

**ANALISA OVER HEAT PADA MOTOR BANTU DIESEL
GENERATOR AKIBAT MENINGKATNYA TEMPERATUR AIR
LAUT DI KAPAL MV. AMANAH HALMAHERA AMC**



JERRYAN TANDI RANDAN

NIT : 21.42.075

TEKNIKA

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN POLITEKNIK ILMU
PELAYARAN MAKSSAR TAHUN 2025**

**ANALISA OVER HEAT PADA MOTOR BANTU DIESEL
GENERATOR AKIBAT MENINGKATNYA TEMPERATUR AIR
LAUT DI KAPAL MV. AMANAH HALMAHERA AMC**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi
TEKNIKA

Disusun dan Diajukan oleh

JERRYAN TANDI RANDAN
NIT. 21.42.075

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

SKRIPSI
ANALISA OVER HEAT PADA MOTOR BANTU DIESEL
GENERATOR AKIBAT MENINGKATNYA TEMPERATUR AIR
LAUT DI KAPAL MV. AMANAH HALMAHERA AMC

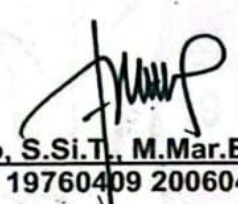
Disusun dan Diajukan oleh:
JERRYAN TANDI RANDAN
NIT. 21.42.075

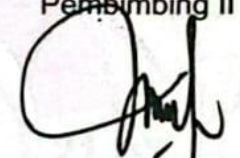
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal, 10 Oktober 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P.
NIP : 19760409 200604 1 001

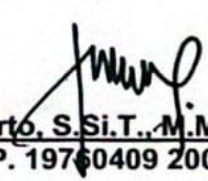

Hasiah, S. T., M.A.P
NIP : 19690301 200312 2 001

Mengetahui:

a.n. Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Teknika


Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar
NIP. 19750329 199903 1 002


Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P.
NIP. 19760409 200604 1 001

PRAKATA

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan petunjuk-Nya, saya berhasil menyelesaikan penyusunan skripsi berjudul **"Analisa Over Heat Pada Motor Bantu Diesel Generator Akibat Meningkatnya Temperatur Air Laut Di Kapal Mv. Amanah Halmahera Amc"**

Proses penelitian ini merupakan langkah penting dalam perjalanan akademik saya di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Sebagai seorang taruna pelayaran, penulisan skripsi ini menjadi bukti komitmen saya dalam memahami dan mengatasi tantangan teknis yang seringkali dihadapi dalam operasional kapal laut.

Mengakui keterbatasan dan kekurangan pengalaman pribadi, saya sangat mengharapkan saran, kritik, dan masukan untuk meningkatkan kualitas skripsi ini. Saya dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Marthen T.Randan dan Ibu Masriati B., serta kepada adik saya Grace, Geofry, dan Gibson atas doa, semangat, kasih sayang, dan dukungan mereka selama perjalanan pendidikan saya.

Tak lupa, penghargaan setinggi-tingginya saya sampaikan kepada:

1. Bapak Capt. Rudy Susanto M.Pd, Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Capt. Faisal Saransi, M.T, Pembantu Direktur I Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P., Ketua Jurusan Teknika./ Pembimbing I.
4. Ibu Hasiah, S.T., M.A.P. Pembimbing II.
5. Para perwira, staf pengajar, dan karyawan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
6. Kepala Kamar Mesin, perwira, dan seluruh ABK di MV AMANAH HALMAHERA AMC
7. Rekan-rekan Taruna dan Taruni angkatan XLII serta semua pihak yang

telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga rahmat-Nya senantiasa menyertai kita semua. Saya memohon maaf jika terdapat kekurangan dalam skripsi ini. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat untuk peningkatan pengetahuan, terutama bagi saya sendiri, rekan-rekan Taruna di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, dan untuk meningkatkan kualitas perwira Indonesia di masa mendatang.

Makassar, 10 Oktober 2025



JERRYAN TANDI RANDAN

NIT:21.42.075

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya : JERRYAN TANDI RANDAN

Nomor Induk Taruna : 21.42.075

Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

“ANALISA OVER HEAT PADA MOTOR BANTU DIESEL
GENERATOR AKIBAT MENINGKATNYA TEMPERATUR AIR LAUT DI
KAPAL MV. AMANAH HALMAHERA AMC”

Skripsi ini sepenuhnya berasal dari pemikiran saya sendiri. Setiap gagasan yang tercantum di dalamnya, kecuali yang dikutip secara eksplisit, adalah ide-ide yang saya buat sendiri.

Saya bersedia menerima segala bentuk sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar jika di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan tersebut salah.

Makassar, 10 Oktober 2025



JERRYAN TANDI RANDAN

NIT:21.42.075

ABSTRAK

Jerryan Tandi Randan "Analisa Overheat pada Motor Bantu Diesel Engine Generator akibat meningkatnya temperatur air laut di Kapal MV Amanah Halmahera AMC"(Dibimbing Oleh Ir. ALBERTO, S.SI.T., M.Mar.E., M.A.P. dan, Hasiah,S.T., M.A.P.)

Overheat pada motor bantu Diesel Engine Generator merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi di kapal, yang dapat berdampak pada penurunan kinerja mesin hingga kegagalan operasional.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab overheat pada motor bantu Diesel Engine Generator di kapal MV Amanah Halmahera AMC akibat peningkatan suhu air pendingin. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi langsung, analisis data temperatur operasional mesin, serta pemeriksaan sistem pendingin kapal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu air pendingin disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kinerja pompa pendingin yang menurun, adanya endapan kotoran pada heat exchanger, serta sirkulasi air yang kurang optimal. Selain itu, faktor lingkungan seperti suhu air laut yang tinggi juga berkontribusi terhadap peningkatan suhu mesin.

Untuk mengatasi permasalahan ini, dilakukan beberapa upaya perbaikan, seperti pembersihan sistem pendingin, perawatan rutin pada pompa air, serta pengecekan dan penggantian komponen yang mengalami penurunan fungsi. Dengan penerapan langkah-langkah ini, diharapkan dapat mengurangi risiko overheat dan meningkatkan efisiensi operasional mesin di kapal MV Amanah Halmahera AMC.

Kata kunci: Overheat, Diesel Engine Generator, sistem pendingin, kapal, MV Amanah Halmahera AMC

ABSTRACT

Jerryan Tandi Randan "Analysis of Overheating in Auxiliary Diesel Engine Generator Due to Temperature Sea Water on MV Amanah Halmahera AMC" (Supervised by Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P. and Hasiah, S.T., M.A.P.) Overheating in auxiliary Diesel Engine Generators is a common issue on ships, which can lead to decreased Engine performance and operational failure.

This study aims to analyze the causes of overheating in the auxiliary Diesel Engine Generator on the MV Amanah Halmahera AMC due to an increase in cooling water temperature. The research method includes direct observation, analysis of Engine operational temperature data, and examination of the ship's cooling system.

The findings indicate that the rise in cooling water temperature is caused by several factors, such as decreased cooling pump performance, sediment buildup in the heat exchanger, and inefficient water circulation. Additionally, environmental factors such as high seawater temperature also contribute to the increase in Engine temperature.

To address this issue, several corrective actions were taken, including cleaning the cooling system, routine maintenance of the water pump, and inspecting and replacing malfunctioning components. By implementing these measures, the risk of overheating can be minimized, and the operational efficiency of the Engine on the MV Amanah Halmahera AMC can be improved.

Keywords: Overheating, Diesel Engine Generator, cooling system, ship, MV Amanah Halmahera AMC

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| PRAKATA | iv |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 3 |
| C. Batasan Masalah | 3 |
| D. Tujuan Penelitian | 3 |
| E. Manfaat Penelitian | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| A. Pengertian Auxiliary Engine | 6 |
| B. Pengertian Sistem Pendingin | 13 |
| C. Komponen – Komponen Sistem Pendingin | 15 |
| D. Jenis Auxiliary Engine Berdasarkan Proses Kerja | 18 |
| E. Manfaat Pendinginan | 23 |
| F. Jenis-jenis Pendinginan | 23 |
| G. Media Pendinginan | 25 |
| H. Kerangka Pikir | 29 |
| I. Hipotesis | 30 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 31 |
| A. Objek penelitian | 31 |
| B. Metode Penelitian | 31 |
| C. Sumber Data | 31 |
| D. Jenis Penelitian | 32 |
| E. Metode Analisa Data | 32 |
| F. Jadwal Penelitian | 34 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 36 |
| A. Gambaran Umum Kapal | 36 |
| B. Berikut adalah Spesifikasi Engine Generator | 39 |

| | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| C. Analisa Pembahasan | 41 |
| D. Pembahasan | 51 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 57 |
| A. Kesimpulan | 57 |
| B. Saran | 58 |
| DAFTAR PUSTAKA | 59 |
| LAMPIRAN | 61 |
| RIWAYAT HIDUP | Error! Bookmark not defined. |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Auxilary Engine | 12 |
| Gambar 2. 2 Sistem pendingin..... | 13 |
| Gambar 2. 3 intercooler | 14 |
| Gambar 2. 4 Mesin 2 Tak | 19 |
| Gambar 2. 5 Mesin 4 Tak | 21 |
| Gambar 2. 6 Skematik sistem pendingin tertutup..... | 24 |
| Gambar 2. 7 Skematik sistem pendingin terbuka | 25 |
| Gambar 2. 8 Gambar Kerangka pikir | 29 |
| Gambar 4. 1 MV Amanah Halmahera AMC | 37 |
| Gambar 4. 2 <i>Air Cooler</i> | 44 |
| Gambar 4. 3 <i>Cleaning Plate Cooler</i> | 45 |
| Gambar 4. 4 <i>Sea Water In Plate Cooler</i> | 45 |
| Gambar 4. 5 Marine Growth Prevention System..... | 50 |
| Gambar 4. 6 Tube I.o cooler | 51 |
| Gambar 4. 7 panel MGPS..... | 54 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4. 1 Ship Particular MV Amanah Halmahera AMC | 38 |
| Tabel 4. 2 Spesifikasi Engine Generator Mv.Amanah Halmahera AMC .. | 39 |
| Tabel 4. 3 Tabel Pengamatan Suhu dan Tekanan pada Pompa Sea Water Cooling | 42 |
| Tabel 4. 4 Temperatur Operasi Normal dan abnormal | 43 |
| Tabel 4. 5 Temperatur Inlet & Outlet Plate Cooler | 47 |
| Tabel 4. 6 PMS Perawatan Sistem pendingin | 49 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. 1 tube LO Cooler | 64 |
| Lampiran 1. 2 Strainer inlet | 65 |
| Lampiran 1. 3 Tube lo cooler | 66 |
| Lampiran 1. 4 tube lo cooler | 67 |
| Lampiran 1. 5 Proses Cleaning Tube | 68 |
| Lampiran 1. 6 Cover Strainer Sea Charge | 69 |
| Lampiran 1. 7 Proses Cleaned Sea Charge | 70 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perusahaan pelayaran saat ini harus mengutamakan pelayanan yang baik dan memuaskan karena persaingan dalam jasa angkutan laut semakin ketat. Kondisi permesinan kapal harus selalu dalam keadaan siap layar untuk memudahkan operasional. Mesin pendukung merupakan bagian penting dari sistem permesinan kapal., yang berfungsi sebagai penyedia kebutuhan listrik di atas kapal.

Sebagian besar kapal modern Penggunaan mesin diesel, baik sebagai penggerak utama maupun sebagai mesin bantu, dipilih karena mesin diesel dianggap lebih efisien dibandingkan mesin uap. Generator mesin diesel, sebagai salah satu pesawat bantu, memiliki peran penting dalam menyediakan listrik bagi kapal.. Oleh karena itu, perhatian khusus dari para perwira mesin sangat diperlukan, terutama saat *Auxiliary Engine* beroperasi, yang dapat menghasilkan panas akibat tidak adanya media pendingin pada saat mesin beroperasi.

Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab peningkatan temperatur yang dapat berujung pada *overheating* pada *Auxiliary Engine* di kapal MV. Amanah Halmahera AMC. Dengan demikian, diharapkan dapat mencegah kerusakan yang lebih serius pada mesin dan mendukung kelancaran operasional kapal, serta meningkatkan keselamatan dan efisiensi dalam industri pelayaran.

Ketergantungan operasional MV. Amanah Halmahera AMC pada kinerja optimal motor *Auxiliary Engine* sebagai sumber utama energi listrik selama pelayaran dan saat berlabuh adalah mutlak. Keandalan unit-unit ini esensial demi kelancaran fungsi berbagai sistem di kapal serta kenyamanan seluruh personel dan crew, sehingga setiap indikasi gangguan pada operasional Diesel Generator menuntut respons dan

penanganan yang segera.

Pengalaman serta keahlian para perwira mesin dan awak kapal di MV. Amanah Halmahera AMC merupakan aset berharga dalam mengidentifikasi akar permasalahan kenaikan suhu pada motor bantu Diesel Generator. Kemudian juga diatas kapal MV. Amanah Halmahera AMC juga memiliki tambahan pesawat bantu yaitu 4 unit crane untuk menunjang operasional bongkar muat, yang mengharuskan penggunaan generator pada saat proses bongkar muat dan harus menggunakan ketiga generator yang ada di atas kapal, untuk menunjang berjalannya operasi bongkar muat lancar.

Agar generator dapat bekerja secara optimal, dibutuhkan sistem pendingin yang menjaga suhu mesin tetap konstan. Namun, berdasarkan pengamatan dan temuan di lapangan, sering terjadi permasalahan overheat pada generator yang disebabkan oleh tidak optimalnya kinerja sistem pendingin, khususnya air pendingin. Beberapa fakta yang ditemukan di kapal menunjukkan bahwa suhu air pendingin kerap melebihi batas normal saat generator beroperasi, terutama ketika beban kerja meningkat atau saat pelayaran berlangsung dalam durasi panjang.

Berdasarkan pengamatan penulis, pada tanggal 13 November 2023 saat kegiatan *cargo holding* di Taboneo, Banjarmasin, terjadi gangguan pada sistem pendingin air laut. Gangguan ini ditandai dengan munculnya alarm yang menyebabkan suplai daya ke *crane* terputus (*blackout*), sehingga mengganggu operasi *cargo holding*. Gangguan tersebut disebabkan oleh penurunan tekanan air pendingin dan penyerapan panas yang tidak optimal pada sistem pendingin *Auxiliary Engine* No. 1. Hal ini terjadi akibat penumpukan kerak pada saluran pendingin, yang menyebabkan penyumbatan. Akibatnya, temperatur pendingin pada generator meningkat. Selain itu, proses penyerapan panas pada *plate cooler* tidak berjalan secara maksimal, sehingga kinerja *Fresh Water Cooler* tidak memenuhi standar yang telah

ditetapkan. Kondisi tersebut mendorong penulis untuk membuat penelitian dengan judul :

“Analisa Over Heat Pada Motor Bantu Diesel Generator Akibat Meningkatnya Temperatur Air laut Pada Kapal MV. Amanah Halmahera AMC”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang penulis ambil adalah: "Apa penyebab terjadinya *overheat* pada mesin bantu *Diesel Generator* akibat meningkatnya temperatur air laut pada Mv.Amanah Halmahera AMC" ?

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih fokus dan terarah, maka diperlukan adanya pembatasan masalah penelitian pada faktor yang menyebabkan, *overheat* akibat meningkatnya temperatur air laut,pada intercooler dan PMS di atas kapal serta MGPS yang tidak berfungsi akibat korsleting dan upaya penanggulangan pada mesin bantu *Diesel Generator*.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini ialah:

1. Memahami penyebab terjadinya over heat akibat meningkatnya temperatur airlaut pada mesin bantu *Diesel Generator*.
2. Untuk mengatasi kerusakan atau gangguan sistem pendingin dan cara memperbaiki kerusakan yang terjadi.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis

- a. Menambah dan mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang teknik permesinan kapal, khususnya terkait sistem pendinginan generator dan penyebab terjadinya overheat akibat meningkatnya temperatur air laut.
- b. Menjadi referensi ilmiah bagi penelitian-penelitian selanjutnya yang membahas permasalahan sistem pendingin mesin di kapal, khususnya pada generator.

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan wawasan tambahan bagi taruna-taruni Jurusan Teknik di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya overheat pada generator akibat gangguan pada sistem pendingin.
- b. Menjadi acuan bagi masinis kapal dalam mendeteksi dini serta menangani permasalahan peningkatan suhu air pendingin pada generator, sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan lebih lanjut.
- c. Membantu meningkatkan pemahaman dalam menjaga performa sistem pendingin generator agar tetap optimal selama operasional kapal.
- d. Meningkatkan kesadaran akan pentingnya perawatan berkala dan pengawasan terhadap parameter sistem pendingin demi menunjang keselamatan dan efisiensi kerja mesin kapal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Auxiliary Engine

Auxiliary Engine memegang peranan vital dalam sistem kelistrikan pesawat, khususnya dalam menyediakan sumber listrik yang andal selama berbagai kondisi operasi. Mesin ini secara khusus dirancang untuk menghasilkan energi listrik digunakan tidak hanya untuk tujuan pencahayaan kapal, tetapi juga untuk mengoperasikan berbagai peralatan penting, seperti sistem navigasi, komunikasi, sistem kontrol mesin, serta perangkat keselamatan lainnya yang memerlukan pasokan listrik stabil dan kontinu. Menurut Ahyari J. (2020), Diesel Generator bekerja dengan menggabungkan dua komponen utama, yaitu mesin Diesel sebagai sumber tenaga mekanik dan alternator sebagai pengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Sistem ini memastikan bahwa tenaga listrik dapat dihasilkan secara efisien dengan memanfaatkan proses pembakaran internal yang terjadi pada mesin Diesel. Alternator yang terhubung secara mekanis pada mesin Diesel melakukan konversi energi mekanik yang dihasilkan mesin tersebut menjadi arus bolak-balik (AC) dan menghasilkan energi listrik. Selanjutnya, ini dapat dimodifikasi dan disebarkan ke seluruh sistem kelistrikan pesawat. Mesin generator diesel adalah jenis mesin pembakaran internal di mana udara dikompresi hingga suhu dan tekanan yang sangat tinggi, memungkinkan bahan bakar diesel disemprotkan ke dalam ruang bakar. dapat terbakar secara spontan tanpa memerlukan sumber percikan api eksternal. Pembakaran ini menghasilkan ledakan yang memaksa torak bergerak secara bolak-balik. Gerakan torak ini kemudian diteruskan ke poros engkol untuk menghasilkan energi mekanik yang digunakan untuk memutar alternator. Proses inilah yang mengubah energi kimia dalam bahan

bakar menjadi energi mekanik, yang secara langsung diubah menjadi energi listrik (Amstrong & Proctol, 2020). Karena sifatnya yang menggunakan bahan bakar Diesel yang relatif ekonomis dan memiliki efisiensi pembakaran yang tinggi, Diesel Generator menjadi pilihan utama sebagai sumber listrik cadangan maupun sumber listrik utama di banyak kapal dan pesawat. Selain itu, mesin Diesel Generator juga dikenal memiliki ketahanan dan durabilitas yang baik untuk kondisi operasional yang berat dan lama, sehingga sangat cocok untuk aplikasi kelautan dan penerbangan yang menuntut keandalan tinggi.

