

**ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR
TAWAR PADA AUXALARY ENGINE DI KAPAL SPOB
BUANA ENERGY**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Dan
Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I.

JEFRI ANTO TANDILILING

NIS. 24.11.102.015

AHLI TEKNIKA TINGKAT I

PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I POLITEKNIK

ILMU PELAYARAN MAKASSAR

TAHUN 2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : JEFRI ANTO TANDILILING

Nomor Induk Perwira Siswa : 24.11.102.015

Jurusan : Ahli Teknika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR TAWAR PADA A/E DI KAPAL SPOB BUANA ENERGY

merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 24 Januari 2025



JEFRI ANTO TANDILILING

24.11.102.015

**PERSETUJUAN SEMINAR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR
TAWAR PADA AUXILIARY ENGINE DI KAPAL SPOB
BUANA ENERGY**

Nama Pasis : JEFRI ANTO TANDILILING

NIS : 24.11.102.015

Program Diklat : Ahli Teknika Tingkat I

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk di seminarkan

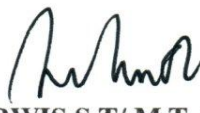
Makassar, 24 Januari 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Alberto, S.S.T., M.Mar.E., M.A.P
NIP. 197604092006041001


DARWIS, S.T./M.T., M.Mar.E
NIP. 197307312023211002

Mengetahui:

MANAGER DIKLAT TEKNIS,
PENINGKATAN DAN PENJENJANGAN


Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E
NIP. 196805082002121002

**ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR TAWAR PADA
AUXALARY ENGINE DI KAPAL SPOB BUANA ENERGY**

Disusun dan Diajukan Oleh

JEFRI ANTO TANDILILING

NIS. 24.11.102.015

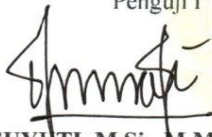
Ahli Teknik Tingkat I

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada Tanggal 24 Januari 2025

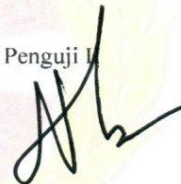
Menyetujui,

Penguji I



Ir. SUYUTI, M.Si., M.Mar.E
NIP. 1968085082002121002

Penguji II



Ir. ZULKIFLI SYAMSUDDIN, M.T., M.Mar.E
NIP. 198403232019021002

Mengetahui:

a.n. Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur 1



Capt. Faisal Saransi, MT., M.Mar
NIP. 197503291999031002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah terapan ini yang berjudul "ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR TAWAR PADA A/E DI KAPAL SPOB BUANA ENERGY", meskipun dalam keterbatasan waktu dan berbagai tantangan. Penyusunan karya tulis ini adalah bagian dari syarat kelulusan kurikulum Diklat Teknik Profesi Kepelautan, Program Studi Teknika Tingkat I, guna mencapai kompetensi pelaut sebagai pemegang Sertifikat Ahli Teknika Tingkat I (ATT – I) di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna, terutama dalam keterbatasan teori dan tata bahasa yang benar. Dengan demikian, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
2. Bapak Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E., selaku Manager Diklat Teknis, Peningkatan, dan Penjenjangan di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
3. Bapak Ir. Alberto , S.Si.T., M.Mar. E., M.A.P selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dengan sabar dan teliti.
4. Bapak Darwis, S.T., M.T., M.Mar.E selaku pembimbing II yang juga dengan kesabaran membimbing dalam penyusunan karya ini.
5. Seluruh dosen dan staf Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
6. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, cinta, dan doa.
7. Rekan-rekan peserta Diklat ATT I Angkatan XLII/2024.
8. Semua pihak yang telah membantu, namun tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis juga menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada orang tua dan keluarga yang selalu memberikan cinta, dukungan, serta doa. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada seluruh dosen, staf, serta rekan-rekan pasis di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah memberikan motivasi dan dorongan selama proses penyusunan karya ilmiah ini. Tak lupa, penghargaan juga diberikan

kepada pihak-pihak lain yang telah membantu, namun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi pembaca, khususnya yang berkecimpung di bidang kelautan, serta dapat menjadi referensi yang bermanfaat di dunia pelayaran..

Makassar, 24 Januari 2025

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Jefri Anto Tandililing', with a stylized flourish at the end.

JEFRI ANTO TANDILILING

24.11.102.015

ABSTRAK

JEFRI ANTO TANDILILING 2024, “*ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR TAWAR PADA A/E DI KAPAL SPOB BUANA ENERGY*”. Dibimbing oleh Bapak Ir. Alberto , S.Si.T., M.Mar. E., M.A.P dan Bapak Darwis ,S.T.M.T., M.Mar. E

Penelitian ini menganalisis penyebab kenaikan temperatur air tawar pada sistem pendingin di kapal SPOB Buana Energy dan dampaknya terhadap kinerja mesin utama. Kenaikan suhu air tawar, yang semula berada pada rentang 75–85°C, terdeteksi melebihi 90°C, mempengaruhi performa mesin utama. Penyebab utama dari masalah ini diduga berasal dari kotoran pada filter air laut dan penumpukan kerak pada heat exchanger, yang mengurangi efisiensi perpindahan panas. Penurunan aliran air laut akibat penyumbatan filter menghambat proses pendinginan, sedangkan kerak pada heat exchanger menyebabkan gangguan dalam transfer panas.

Dampak dari kondisi ini adalah penurunan efisiensi mesin dan potensi kerusakan pada sistem pendingin yang dapat memperpendek usia pakai komponen mesin. Selain itu, operasi mesin pada beban penuh semakin memperburuk situasi karena meningkatkan beban pada sistem pendingin. Solusi yang diajukan mencakup perawatan rutin sistem pendingin, pembersihan filter secara berkala, dan pengendalian suhu air laut agar tetap dalam rentang yang optimal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman tentang pentingnya perawatan sistem pendingin kapal dalam menjaga kinerja mesin dan mencegah kerusakan yang lebih parah.

Kata Kunci: Sistem Pendingin, Filter Air Laut, *Heat Exchanger*.

ABSTRACT

JEFRI ANTO TANDILILING 2024, "ANALYSIS OF INCREASED FRESH WATER COOLING TEMPERATURE IN A/E ON SPOB BUANA ENERGY SHIP." Supervised by Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar. E., M.A.P and Mr Darwis ,S.T.M.T., M.Mar. E

This research analyzes the causes of increased fresh water temperature in the cooling system on the SPOB Buana Energy ship and its impact on the main engine performance. The fresh water temperature, initially in the range of 75-85°C, was detected to exceed 90°C, affecting engine performance. The main causes of this issue are suspected to be dirt in the sea water filter and scale buildup in the heat exchanger, reducing heat transfer efficiency. The decreased sea water flow due to the filter blockage hinders the cooling process, while scale on the heat exchanger causes disruption in heat transfer.

