

**ANALISIS TEMPERATUR TINGGI PENDINGIN AIR TAWAR
PADA MESIN INDUK DI KAPAL MT. MUTIARA GLOBAL**



DI SUSUN OLEH :

MUH.SYAH DAN RIZALDY

NIT: 21.42.099

TEKNIKA

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

ANALISIS TEMPERATUR TINGGI PENDINGIN AIR TAWAR PADA MESIN INDUK DI KAPAL MT. MUTIARA GLOBAL

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi
TEKNIKA

Disusun dan Diajukan oleh

MUH.SYAH DAN RIZALDY

NIT: 21.42.099

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

PRAKATA

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan petunjuk-Nya, saya berhasil menyelesaikan penyusunan skripsi berjudul " ANALISIS TEMPERATUR TINGGI PENDINGIN AIR TAWAR PADA MESIN INDUK DI KAPAL MT. MUTIARA GLOBAL ”

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 Saharuddin dan ibu Herawati Nawir, 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.
4. Bapak Pembimbing I.
5. Bapak Pembimbing II.
6. Para perwira, staf pengajar, dan karyawan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
7. Kepala Kamar Mesin, perwira, dan seluruh ABK di MT. MUTIARA GLOBAL
8. 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, 7 Desember 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'MUH.SYAH DAN RIZALDY', written over several horizontal lines.

MUH.SYAH DAN RIZALDY

NIT: 21.42.099

SKRIPSI
ANALISIS TEMPERATUR TINGGI PENDINGIN AIR TAWAR PADA
MESIN INDUK DI KAPAL MT. MUTIARA GLOBAL

Disusun dan Diajukan oleh:

MUH.SYAH DAN RIZALDY

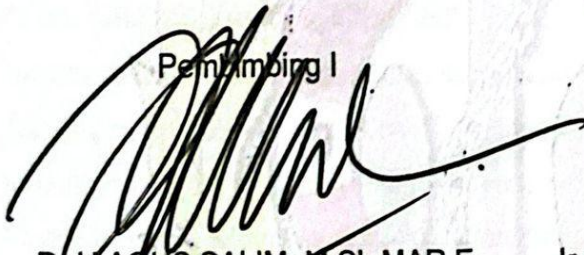
NIT: 21.42.099

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi

Pada tanggal, 7 November 2025

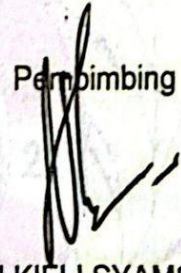
Menyetujui,

Pembimbing I



D. H. AGUS SALIM, M.SI., MAR.E
NIP: 19630817 199808 1 001

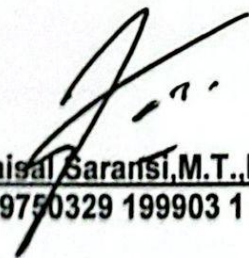
Pembimbing II



Ir. ZULKIFLI SYAMSUDDIN
S.SIT., MT., M.MAR.E
NIP: 198403232019021002

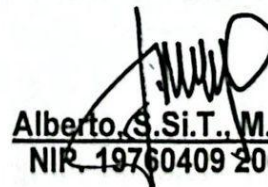
Mengetahui:

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



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

Ketua Program Studi Teknika



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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya : MUH.SYAH DAN RIZALDY
Nomor Induk Taruna : 21.42.099
Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

ANALISIS TEMPERATUR TINGGI PENDINGIN AIR TAWAR PADA MESIN INDUK DI KAPAL MT. MUTIARA GLOBAL

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 7 Desember 2025



MUH.SYAH DAN RIZALDY
NIT: 21.42.099

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya : MUH.SYAH DAN RIZALDY
Nomor Induk Taruna : 21.42.099
Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

ANALISIS TEMPERATUR TINGGI PENDINGIN AIR TAWAR PADA MESIN INDUK DI KAPAL MT. MUTIARA GLOBAL

Bahwa seluruh isi, petikan, data dan sumber-sumber lain betul asli dan bebas dari plagiat.

Bila pernyataan diatas terbukti mengandung plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi berupa aturan pendidikan yang ditetapkan secara nasional yang dikeluarkan oleh institusi PIP Makassar.