1. Menurut Husni M. & L. Wahyudi (2021) *Auxiliary engine* dalam kapal modern memiliki peran yang semakin kompleks, seiring dengan meningkatnya integrasi teknologi dalam dunia maritim. Mesin bantu ini tidak hanya menyediakan listrik dan tenaga untuk peralatan kapal yang penting, tetapi juga mendukung sistem manajemen energi (*Energy Management System/EMS*) kapal. Dengan sistem ini, konsumsi energi dapat dipantau dan dikelola secara efisien. Data yang diperoleh dari sensor yang terpasang di kapal memungkinkan kapal untuk mengoptimalkan penggunaan bahan bakar mengurangi pemborosan energi, yang pada akhirnya akan menghasilkan penurunan biaya operasional dan emisi gas rumah kaca..

Selain itu, teknologi pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*) yang digabungkan dengan analitik berbasis data semakin memperbaiki efisiensi operasional mesin bantu. Dengan menggunakan data real-time dari sistem pemantauan mesin, operator kapal dapat mengidentifikasi potensi kerusakan sebelum terjadi, yang memungkinkan pemeliharaan dilakukan lebih cepat dan tepat waktu. Pendekatan ini, yang mengandalkan kondisi nyata mesin daripada hanya mengacu pada jadwal waktu atau jumlah jam operasional, dapat mengurangi waktu kapal tidak beroperasi

(*downtime*) dan biaya perawatan. Kemajuan teknologi dalam IoT dan Big Data juga mempengaruhi kinerja *auxiliary engine*. Sensor canggih yang dipasang pada mesin bantu mengumpulkan data besar yang dapat dianalisis untuk memberikan wawasan tentang kinerja mesin di berbagai kondisi. Dengan analitik data besar, operator bisa mengidentifikasi pola konsumsi bahan bakar, memprediksi tren kinerja mesin, dan menghitung potensi penghematan energi, yang memungkinkan pengambilan keputusan lebih efisien terkait pemeliharaan dan pengelolaan energi.

2. Menurut Sumarno P.S. & Febria Surjaman (2022), *auxiliary engine* telah mengalami perkembangan pesat menjadi bagian yang lebih kompleks dan terhubung langsung dengan sistem kelistrikan kapal. Meskipun tujuan utama mesin ini adalah untuk menghasilkan daya listrik dan mengoperasikan peralatan penting lainnya, teknologi terkini menambah dimensi baru dalam hal efisiensi energi, keberlanjutan, dan pengurangan dampak lingkungan. Kapal-kapal modern kini dilengkapi dengan teknologi pemantauan jarak jauh, memungkinkan pemilik atau manajer armada untuk memantau kinerja mesin secara langsung, bahkan jika mereka berada di lokasi yang jauh. Hal ini sangat bermanfaat dalam mendeteksi masalah teknis lebih awal, memungkinkan tindakan preventif dilakukan untuk menghindari kerusakan yang lebih besar, yang pada gilirannya menghemat biaya perbaikan dan waktu perbaikan.

Selain itu, penggunaan teknologi digital twins mulai semakin banyak ditemukan di industri maritim. Digital twins adalah representasi virtual dari mesin atau sistem kapal yang memungkinkan simulasi kinerja mesin dalam berbagai kondisi operasional. Dengan adanya teknologi ini, operator kapal dapat merencanakan perawatan lebih efisien dan memprediksi potensi masalah, mengurangi biaya operasional dan meningkatkan keandalan mesin. Pemeliharaan berbasis kondisi ini lebih efektif

dibandingkan dengan metode tradisional yang hanya didasarkan pada jadwal waktu.

Seiring dengan berkembangnya konsep kapal otonom, di mana kapal dapat beroperasi tanpa pengawasan langsung dari awak kapal, sistem kontrol otomatis yang terintegrasi dengan auxiliary engine akan semakin penting. Teknologi otomatisasi ini memungkinkan pengaturan output energi secara dinamis, mengoptimalkan konsumsi bahan bakar, dan meminimalkan kemungkinan kegagalan mesin dengan menggunakan algoritma dan sistem sensor yang canggih.

3. Menurut Raharjo dan Fitriani (2020), selain berfungsi sebagai penunjang sistem kelistrikan dan operasional peralatan penting di atas kapal, *auxiliary engine* kini memiliki peran strategis dalam mendukung keberlanjutan operasional kapal. Seiring dengan proses modernisasi di industri maritim, mesin bantu ini menjadi bagian esensial dari sistem manajemen energi kapal, yang dirancang untuk menurunkan konsumsi bahan bakar serta meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan. Misalnya, sejumlah kapal modern telah mengintegrasikan sistem pemulihan energi yang mampu memanfaatkan panas buangan dari mesin utama sebagai sumber energi tambahan untuk mengoperasikan mesin bantu. Inovasi ini tidak hanya menurunkan konsumsi bahan bakar, tetapi juga memperkecil dampak lingkungan akibat operasional kapal.

Kemajuan teknologi juga memungkinkan penerapan smart grid systems pada sistem kelistrikan kapal, di mana *auxiliary engine* memainkan peran sentral dalam mendistribusikan listrik secara cerdas dan efisien. Melalui sistem ini, kebutuhan energi dapat disesuaikan dengan kebutuhan aktual masing-masing peralatan di kapal. Peralatan berdaya tinggi dapat diberi prioritas, sementara konsumsi pada sistem yang kurang krusial dapat ditekan. Pendekatan ini tidak hanya mengefisienkan penggunaan energi,

tetapi juga berkontribusi pada pengurangan biaya operasional secara keseluruhan.

Selain efisiensi energi, desain kapal modern kini semakin mempertimbangkan penggunaan sumber energi terbarukan. Beberapa kapal telah dilengkapi dengan turbin angin dan panel surya sebagai sumber energi alternatif untuk mendukung kerja engine pendukung. Energi terbarukan menurunkan ketergantungan pada bahan bakar fosil dan emisi. Di sisi lain, biofuel, yang berasal dari sumber daya terbarukan dan tidak merusak lingkungan, semakin diminati sebagai bahan bakar alternatif.

Implementasi teknologi rendah emisi seperti *fuel cell* dan LNG (*Liquefied Natural Gas*) pada mesin bantu menjadi salah satu solusi untuk memenuhi regulasi lingkungan yang semakin ketat. Penggunaan LNG, misalnya, dapat menurunkan emisi gas rumah kaca seperti sulfur dioksida dan karbon dioksida (CO₂) (SO₂). Sementara itu, *fuel cell* yang mengubah hidrogen menjadi listrik dengan emisi hampir nol semakin dilirik sebagai pengganti potensial mesin diesel konvensional. Adopsi teknologi ini pada mesin bantu diharapkan dapat mempercepat peralihan menuju sistem pelayaran yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

4. *Merchant Navy Decoded* (2023) menjelaskan bahwa *auxiliary engine* digunakan untuk menghidupkan berbagai sistem penting di kapal seperti sistem navigasi elektronik (radar, GPS, ECDIS), peralatan komunikasi, serta pompa-pompa air laut, pompa pendingin, dan lain sebagainya. Sementara itu, *Environmental Protection Agency* (EPA) Amerika Serikat mendefinisikan *auxiliary engine* sebagai mesin non propulsif yang digunakan untuk memberi tenaga pada sistem-sistem di luar penggerak utama kapal. Ini menjelaskan bahwa *auxiliary engine* berperan sebagai tulang punggung pendukung operasi kapal yang kontinu. Di lingkungan pelabuhan, *auxiliary engine* juga sering digunakan untuk

mempertahankan operasional minimum tanpa mengaktifkan mesin utama, sehingga lebih hemat bahan bakar dan ramah lingkungan.

Berdasarkan penelitian dari mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), pemilihan jumlah dan kapasitas *auxiliary engine* sangat ditentukan oleh total beban listrik kapal serta kebutuhan cadangan daya. Biasanya, sebuah kapal memiliki dua hingga empat unit *auxiliary engine* agar tetap dapat beroperasi meskipun salah satu unit mengalami gangguan. Dalam penerapannya, sistem ini juga dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis yang dapat menyesuaikan jumlah mesin yang aktif sesuai dengan kebutuhan beban aktual. Selain itu, adanya *emergency generator* juga disiapkan untuk mengantisipasi gangguan daya dari sistem utama *auxiliary engine*.