The impact of this condition is a decrease in engine efficiency and potential damage to the cooling system, which could shorten the component lifespan. Additionally, operating the engine at full load further worsens the situation by increasing the load on the cooling system. Proposed solutions include regular maintenance of the cooling system, periodic filter cleaning, and controlling sea water temperature to remain within the optimal range. The results of this study are expected to enhance understanding of the importance of cooling system maintenance on ships to maintain engine performance and prevent more severe damage.

Keywords: Cooling System, Sea Water Filter, Heat Exchanger.

DAFTAR ISI

Nomor	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Tujuan Penelitian	2
E. Manfaat Penelitian	2
F. Hipotesis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Pengertian Kapal SPOB	5
B. Pengertian Auxiliary Engine	8
C. Sistem pada Auxiliary Engine	10
D. Bagian-Bagian Pendingin Air Tawar pada Auxiliary Engine	14
E. Sistem Pendingin Air Tawar pada Auxiliary Engine	17
F. Heat Exchanger	19
G. Filter pada Sistem Pendingin	20
H. Kerangka Pikir Penelitian	22
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	23
A. Lokasi Kejadian	23
B. Situasi dan Kondisi	24
C. Analisis Data	26
D. Pembahasan	28

BAB IV PENUTUP	35
A. Simpulan	35
B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	37
RIWAYAT HIDUP	42

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 1 Sistem Pendingin pada Kapal	18
Gambar 2 <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	19
Gambar 3 Kotoran Pada Filter Inlet Pompa Air Laut	26
Gambar 4 Kotoran Pada Pendingin Air Tawar	27

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 1 Ship Particular SPOB Buana Energy	23
Tabel 2 Spesifikasi Cooling S.W Pump	24
Tabel 2 Spesifikasi F.W Cooler	24
Tabel 3 Data Rata-Rafa Kondisi Normal	25
Tabel 4 Data Kondisi Abnormal	25
Tabel 6 Tabel perawatan terencana	33

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem pendingin kapal merupakan elemen krusial dalam menjaga performa mesin, termasuk pada kapal jenis SPOB Buana Energy. Salah satu aspek penting dalam sistem pendingin adalah kontrol suhu air tawar yang digunakan untuk mendinginkan mesin. Suhu yang terlalu tinggi dapat mengganggu efisiensi kerja mesin, menyebabkan penurunan kinerja, atau bahkan kerusakan komponen.

Kenaikan suhu ini sering kali dipicu oleh masalah dalam aliran air tawar yang disebabkan oleh kotoran pada filter dan heat exchanger. Filter yang kotor dapat menghambat aliran air laut yang berfungsi untuk mendinginkan sistem, sementara heat exchanger yang tersumbat mengurangi efektivitas perpindahan panas antara air tawar dan air laut. Masalah ini cenderung tidak terlihat secara langsung, tetapi dapat memengaruhi suhu dan kinerja mesin secara signifikan.

Kenaikan suhu yang terjadi akan langsung memengaruhi suhu air tawar, yang dapat meningkat melebihi batas normal. Hal ini menyebabkan peningkatan beban pada mesin utama dan auxiliary engine (A/E), yang akan bekerja lebih keras untuk mempertahankan kinerjanya. Akibatnya, efisiensi sistem pendingin menurun, dan mesin dapat menjadi lebih rentan terhadap kerusakan.

Meningkatnya suhu mesin yang tidak terkendali juga berdampak pada kinerja operasional kapal secara keseluruhan. Mesin yang bekerja di luar kondisi optimal berisiko mengalami overheat atau kegagalan, yang akan menyebabkan gangguan pada aktivitas kapal. Selain itu, perawatan yang lebih intensif diperlukan untuk memperbaiki kerusakan yang disebabkan oleh suhu yang terlalu tinggi, meningkatkan biaya operasional.

Selama bekerja di kapal SPOB Buana Energy, penulis sering menghadapi tantangan terkait sistem pendingin yang dapat mempengaruhi kinerja mesin utama dan auxiliary engine (A/E). Salah satu pengalaman yang sangat mencolok adalah ketika suhu air tawar mengalami kenaikan yang signifikan, mengganggu operasional mesin yang pada akhirnya mempengaruhi efisiensi kapal secara keseluruhan. Kejadian ini sangat berdampak pada kelancaran operasi kapal.

Melihat dampak negatif yang dapat ditimbulkan, penting untuk mengetahui penyebab utama kenaikan temperatur pada sistem pendingin kapal. Berdasarkan kejadian tersebut, maka penulis tertarik untuk menuangkan permasalahan tersebut dalam bentuk karya ilmiah terapan dengan judul:

“ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR TAWAR PADA A/E DI KAPAL SPOB BUANA ENERGY”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

Apa penyebab kenaikan temperatur pendingin air tawar dan bagaimana dampaknya terhadap kinerja Auxiliary Engine (A/E) di kapal SPOB Buana Energy?

C. Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada analisis dua faktor utama yang diduga menjadi penyebab kenaikan temperatur pendingin air tawar pada Auxiliary Engine (A/E) di kapal SPOB Buana Energy, yaitu kotornya filter pada sistem pendingin yang dapat menyebabkan penurunan tekanan air, serta penumpukan kotoran pada tube-tube heat exchanger yang mengurangi efisiensi perpindahan panas. Pembatasan ini dilakukan untuk mempersempit ruang lingkup penelitian sehingga lebih terfokus pada aspek teknis yang memiliki pengaruh signifikan terhadap performa sistem pendingin air tawar.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam mengenai:

1. Menganalisis penyebab utama kenaikan temperatur pendingin air tawar pada A/E di kapal SPOB Buana Energy.
2. Mengevaluasi dampak dari kenaikan temperatur tersebut terhadap kinerja mesin.
3. Memberikan rekomendasi perbaikan sistem pendingin air tawar untuk mengatasi permasalahan tersebut.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang signifikan bagi berbagai pihak, baik secara praktis maupun akademis, sebagai berikut:

1. Bagi Operator Kapal:

Penelitian ini dapat menjadi panduan teknis untuk memahami pentingnya perawatan rutin pada sistem pendingin, khususnya filter dan heat exchanger. Dengan memahami penyebab dan solusi atas kenaikan temperatur, operator kapal dapat meningkatkan keandalan sistem pendingin, mencegah kerusakan mesin, serta menjaga kelancaran operasional kapal dalam jangka panjang.

2. Bagi Industri Perkapalan:

Penelitian ini menyediakan studi kasus yang relevan mengenai masalah pada sistem pendingin di kapal SPOB, sehingga dapat menjadi referensi teknis bagi perusahaan pelayaran dalam mengelola sistem pendingin pada kapal lain. Solusi yang diusulkan juga dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi operasi kapal dan menekan biaya perawatan akibat kerusakan mesin.