Makassar, 7 Desember 2025



MUH.SYAH DAN RIZALDY
NIT: 21.42.099

ABSTRAK

Muh.Syahdan Rizaldy, *Study Analisis meningkatnya temperature mesin pendingin air tawar pada mesin induk MT.MUTIARA GLOBAL (dibimbing oleh H.Agus Salim dan zulkifli Syamsudin).*

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja Fresh Water Cooler (FWC) pada mesin induk kapal MT. Mutiara Global serta hubungannya dengan temperatur Lubricating Oil (LO), faktor penyebab gangguan, dan upaya perbaikan yang dilakukan. Kapal MT. Mutiara Global merupakan kapal tanker oil product dengan sistem pendingin tertutup menggunakan air tawar sebagai media pendingin primer yang kemudian didinginkan melalui air laut di FWC.

Metode penelitian yang digunakan bersifat kualitatif deskriptif, mengacu pada observasi langsung, pencatatan log book temperatur FWC dan LO, wawancara dengan chief engineer, serta dokumentasi lapangan terkait kondisi sistem pendingin. Penelitian difokuskan pada periode pengoperasian kapal dari 15–19 Oktober 2023, ketika terjadi gangguan pendinginan akibat fouling pada FWC.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi normal, temperatur inlet FWC berada pada 36–38°C dan outlet 65–67°C, sedangkan temperatur LO outlet stabil pada 48–50°C. Namun, selama periode gangguan, FWC outlet meningkat hingga 73°C dan LO outlet mencapai 62°C, akibat fouling pelat, filter air laut kotor, dan tekanan pompa air laut menurun. Gangguan ini berpengaruh langsung terhadap viskositas pelumas, meningkatkan risiko bearing failure, scuffing piston-liner, dan overheating mesin induk.

Tindakan perbaikan yang dilakukan meliputi pembersihan FWC, descaling, flushing, monitoring temperatur secara rutin, perawatan filter air laut, serta penerapan jadwal Planned Maintenance System (PMS). Setelah perbaikan, aliran pendingin kembali normal dan temperatur FWC serta LO kembali ke rentang standar.

Kesimpulannya, kinerja FWC sangat mempengaruhi kestabilan temperatur LO dan keseluruhan kinerja mesin induk. Penerapan perawatan berkala, monitoring yang ketat, dan perawatan filter air laut merupakan langkah efektif untuk mencegah overheating dan kerusakan komponen utama mesin induk.

Kata Kunci: Fresh Water Cooler, Lubricating Oil, Mesin Induk, Pendinginan Tertutup, Fouling, Kapal Tanker.

ABSTRACT

Muh.Syahdan Rizaldy, Study Analysis of the increasing temperature of the fresh water cooling engine on the MT.MUTIARA GLOBAL main engine. (supervised by Mr. H.Agus Salim and Mr.zulkifli Syamsudin).

This study aims to analyze the performance of the Fresh Water Cooler (FWC) on the main engine of MT. Mutiara Global and its relationship with Lubricating Oil (LO) temperature, the factors causing cooling disturbances, and the corrective actions implemented. MT. Mutiara Global is an oil product tanker equipped with a closed cooling system, using fresh water as the primary cooling medium, which is subsequently cooled by seawater in the FWC.

The research employed a qualitative descriptive method, involving direct observation, recording FWC and LO temperature logs, interviews with the chief engineer, and field documentation of the cooling system conditions. The study focused on the period from October 15–19, 2023, during which cooling disturbances occurred due to fouling in the FWC.

Results indicate that under normal conditions, the FWC inlet temperature ranged 36–38°C and outlet 65–67°C, while LO outlet temperature remained stable at 48–50°C. However, during the disturbance, the FWC outlet rose to 73°C and LO outlet reached 62°C, caused by fouled plates, dirty seawater filters, and reduced seawater pump pressure. This disturbance directly affected lubricant viscosity, increasing the risk of bearing failure, piston-liner scuffing, and engine overheating.

Corrective actions included FWC cleaning, descaling, flushing, routine temperature monitoring, seawater filter maintenance, and implementation of a Planned Maintenance System (PMS). Following these measures, the cooling flow returned to normal and FWC and LO temperatures returned to standard ranges.