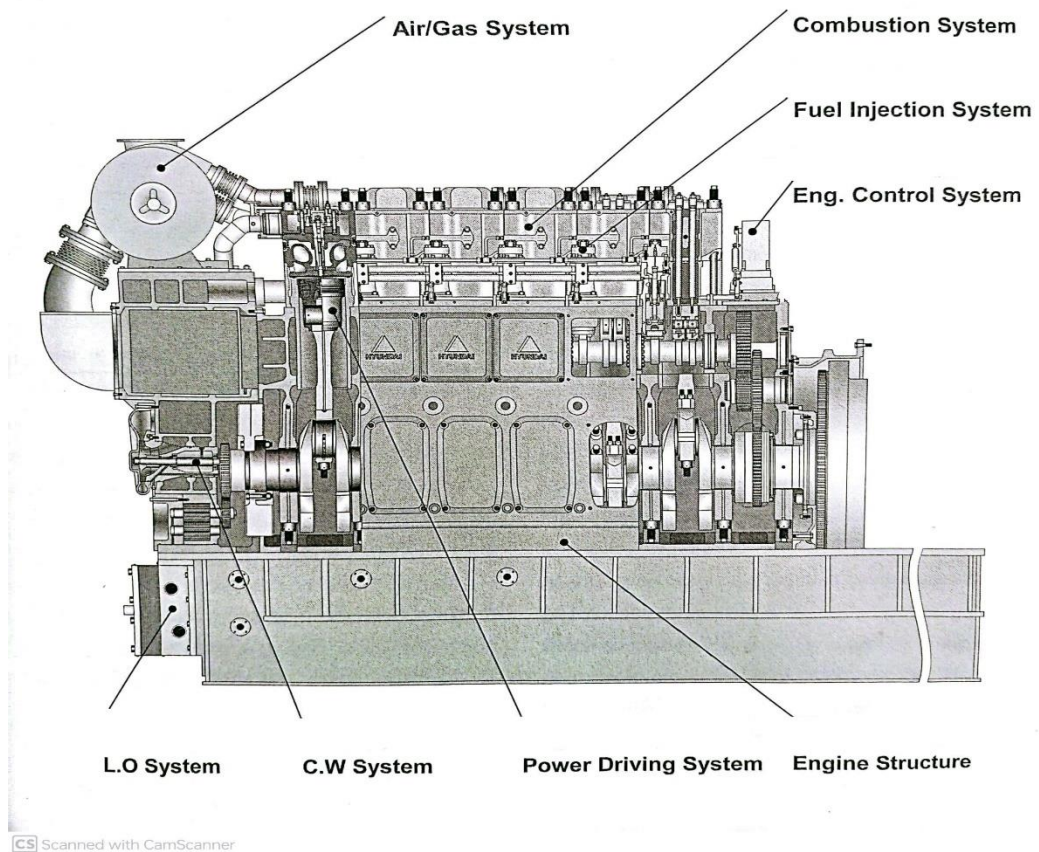
Perawatan dan pengoperasian *auxiliary engine* memerlukan perhatian khusus karena kegagalannya dapat berdampak langsung pada keselamatan dan kenyamanan pelayaran. Perawatan berkala meliputi penggantian oli, pengecekan filter udara dan bahan bakar, pengujian sistem pendinginan, serta inspeksi sistem kelistrikan. Selain aspek teknis, aspek lingkungan juga menjadi perhatian. *Auxiliary engine* menjadi salah satu sumber emisi gas buang di kapal, sehingga banyak kapal saat ini yang telah mengadopsi teknologi seperti *exhaust gas treatment system* atau bahkan menggantinya dengan sumber energi alternatif seperti *shore power* saat di pelabuhan, guna mengurangi polusi udara.

Seiring dengan berkembangnya regulasi internasional yang diatur oleh IMO (*International Maritime Organization*), efisiensi energi dan pengurangan emisi menjadi perhatian utama dalam desain dan pengoperasian *auxiliary engine*. Teknologi terbaru kini mulai mengarah pada penggunaan bahan bakar rendah sulfur (LSFO), sistem hibrida, hingga integrasi dengan sumber energi terbarukan seperti sel surya dan baterai. Inovasi ini dimaksudkan untuk

mengurangi konsumsi bahan bakar fosil serta menurunkan emisi gas rumah kaca, sesuai dengan standar MARPOL Annex VI.

Dengan melihat fungsinya yang sangat vital, *auxiliary engine* tidak bisa dipandang sebelah mata dalam sistem permesinan kapal. Mesin ini merupakan pusat dari distribusi energi yang menopang semua aktivitas pendukung kapal. Oleh karena itu, pemahaman yang menyeluruh terhadap desain, operasi, dan perawatannya sangat penting bagi para awak mesin, teknisi kapal, serta pelaut pada umumnya.