3. Bagi Akademisi dan Peneliti:

Hasil penelitian ini berkontribusi pada pengembangan literatur di bidang perawatan sistem pendingin pada mesin kapal. Data dan analisis yang dihasilkan dapat menjadi referensi bagi penelitian lanjutan yang ingin mengkaji masalah serupa atau mengembangkan teknologi baru untuk meningkatkan efisiensi sistem pendingin pada kapal.

4. Bagi Regulator atau Pembuat Kebijakan di Industri Maritim:

Penelitian ini dapat menjadi dasar pertimbangan dalam menetapkan standar perawatan dan operasional untuk sistem pendingin pada kapal, khususnya dalam pengawasan terhadap penggunaan filter dan heat exchanger.

5. Bagi Masyarakat Umum:

Dengan meningkatnya efisiensi operasi kapal, distribusi logistik yang lebih andal dapat terwujud, sehingga turut mendukung stabilitas ekonomi dalam sektor transportasi maritim.

F. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka hipotesis yang dapat dikemukakan adalah:

1. Diduga kotornya filter menyebabkan penurunan tekanan dalam sistem pendingin, sehingga berkontribusi pada kenaikan temperatur air tawar.
2. Diduga kotoran pada tube-tube heat exchanger menyebabkan efisiensi perpindahan panas menurun, yang mengakibatkan naiknya temperatur pada A/E.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Pengertian Kapal SPOB

Kapal Self Propelled Oil Barge (SPOB) merupakan salah satu jenis kapal khusus yang dirancang untuk mengangkut bahan bakar minyak (BBM) atau produk minyak lainnya. Kapal ini memiliki keunikan berupa penggerak mandiri (self-propelled) yang membedakannya dari barge atau tongkang konvensional yang membutuhkan tugboat untuk bergerak. Kehadiran sistem penggerak ini memberikan fleksibilitas operasional yang lebih tinggi, terutama saat melakukan distribusi minyak di daerah-daerah terpencil atau perairan dangkal yang sulit diakses oleh kapal besar.

SPOB menjadi pilihan utama dalam industri perkapalan untuk distribusi BBM skala menengah, baik untuk memenuhi kebutuhan stasiun pengisian bahan bakar (SPBU) terapung maupun depot-depot kecil di wilayah pesisir. Menurut John (2020), kapal jenis ini dirancang dengan mengutamakan efisiensi operasi, keamanan, dan kemampuan bermanuver. Salah satu karakteristik utama SPOB adalah kapasitas penyimpanan bahan bakar yang besar, biasanya dalam tangki-tangki khusus yang dirancang untuk meminimalkan risiko kebocoran atau kontaminasi.

1. Sejarah dan Perkembangan Kapal SPOB

Pengembangan kapal SPOB bermula dari kebutuhan untuk mengangkut minyak dengan cara yang lebih fleksibel dibandingkan kapal tanker besar. Pada awalnya, distribusi minyak di wilayah terpencil dilakukan dengan menggunakan tongkang konvensional yang ditarik oleh tugboat. Namun, sistem ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti ketergantungan pada kapal penarik, efisiensi yang rendah, dan tingkat risiko yang lebih tinggi saat beroperasi di perairan sempit atau dangkal.

Dengan meningkatnya kebutuhan distribusi minyak di daerah-daerah terpencil pada dekade 1980-an, industri perkapalan mulai merancang kapal yang dapat beroperasi secara mandiri tanpa tugboat. Inovasi ini melahirkan konsep SPOB, yang menggabungkan keunggulan kapasitas penyimpanan tongkang dengan kemampuan bermanuver kapal bermesin. Seiring waktu,

desain dan teknologi kapal SPOB terus berkembang untuk memenuhi standar keselamatan dan efisiensi modern.

2. Fitur Utama Kapal SPOB

SPOB memiliki beberapa fitur utama yang mendukung operasionalnya, di antaranya:

- a. Sistem Penggerak Mandiri: SPOB dilengkapi dengan mesin utama yang memungkinkan kapal bergerak tanpa bantuan tugboat. Sistem penggerak ini biasanya menggunakan mesin diesel berdaya menengah hingga tinggi, tergantung pada ukuran dan kapasitas kapal.
- b. Tangki Penyimpanan BBM: Tangki penyimpanan pada SPOB dirancang dengan lapisan pelindung khusus untuk mencegah kebocoran dan menjaga kualitas bahan bakar selama pengangkutan. Tangki-tangki ini dilengkapi dengan sistem ventilasi dan pemantauan tekanan untuk menghindari risiko ledakan.
- c. Sistem Navigasi Modern: Untuk mendukung operasional di perairan dangkal atau sempit, SPOB dilengkapi dengan perangkat navigasi canggih seperti GPS, radar, dan sonar. Hal ini memungkinkan kapal bermanuver dengan aman dan efisien.
- d. Sistem Pemadam Kebakaran: Mengingat sifat bahan bakar minyak yang mudah terbakar, SPOB dilengkapi dengan sistem pemadam kebakaran otomatis yang mencakup sprinkler, foam, dan alat pemadam portabel.
- e. Ruang Mesin Tertutup: Ruang mesin pada SPOB biasanya dirancang tertutup untuk meminimalkan risiko kebakaran dan kerusakan akibat paparan lingkungan eksternal.

3. Kelebihan Kapal SPOB

Penggunaan SPOB memberikan sejumlah kelebihan dibandingkan jenis kapal lainnya, seperti:

- a. Efisiensi Operasional: Kapal SPOB mampu melakukan perjalanan jarak jauh tanpa perlu bergantung pada tugboat, sehingga mengurangi biaya operasional.

- b. Kemampuan Bermanuver: SPOB dirancang untuk dapat bermanuver di perairan dangkal atau sempit, membuatnya ideal untuk mendistribusikan bahan bakar ke daerah terpencil.
- c. Keamanan yang Lebih Tinggi: Dengan adanya sistem keselamatan modern, seperti tangki berlapis khusus dan pemadam kebakaran otomatis, risiko kecelakaan pada kapal SPOB lebih rendah dibandingkan tongkang konvensional.
- d. Kapasitas Angkut yang Besar: SPOB mampu mengangkut volume bahan bakar yang signifikan dalam sekali perjalanan, sehingga cocok untuk memenuhi kebutuhan pasokan minyak dalam jumlah besar.