In conclusion, FWC performance significantly affects LO temperature stability and overall main engine performance. Regular maintenance, strict monitoring, and seawater filter care are effective measures to prevent overheating and major engine component damage.

Keywords: Fresh Water Cooler, Lubricating Oil, Main Engine, Closed Cooling System, Fouling, Tanker Vessel.

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Mesin Induk (Main Engine)	4
B. Hal-hal yang dapat menyebabkan temperatur tinggi <i>fresh water cooler</i>	7
C. Pengertian Pendingin (cooler)	10
D. Tujuan Pendinginan	18
E. Manfaat Pendinginan	21
F. Bagian-bagian Utama Yang Didinginkan	23
G. Media Pendinginan	25
H. Kerangka Pikir	29
I. Bagan Kerangka Pikir	30
J. Hipotesis	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Jenis Penelitian	32
B. Definisi Operasional Variabel	32
C. Teknik Pengumpulan Data	32
D. Teknik Analisis Data	33
E. Jadwal Penelitian	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	35
A. Hasil Analisis Data Penelitian	35
B. Pembahasan	51

BAB V SIMPULAN DAN SARAN	51
A. Simpulan	54
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	31
Tabel 4. 1 Tempat penulis melaksanakan penelitian	35
Tabel 4. 2 Ship Particular	36
Tabel 4. 3 Kinerja <i>Fresh water cooler</i> .	38
Tabel 4. 4 Spesifikasi <i>Fresh water cooler</i> .	38
Tabel 4. 5 Komponen <i>Fresh water cooler</i> .	38
Tabel 4. 6 Data naiknya temperatur pada mesin induk	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Data normal temperatur air pendingin	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Skematik sistem pendingin	43
Tabel 4. 9 Planned Maintenance Schedule (PMS) FW Cooler Cleani	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 skematik <i>plate cooler</i>	7
Gambar 2. 2 skematik pompa <i>sentrifugal</i> .	9
Gambar 2. 3 skematik Sistem Pendingin Tertutup	12
Gambar 2. 4 Skematik sistem pendingin terbuka	13
Gambar 2. 5 <i>Fresh Water Cooler</i>	17
Gambar 4. 1 <i>Nameplate Fresh water cooler</i> MT. Mutiara global	36
Gambar 4. 2 <i>Fresh water pump</i> MT. Mutiara global	37
Gambar 4. 3 <i>Fresh water expansion tank</i> MT. Mutiara global	38
Gambar 4. 4 <i>Fresh water cooler</i> MT. Mutiara global	38
Gambar 4. 5 <i>Thermostat</i> MT. Mutiara global	39
Gambar 4. 6 <i>Plate fresh water cooler</i> MT. Mutiara global	43
Gambar 4. 7 <i>Filter central cooler</i>	44
Gambar 4. 8 <i>Pressure Cooling sea water pump</i> MT. Mutiara global	45
Gambar 4. 9 <i>Cooling sea water pump</i> MT. Mutiara global	46

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Untuk kelancaran jalannya sebuah motor diesel yang digunakan sebagai tenaga penggerak di kapal maka membutuhkan pendinginan yang sempurna. Menurut E.Karyanto (2018) pada bukunya yang berjudul Panduan Reparasi Mesin Diesel menyebutkan bahwa panas yang dikompresikan dan dipadatkan bisa mencapai suhu 500⁰C – 700⁰C. Sehingga bagian-bagian motor menjadi sangat panas karena gas pembakaran tersebut. Sistem pendingin adalah salah satu bagian penting pada sebuah kapal yang memerlukan perhatian yang cukup, karena lancar tidaknya pengoperasian kapal sangat tergantung pada hasil kerja mesin, sebab dalam mesin diesel dinding silinder selalu dikenai panas dari pembakaran secara radiasi yaitu: perpindahan panas melalui sinar atau cahaya. Jika silinder tidak didinginkan, maka minyak yang melumasi torak akan encer dan menguap dengan cepat, sehingga torak maupun silinder dapat rusak akibat suhu tinggi hasil dari pembakaran.

Dalam pengoperasian mesin induk sering terjadi gangguan sistem pendingin air tawar pada mesin induk, untuk itu crew mesin di atas kapal dituntut agar tanggap dalam menjaga kelancaran operasinya, sehingga dalam pelayaran kapal tidak mengalami gangguan sistem pendingin air tawar pada mesin induk.