Gambar 2. 1 Auxiliary Engine

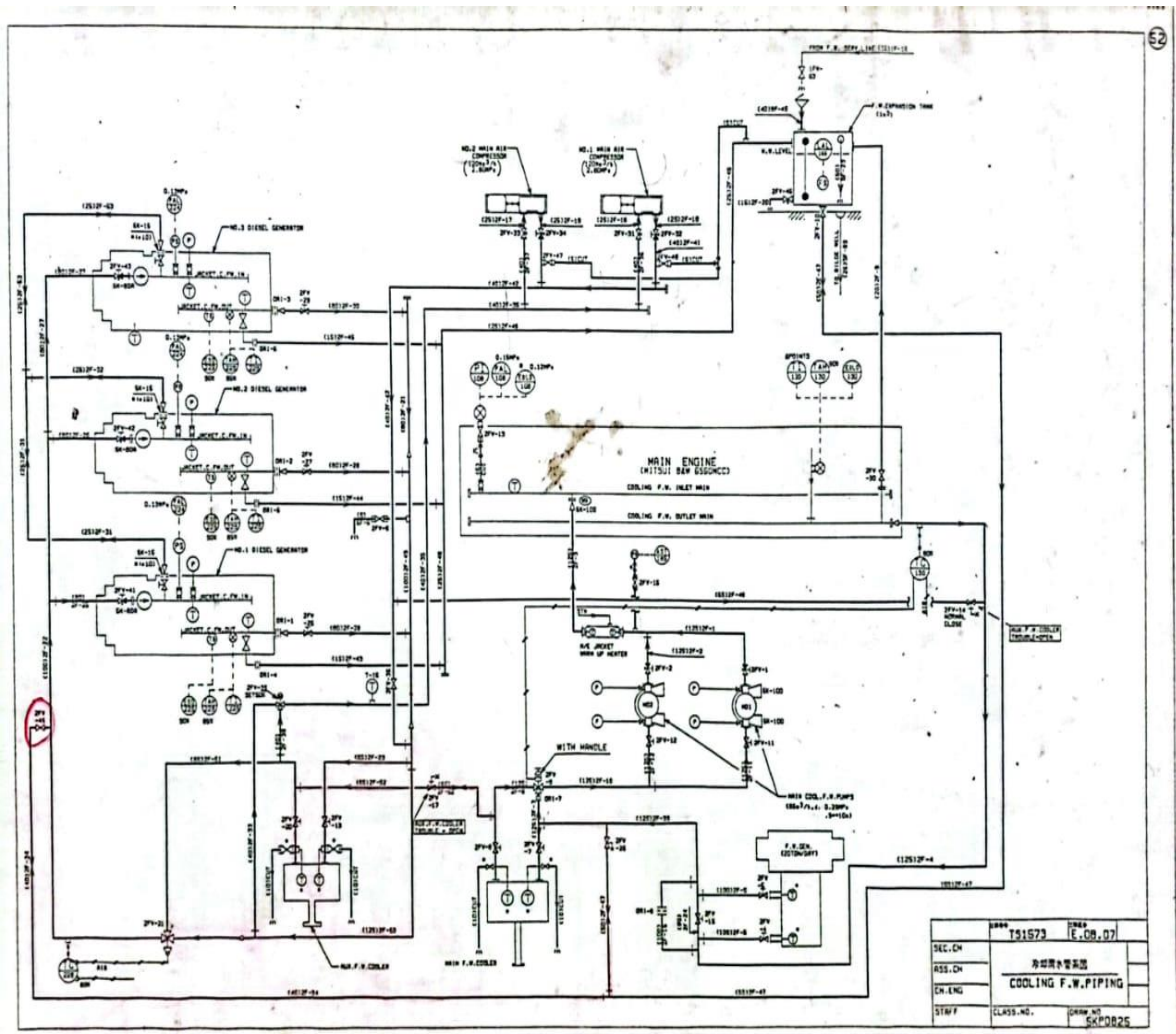


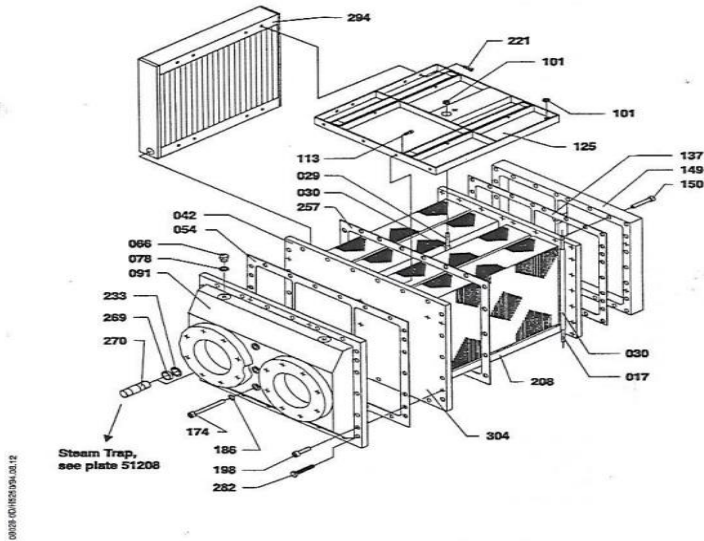
Sumber : MV. Amanah Halmahera AMC

B. Pengertian Sistem Pendingin

Menurut Menurut Endrodi (2020), sistem pendingin pada *Auxiliary Engine* kapal berfungsi untuk mengalirkan dan menyerap panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di silinder mesin. Panas ini sangat tinggi dan dapat menyebabkan kerusakan besar pada komponen mesin jika tidak dikendalikan dengan baik. Sistem pendingin sangat penting untuk menjaga suhu mesin pada tingkat yang aman, memastikan mesin tetap beroperasi dengan efisien dan mengurangi risiko kerusakan.

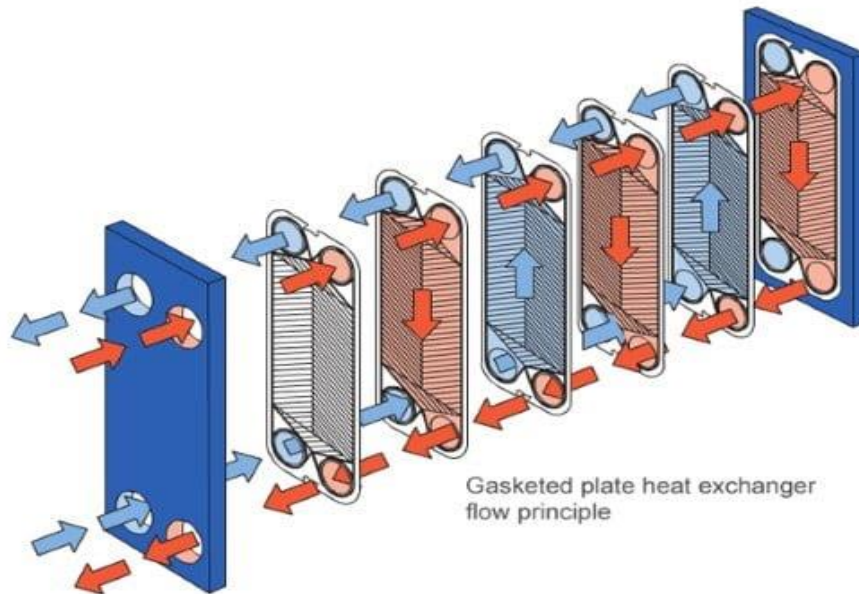
Gambar 2. 2 Sistem pendingin





Gambar 2. 3 intercooler

Sumber : MV. Amanah Halmahera AMC



Sumber :

https://www.alfalaval.com/contentassets/92bf0f80777a4038a4264dce78fc9c9a/industrial-gphe-illustration_5002.jpg

C. Komponen – Komponen Sistem Pendingin

Sistem pendingin langsung (terbuka) dan tidak langsung (tertutup) kapal sering menggunakan bagian dari sistem pendingin. Komponen ini dibagi menjadi beberapa, termasuk:

1. Sea chest

Sebuah bagian kapal berfungsi sebagai jalur untuk memasukkan air laut ke dalamnya. Perangkat ini terletak di bawah permukaan air dan menempel pada bagian dalam kulit kapal. Mengalirkan air laut ke sistem yang membutuhkannya agar dapat berjalan. Sebagaimana dijelaskan oleh Sitepu, A. H. dan Baso, S. (2016) menyatakan bahwa untuk menyesuaikan kedalaman perairan kapal, kepala laut biasanya ditempatkan pada dua titik yang berbeda dari satu sama lain. Setiap leher ikan dihubungkan ke pipa utama dan memiliki katup untuk mengatur aliran. Sea chest di bagian bawah kapal digunakan saat kapal beroperasi di laut dalam. Saat kapal berlayar di perairan dangkal atau berlumpur, sea chest di sisi kapal (bilge ship) digunakan. Pengaturan ini dirancang untuk mencegah kotoran dan lumpur masuk ke pompa sehingga.

2. Katup atau valve

Alat yang disebut katup dipasang pada sistem perpipaan dan berfungsi untuk mengatur, mengontrol, dan mengarahkan aliran zat cair dengan membuka, menutup, atau sebagian menutup aliran zat cair.

3. Saringan atau filter

Saringan digunakan untuk menghilangkan kotoran dari pipa air minum. Ini mencegah kotoran masuk ke sistem, membersihkan, dan melepaskannya. Semuanya berjalan lancar

4. Pompa air tawar

Setelah menarik air dan mendorongnya ke dalam sistem, pompa ini mensirkulasikan dan mendinginkannya. biasanya mesin Pada beberapa jenis mesin, pompa piston sering digunakan. Pompa sentrifugal air laut biasanya digerakkan melalui sistem pulley, juga dikenal sebagai belt, sehingga poros pompa dapat berputar dalam arah yang stabil. Karena posisi pompa lebih rendah dari permukaan air tangki, air laut tidak akan masuk ke saluran hisap. Posisi yang lebih rendah memungkinkan air mengalir secara alami ke ujung pipa hisap, yang memastikan proses pemompaan berjalan lancar.

5. Katup pengaman (Valve)

Setiap jaringan Perpipaan dalam ruang mesin selalu memiliki katup pengaman yang berfungsi sebagai pengontrol buka-tutup aliran air laut. Katup ini juga sangat penting dalam situasi darurat seperti kebocoran atau ketika aliran air harus dihentikan saat melakukan pemompaan untuk memadamkan kebakaran atau tujuan lain. Ukuran katup pengaman harus disesuaikan dengan ukuran pipa

6. Pipa air pendingin

Biasanya, pipa air pendingin terbuat dari baja dengan bagian dalam yang digalvanis. Agar pipa dapat mendinginkan, aliran dan kecepatan pipa harus sesuai dengan luas penampang pipa. Untuk air laut, tabung pendingin biasanya berwarna biru, sedangkan untuk air tawar berwarna hijau.

7. Tangki suplai air tawar (expansi tank)

Saat suhu naik, air di dalam sistem pendingin memuai sehingga terjadi kelebihan air. Kelebihan ini dikumpulkan di titik tertinggi dari saluran air pendingin, sehingga tekanan di dalam sistem terus meningkat. Karena itu, tangki ekspansi air tawar sangat penting untuk menampung air ekstra ini dan menjaga stabilitas tekanan sistem. bunker ditampung di tangki ekspansi dan disirkulasikan ke

pipa-pipa ke komponen mesin yang membutuhkan pendinginan.

8. Cooler

Pendingin atau cooler adalah suatu alat yang membantu mencegah terjadinya panas berlebih (overheat) dengan menggunakan media cair dingin untuk mendinginkan bagian yang panas dengan cara memindahkan panas dari cairan panas ke media pendingin tanpa mengubah suhu. Pendingin biasanya menggunakan media air. Komponen panas mengalir di dalam pipa sedangkan air pendingin berada di luar pipa, sehingga air pendingin tidak bersentuhan langsung dengan fraksi panas.

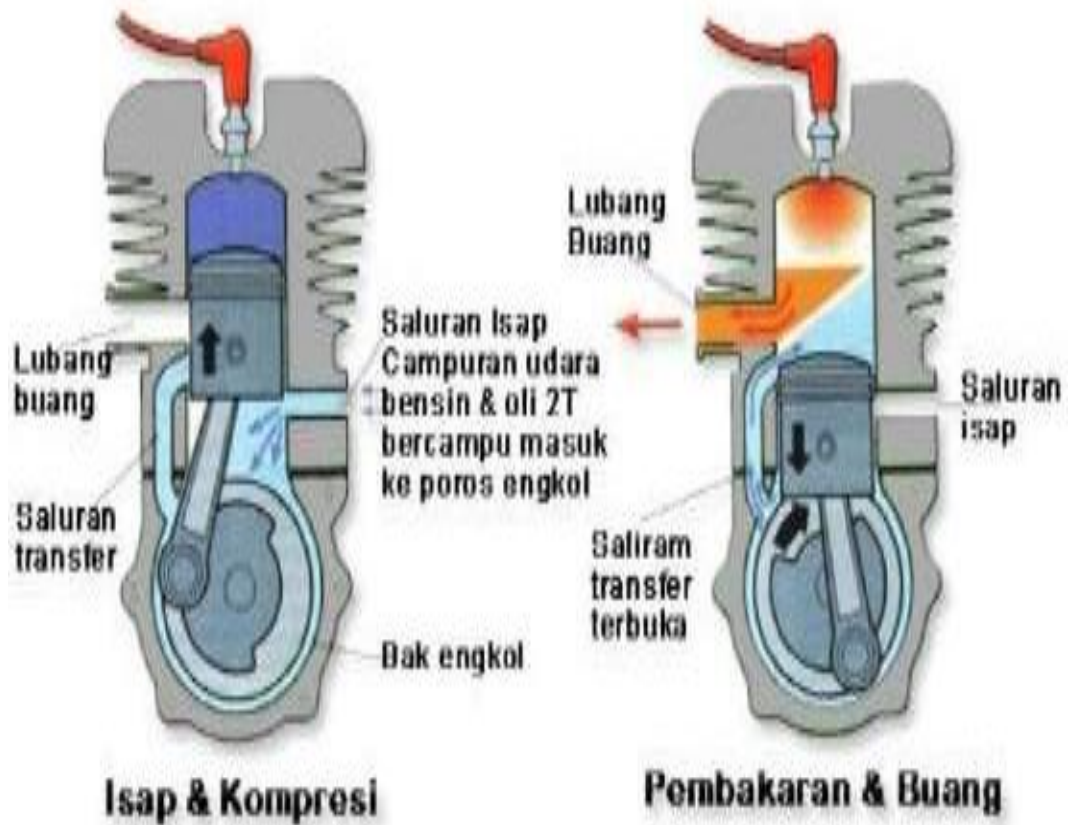
D. Jenis Auxiliary Engine Berdasarkan Proses Kerja