4. Aplikasi Kapal SPOB dalam Industri

SPOB banyak digunakan dalam berbagai sektor industri, terutama yang berkaitan dengan distribusi bahan bakar minyak. Berikut adalah beberapa aplikasi utama kapal SPOB:

- a. Distribusi BBM ke Daerah Terpencil: Kapal SPOB sering digunakan untuk mengirimkan bahan bakar ke wilayah-wilayah yang tidak memiliki infrastruktur pelabuhan besar, seperti pulau-pulau kecil atau daerah terpencil di sepanjang pantai.
- b. Penyuplai Minyak untuk Industri Lepas Pantai: Selain mendistribusikan BBM ke daratan, SPOB juga digunakan untuk menyuplai bahan bakar ke fasilitas lepas pantai, seperti rig pengeboran minyak atau platform produksi.
- c. Pendukung Operasi Militer atau Penyelamatan: Dalam beberapa situasi, SPOB digunakan untuk mendukung operasi militer atau misi kemanusiaan dengan membawa pasokan bahan bakar ke lokasi-lokasi kritis.

5. Tantangan dalam Operasional Kapal SPOB

Meskipun memiliki banyak kelebihan, operasional kapal SPOB juga menghadapi sejumlah tantangan, seperti:

- a. Risiko Lingkungan: Tumpahan minyak dari kapal SPOB dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan, terutama di perairan dangkal atau ekosistem sensitif.

- b. Pemeliharaan Sistem Penggerak: Sistem penggerak mandiri pada SPOB memerlukan perawatan rutin yang cermat untuk mencegah kerusakan dan memastikan kapal tetap berfungsi optimal.
- c. Persaingan dengan Kapal Tanker: Di beberapa wilayah, kapal tanker besar yang memiliki kapasitas lebih besar dapat menjadi pesaing utama SPOB dalam hal distribusi minyak.

6. Standar Keselamatan Kapal SPOB

Untuk memastikan keselamatan selama operasional, kapal SPOB harus memenuhi standar yang ditetapkan oleh organisasi maritim internasional, seperti IMO (International Maritime Organization). Standar ini mencakup desain tangki penyimpanan, peralatan keselamatan, sistem navigasi, dan pelatihan kru kapal.

B. Pengertian Auxiliary Engine

Auxiliary Engine (A/E) adalah mesin bantu yang berfungsi sebagai sumber tenaga listrik untuk mendukung berbagai kebutuhan operasional kapal. Mesin ini menjadi salah satu komponen vital dalam sistem permesinan kapal karena memastikan berbagai perangkat dan sistem pendukung di atas kapal dapat berfungsi dengan baik. Beberapa sistem yang bergantung pada daya listrik dari A/E meliputi sistem navigasi, sistem komunikasi, sistem pompa, pencahayaan, serta sistem pendingin utama dan tambahan.

Menurut Williams (2018), Auxiliary Engine memainkan peran penting sebagai pendukung utama operasional kapal. Tanpa keberadaan mesin ini, kapal tidak dapat menjalankan banyak fungsi pentingnya, yang berpotensi mengganggu keselamatan pelayaran. Selain itu, Auxiliary Engine juga berfungsi sebagai sumber daya cadangan, khususnya saat mesin utama (Main Engine) mengalami gangguan.

1. Fungsi Auxiliary Engine

Auxiliary Engine memiliki berbagai fungsi utama di atas kapal, antara lain:

- a. Pembangkit Listrik: Fungsi utama A/E adalah menghasilkan listrik melalui generator yang terhubung langsung dengan mesin. Listrik ini kemudian dialirkan ke berbagai sistem di kapal.

- b. Mendukung Sistem Navigasi dan Komunikasi: Peralatan navigasi seperti radar, GPS, dan sonar membutuhkan daya listrik agar dapat beroperasi secara optimal. Selain itu, sistem komunikasi kapal, termasuk radio dan satelit, juga bergantung pada pasokan listrik dari A/E.
- c. Operasi Sistem Pendingin: A/E memastikan bahwa sistem pendingin utama, seperti sistem pendingin air tawar dan sistem pendingin pelumas, beroperasi untuk menjaga suhu mesin utama tetap stabil.
- d. Menyediakan Daya untuk Pompa: Banyak jenis pompa di kapal, seperti pompa ballast, pompa bahan bakar, dan pompa bilge, memerlukan listrik yang dihasilkan oleh Auxiliary Engine.
- e. Cadangan Tenaga untuk Mesin Utama: Dalam situasi tertentu, seperti gangguan pada sistem utama, A/E dapat memberikan tenaga cadangan untuk mendukung operasi mesin utama.

2. Komponen Utama Auxiliary Engine

Auxiliary Engine terdiri atas beberapa komponen penting yang bekerja secara terintegrasi untuk menghasilkan tenaga listrik. Komponen-komponen tersebut meliputi:

- a. Mesin Diesel: Sebagai penggerak utama, mesin diesel pada A/E menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan tenaga mekanis.
- b. Generator: Mengubah tenaga mekanis yang dihasilkan mesin diesel menjadi energi listrik.
- c. Sistem Pelumasan: Melindungi komponen yang bergerak dari gesekan dan keausan.
- d. Sistem Pendingin: Mencegah mesin mengalami overheating dengan menggunakan air tawar atau udara sebagai medium pendingin.
- e. Sistem Bahan Bakar: Menyediakan bahan bakar dalam jumlah dan tekanan yang sesuai untuk proses pembakaran pada mesin diesel.

3. Jenis Auxiliary Engine

Auxiliary Engine umumnya menggunakan mesin diesel karena efisiensi dan keandalannya. Berdasarkan kapasitas dan kebutuhan daya kapal, A/E dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis:

- a. Auxiliary Engine Berdaya Kecil: Biasanya digunakan pada kapal kecil atau kapal dengan kebutuhan daya listrik yang minimal.
- b. Auxiliary Engine Berdaya Menengah: Digunakan pada kapal kargo, tanker, atau kapal penumpang dengan kebutuhan daya sedang.
- c. Auxiliary Engine Berdaya Tinggi: Ditemukan pada kapal besar seperti kapal kontainer dan kapal tanker minyak, yang memerlukan daya listrik dalam jumlah besar untuk menjalankan berbagai sistem.

4. Perawatan dan Pemeliharaan Auxiliary Engine

Agar Auxiliary Engine tetap bekerja secara optimal, perawatan rutin sangat diperlukan. Pemeliharaan meliputi pemeriksaan kondisi filter, penggantian oli, pembersihan komponen pendingin, dan inspeksi sistem pelumas serta bahan bakar. Menurut Smith (2019), perawatan yang tidak memadai dapat menyebabkan kerusakan pada A/E, yang berakibat pada terganggunya operasional kapal.

5. Peran Auxiliary Engine dalam Keselamatan Kapal

Auxiliary Engine memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keselamatan kapal. Misalnya, sistem navigasi yang bergantung pada daya listrik dari A/E membantu kru kapal untuk mengetahui posisi kapal dan menghindari bahaya di laut. Selain itu, daya listrik dari A/E juga memastikan bahwa alat pemadam kebakaran otomatis dan sistem alarm berfungsi dengan baik, yang sangat penting dalam situasi darurat.

