensi ilmu pengetahuan dalam penunjang proses operasional diatas kapal mengenai masalah pada tingginya temperatur gas buang mesin penggerak utama serta dampak dan cara penanganan dalam upaya mencegah terjadinya permasalahan tersebut.

2. Manfaat Praktis

a. Crew Engine dikapal

Meningkatkan pengetahuan dan kemampuan dalam memelihara mesin induk, Membantu dalam mengidentifikasi dan mengatasi masalah pada mesin induk, Meningkatkan kelancaran pengoprasian mesin induk

b. Siswa dilembaga Pendidikan

Memberikan materi pembelajaran baru tentang mesin diesel penggerak utama, meningkatkan mutu dan kualitas pendidikan tentang mesin penggerak utama, membantu siswa dalam memahami cara kerja dan perawatan mesin diesel penggerak utama.

c. Perusahaan Pelayaran

Menjadi dasar bagi perusahaan pelayaran untuk menentukan kebijakan kebijakan baru dalam manajemen perawatan mesin penggerak utama, membantu perusahaan pelayaran dalam menerapkan pola atau sistem

yang sama untuk mengatasi masalah pada mesin diesel penggerak utama di kapal – kapalnya.meningkatkan efisiensi dan efektivitas manajemen perawatan mesin diesel penggerak utama

d. Lembaga Pendidikan

Membantu taruna dan perwira siswa dalam mempelajari cara kerja dan perawatan mesin diesel penggerak utama,meningkatkan Kualitas Pendidikan di politeknik pelayaran Surabaya,memberikan referensi dan sumber bacaan baru bagi taruna dan perwira siswa.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Landasan teori merupakan fondasi yang kokoh dalam penelitian ini. Dengan merujuk pada teori-teori yang relevan. Landasan teori ini juga berfungsi sebagai jembatan penghubung antara penelitian kita dengan penelitian-penelitian sebelumnya, sehingga kita dapat belajar dari pengalaman para ahli di bidang ini.:

Tabel 2. 1 *Review Penelitian Sebelumnya*

No.	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
1.	Ismail, PIP Makassar (2021) http://eprints.pipmaka.ac.id/id/eprint/444	Analisis Tingginya Temperatur Gas Buang Pada Mesin Penggerak Utama Kapal MT. Gunung Geulis	Belum dijelaskan secara spesifik dalam informasi yang tersedia. Namun, penelitian ini menyoroti pentingnya perawatan yang baik dan tepat terhadap injektor mesin untuk mencegah tingginya temperatur gas buang yang dapat berdampak pada pengoperasian mesin induk.	Pada penelitian sebelumnya hasil dari penelitiannya belum dijelaskan secara spesifik dalam penelitiannya. Pada penelitian sebelumnya mesin penggerak utamanya menggunakan tipe main engine 2 Strok sedangkan penelitian yang penulis lakukan adalah pada main engine 4 strok
2.	Muhammad Musa Ramadha, PIP Semarang (2023) http://repository.pip-semarang.ac.id/id/eprint/4932	Identifikasi Tingginya Gas Buang Pada Main Engine di MT. Sumbu	Disimpulkan bahwa penting bagi crew kapal untuk melaksanakan plan maintenance system dengan baik, membuka kran-kran air laut secara penuh untuk optimalisasi penyerapan suhu panas, dan melakukan pergantian crew sesuai dengan kualifikasi yang dibutuhkan.	Pada penelitian sebelumnya lebih membahas mengenai Identifikasi tingginya gas buang pada main engine di MT. Sumbu sedangkan penelitian yang penulis lakukan berisi tentang Analisis tingginya temperatur gas buang Mesin penggerak utama di KM. Dobonsolo

Sumber : Penelitian PIP Makassar dan PIP SEMARANG

B. LANDASAN TEORI

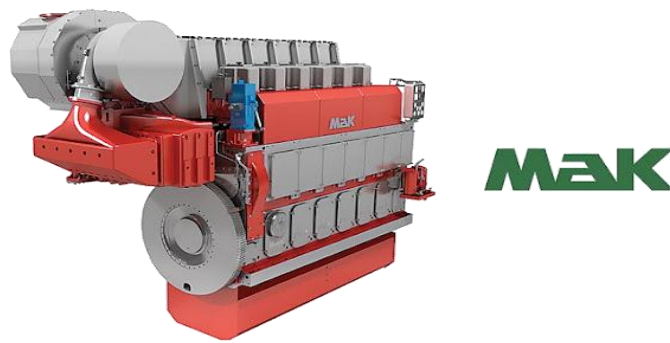
1. Analisis

Muhadjir (Mayasari, 2022) menjelaskan bahwa analisis data adalah proses sistematis untuk mencari, menyusun, dan mengolah temuan penelitian melalui pengamatan dan wawancara. Hal ini bertujuan untuk membantu peneliti fokus pada penelitiannya. Temuan penelitian kemudian diubah menjadi format yang dapat dipahami oleh orang lain, diedit, diklasifikasikan, dan disajikan. Hasil dari analisis data harus disajikan dengan jelas dan ringkas sehingga dapat mudah dipahami oleh pembaca.

2. Mesin Diesel

Mesin diesel pertama kali diciptakan oleh Rudolf Diesel pada tahun 1892 dan dipatenkan pada tanggal 23 Februari 1893. Mesin ini merupakan mesin pembakaran dalam yang memanfaatkan panas kompresi udara untuk membakar bahan bakar. Berbeda dengan mesin bensin yang menggunakan busi, mesin diesel tidak membutuhkan busi karena panas yang dihasilkan dari kompresi udara sudah cukup tinggi untuk memicu pembakaran.

Dalam buku Panduan Reparasi Mesin Diesel, E. Karyanto (2020) menyatakan bahwa mesin esin pembakaran dalam yang mengubah energi panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanik untuk menggerakkan piston..



Gambar 2. 1 Mesin Penggerak Utama

Sumber : <https://images.app.goo.gl/fcVc1PhDivwSeZPG7>

Pembakaran, atau yang dikenal dengan combustion, adalah proses kimia yang menghasilkan energi panas dan cahaya melalui reaksi antara bahan bakar dan oksidan. Dalam konteks mesin, pembakaran dimanfaatkan untuk menghasilkan energi mekanik yang menggerakkan berbagai alat dan kendaraan. Secara umum, pembakaran terbagi menjadi dua kategori utama:

a. *Internal Combustion* (Mesin Pembakaran Dalam)

Pada mesin pembakaran dalam, proses pembakaran terjadi langsung di dalam ruang bakar mesin. Campuran bahan bakar dan udara dikompresi dan dibakar, menghasilkan gas panas yang mengembang dan mendorong piston untuk menghasilkan gerakan mekanik. Contohnya mesin bensin dan mesin diesel. Pada mesin pembakaran dalam dibedakan menjadi dua siklus kerja mesin yaitu mesin diesel 4 TAK dan mesin diesel 2 TAK:

1) Siklus kerja mesin diesel 4 TAK

langkah ialah Mesin diesel dimana setiap satu kali proses usaha terjadi 4 (empat) kali langkah torak TMA ke TMB atau 2 kali putaran engkol. siklus 4 langkah torak atau piston tersebut meliputi

a) Langkah Hisap

b) Langkah Kompresi

c) Langkah Usaha

d) Langkah Buang

Adapun penjelasan dari prinsip kerja motor diesel 4 langkah adalah sebagai berikut:

a) Langkah Hisap

Langkah hisap merupakan tahap awal dalam siklus kerja mesin diesel 4 langkah, di mana udara murni masuk ke dalam ruang silinder. Proses ini terjadi saat piston bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah). Piston bergerak ke bawah: Saat piston bergerak ke bawah, volume ruang silinder di atas piston membesar. Tekanan udara pejalan (air starting) yang mendorong salah satu torak berikutnya sesuai firing order. Intake valve terbuka: Katup masuk (intake valve) terbuka, memungkinkan udara dari luar mengalir ke dalam silinder. Katup masuk mulai terbuka pada saat $\pm 25^\circ$ sebelum TMA. Saat katup terbuka udara murni masuk ke dalam silinder. Tekanan di dalam silinder turun. Gerakan piston ke bawah menurunkan tekanan di dalam silinder. Udara masuk karena perbedaan tekanan: Tekanan udara di luar (1 atmosfer) lebih tinggi daripada tekanan di dalam silinder (0.05) , sehingga udara terdorong masuk melalui intake valve. Di bagian atas torak, volume udara meningkat sementara tekanannya menurun, memungkinkan udara murni dari luar dengan mudah terhisap dan mengisi ruang silinder. Proses ini berlangsung selama piston

bergerak ke bawah hingga mencapai TMB. Pada titik ini, intake valve akan mulai menutup pada saat 30° sampai 50° sesudah TMB dan langkah hisap selesai.

b) Langkah Kompresi

Langkah kompresi merupakan tahap kedua dalam siklus kerja mesin diesel 4 langkah, di mana udara yang masuk pada langkah hisap dipadatkan. Proses ini terjadi setelah langkah hisap, saat piston bergerak dari TMB (Titik Mati Bawah) ke TMA (Titik Mati Atas). Piston bergerak ke atas: Saat piston bergerak ke atas, ruang silinder di atas piston mengecil. Katup masuk (intake valve) tertutup pada saat 30° sampai 50° sesudah TMB dan katup buang (exhaust valve) tertutup mulai saat $\pm 20^\circ$ sesudah TMA, menjebak udara di dalam silinder. Gerakan piston ke atas memadatkan udara di dalam silinder, meningkatkan tekanan dan suhunya. Udara murni di atas torak dikompresi hingga tekanan $\pm 40^\circ$ Bar (kg/cm^2) dengan suhu mencapai $\pm 400^\circ$ C, cukup untuk membakar bahan bakar gas. Ketika torak mendekati sekitar $\pm 10^\circ$ sebelum TMA, bahan bakar dipompa oleh Bosch pump ke pengabut dengan tekanan antara 250-400 kg/cm^2 , sehingga terjadi proses pengabutan di dalam silinder. Kabut bahan bakar kemudian bersentuhan langsung dengan udara panas bertekanan tinggi, yang memicu ledakan atau proses pembakaran di dalam silinder. Torak berada dalam posisi melewati beberapa derajat dari TMA, di mana proses ledakan pembakaran masih berlangsung dan secara bersamaan mendorong

torak bergerak ke bawah. kemudian penggabut mulai tertutup yaitu pada $\pm 15^\circ$ setelah TMA.

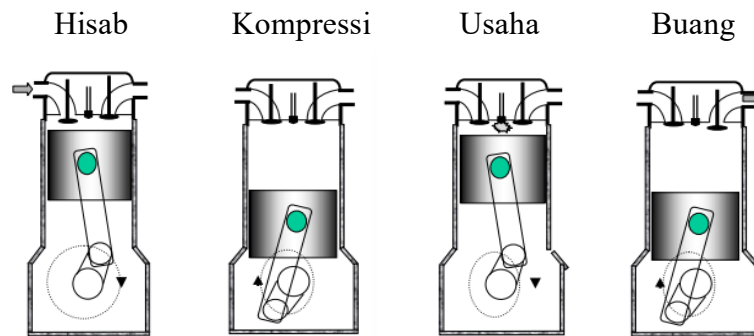
c) Langkah Usaha

Langkah usaha atau langkah pembakaran merupakan tahap ketiga dalam siklus kerja mesin diesel 4 langkah, di mana terjadi pembakaran bahan bakar diesel dan menghasilkan tenaga. Piston bergerak ke bawah Saat piston bergerak ke bawah, ruang bakar mengembang. Pembakaran di dalam silinder (ledakan) inilah yang menghasilkan tenaga potensial sebagai awal Langkah usaha. Pembakaran didalam silinder terjadi disebabkan adanya percampuran gas bahan bakar + oksigen dari udara bersih + panas kompresi. Torak dari TMA ke TMB langsung mendapatkan “tendangan” dengan tenaga penuh bergerak ke bawah (TMB). Tenaga (daya) inilah yang mendorong torak, diteruskan melalui batang torak (connecting rod) dan pada akhirnya memutar poros engkol dan diteruskan menggerakkan poros baling-baling (propeller) dan kapal bergerak melaju. Kedua katup masuk dan buang masih tertutup. Ketika torak mendekati 30° sampai 45° sebelum TMB, katup buang mulai terbuka, dilanjutkan dengan pembuangan awal sehingga gas– gas bekas dari dalam silinder dikeluarkan. Gas bekas ini harus dibuang sampai bersih, karena akan mengganggu pembakaran berikutnya. Posisi torak sampai di TMB dan melanjutkan Langkah berikutnya.

d) Langkah Pembuangan

Langkah buang merupakan tahap keempat dan terakhir dalam siklus kerja mesin diesel 4 langkah, di mana gas sisa hasil pembakaran dikeluarkan dari ruang bakar. Dari TMB torak bergerak ke TMA. Katup buang mulai terbuka pada saat 30° sampai 45° sebelum TMB dan masih terbuka terus saat torak bergerak sampai di TMA, sedangkan katup masuk masih tertutup. Melalui katup buang, gas sisa pembakaran didorong keluar dari dalam silinder, dengan gerak torak ke atas menyebabkan tekanan dalam silinder lebih besar daripada tekanan udara luar. Pada saat torak berada $\pm 25^\circ$ engkol sebelum TMA katup masuk terbuka, bersamaan masuknya udara murni yang ditekan dari hasil Blower Turbo Charger. Udara murni yang masuk sebelumnya sudah melalui Inter Cooler dengan suhu $\pm 40^\circ$ Celcius. Udara murni yang masuk sebelum TMA adalah untuk membersihkan sisa-sisa gas bekas sampai bersih, pada saat itu katup buang masih dalam keadaan terbuka sampai TMA, karena sisa – sisa gas bekas tersebut akan mengganggu pembakaran berikutnya. Pada saat masuknya udara murni dan dingin yang mendorong sisa- sisa gas bekas ini, selama $\pm 25^\circ$ engkol sebelum TMA (katup masuk terbuka) sampai $\pm 20^\circ$ engkol sesudah TMA (katup buang menutup) disebut proses “pembilasan” sehingga didalam silinder benar-benar keadaan bersih dan dingin. Proses Langkah torak pembuangan ini selesai (Langkah ke-4) dan siap meneruskan Langkah pemasukan

(Langkah pertama) dan seterusnya. Proses ini berlangsung selama piston bergerak ke atas hingga mencapai TMA. Pada titik ini, exhaust valve tertutup dan langkah hisap dimulai kembali.