Menurut siklus kerjanya, mesin pendukung kapal dibagi menjadi dua kategori: **mesin dua langkah** dan **mesin empat langkah**. Menurut Arif (2020), mesin ini biasanya memiliki jumlah silinder genap, tetapi ada kemungkinan untuk mengatur jumlah silinder tetap untuk menghindari getaran berlebihan.

1. Two-Stroke Auxiliary Engine

Mesin dua tak memiliki dua siklus pembakaran dalam satu rotasi crankshaft. pembakaran. Mesin ini lebih responsif dan memiliki akselerasi tinggi. Namun, penggunaan bahan bakarnya cenderung lebih boros dibandingkan dengan mesin 4 tak. Mesin ini memerlukan campuran bahan bakar dan oli khusus untuk melumasi bagian dalam mesin, yang menyebabkan keluarnya asap dari pembakaran (Wijaya, 2023).

Gambar 2. 4 Mesin 2 Tak

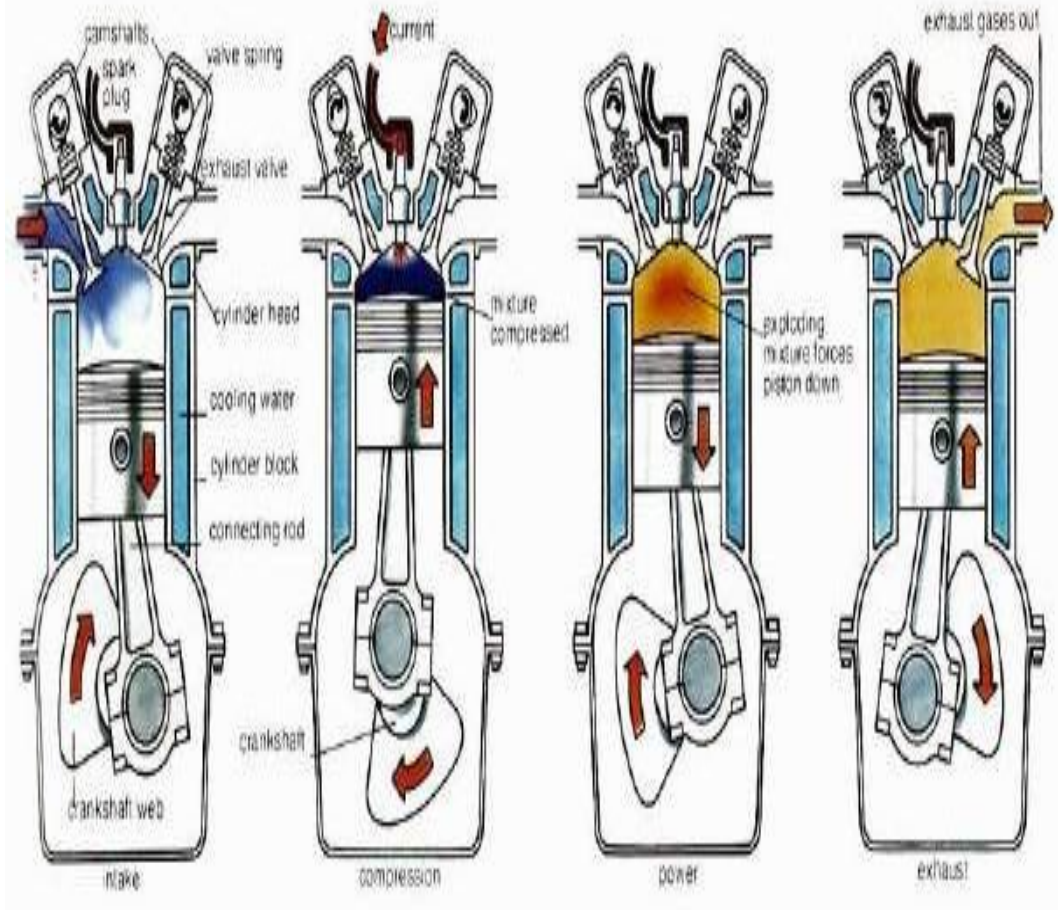


Sumber : <https://s3-id-jkt-1.kilatstorage.id/fastnlow/2014/07/mesin-2-tak-dan-4-tak-880x660.png>

2. *Four-Stroke Auxiliary Engine*

2. Mesin Penunjang Empat Tak: Mesin pembakaran empat tak menjalankan empat tahap kerja dengan dua putaran kruk as atau crankshaft. Pertama, piston menuju ke titik mati atas (TMA) dari titik mati bawah (TMB). Gerakan ini mengurangi tekanan udara di dalam silinder. Karena itu, katup isap terbuka, memungkinkan udara dari intake manifold masuk ke ruang bakar. Selama proses kompresi, kedua katup isap dan buang tertutup, sehingga piston kembali ke TMA dari TMB. Pergerakan piston meningkatkan tekanan dan suhu di dalam silinder. Kemudian ada pembakaran. Injektor menyemprotkan energi surya ke ruang mesin saat piston berada pada titik TMA dan tekanan udara tinggi. Gaya ekspansi muncul selama proses pembakaran, menekan piston ke TMB. Setelah itu, crankshaft memutar untuk mengirimkan daya ke sistem penggerak. Mesin ini memiliki kemampuan untuk berputar dalam empat tahapan sejauh 720 derajat, atau dua kali rotasi. Ini menunjukkan kemampuan mesin untuk melakukan dua rotasi kruk as atau crankshaft dalam satu putaran (360 derajat). Karena itu, mesin ini lebih efisien daripada mesin 2 tak karena mengeluarkan lebih sedikit daya dan memiliki rotasi/RPM yang lebih rendah.

Gambar 2. 5 Mesin 4 Tak



Sumber:

<https://tse1.mm.bing.net/th?id=OIP.IFqduBOKi4y92irpMrGAAgHaEN&pid=Api&P=0&h=180>

3. Cara Kerja atau Sistem Auxiliary Engine di Kapal

Auxiliary Engine (mesin bantu) memainkan peran vital dalam mendukung operasi kapal, baik saat kapal berlayar maupun ketika berlabuh di pelabuhan. Mesin ini bekerja sebagai penghasil tenaga tambahan yang mengoperasikan sistem-sistem pendukung utama di kapal.

Fungsi utama auxiliary Engine :

- a) Penyedia Tenaga Listrik: Memberikan suplai listrik untuk sistem navigasi, komunikasi, pencahayaan, dan fasilitas akomodasi.
- b) Menggerakkan Peralatan Mekanis: Memastikan pompa ballast, pompa air tawar, winch, dan kompresor udara bekerja dengan baik.
- c) Pendukung Sistem Hidraulik dan Pendinginan: Memastikan mesin utama dan sistem-sistem kapal lain beroperasi pada suhu optimal.

E. Manfaat Pendinginan

Hery Sunarto, Haryanto, dan Triyono, Perawatan dan Perbaikan Motor Diesel Penggerak Kapal, menyatakan bahwa sistem pendingin sangat membantu dalam menetralkan dan mengontrol suhu motor. Suhu di setiap bagian silinder akan meningkat jika pendinginan tidak bekerja dengan baik. Ini terjadi karena sebagian panas dari gas pembakaran di bagian bawah silinder dipindahkan secara tidak langsung ke fluida pendingin. Keadaan ini dapat menyebabkan dinding ruang bakar pecah, cincin torak pecah, atau minyak pelumas terbakar. Oleh karena itu, meskipun pendinginan merupakan kekurangan dari sudut pandang pemanfaatan energi, motor harus tetap dingin agar mesin tetap berfungsi.