Kesimpulannya, Auxiliary Engine adalah mesin bantu yang tidak hanya mendukung operasional kapal secara keseluruhan tetapi juga berperan penting dalam memastikan keamanan dan efisiensi pelayaran. Dengan perawatan yang tepat, A/E dapat berfungsi secara optimal dan memberikan kontribusi besar terhadap kelancaran operasi kapal.

C. Sistem pada Auxiliary Engine

Auxiliary Engine (A/E) merupakan mesin bantu yang memiliki berbagai sistem pendukung agar dapat bekerja secara efisien, stabil, dan aman. Setiap sistem pada A/E dirancang untuk memenuhi kebutuhan operasional kapal, mulai dari pembangkitan tenaga listrik hingga menjaga mesin tetap berada dalam kondisi optimal. Komponen-komponen utama dalam sistem A/E bekerja secara

sinergis untuk menghasilkan energi mekanis yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik melalui generator.

Berikut adalah uraian mendalam tentang sistem-sistem utama pada Auxiliary Engine:

1. Sistem Pembakaran

Sistem pembakaran adalah inti dari Auxiliary Engine, di mana bahan bakar diubah menjadi energi mekanis melalui proses pembakaran internal. Proses ini melibatkan beberapa komponen penting, seperti:

- a. Ruang Bakar: Tempat berlangsungnya pembakaran bahan bakar yang bercampur dengan udara.
- b. Injektor Bahan Bakar: Bertugas menyemprotkan bahan bakar ke ruang bakar dalam bentuk kabut untuk mempermudah pencampuran dengan udara.
- c. Katup Masuk dan Katup Buang: Katup masuk memungkinkan udara segar masuk ke ruang bakar, sementara katup buang mengeluarkan gas hasil pembakaran.
- d. Piston: Bergerak naik turun di dalam silinder untuk mentransfer energi hasil pembakaran ke poros engkol.

Proses pembakaran pada Auxiliary Engine dirancang agar efisien dan menghasilkan tenaga maksimal dengan meminimalkan emisi. Menurut penelitian oleh Smith (2019), efisiensi pembakaran sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan bakar, desain ruang bakar, dan kinerja injektor bahan bakar.

2. Sistem Pelumasan

Sistem pelumasan pada Auxiliary Engine bertujuan untuk mengurangi gesekan antara komponen yang bergerak, mencegah keausan, dan melindungi komponen dari panas berlebih. Sistem ini menggunakan pelumas yang disirkulasikan ke seluruh bagian mesin melalui pompa pelumas.

Komponen utama dalam sistem pelumasan meliputi:

- a. Pompa Pelumas: Mengalirkan oli ke seluruh bagian mesin dengan tekanan yang cukup.
- b. Filter Pelumas: Menyaring kotoran dari oli agar tidak merusak komponen mesin.

- c. Pendingin Oli: Menjaga suhu oli agar tidak terlalu panas dan tetap efektif dalam melumasi komponen.
- d. Tangki Pelumas: Tempat penyimpanan oli yang akan digunakan dalam sistem.

Sistem pelumasan sangat penting dalam menjaga umur panjang Auxiliary Engine. Pelumasan yang tidak memadai dapat menyebabkan overheat, keausan komponen, dan bahkan kerusakan permanen pada mesin. Oleh karena itu, perawatan rutin seperti penggantian oli dan pembersihan filter menjadi prioritas utama dalam pemeliharaan A/E.

3. Sistem Pendingin

Sistem pendingin pada Auxiliary Engine dirancang untuk mengatur suhu operasional mesin agar tetap stabil. Tanpa sistem pendingin yang baik, suhu mesin dapat meningkat drastis akibat pembakaran yang terus-menerus, yang dapat menyebabkan kerusakan komponen atau bahkan kegagalan mesin secara total.

Sistem pendingin pada A/E biasanya menggunakan dua jenis medium pendingin, yaitu:

- a. Air Tawar (*Fresh Water*): Digunakan untuk menyerap panas dari mesin. Air tawar ini bersirkulasi melalui saluran pendingin di dalam blok mesin dan kepala silinder.
- b. Air Laut (*Sea Water*): Digunakan sebagai medium pendingin sekunder di heat exchanger, di mana panas dari air tawar dipindahkan ke air laut. Komponen utama dalam sistem pendingin meliputi:
 - c. Pompa Pendingin: Mengalirkan air pendingin ke seluruh sistem dengan tekanan yang cukup.
 - d. *Heat Exchanger*: Memindahkan panas dari air tawar ke air laut tanpa mencampurkan keduanya.
 - e. *Thermostat*: Mengontrol sirkulasi air pendingin berdasarkan suhu mesin.
 - f. Filter Air: Menyaring kotoran atau partikel yang dapat menyumbat saluran pendingin.

Sistem pendingin membutuhkan perawatan rutin untuk memastikan aliran air tidak terganggu oleh kotoran atau kerak pada saluran atau heat

exchanger. Menurut Brown (2020), akumulasi kotoran pada sistem pendingin dapat mengurangi efisiensi perpindahan panas hingga 30%.

4. Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar pada Auxiliary Engine bertanggung jawab untuk menyediakan bahan bakar dalam jumlah, tekanan, dan waktu yang tepat ke ruang bakar. Sistem ini memainkan peran penting dalam memastikan proses pembakaran berjalan secara optimal.

Komponen utama dalam sistem bahan bakar meliputi:

- a. Tangki Bahan Bakar: Tempat penyimpanan bahan bakar yang akan digunakan oleh mesin.
- b. Pompa Bahan Bakar: Meningkatkan tekanan bahan bakar agar dapat disuplai ke injektor.
- c. Filter Bahan Bakar: Menyaring kotoran atau partikel dalam bahan bakar untuk mencegah kerusakan pada injektor.
- d. Injektor Bahan Bakar: Menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut halus ke ruang bakar untuk dicampur dengan udara.
- e. Saluran Pipa Bahan Bakar: Mengalirkan bahan bakar dari tangki ke pompa dan injektor.

Kinerja sistem bahan bakar sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan bakar yang digunakan. Bahan bakar dengan kadar sulfur tinggi atau yang terkontaminasi dapat menyebabkan endapan karbon pada injektor, mengurangi efisiensi pembakaran, dan meningkatkan emisi gas buang.

5. Tantangan dalam Pemeliharaan Sistem

Pemeliharaan sistem pada Auxiliary Engine menjadi tantangan tersendiri bagi operator kapal. Hal ini disebabkan oleh kompleksitas masing-masing sistem dan dampaknya yang saling berkaitan. Contohnya, gangguan pada sistem pelumasan dapat menyebabkan overheating, yang kemudian memengaruhi kinerja sistem pendingin. Oleh karena itu, diperlukan jadwal pemeliharaan yang ketat dan inspeksi rutin untuk mencegah kerusakan.