Sebagai bahan pendingin pada motor diesel dapat digunakan seperti udara, air dan minyak. Dari ketiga bahan pendingin ini air merupakan bahan pendingin yang sangat baik untuk menyerap panas. Air laut biasa digunakan dalam sistem pendingin tetapi dapat mengakibatkan timbulnya korosi pada permukaan yang dikenai air pendingin dan juga akan terjadi pembentukan kerak keras pada

bagian permukaan yang didinginkan, sehingga mengganggu perpindahan panas dan membuat saluran pendingin yang sempit dan menjadi tersumbat. Oleh karena itu sekarang yang lebih banyak digunakan adalah air tawar sebagai pendingin, sebab memiliki keuntungan yaitu semua permukaan logam yang dikenai air pendingin terhindar dari karat (korosi), material tersebut mempunyai daya tahan lebih lama dan juga tidak mengakibatkan pengendapan kerak pada suatu permukaan logam. Sistem pendingin mesin diesel di atas kapal menggunakan sistem pendinginan tidak langsung. Sistem pendingin tidak langsung ini merupakan sistem pendingin mesin yang menggunakan fresh water yang berikan *additive* sebagai media untuk mendinginkan mesin, kemudian *fresh water* ini didinginkan oleh air laut. Sistem pendingin tidak langsung dipilih karena mesin tidak didinginkan secara langsung. Komponen yang berfungsi mendinginkan air tawar ini umumnya disebut sebagai *heat exchanger fresh water cooler*. Mengingat pentingnya sistem pendingin air tawar dalam pengoperasian motor induk di atas kapal perlu diperhatikan untuk menjaga temperatur air pendingin agar tetap normal. Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut di atas, maka dalam skripsi ini penulis mencoba mengangkat judul: **"ANALISIS TEMPERATUR TINGGI PENDINGIN AIR TAWAR PADA MESIN INDUK DI KAPAL MT. MUTIARA GLOBAL"**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang penulis ambil adalah faktor apa yang dapat menyebabkan temperature tinggi pendingin air tawar pada mesin induk di kapal.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab temperatur tinggi pendingin air tawar pada mesin induk.

D. Manfaat Penelitian

1. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kepada pembaca tentang apa yang menyebabkan temperatur tinggi pendingin air tawar pada mesin induk.
2. Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberi sumbangan pemikiran dan pemecahannya dari masalah yang menyebabkan kinerja dari pendingin air tawar pada mesin induk yang tidak optimal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Mesin Induk (Main Engine)

Mesin diesel adalah mesin pembakaran internal dimana udara dikompres ke suhu yang cukup tinggi untuk menyalakan bahan bakar diesel yang disuntikkan ke dalam silinder, di mana pembakaran dan pemancaran menggerakkan piston yang mengubah energi kimia yang dalam bahan bakar menjadi energi mekanik, yang dapat digunakan untuk truk pengangkut barang, traktor besar, lokomotif, dan kapal laut. Main engine atau mesin utama pada kapal menggunakan mesin diesel. Mesin (engine) adalah gabungan dari alat-alat yang bergerak (dinamis) dan alat-alat yang tidak bergerak (statis) yang bila bekerja dapat menimbulkan tenaga energi. Mesin penggerak utama kapal dalam arti luas adalah meliputi seluruh unit dalam satu kesatuan pesawat/permesinan yang di tunjukkan untuk menggerakkan kapal dan dalam kondisi laik laut.

Menurut Larasati (2020), pengertian temperatur adalah besaran yang menunjukkan derajat panas pada benda yang diukur dengan alat termometer. Menurut Wicaksono 2023 Dalam sistem pendingin pompa berfungsi untuk menghisap air laut dan menekan air ke dalam sistem, selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan pembakaran di dalam (internal combustion engine). Mesin diesel menjadi pilihan banyak pengguna motor bakar karena keunggulan dalam 20 tahun terakhir, karena potensi intrinsik mereka dalam menggambarkan struktur aliran dalam silinder yang tidak goyah dan dihasilkan secara acak.