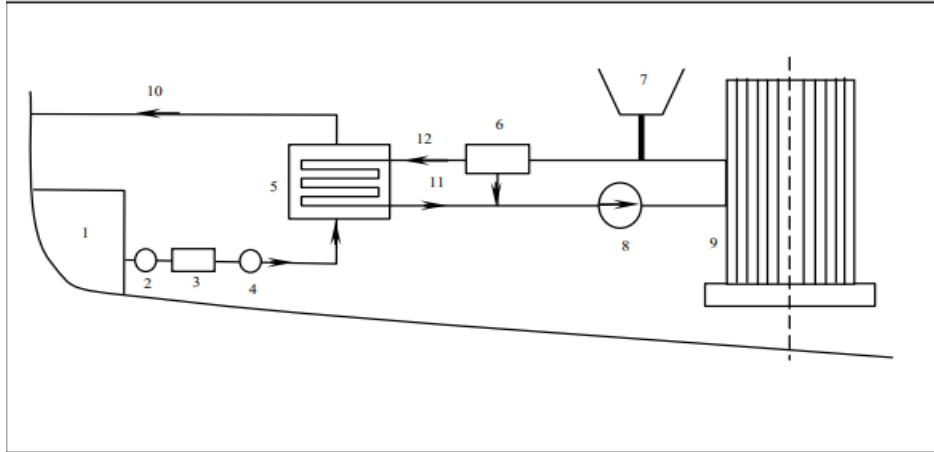
Hery Sunarto, Haryanto, dan Triyono, Perawatan dan Perbaikan Motor Diesel Penggerak Kapal, menyatakan bahwa sistem pendingin sangat membantu dalam menetralkan dan mengontrol suhu motor. Suhu di setiap bagian silinder akan meningkat jika pendinginan tidak bekerja dengan baik. Ini terjadi karena sebagian panas dari gas pembakaran di bagian bawah silinder dipindahkan secara tidak langsung ke fluida pendingin. Keadaan ini dapat menyebabkan dinding ruang bakar pecah, cincin torak pecah, atau minyak pelumas terbakar. Oleh karena itu, meskipun pendinginan merupakan kekurangan dari sudut pandang pemanfaatan energi, motor harus tetap dingin agar mesin tetap berfungsi.

F. Jenis-jenis Pendinginan

Menurut buku Perawatan dan Perbaikan Motor Diesel Penggerak Kapal oleh Henry Sunaryo, Haryanto, dan Triyono, : Karena motor yang digunakan di kapal sebagian besar membutuhkan pendinginan air, kita akan membahas bagaimana kedua jenis sistem pendingin bekerja: sistem pendingin tertutup dan terbuka.

1. Sistem Pendingin Tertutup

Gambar 2. 6 Skematik sistem pendingin tertutup



Masdin, 2020,

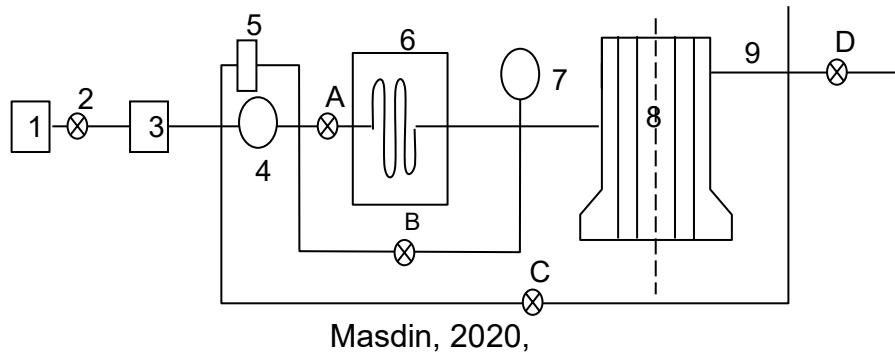
Keterangan :

- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1. Tangki laut atau kotak laut | 7. Tangki pendingin |
| 2. Valve Kingston | 8. Pompa |
| 3. Saringan/Filter | 9. Main Engine |
| 4. Pompa | 10. Air laut keluar |
| 5. FWG | 11. Air tawar masuk ke mesin |
| 6. Thermostat | 12. Air tawar keluar dari mesin. |

Jika pipa atau komponen lainnya bocor, katup kingstone di belakang kotak laut mencegah air laut masuk karena pompa diisap melalui kisi-kisi kotak laut, yang mencegah benda kasar masuk. Pertama-tama, air harus masuk ke dalam filter untuk memungkinkan penyaringan dan pengumpulan partikel. Air dipompakan ke pendingin agar suhu air tawar yang keluar dari motor setelah air keluar dari filter. Air tawar yang telah didinginkan kemudian digunakan kembali untuk mendinginkan motor melalui pompa penghantar yang berada antara pendingin dan motor. Ada thermostat yang mengatur suhu air pendingin, dan tangki ekspansi

dapat menyimpan lebih banyak air daripada yang diperlukan Sistem Pendingin Terbuka

Gambar 2. 7 Skematik sistem pendingin terbuka



Keterangan :

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. Sea chest | 6. Tangki pendingin |
| 2. Kingstone valve | 7. Manometer |
| 3. Saringan | 8. Mesin induk |
| 4. Pompa | 9. Pipa buang |
| 5. Katup pengaman | |

Air laut digunakan secara langsung untuk mendinginkan mesin pada sistem pendinginan tipe terbuka. Air laut mengalir dari chest of sea, melalui katup kingstone, sebelum masuk ke rangkaian penyaringan dan komponen lainnya. Air laut masuk ke motor induk dan keluar dari lambung kapal pada suhu tinggi. Manometer mengukur tekanan air laut sebelum masuk ke motor melalui kotak pendingin dan pompa. Karena tekanan manometer turun, penyumbatan pipa spiral dapat diidentifikasi.

Jika katup A dan B dibuka, pendinginan tetap dapat dilakukan. Jika katup C dan D dibuka saat motor dihidupkan, sirkulasi air dapat mencapai temperatur kerja dengan cepat:

Dinding silinder gas mengalami peningkatan suhu karena Jika suhu dinding meningkat di atas batas tertentu—sekitar 3000 °F—panas yang dihasilkan selama pembakaran mengalir ke dalamnya., minyak yang melumasi torak mulai menguap dengan cepat,

menyebabkan kerusakan silinder dan torak. Selain itu, suhu yang tinggi di bagian mesin tertentu, seperti torak dan kepala silinder, dapat menyebabkan tegangan berlebihan dan retak. Gesekan antara permukaan yang menggesek yang berbeda, terutama torak dan cincin torak dengan dinding silinder, menyebabkan panas tambahan. Suhu yang aman untuk dinding silinder sangat tinggi karena minyak mendinginkan torak.

G. Media Pendinginan

Perawatan dan Perbaikan Motor Diesel yang digunakan untuk menggerakkan kapal menjelaskan bahwa sistem pendingin dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis fluida yang digunakan untuk pendinginan:

1. Motor dengan pendingin air;
2. Motor dengan pendingin udara

Untuk menyerap panas dari bagian motor yang mendinginkan, pendingin air mengalir ke alat pendingin yang terletak di blok motor.

Menurut P. Van Maanen, dalam Jilid 1 Motor Diesel, dijelaskan bahwa ada beberapa macam bahan pendingin, seperti:

1. Air Laut.

Air laut memiliki banyak manfaat sebagai bahan pendingin, termasuk panas yang besar pada kepekatan yang relatif tinggi. Ini menunjukkan bahwa panas yang sangat besar dapat disimpan dalam satu volume. Akibatnya, kapasitas dan daya pompa terbatas. Terlepas dari sifatnya yang menguntungkan, persentase mineral larut air laut sangat tinggi ($\pm 3\%$ dari total massa). Mineral akan berubah menjadi kristal saat dipanasi dan membentuk kerak keras pada permukaan yang didinginkan. Kadar klorida yang tinggi dalam air laut juga meningkatkan risiko korosi pada bagian motor yang didinginkan.

Kecuali dalam kasus tertentu, air laut secara tidak langsung mendinginkan udara pembakaran dan udara bilas. Mendinginkan dapat dilindungi dari korosi dengan menggunakan material khusus dan oleh karena suhu air pendingin yang relatif rendah pengendapan dari kerak juga akan berkurang.

2. Air Tawar

Air tawar di atas kapal tidak memiliki banyak sifat yang buruk karena harganya sangat mahal. Air tawar tidak akan mengakibatkan pengendapan kerak dan sedikit atau sama sekali korosi jika udara yang ada di dalamnya dihilangkan sepenuhnya dan dilunakkan. sehingga dapat digunakan untuk mendinginkan setiap komponen motor.

Selalu, air tawar di atas kapal digunakan dalam satu siklus tertutup untuk menghemat uang. Siklus tertutup ini terdiri dari saluran, keran penutup, pompa, pesawat pendingin, dan ruang pendingin untuk bagian motor yang perlu didinginkan.