Sistem-sistem pada Auxiliary Engine merupakan fondasi utama yang memungkinkan mesin bekerja secara efisien dan andal. Dengan memahami setiap komponen dan fungsinya, operator dapat memastikan bahwa mesin tetap

dalam kondisi optimal dan siap mendukung operasi kapal. Perawatan rutin dan penggunaan komponen berkualitas menjadi kunci utama dalam menjaga performa Auxiliary Engine.

D. Bagian-Bagian Pendingin Air Tawar pada Auxiliary Engine

Sistem pendingin air tawar pada Auxiliary Engine (A/E) memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga suhu operasional mesin agar tetap stabil dan mencegah overheating. Sistem ini bekerja dengan cara mengalirkan air tawar yang memiliki suhu lebih rendah melalui komponen-komponen tertentu, yang kemudian menyerap panas dari mesin dan membawa panas tersebut keluar melalui sistem pendingin lainnya, seperti heat exchanger yang menggunakan air laut sebagai media pembuangan panas. Dalam sistem ini, terdapat beberapa komponen utama yang bekerja secara sinergis untuk memastikan efisiensi sistem pendinginan tetap optimal.

Berikut adalah uraian lebih rinci mengenai komponen utama dalam sistem pendingin air tawar pada Auxiliary Engine:

1. Pompa Pendingin

Pompa pendingin adalah komponen pertama yang terlibat dalam proses sirkulasi air tawar di seluruh sistem pendingin A/E. Fungsinya adalah untuk mengalirkan air tawar melalui sistem dengan tekanan yang cukup, sehingga memastikan distribusi yang merata ke berbagai bagian mesin yang membutuhkan pendinginan. Pompa pendingin umumnya terhubung langsung dengan mesin dan digerakkan oleh daya mekanis yang dihasilkan mesin A/E itu sendiri.

Pompa ini bekerja dengan cara memompa air tawar melalui pipa distribusi yang menghubungkan sistem pendingin ke bagian-bagian mesin yang memerlukan pendinginan, seperti silinder dan kepala silinder. Dalam prakteknya, pompa pendingin harus dirawat secara rutin agar tidak terjadi penurunan tekanan aliran air yang dapat memengaruhi performa mesin. Keausan pada pompa atau kerusakan pada komponen impeller (bagian pemutar pompa) dapat menyebabkan penurunan efisiensi sistem pendinginan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan risiko overheating pada mesin.

2. Heat Exchanger

Heat exchanger adalah komponen penting yang berfungsi untuk menurunkan suhu air tawar setelah air tersebut mengalir melalui sistem pendingin mesin. Fungsi utama dari heat exchanger adalah untuk mentransfer panas dari air tawar yang mengalir keluar dari mesin ke air laut yang mengalir di sisi lain exchanger, sehingga mengurangi suhu air tawar yang dipompa kembali ke sistem.

Pada prinsipnya, heat exchanger bekerja dengan memanfaatkan perbedaan suhu antara air tawar dan air laut untuk mentransfer panas. Air tawar yang lebih panas akan dipertemukan dengan air laut yang lebih dingin dalam pipa-pipa yang terpisah. Meskipun kedua cairan ini tidak bercampur, panas dari air tawar akan berpindah ke air laut, sehingga suhu air tawar dapat diturunkan. Heat exchanger yang tidak terpelihara dengan baik, seperti yang tersumbat oleh kotoran atau kerak, akan mengurangi efisiensi perpindahan panas, yang dapat menyebabkan kenaikan suhu mesin.

Penting untuk memeriksa dan membersihkan heat exchanger secara berkala untuk menghindari penurunan efisiensi. Biasanya, pembersihan dilakukan dengan cara kimia atau mekanis, tergantung pada jenis kotoran atau kerak yang menumpuk.

3. Filter

Filter berfungsi untuk menyaring kotoran atau partikel asing yang ada dalam air tawar sebelum air tersebut masuk ke dalam sistem pendingin. Kotoran yang tidak disaring dapat mengendap dan menyumbat saluran air, mengganggu aliran air tawar yang diperlukan untuk mendinginkan mesin. Selain itu, partikel yang tersisa dalam sistem dapat menyebabkan keausan pada komponen-komponen penting seperti pompa dan pipa distribusi.

Filter pada sistem pendingin air tawar biasanya terdiri dari elemen filtrasi berbentuk jaring atau kasa logam yang dirancang untuk menangkap partikel besar seperti karat, pasir, dan debris lainnya. Filter ini harus diperiksa dan dibersihkan secara rutin untuk menjaga kelancaran aliran air dan mencegah penurunan tekanan aliran air tawar yang dapat mengganggu sistem pendinginan.

Penting untuk menggunakan filter dengan ukuran pori yang tepat, karena filter yang terlalu rapat dapat menyebabkan penurunan tekanan aliran yang berlebihan, sementara filter yang terlalu longgar tidak akan efektif dalam menyaring kotoran.

4. *Thermostat*

Thermostat adalah komponen yang berfungsi untuk mengatur suhu air tawar yang mengalir dalam sistem pendingin. *Thermostat* beroperasi berdasarkan prinsip pengaturan suhu, yaitu mengontrol kapan sirkulasi air tawar akan dimulai atau dihentikan berdasarkan suhu yang tercatat pada sensor termal. Saat suhu mesin meningkat, *thermostat* akan membuka aliran air tawar lebih banyak untuk mendinginkan mesin. Sebaliknya, ketika suhu turun ke tingkat yang aman, *thermostat* akan menutup aliran air tawar untuk menghindari pemborosan energi dan untuk menjaga agar mesin tetap dalam kondisi stabil.

Tanpa *thermostat* yang berfungsi dengan baik, suhu mesin bisa lebih sulit dikendalikan. Jika *thermostat* rusak atau tidak berfungsi, aliran air tawar yang tidak teratur dapat menyebabkan mesin menjadi terlalu panas atau bahkan overcooling, yang keduanya dapat merusak performa mesin.

5. Pipa Distribusi

Pipa distribusi berfungsi sebagai saluran utama yang mengalirkan air tawar ke dan dari mesin. Pipa ini menghubungkan pompa pendingin, mesin, heat exchanger, dan filter dalam sistem pendinginan. Pipa distribusi harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap tekanan tinggi, suhu panas, dan korosi yang disebabkan oleh air tawar. Material yang biasa digunakan untuk pipa distribusi termasuk baja tahan karat atau pipa PVC khusus yang tahan terhadap bahan kimia dan suhu tinggi.