Gambar 2. 2 Mesin 4 TAK

Sumber : file:///C:/Users/sn684/Downloads/Teori_Dasar_Motor_diesel_full2.pdf

2) Siklus kerja mesin 2 TAK

Siklus kerja mesin diesel dua tak adalah proses kerja mesin di mana setiap satu kali langkah usaha terjadi dalam dua langkah piston atau satu putaran poros engkol. Mesin diesel dua tak hanya memiliki dua langkah dalam setiap siklusnya, dengan pembakaran yang terjadi pada setiap putaran engkol. Hal ini menyebabkan konsumsi bahan bakarnya lebih tinggi dibandingkan dengan mesin diesel empat tak, meskipun keduanya memiliki kapasitas mesin yang sama. Namun, tenaga yang dihasilkan oleh mesin diesel dua tak lebih besar dibandingkan dengan mesin diesel empat tak. Siklus kerja dua langkah pada piston mencakup:

a) Langkah Hisap dan Kompresi.

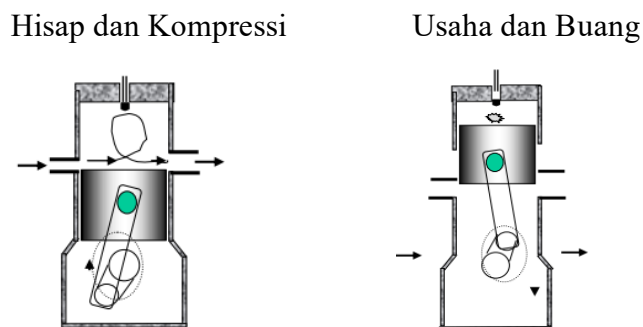
Mesin diesel dua tak memiliki dua tahap utama dalam siklus kerjanya, yaitu langkah hisap dan kompresi. Ketika mesin

dinyalakan, torak bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA). Pada saat yang bersamaan, katup udara bilas mulai terbuka pada sudut 45 derajat sebelum mencapai TMB dan tetap terbuka hingga 45 derajat setelah TMA. Selama periode ini, gas buang dikeluarkan dari silinder, sementara udara segar masuk untuk dikompresi atau dipadatkan di dalam silinder. Apabila torak sudah bergerak keatas melebihi sekitar 20% dari batas di atas TMB, maka torak langsung melakukan langkah kompresi sampai TMA dan sekitar 100 sebelum TMA sampai sekitar 50 engkol setelah TMA mulai berlangsung pengabutan bahan bakar dan terjadi lagi proses pembakaran. Proses ekspansi terjadi karena pembakaran pada volume tetap. Ketika torak memutar poros engkol dikarenakan bergerak ke bawah yang diakibatkan oleh tenaga atau usaha yang dihasilkan dari panas akibat dari pembakaran. Torak sampai pada permukaan atas lubang pembuangan saat berada $\pm 20\%$ sebelum TMB, sehingga terjadi proses pembuangan gas sisa pembakaran sampai torak mencapai TMB. Torak sampai pada permukaan atas lubang pembilasan saat berada $\pm 10\%$ persen sampai TMB, proses ini disebut pembilasan awal.

b) Langkah Usaha dan Pembuangan

Mesin diesel dua tak memiliki dua langkah utama dalam siklus kerjanya, yaitu langkah usaha-buang. Saat piston mencapai Titik Mati Atas (TMA) di akhir kompresi, injektor menyembrotkan bahan bakar diesel ke dalam udara panas dan bertekanan tinggi.

Bahan bakar terbakar dengan sendirinya (self-ignition) karena temperatur udara yang tinggi. bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder sekitar 10 derajat sebelum mencapai titik mati atas (TMA) dan terus disemprotkan hingga sekitar 10 derajat setelah mencapai TMA. Ini memicu terjadinya pembakaran atau ledakan di dalam ruang kompresi. Saat itu, torak akan bergerak dari TMA menuju titik mati bawah (TMB) dan menghasilkan tenaga. Sementara itu, katup gas buang mulai terbuka sekitar 55 derajat sebelum TMB dan tetap terbuka sampai 55 derajat setelah TMB, sehingga gas buang dapat keluar dari silinder.



Gambar 2. 3 Mesin 2 TAK
Sumber file : [Teori Dasar Motor diesel_full2.pdf](#)

b. *Exsternal Combustion* (Mesin Pembakaran Luar)

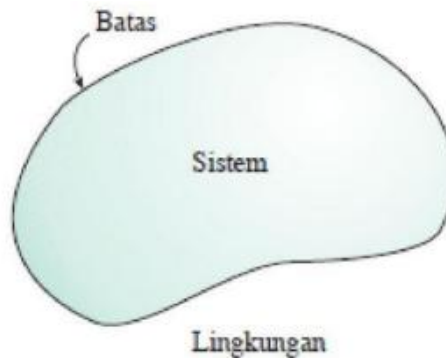
Pada mesin pembakaran luar, proses pembakaran terjadi di luar ruang mesin. Panas yang dihasilkan dari pembakaran digunakan untuk memanaskan fluida, seperti air atau uap, yang kemudian dialirkan ke dalam mesin untuk menghasilkan gerakan mekanik. Contoh dari mesin pembakaran luar adalah mesin uap.

3. Suhu

Menurut (Ahyadika dan Dedy, 2022) pada jurnal teknik elektro, Derajat panas suatu benda dapat diukur dengan besaran yang disebut suhu. Benda yang lebih panas akan terasa lebih hangat saat disentuh dibandingkan benda yang lebih dingin. Alat ukur suhu konvensional seperti termogun dan termometer dapat digunakan untuk mengukur suhu. Selain itu, terdapat alat bernama thermopen yang dilengkapi sensor DS18B20 untuk mengukur suhu. Hidayati dan Sri Indrawati (2019) suhu atau temperatur adalah suatu besaran yang menunjukkan tingkat panas atau dinginnya suatu benda. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu atau temperatur pada umumnya biasa disebut dengan termometer.. Perkembangan teknologi mendorong terciptanya termometer yang mampu mengukur suhu dengan validitas tinggi.