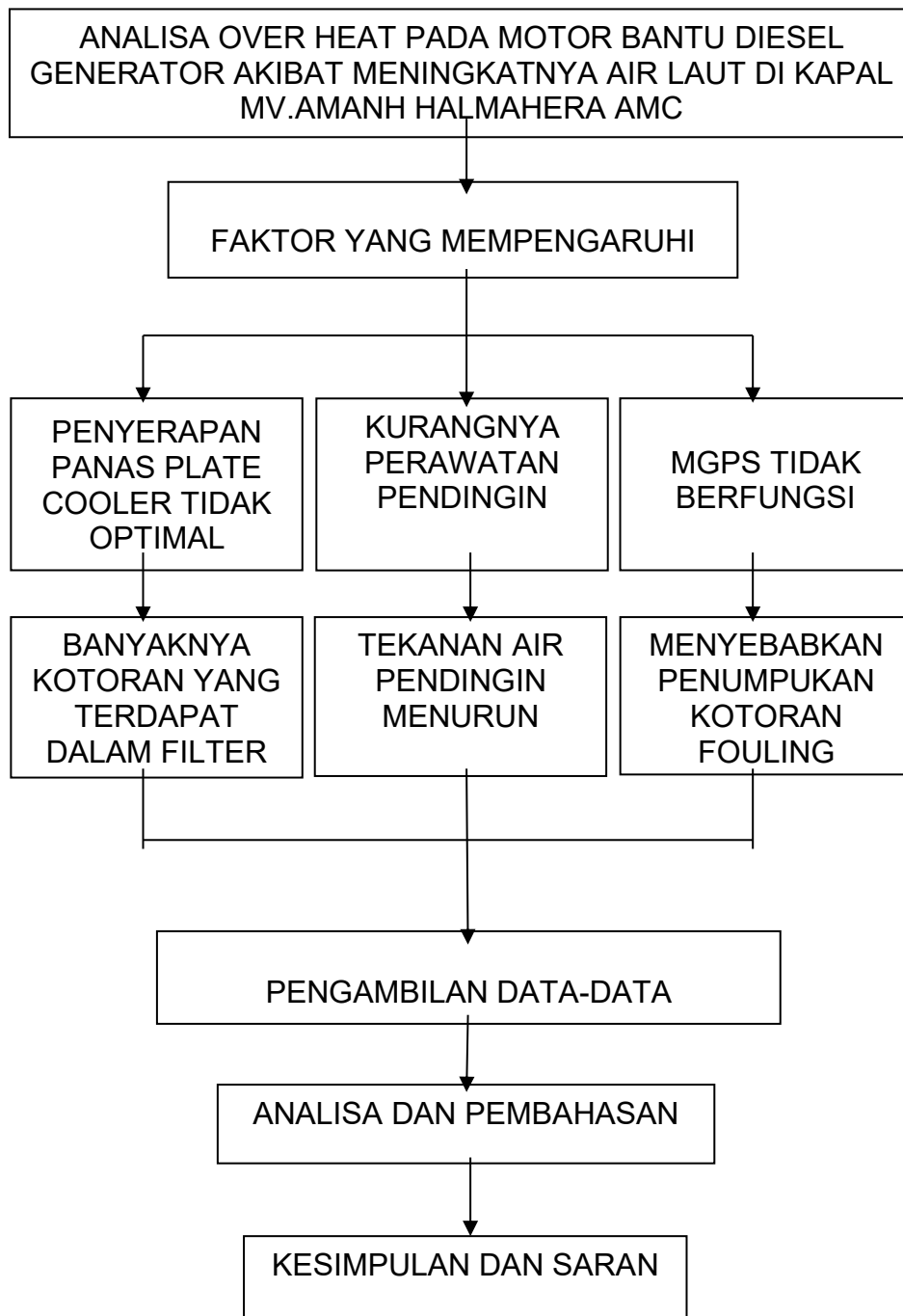
3. Minyak Pelumas

Minyak pelumas digunakan dalam sistem pelumasan motor sebagai bahan pelumas dan penyalur panas gesekan. Ini disebabkan oleh fakta bahwa minyak pelumas, atau minyak pendingin, dengan mudah mengalir keluar dari torak ke dalam kotak engkol melalui saluran batang gerak dan tidak dibuang dari batang gerak. Oleh karena itu, pipa teleskop yang mahal dan rumit tidak perlu digunakan karena minyak pelumas mengalir ke bagian bawah kotak engkol melalui saluran batang gerak. Minyak pelumas lebih baik digunakan sebagai bahan pendingin daripada air karena kepekatan dan panas mereka yang berbeda. Selain itu, suhu minyak pelumas dalam torak tidak boleh terlalu tinggi karena zat arang mengendap di tempat yang didinginkan. penumpukan kotoran *fouling* di dalam saluran pendingin

H. Kerangka Pikir

Untuk membantu penulis memecahkan masalah, penulis membuat kerangka pikir berikut.

Gambar 2. 8 Gambar Kerangka pikir



I. Hipotesis

Penulis akan merumuskan beberapa hipotesis, yaitu:

- a. Diduga terjadi penumpukan kotoran pada tube intercooler, jalur sistem pendingin, dan sea chest, yang dapat menyebabkan penurunan tekanan air laut.
- b. Diduga terdapat kelalaian pelaksanaan perawatan/maintenance (PMS) sistem pendingin pada motor bantu *Auxiliary Engine* di atas.
- c. MGPS (Marine Growth Prevention System) di kapal tidak berfungsi, menyebabkan fouling. Penumpukan organisme didalam sistem pendingin.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Objek penelitian

Penelitian ini akan menyelidiki semua faktor yang menyebabkan suhu air laut meningkat pada motor bantu Auxiliary Engine.

B. Metode Penelitian

Sumber berikut digunakan untuk mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan untuk menyelesaikan skripsi ini:

1. Metode Penelitian Lapangan

Penelitian dilakukan dengan melihat subjek penelitian secara langsung. Dua metode pengumpulan data dan informasi digunakan::

a. Observasi

dilakukan dengan melihat objek yang akan diteliti secara langsung, yaitu dengan membandingkan data yang di dapatkan pada saat melaksanakan penelitian di praktek laut (Prala)

b. Wawancara

Metode pengumpulan data melibatkan tanya jawab langsung dengan orang-orang di atas kapal.

c. Metode Penelitian Pustaka

Untuk mengumpulkan data, metode ini digunakan untuk mempelajari literatur, buku, dan karya lain yang berkaitan dengan topik yang dibahas..

C. Sumber Data

Penulis menggunakan sumber data berikut untuk mendukung pembahasan tulisan ini:

1. Data Primer.

Data ini berasal dari pengamatan langsung. Ini diperoleh melalui

metode survei, yaitu: adalah data yang dimasukkan secara tidak langsung atau melalui media perantara, misalnya:

- a. Wawancara secara langsung
- b. Penelitian secara langsung (*Observasi*)
- c. Kejadian atau hasil pengujian benda

2. Data Sekunder.

Merupakan data pelengkapan melalui media perantara atau secara tidak langsung,contonya yaitu:

- a. Melalui media online
- b. Melalui buku panduan atau arsip

D. Jenis Penelitian

Sumber berikut digunakan untuk mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan untuk menyelesaikan skripsi ini:

1. Metode Lapangan (field research)

Adalah teknik pengambilan data yang melibatkan peninjauan objek yang diteliti secara langsung. Penulis mengumpulkan data dan informasi melalui observasi langsung di lapangan tempat mereka melakukan prala di atas kapal..

2. Tinjauan pustaka (library research)

Tinjauan pustaka adalah teknik pengumpulan data yang melibatkan membaca dan mempelajari literatur, buku, dan karya lain yang berkaitan dengan masalah yang diteliti. Tujuan dari tinjauan pustaka ini adalah untuk memperoleh fondasi teori yang akan digunakan untuk membahas masalah yang sedang diteliti..

E. Metode Analisa Data

Metode atau prosedur yang digunakan setelah praktek laut di kapal MV. Amanah Halmahera AMC termasuk mengevaluasi masalah yang ditemui, menetapkan tujuan untuk masalah tersebut, dan membuat kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian. Kesimpulan dan

Untuk meningkatkan kinerja mesin induk dan mengurangi penggunaan bahan bakar, saran ini dapat digunakan sebagai bahan masukan. Baik data primer maupun sekunder akan dianalisis dengan benar dan dilaporkan sesuai dengan dasar keilmiahannya

F. Jadwal Penelitian

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

| No | Kegiatan | Tahun 2023 / 2024 | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------------------|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | Bulan | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | pengumpulan referensi | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Pemilihan judul | | | | | | | | | | | | |
| 3 | penyusunan proposal dan bimbingan | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Seminar proposal | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Perbaikan seminar proposal | | | | | | | | | | | | |
| | | Tahun 2023 | | | | | | | | | | | |
| | | Bulan | | | | | | | | | | | |
| 6. | Perbaikan materi proposal | | | | | | | | | | | | |
| 7. | Seminar proposal | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------|--|
| 8. | Perbaikan Seminar Proposal | | | | | | | | | | | | | |
| 9. | Pengambilan Data Penelitian | | | | | | | | | | | | BERLAYAR | |
| | | Tahun 2024 | | | | | | | | | | | | |
| | | Bulan | | | | | | | | | | | | |
| 10. | Pengambilan Data Penelitian | BERLAYAR | | | | | | | | | | | | |
| 11. | Penyusunan /Pengolahan Data | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tahun 2025 | | | | | | | | | | | | |
| | | Bulan | | | | | | | | | | | | |
| 12. | Seminar hasil | | | | | | | | | | | | | |
| 13. | Perbaikan | | | | | | | | | | | | | |
| 14. | Seminar Tutup | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Sumber: data yang diolah (2023/2024/2025)