Perawatan pipa distribusi sangat penting untuk menjaga kelancaran aliran air tawar dalam sistem. Pipa yang bocor atau tersumbat dapat menghambat aliran air tawar, yang mengarah pada peningkatan suhu mesin dan kerusakan lebih lanjut pada sistem pendingin. Oleh karena itu, pemantauan kondisi pipa dan pemeriksaan kebocoran harus dilakukan secara berkala.

Sistem pendingin air tawar pada Auxiliary Engine terdiri dari beberapa komponen yang bekerja bersama untuk menjaga suhu mesin agar tetap stabil dan mencegah terjadinya overheating. Pompa pendingin mengalirkan air tawar ke seluruh sistem, sementara heat exchanger bertugas menurunkan suhu air tawar dengan mentransfer panas ke air laut. Filter, thermostat, dan pipa distribusi memiliki peran masing-masing dalam memastikan bahwa air tawar yang digunakan dalam proses pendinginan tetap bersih, mengalir secara optimal, dan sesuai dengan kebutuhan suhu mesin.

Penting untuk melakukan perawatan dan inspeksi berkala terhadap komponen-komponen dalam sistem pendingin air tawar, karena kerusakan atau penurunan efisiensi pada salah satu komponen dapat menyebabkan masalah serius, seperti overheating atau kerusakan pada mesin A/E. Sebagai komponen vital dalam menjaga kelancaran operasi kapal, sistem pendingin yang efektif sangat penting untuk menjaga keamanan dan efisiensi operasional kapal secara keseluruhan.

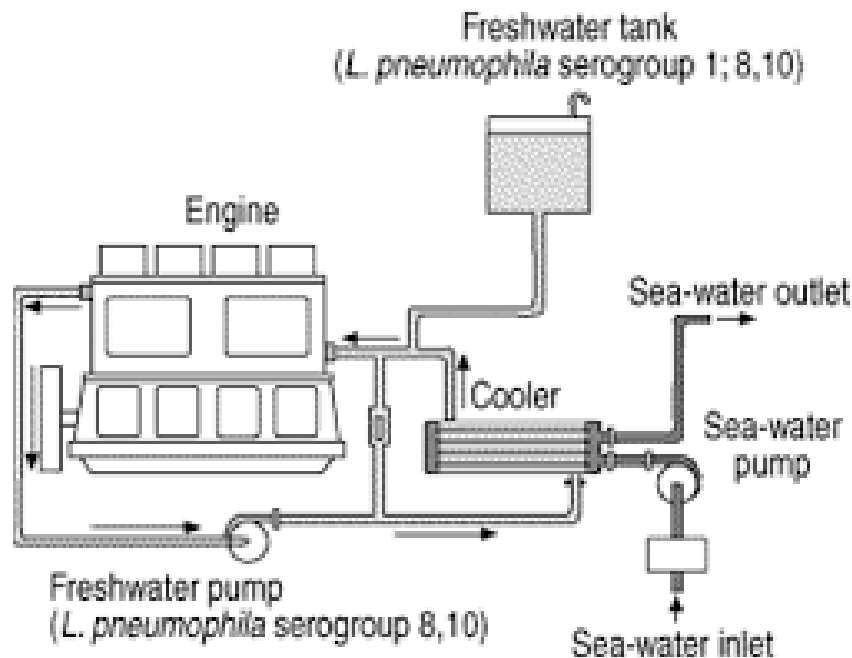
E. Sistem Pendingin Air Tawar pada Auxiliary Engine

Sistem pendingin air tawar pada Auxiliary Engine (A/E) dirancang untuk menjaga suhu operasional mesin agar tetap berada dalam batas yang aman dan optimal. Sistem ini berfungsi mencegah suhu mesin naik hingga mencapai titik kritis yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen penting dalam mesin, serta memastikan agar mesin bekerja dengan efisiensi yang tinggi. Salah satu tujuan utama dari sistem pendingin adalah menjaga kestabilan suhu mesin agar tetap dalam kondisi kerja yang ideal, di mana mesin dapat beroperasi dengan daya yang maksimal tanpa risiko overheating.

Proses kerja sistem pendingin air tawar dimulai dengan mengalirkan air tawar yang telah dipompa menuju bagian-bagian mesin yang membutuhkan pendinginan. Biasanya, air tawar ini mengalir ke bagian-bagian seperti blok mesin, kepala silinder, dan bagian-bagian lainnya yang terpapar panas. Air tawar menyerap panas yang dihasilkan oleh proses pembakaran di dalam mesin dan membawa panas tersebut keluar dari mesin. Setelah itu, air tawar yang telah menyerap panas tersebut akan dialirkan ke dalam heat exchanger.

Menurut Smith (2019), sistem pendingin air tawar dilengkapi dengan kontrol suhu otomatis yang berfungsi untuk memonitor suhu mesin dan mengatur aliran air tawar secara otomatis. Kontrol suhu otomatis ini sangat penting dalam menjaga kestabilan suhu mesin, karena jika suhu mesin melebihi batas operasional yang diizinkan, dapat terjadi kerusakan pada komponen mesin, seperti keausan pada bearing, pemuai komponen logam yang dapat menyebabkan kebocoran, atau bahkan kegagalan total mesin. Oleh karena itu, pengaturan aliran air tawar secara otomatis berdasarkan suhu mesin adalah aspek kritical dalam operasi sistem pendingin.

Gambar 1 Sistem Pendingin pada Kapal



Sumber: Smith (2019)

Setelah air tawar menyerap panas dari mesin, suhu air tawar akan meningkat, dan dalam kondisi tersebut, air tawar harus didinginkan kembali agar dapat digunakan lagi dalam siklus pendinginan berikutnya. Salah satu komponen penting yang terlibat dalam proses ini adalah heat exchanger, yang berfungsi untuk mentransfer panas dari air tawar yang panas ke air laut yang memiliki suhu lebih rendah, sehingga memungkinkan air tawar untuk mendingin kembali tanpa harus terpapar langsung ke lingkungan luar.

Namun, agar sistem pendingin air tawar ini berfungsi secara efektif, komponen-komponen di dalamnya harus dijaga dalam kondisi yang baik. Salah

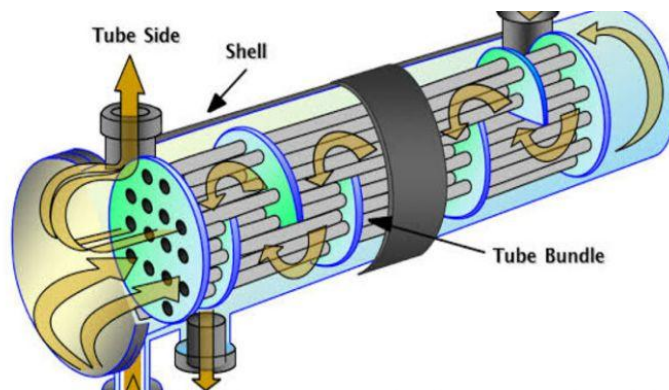
satu faktor yang mempengaruhi efisiensi sistem pendinginan adalah ketersediaan air tawar yang bersih dan bebas dari partikel atau kotoran yang dapat menghambat aliran air dalam pipa dan sistem lainnya. Oleh karena itu, penting untuk memeriksa dan membersihkan sistem pendingin secara berkala agar tetap bekerja dengan optimal.