4. Hukum Termodinamika

Menurut Rovinda.C (2022) Termodinamika adalah cabang ilmu fisika yang mengkaji hubungan antara panas, kerja, dan energi. Prinsip dasar termodinamika adalah kekekalan energi. Berbagai mesin, dari mesin uap hingga mesin pembakaran dalam, didesain berdasarkan prinsip-prinsip termodinamika untuk mengubah energi panas menjadi bentuk energi yang berguna. Pemahaman mendalam tentang termodinamika sangat krusial dalam merancang, menganalisis, dan meningkatkan efisiensi mesin-mesin tersebut.



Gambar 2. 4 Sistem Lingkungan dan batas sistem

Saat kita mempelajari kinerja mesin menggunakan ilmu termodinamika, kita fokus pada zat yang bekerja di dalam mesin, yaitu fluida kerja. Agar lebih mudah menganalisis, kita membagi area yang kita amati menjadi tiga bagian yaitu Sistem Bagian yang kita ingin pelajari, yaitu fluida kerja itu sendiri. kemudian Lingkungan, Segala sesuatu di luar sistem yang berinteraksi dengan sistem dan Batas sistem Batas imajiner yang memisahkan sistem dan lingkungan. Batas ini membantu kita membedakan mana yang termasuk dalam sistem dan mana yang bukan.

Dengan membagi-bagi seperti ini, kita bisa lebih mudah memahami bagaimana fluida kerja di dalam mesin berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya dan mengubah energi. Berdasarkan prosesnya, sistem dibagi menjadi dua yaitu sistem terbuka yaitu perubahan energi di dalam sistem diikuti oleh perubahan massa. dan sistem tertutup yaitu terjadi perubahan energi tanpa diikuti perubahan massa.

5. Gas Buang

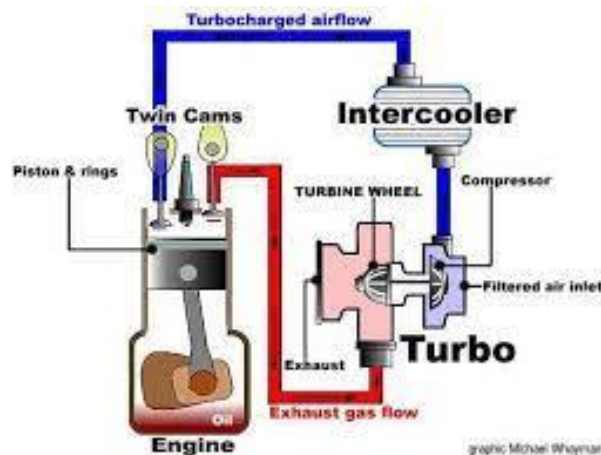
Dalam buku Motor Kapal Diesel Van Maanen P (1;3.18) dan Ardi (2021) Proses pembakaran di dalam mesin diesel menghasilkan gas buang, sisa hasil pembakaran yang perlu dikeluarkan. Mesin diesel terdiri dari

beberapa silinder dengan piston yang bergerak bolak-balik. Di dalam silinder, bahan bakar dicampur dengan udara bertekanan tinggi dari turbocharger dan dibakar. Gas yang dihasilkan dari pembakaran ini mendorong piston ke bawah, menghasilkan energi yang dialirkan ke poros engkol melalui batang penggerak.

Motor diesel bekerja dengan cara membakar bahan bakar dan udara di dalam silinder. Gas pembakaran yang dihasilkan kemudian digunakan sebagai fluida kerja untuk mendorong piston bolak-balik. Piston ini terhubung dengan poros engkol melalui batang piston, menghasilkan gerakan rotasi yang digunakan untuk menghasilkan tenaga. Proses pembakaran pada motor diesel dimulai dengan mengompresi udara di dalam silinder hingga mencapai tekanan dan temperatur yang tinggi. Bahan bakar kemudian disemprotkan ke dalam silinder dan terbakar secara spontan karena udara panas. Gas hasil pembakaran kemudian dikeluarkan dari silinder melalui manifold dan diarahkan ke turbin. Gas buang ini digunakan untuk memutar turbin, menghasilkan tenaga yang digunakan untuk menggerakkan kompresor dan komponen lainnya.

Pembakaran terjadi karena tekanan udara tinggi yang dihasilkan dari kompresi. Sisa hasil pembakaran, atau gas buang, lalu keluar melalui berjenis Dan turbin, di mana energinya dimanfaatkan untuk memutar turbin dan menghasilkan tenaga tambahan. Gas buang kemudian diarahkan ke penghemat untuk mendinginkannya sebelum dikeluarkan melalui cerobong asap. pengisi daya turbo memainkan peran penting dalam proses ini dengan menyediakan udara bertekanan tinggi untuk pembakaran yang lebih efisien. Udara dari

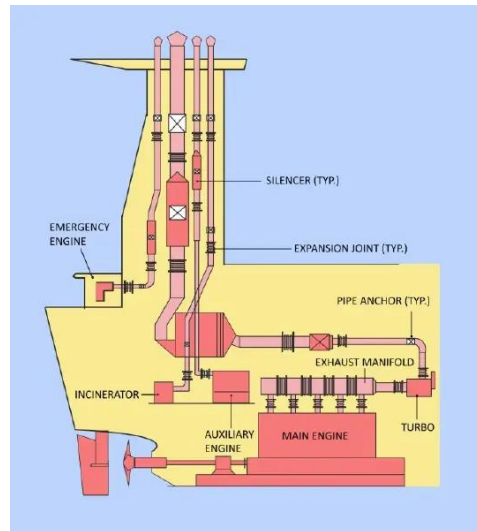
turbocharger didinginkan oleh intercooler sebelum dialirkan ke membersihkan udara. Kerusakan pada komponen, seperti intercooler, dapat mengganggu proses pembilasan udara. Hal ini dapat mengakibatkan peningkatan temperatur gas buang pada pembakaran selanjutnya, yang dapat berdampak negatif pada performa mesin dan meningkatkan emisi gas buang. Gas buang mesin diesel mengandung sedikit karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon tak terbakar (UHC). Kadar nitrogen dioksida (NO₂) juga jauh lebih rendah dibandingkan dengan nitrogen oksida (NO).



Gambar 2. 5 Gas Buang kapal

Sumber: <https://images.app.goo.gl/ottN7rWCn9UbvCL69>

- a. Proses Langkah Pembuangan pada mesin kapal
 - 1) Piston mendorong gas buang: Saat piston bergerak ke atas pada langkah buang, gas buang hasil pembakaran didorong keluar dari ruang bakar melalui katup buang.
 - 2) Gas buang diarahkan ke manifold buang: Gas buang kemudian dialirkan ke manifold buang.
 - 3) Gas buang keluar melalui knalpot: Dari manifold buang, gas buang dibuang ke atmosfer melalui knalpot



Gambar 2. 6 Sistem gas Buang

Sumber: <https://www.scribd.com/document/408022408/Sistem-Gas-Buang-Modern-Dari-Mesin-Kapal>

b. Thermometer Gas Buang Kapal

Thermometer gas buang kapal adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu gas buang yang keluar dari mesin kapal. Pengukuran suhu gas buang penting untuk beberapa alasan, yaitu, Memonitor kinerja mesin, Suhu gas buang dapat menjadi indikator kinerja mesin. Suhu gas buang yang tinggi dapat menunjukkan masalah pada mesin, seperti kebocoran kompresi atau pembakaran yang tidak sempurna. Menjaga kepatuhan terhadap peraturan emisi. Banyak negara memiliki peraturan emisi yang membatasi suhu gas buang kapal. Pengukuran suhu gas buang dapat membantu memastikan bahwa kapal mematuhi peraturan emisi. Mendiagnosis masalah mesin. Suhu gas buang dapat membantu mendiagnosis masalah mesin. Misalnya, suhu gas buang yang tinggi di satu silinder dapat menunjukkan masalah pada silinder tersebut. Terdapat

beberapa jenis thermometer gas buang kapal, yaitu:

- 1) Thermometer kontak: Mengukur suhu gas buang dengan cara menyentuh pipa knalpot.
- 2) Thermometer inframerah: Mengukur suhu gas buang dengan cara mendeteksi radiasi inframerah yang dipancarkan oleh gas buang.
- 3) Thermometer tertanam: Dipasang langsung pada pipa knalpot untuk mengukur suhu gas buang secara real-time.

Fungsi Sistem Gas Buang dan Thermometer Gas Buang Kapal
Sistem gas buang kapal memiliki fungsi utama untuk .Mengeluarkan gas sisa pembakaran dari mesin ke atmosfer,Mengurangi emisi polutan dari gas buang,Menjaga kepatuhan terhadap peraturan emisi,Mengurangi kebisingan gas buang.Thermometer gas buang kapal memiliki fungsi utama untuk,Mengukur suhu gas buang,Memonitor kinerja mesin.,Menjaga kepatuhan terhadap peraturan emisi,Mendiagnosis masalah mesin.



Gambar 2. 7 thermometer gas buang

Sumber : <https://images.app.goo.gl/1y59vovFMVEY8xNBA>

6. Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan bahan-bahan yang dipakai pada proses pembakaran sehari-hari. Materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar yang kita gunakan menghasilkan energi panas melalui reaksi kimia dengan oksigen di udara, yang disebut pembakaran. Proses pembakaran yang kita lakukan sehari-hari, seperti memasak atau menjalankan kendaraan, pada dasarnya adalah reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen yang menghasilkan energi panas. Syarat primer proses pembakaran merupakan tersedianya bahan-bakar yang bercampur dengan udara dan tercapainya suhu. Proses pembakaran melibatkan reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen di udara. Bahan bakar cair seperti bensin berasal dari minyak bumi, sedangkan bahan bakar gas seperti gas alam sering digunakan untuk memasak. Sifat penting bahan bakar adalah kemampuannya untuk terbakar dengan cepat dan menghasilkan energi yang cukup untuk menggerakkan mesin atau peralatan lain.

a. MFO (Marine Fuel Oil)

Marine Fuel Oil (MFO) adalah bahan bakar minyak jenis residu dari proses penyulingan minyak bumi yang memiliki viskositas tinggi. Sebelum digunakan sebagai bahan bakar, MFO perlu dipanaskan untuk menurunkan viskositas didalam angka penyimpanan menggunakan supplay steam dari boiler maupun gas buang mesin dan homogenisasi partikelnya (untuk menghindari sumbatan pada nozzel injector). MFO banyak digunakan pada mesin diesel putaran rendah yaitu 300 – 1000

rpm karena lebih ekonomis. Berdasarkan beberapa penelitian, penggunaan MFO dapat menghemat biaya bahan bakar hingga 40% dibandingkan dengan minyak diesel.

MARINE FUEL OIL (MFO)						
NO	PROPERTIES	SATUAN/UNIT	LIMITS		TEST METHODS	
			MIN	MAX	ASTM	IP
1	Specific Gravity 60 / 60 °F		-	0.990	D-1298	
2	Viscosity Redwood 1/100 °F	Secs	400	1250	D-445 *)	IP 70
3	Pour Point	°F	-	80	D-97	
4	Calorific Value Gross	BTU/lb	18.000	-	D-240	
5	Sulphur Content	% wt	-	3.5	D-1551/1552	
6	Water Content	% vol	-	0.75	D-95	
7	Sediment	% wt	-	0.15	D-473	
8	Netralization Value :					
	- Strong Acid Number	mgKOH/gr	-	Nil		
9	Flash Point P.M.C.C	°F	150	-	D-93	
10	Conradson Carbon Residu	% wt	-	14	D-189	

*) Kinematic Viscosity Conversion specifications according to Oil and Gas Director General Decree No.003/P/DM/MIGAS/19 April 14, 1986.

Gambar 2. 8 Spesifikasi MFO (Marine Fuel Oil)

Sumber : www.academia.edu

b. HFO (Heavy Fuel Oil)

Heavy Fuel Oil (HFO) atau bahan bakar minyak berat adalah jenis bahan bakar yang memiliki karakteristik khas berupa viskositas dan densitas yang sangat tinggi. Bahan bakar ini umumnya diaplikasikan untuk menghasilkan energi gerak atau panas, khususnya pada mesin-mesin dengan kecepatan putaran rendah di bawah 300 RPM. Menurut standar yang ditetapkan dalam konvensi MARPOL 1973-1978 untuk sektor maritim, HFO diklasifikasikan sebagai bahan bakar dengan densitas di atas 900 kg/m^3 saat diukur pada suhu 15°C , atau memiliki viskositas kinetik melebihi $180 \text{ mm}^2/\text{detik}$ pada suhu 50°C . Secara komposisi, HFO mengandung molekul-molekul hidrokarbon berantai panjang dalam jumlah signifikan, serta senyawa aromatik dengan rantai

cabang yang panjang. Karakteristik fisik yang menonjol dari HFO adalah warnanya yang hitam.

HEAVY FUEL OIL (HFO)			
Property	Unit	Test method	Typical range
Kinematic viscosity at 100°C ⁽¹⁾	mm ² /s	ISO 3104	6.0 to 55.0
Density at 15°C	kg/m ³	ISO 3675 or ISO 12185	950 to 1010 ⁽²⁾
Flash point	°C	ISO 2719	> 60
Pour point	°C	ISO 3016	< 30
Carbon residue	% (m/m)	ISO 10370	< 22 ⁽²⁾
Ash	%(m/m)	ISO 6245	< 0.20
Water	% (v/v)	ISO 3733	< 1.0
Sulphur ⁽³⁾	% (m/m)	ISO 8754	Inland < 3.5 Marine < 5.0
Vanadium	mg/kg	ISO 14597	< 600
Aluminium plus silicon	mg/kg	ISO 10478	< 80

Range of physico-chemical properties for heavy fuel oils

Gambar 2. 9 spesiikasi HFO (Heavy Fuel Oil)

Sumber : www.academia.edu

c. MDO (Marine Diesel Oil)

MDO adalah campuran dari dua jenis bahan bakar, yaitu bensin (gasoline) dan minyak bakar berat (HFO). Namun, kandungan minyak bakar berat dalam MDO jauh lebih banyak dibandingkan dengan bensin. Marine Diesel Oil (MDO) adalah jenis bahan bakar minyak yang memiliki kekentalan rendah

sampai 12 cSt sehingga mudah mengalir. Karena sifatnya yang encer, MDO tidak perlu dipanaskan sebelum digunakan pada mesin. Memiliki titik nyala 40°C hingga 100°C. Terbakar impulsif hingga temperatur 300°C. Menimbulkan panas yang tinggi kurang lebih 10.500 kcal/kg.