Sistem pendingin air tawar tidak hanya berfungsi untuk menjaga suhu mesin dalam batas aman, tetapi juga berperan penting dalam memastikan bahwa mesin A/E dapat bekerja dengan daya yang efisien dan menghasilkan daya listrik yang dibutuhkan untuk operasi kapal. Tanpa sistem pendingin yang berfungsi dengan baik, kapal dapat mengalami gangguan operasional yang serius, bahkan berisiko mengalami kerusakan pada mesin akibat overheating.

F. Heat Exchanger

Heat exchanger adalah salah satu komponen paling penting dalam sistem pendingin air tawar pada Auxiliary Engine. Fungsi utama heat exchanger adalah untuk mentransfer panas dari air tawar yang telah dipanaskan oleh proses pendinginan mesin ke air laut yang memiliki suhu lebih rendah. Proses ini terjadi tanpa kedua cairan tersebut bercampur, sehingga air tawar yang sudah panas dapat didinginkan dan siap digunakan lagi dalam siklus pendinginan berikutnya.

Gambar 2 *Shell and Tube Heat Exchanger*



Sumber: Brown (2020)

Proses perpindahan panas pada heat exchanger dilakukan dengan memanfaatkan perbedaan suhu antara air tawar dan air laut. Air tawar yang lebih panas akan dipertemukan dengan air laut yang lebih dingin dalam pipa-pipa terpisah. Walaupun air tawar dan air laut tidak bercampur, panas dari air tawar akan berpindah ke air laut melalui permukaan pipa atau dinding pemisah,

sehingga air tawar dapat mendingin. Salah satu jenis heat exchanger yang umum digunakan pada kapal adalah plate heat exchanger, di mana permukaan pipa yang mengalirkan air tawar dipisahkan dari permukaan pipa yang mengalirkan air laut dengan pelat logam atau bahan lainnya.

Menurut penelitian oleh Brown (2020), efisiensi heat exchanger dapat menurun drastis apabila kotoran atau kerak menumpuk pada tube-tube atau permukaan pemisah di dalam alat ini. Kotoran seperti karat, lumpur, atau pasir yang berasal dari air tawar atau air laut dapat menghambat proses perpindahan panas, sehingga menyebabkan peningkatan suhu air tawar yang lebih tinggi. Hal ini dapat berakibat pada terjadinya overheating pada mesin dan penurunan efisiensi sistem pendinginan secara keseluruhan. Penurunan efisiensi ini dapat menyebabkan penurunan daya mesin dan bahkan berisiko pada kerusakan mesin yang lebih serius.

Brown (2020) menunjukkan bahwa akumulasi kotoran pada tube-tube heat exchanger dapat menurunkan efisiensi perpindahan panas hingga 30%. Oleh karena itu, perawatan dan pembersihan heat exchanger secara berkala sangat penting untuk menjaga performa sistem pendinginan pada kapal. Pembersihan heat exchanger dapat dilakukan dengan berbagai metode, termasuk pembersihan kimia menggunakan larutan khusus untuk melarutkan kerak, atau pembersihan mekanis dengan menggunakan alat untuk mengikis kotoran dari permukaan pipa.

Salah satu tantangan utama dalam pemeliharaan heat exchanger adalah pencegahan penumpukan kotoran pada tube-tube atau permukaan pemisah. Kualitas air yang digunakan dalam sistem pendingin sangat memengaruhi kecepatan pembentukan kerak dan penumpukan kotoran. Penggunaan filter yang baik pada sistem pendingin dapat membantu mengurangi jumlah partikel kotoran yang masuk ke dalam heat exchanger, namun tetap dibutuhkan perawatan rutin untuk memastikan alat ini tetap bekerja secara efisien.

G. Filter pada Sistem Pendingin

Filter merupakan salah satu komponen penting dalam menjaga kelancaran aliran air tawar yang digunakan dalam sistem pendingin pada Auxiliary Engine. Fungsi utama filter adalah untuk menyaring partikel-partikel kecil yang dapat

mencemari air tawar sebelum air tersebut masuk ke dalam sistem pendinginan. Tanpa filter yang baik, kotoran seperti pasir, karat, atau debris lainnya dapat masuk ke dalam sistem pendingin dan mengganggu kinerja berbagai komponen, termasuk pompa, pipa distribusi, dan heat exchanger.

Partikel-partikel kecil yang tidak disaring dapat menumpuk dalam saluran air tawar, menyebabkan sumbatan pada pipa, dan menghambat aliran air tawar yang diperlukan untuk mendinginkan mesin. Akibatnya, aliran air akan terhambat, tekanan air menurun, dan suhu mesin dapat meningkat secara signifikan. Jika kondisi ini dibiarkan tanpa tindakan, dapat menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen mesin dan sistem pendinginan, serta penurunan efisiensi sistem secara keseluruhan.

White (2021) menegaskan bahwa perawatan filter secara berkala sangat penting untuk memastikan sistem pendinginan tetap berfungsi dengan baik. Filter yang kotor atau tersumbat dapat menyebabkan penurunan efisiensi sirkulasi air tawar dan, pada gilirannya, mengakibatkan peningkatan suhu mesin. Pemeliharaan filter yang tepat termasuk pemeriksaan berkala, pembersihan, atau penggantian filter jika diperlukan. Selain itu, pemilihan jenis filter yang tepat juga sangat penting untuk memastikan bahwa filter tersebut dapat menangkap partikel kotoran dengan ukuran yang sesuai, tanpa menurunkan aliran air secara berlebihan.

Filter yang terpasang pada sistem pendingin air tawar dapat berupa filter mekanis, yang menggunakan jaring atau kisi untuk menangkap kotoran, atau filter dengan bahan penyaring yang lebih halus untuk menyaring partikel-partikel yang lebih kecil. Pemilihan filter yang tepat bergantung pada kualitas air yang digunakan dalam sistem, serta ukuran dan desain sistem pendinginan itu sendiri.

Dengan perawatan filter yang tepat, sistem pendinginan air tawar dapat berfungsi dengan optimal, mengurangi risiko overheating, dan memastikan mesin beroperasi pada suhu yang efisien. Oleh karena itu, filter harus menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari pemeliharaan rutin sistem pendinginan pada kapal.

H. Kerangka Pikir Penelitian