Characteristic	Diesel	MDO	ME20%
Lower calorific value (J/g)	40,101	41,060	34,990
Gross calorific value (J/g)	43,241	43,670	38,050
Moisture (volume %)	> 0.1	0.5	18.8
Sulfur content (weight %)	0.01	0.15	0.10
Ash (weight %)	-	0.012	0.007
Density@15°C (kg/m ³)	823.0	862.6	889.7
Kinematic viscosity (mm ² /s)	2.671	6.3	8.082
Deposit (volume %)	0.01	0.06	0.07
Copper strip corrosion (100°C, 3h)	-	1	1
Flash point (°C)	62~74	73~104	69~86

Specifications of diesel, MDO and ME20%

Gambar 2. 10 spesifikasi MDO (Marine Diesel Oil)

Sumber : www.academia.edu

d. HSD (High Speed Diesel)

High Speed Diesel (HSD) merupakan bahan bakar hasil penyulingan minyak yang dirancang khusus untuk mesin dengan sistem kompresi pengapian. Kualitas pembakarannya diukur menggunakan parameter Cetane Number (CN) atau angka setana, yang menunjukkan seberapa mudah bahan bakar tersebut terbakar. Di Indonesia, HSD lebih dikenal dengan nama solar. Karakteristik utama solar adalah semakin tinggi kandungan setana (C16) yang dimilikinya, semakin optimal proses pembakarannya. Solar didesain khusus untuk mesin diesel berkecepatan tinggi yang beroperasi di atas 1000 RPM. Dalam industri perminyakan, HSD juga dikenal dengan beberapa istilah lain seperti Gas Oil, Automotive Diesel Oil, atau High Speed Diesel. Nama-nama ini mengacu pada jenis bahan bakar yang sama namun digunakan di berbagai wilayah atau konteks yang berbeda.

HIGH SPEED DIESEL (HSD)						
NO	PROPERTIES	SATUAN/UNIT	LIMITS		TEST METHODS	
			MIN	MAX	ASTM	IP
1	Specific Gravity 60 / 60 °F		0.840	0.920	D-1298	
2	Viscosity Redwood 1/100 °F	Secs	35	45	D-445 *)	IP 70
3	Pour Point	°F	-	65	D-97	
4	Sulphur Content	% wt	-	1.5	D-1551/ 1552	
5	Conradson Carbon Residu	% wt	-	10	D-198	
6	Water Content	% vol	-	0.25	D-95	
7	Sediment	% wt	-	0.02	D-473	
8	Ash	% wt	-	0.02	D-482	
Neutralization Value :						
	- Strong Acid Number	mgKOH/gr	-	Nil		
9	Flash Point P.M.C.C	°F	150	-	D-93	
10	Colour ASTM		6	-	D-1500	

*) Kinematic Viscosity Conversion

Spesifikasi sesuai Surat Keputusan Dirjen Migas No.002/P/DM/MIGAS/1979 Tanggal 25 Mei 1979

Gambar 2. 11 Spesifikasi HSD (High Speed Diesel)

Sumber : www.academia.edu

7. Injector

M.W Wasugai (2024) Injektor, perangkat yang menyalurkan bahan bakar (melalui semprotan halus) ke dalam ruang pembakaran, pada dasarnya adalah katup jarum pegas, yang ujungnya menutupi lubang nosel injektor. Jumlah lubang, sudutnya, dan sudut semprotan sangat bergantung pada bentuk ruang bakar. Karena sistem bahan bakar harus memiliki saluran kecil dan lubang nosel, sangat penting agar bahan bakar di dalamnya tersaring dengan baik. Injektor (M.D Prawiranegara : 2023) adalah komponen penting dalam sistem bahan bakar diesel yang berfungsi menyemprotkan solar ke dalam silinder mesin. Saat piston hampir mencapai titik teratas dalam langkah kompresi, injektor akan menerima solar bertekanan tinggi dari pompa injeksi. Untuk membuat mesin diesel bekerja dengan baik, udara di dalam silinder mesin harus dimampatkan dengan tekanan sangat tinggi, antara 15 hingga 40 bar. Tekanan yang sangat tinggi ini membuat suhu udara menjadi sangat panas, mencapai 700 hingga 900 derajat Celcius. Bahan bakar diesel juga harus disemprotkan dengan tekanan yang sangat tinggi, sekitar 100 hingga

250 bar, agar menjadi butiran yang sangat halus. Ada dua cara untuk menyemprotkan bahan bakar diesel ini yaitu injeksi langsung dimana bahan bakar disemprotkan kedalam ruang utama pembakaran dan tidak langsung bahan bakar disemprotkan ke ruang kecil dulu sebelum masuk ruang pembakaran utama.

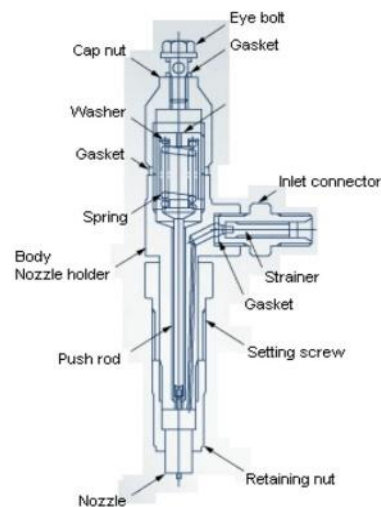
Buku panduan mesin kapal yang diterbitkan oleh JICA menjelaskan bahwa bagian penting dalam sistem bahan bakar mesin kapal adalah injector. Injector ini memiliki nozzle, yaitu lubang kecil yang berfungsi menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan tekanan tinggi.

Jumlah, ukuran, dan arah semprotan dari nozzle ini disesuaikan dengan jenis mesin, ukuran silinder, dan bentuk ruang bakar. Lubang-lubang pada nozzle dibuat sangat pendek dan berjumlah banyak (4-10 lubang) agar proses penyemprotan berjalan baik. Untuk membuka dan menutup lubang-lubang ini, digunakan katup jarum yang didesain sedemikian rupa sehingga dapat membuka lebar untuk mempercepat aliran bahan bakar, namun tetap rapat agar tidak ada

kebocoran bahan bakar. Pada mesin diesel, bahan bakar harus disemprotkan sangat halus (diatomisasi) ke dalam ruang bakar sesegera mungkin setelah proses kompresi. Tujuannya adalah untuk menghasilkan campuran udara dan bahan bakar yang merata (homogen). Campuran ini harus mencapai suhu yang sangat tinggi (sekitar 800-1000 derajat Celsius) agar bisa terbakar dengan sendirinya tanpa bantuan busi. Suhu setinggi ini dihasilkan dari proses kompresi udara di dalam silinder.

Soenarto berpendapat bahwa tekanan injeksi yang ideal untuk nozzle

adalah sekitar 120-140 kg/cm². Tekanan yang tinggi ini akan membuat bahan bakar terpecah menjadi partikel yang sangat halus sehingga mudah terbakar. Namun, jika tekanan injeksi terlalu tinggi, proses pembakaran akan menjadi lebih lambat karena butuh waktu lebih lama untuk mencampurkan bahan bakar yang sangat halus dengan udara. Akibatnya, gas buang akan mengandung banyak bahan bakar yang belum terbakar sempurna.



Gambar 2. 12 injector

Sumber :

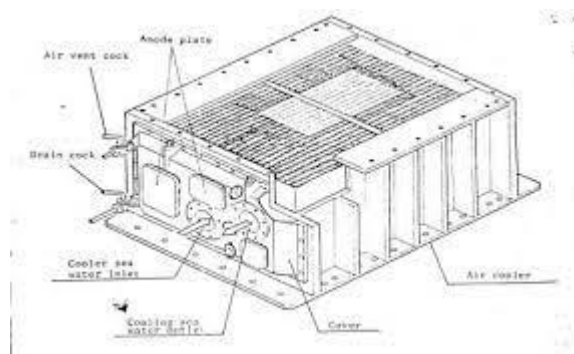
8. Intercooler

Menurut E. Karyanto (Panduan Reparasi Motor Diesel 11;51) merupakan komponen penting dalam mesin diesel yang berfungsi untuk mendinginkan udara panas yang dihasilkan oleh blower. Udara panas ini berasal dari turbocharger, yang meningkatkan tekanan udara untuk pembakaran yang lebih efisien. Suhu dan tekanan udara yang tinggi dalam silinder memicu pembakaran bahan bakar. Udara ini berasal dari turbocharger yang didorong oleh gas buang. Gas buang menggerakkan turbin, yang kemudian memutar blower, menghasilkan udara bertekanan tinggi. Namun, proses ini juga meningkatkan suhu udara, yang tidak ideal untuk pembakaran.

Oleh karena itu, intercooler diperlukan untuk menurunkan suhu udara tersebut.

Selain mendinginkan, intercooler juga meningkatkan kuantitas udara. Pendinginan meningkatkan kerapatan udara, memungkinkan lebih banyak oksigen untuk pembakaran yang lebih sempurna. Jika intercooler tidak berfungsi optimal, pembakaran akan terganggu, mengurangi tenaga mesin. Perawatan dan perbaikan yang teratur sangat penting untuk menjaga kinerja intercooler. Dalam intercooler, terjadi perpindahan panas antara air laut dingin yang masuk dan keluar. Dalam kondisi normal, suhu air pendingin yang masuk adalah 31°C dan keluar 40°C . Manfaat intercoller adalah meningkatkan berat jenis udara,meningkatkan kepadatan udara,menurunkan temperatur gas buang.**Cara Kerja Intercooler:**

- a. Udara panas dari blower dialirkan melalui pipa-pipa air pendingin di dalam intercooler.
- b. Air pendingin menyerap panas dari udara panas, mendinginkan suhu udara.
- c. Udara dingin kemudian dialirkan ke silinder mesin untuk proses pembakaran

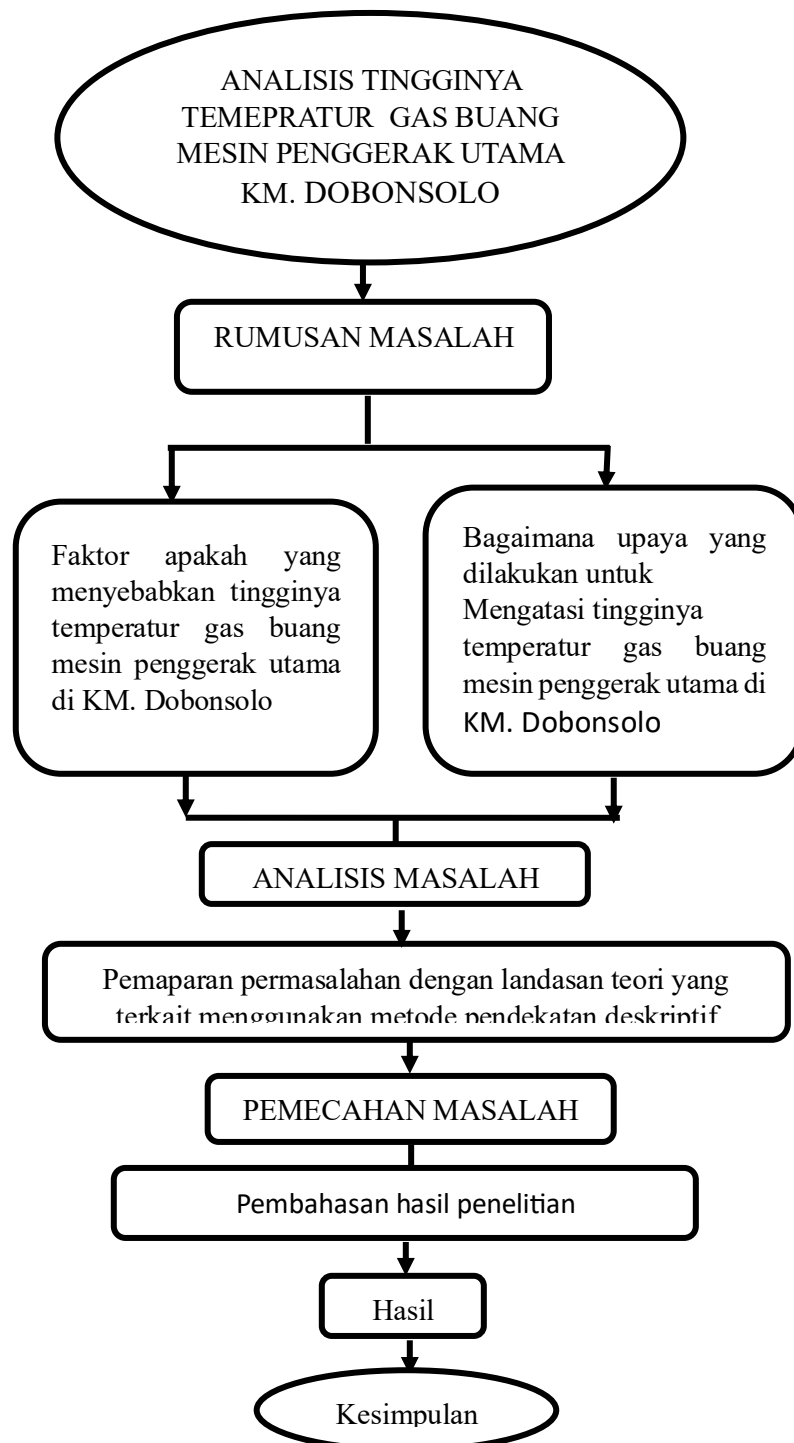


Gambar 2. 13 Intercoller

Sumber : https://images.app.goo.gl/HwrbYyXBC8DXJWBHAG_e3

C. KERANGKA BERPIKIR

Utuk mempermudah pemahaman penelitian tentang tingginya temperatur gas buang pada mesin penggerak utama, penulis memaparkan alur penelitian secara singkat. Hal ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan.



BAB III METODE PENELITIAN

A. JENIS PENELITIAN

Penelitian menurut (W.Marinu 2023) adalah menemukan, memecahkan, dan memperluas wawasan tentang berbagai permasalahan. Melalui metode penelitian yang terencana, sistematis, ilmiah, dan logis.

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan pendekatan kualitatif. Bogdan dan Taylor (seperti dikutip dalam Tanjung, 2023) mendefinisikan pendekatan kualitatif sebagai metode penelitian yang menghasilkan data deskriptif dalam bentuk kata-kata tertulis atau lisan dari partisipan dan perilaku yang dapat diamati. Rahayu (2020) menambahkan bahwa langkah-langkahnya meliputi transkripsi data, pengkodean catatan lapangan, dan interpretasi data untuk menghasilkan kesimpulan.

Jenis metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode deskriptif, yaitu penelitian yang bertujuan untuk memecahkan masalah-masalah actual yang dihadapi serta mengumpulkan data atau informasi untuk di susun, di jelaskan, dan selanjutnya di Analisa.

**LOKASI DAN WAKTU
PENELITIAN**

B. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama dua belas bulan pada masa praktek laut sebagai *engine cadet*, yaitu terhitung dari *sign on* pada tanggal 24 Oktober 2022 di Jakarta, Indonesia sampai dengan *sign of* pada tanggal 28 Oktober 2023 di Jakarta. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil dokumentasi dan data-data dari mesin serta wawancara dengan *crew engine* yang akan di

kaji dalam karya ilmiah terapan ini.

2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan saat melaksanakan praktek laut, berikut adalah nama kapal dan perusahaan :

Nama Kapal	: KM. DOBONSLO
Bendera Kapal	: INDONESIA
Tipe Kapal	: PENUMPANG
Nama Perusahaan	: PT. PELAYARAN NASIONAL INDONESIA
Call SIGN	: YEVX
IMO Number	: 9032147
Main Engine	: KRUPP MAK 6 M 601 C
DWT	: 3,450 DWT
Panjang Kapal	: 146,50 M
Lebar Kapal	: 23,40 M

C. SUMBER DATA PENELITIAN

Untuk Menyusun skripsi ini, penulis menggunakan dua jenis sumber data yaitu data primer dan data sekunder

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya, diamati, dan dicatat oleh penulis. Dalam penelitian ini, data

primer diperoleh dengan cara membaca “ Engine Log Book ” yang ada dikapal KM. Dobonsolo.

2. Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang tidak dikumpulkan langsung oleh peneliti atau penulis, melainkan diperoleh dari sumber-sumber yang sudah ada. Data ini diperoleh dari buku-buku yang berkaitan dengan objek penelitian skripsi serta informasi lain yang telah didapat pada saat kuliah dan dari sumber internet.

D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Dalam Teknik pengumpulan data penulis menggunakan teknik wawancara, observasi serta dokumentasi, Dimana penulis akan mendapatkan data-data yang nantinya akan diolah data tersebut menjadi bahan penelitian.

Menurut Chairul (2023), teknik pengumpulan data dilakukan pada kondisi yang alamiah, sumber data primer, dan data penelitian kualitatif biasanya berbentuk teks, foto, cerita, gambar, artifact, dan bukan berupa angka-angka atau hitung-hitungan.

1. Observasi

Menurut Chairul (2023), Observasi merupakan metode penelitian yang melibatkan penggunaan panca indera untuk mengumpulkan data. Dalam metode ini, peneliti secara langsung mengamati objek penelitiannya, baik dengan melihat, mendengar, mencium, maupun merasakan. Kemampuan peneliti dalam mengamati dan menafsirkan informasi yang diperoleh menjadi kunci utama dalam menghasilkan data yang akurat dan valid

2. Wawancara

Menurut Chairul (2023), Wawancara adalah salah satu metode penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan informasi dari individu atau kelompok. Dalam prosesnya, pewawancara berinteraksi secara langsung dengan responden untuk menggali informasi yang dibutuhkan. Wawancara dapat dilakukan secara individu atau kelompok, dan menghasilkan data kualitatif yang kaya dan mendalam..Karakteristik Utama Wawancara sebagai Teknik Pengumpulan Data yaitu interaksi verbal,pertanyaan purposif,dinamisa interaktif.

Bungi (2019) menyebutkan bahwa wawancara adalah cara mengumpulkan informasi dengan bertanya langsung pada orang yang kita teliti. Dalam penelitian ini, peneliti akan mewawancarai langsung para awak kapal

3. Dokumentasi

Menurut Chairul (2023), dokumentasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan menghimpun serta menganalisis dokumen-dokumen yang tersedia guna memperoleh informasi yang relevan dengan penelitian. Dokumen tersebut dapat berbentuk teks, gambar, atau audio-visual, yang memberikan wawasan berharga terkait peristiwa sejarah, praktik budaya, prosedur organisasi, maupun pengalaman individu. Dokumentasi sebagai teknik pengumpulan data memiliki beberapa karakteristik utama, yaitu penggunaan catatan yang sudah ada, beragam

format dokumen, sumber data sekunder, serta dapat dikombinasikan dengan metode lain melalui triangulasi.

E. TEKNIK ANALISIS DATA

Penyajian untuk penulisan proposal ini disusun menggunakan metode deskriptif, yaitu metode yang menyajikan paparan dan penjelasan mengenai suatu permasalahan yang muncul pada waktu tertentu. Pendekatan ini bertujuan untuk menguraikan secara rinci guna memberikan informasi yang jelas mengenai permasalahan yang berkaitan dengan topik pembahasan dalam proposal ini.

Dalam pelaksanaannya, penulis menerapkan teknik dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

Dalam proses pengumpulan data, penulis akan menghimpun berbagai sumber data yang relevan dan berkaitan dengan objek penelitian.

2. Penyajian Data

Penyajian data merupakan kumpulan informasi yang tersusun secara sistematis dan mudah dipahami, sehingga memungkinkan penarikan kesimpulan serta pengambilan Keputusan.

3. Reduksi Data

Dalam proses reduksi data, penulis akan mengidentifikasi informasi utama, menekankan aspek yang relevan, serta mengeliminasi data yang tidak diperlukan. Dengan demikian, data yang telah disederhanakan akan memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai permasalahan dalam penelitian ini.

4. Menarik Kesimpulan

Dalam menarik kesimpulan merupakan keterampilan seorang peneliti dalam merangkum berbagai data yang diperoleh selama pelaksanaan penelitian.