Menurut Anam (2023), tugas utama air pendingin adalah mengambil kalor dari kondensor sehingga air pendingin mengalami kenaikan suhu. Gerakan bolak balik dari piston dikonversikan menjadi energi putar oleh crankshaft dengan pergerakan cylinder crank terdiri dari connecting rod dan crank yang tersambung dengan tenaga piston. Proses pembakaran yang terjadi di dalam cylinder liner pada mesin induk menghasilkan sumber panas. Sumber panas tersebut menyebabkan suhu pada mesin induk meningkat, oleh karena itu dibutuhkan sebuah pendingin yang dapat menurunkan temperatur mesin induk pendinginan yang dibutuhkan adalah pendinginan tertutup dalam hal ini pendingin air tawar. Tugas utama pendinginan air tawar adalah menghilangkan atau mengurangi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dan gesekan antara piston dengan cylinder liner dalam mesin induk. Proses pendinginan air tawar yang bertugas mendinginkan cylinder liner pada mesin induk menyebabkan temperatur air tawar tersebut mengalami peningkatan, oleh karena itu pendinginan air tawar tersebut perlu didinginkan oleh pendingin air laut. Kinerja dari mesin diesel itu sendiri sangat mempengaruhi tingkat efisiensi dan optimasi dari mesin diesel tersebut. Menurut Kaklis dkk (2019) Kaklis dkk (2019) tujuan optimasi dalam masalah perutean kapal biasanya meminimalkan waktu perjalanan, konsumsi bahan bakar dan resiko perjalanan yang akan di dapatkan pada saat kapal berlayar

Menurut Mohammed, Mosleh, El-Maghlani, dan Amma (2020) mesin diesel kelautan banyak digunakan di kapal dagang sebagai sistem penggerak. Terbuang panas mesin diesel adalah salah satu kelemahan utama dalam sistem ini. Hasil pembakaran bahan bakar menjelaskan bahwa Ketika motor diesel bekerja terjadilah panas dari hasil pembakaran bahan bakar atau panas yang timbulkan oleh gesekan antar komponen. Namun, kebanyakan dari

panas itu merupakan akibat dari hasil pembakaran guna mendapatkan tenaga motor. Bagian atas silinder merupakan bagian motor yang paling panas dan, jika hal macam ini tidak terkontrol dengan baik, bagian ini akan mengakibatkan rusaknya bagian motor yang lain. Menurut (Fikri, Hasan, 2019 n.d.) salah satu bagian dari komponen sistem pendingin yaitu pompa mengalami kerusakan pada mechanical seal sehingga mengakibatkan suhu air pendingin meningkat, rusaknya mechanical seal disebabkan bearing pada pompa fresh water cooling main engine rusak dan menyebabkan putaran shaft pompa berputar tidak normal sehingga hal ini mengakibatkan kerusakan mechanical seal karena adanya gesekan lebih dari shaft pompa ke mechanical seal perlu di adakan penggantian pada mechanical seal yang mengalami kerusakan, serta mengatur jadwal perawatan pada pompa air pendingin agar tidak terjadi masalah yang tidak di inginkan.

Menurut (Wibowo Wibowo dan Jamaluddin (2021 et al., n.d.-a) sistem pendingin tertutup menggunakan media pendingin air tawar dan air laut. Sistem ini berfungsi untuk menjaga kestabilan suhu pada bagian mesin. Untuk menjaga sistem pendingin bekerja dengan optimal dilakukan perawatan sesuai dengan buku manual.cairan masuk ke penukar panas pada ujung sama, dan melakukan perjalanan secara paralel satu sama lain ke sisi yang lain. Penukaran panas counter-flow, cairan masuk ke penukar panas dari ujung yang berlawanan. Desain arus berlawanan paling efisien karena dapat mentransfer panas terbanyak dari dari medium panas. Dalam penukar panas lintas aliran cairan bergerak secara kasar terhadap satu sama lain

Sistem pendingin sangat besar manfaatnya untuk menetralkan dan mengontrol temperatur motor. Sebagian panas yang berasal dari gas pembakaran harus dipindahkan secara langsung ke fluida

pendingin, sedangkan pada bagian bawah silinder pemindahan panas ke fluida pendingin secara tidak langsung. Jika tidak dapat berfungsi dengan baik, temperatur setiap bagian silinder akan naik.

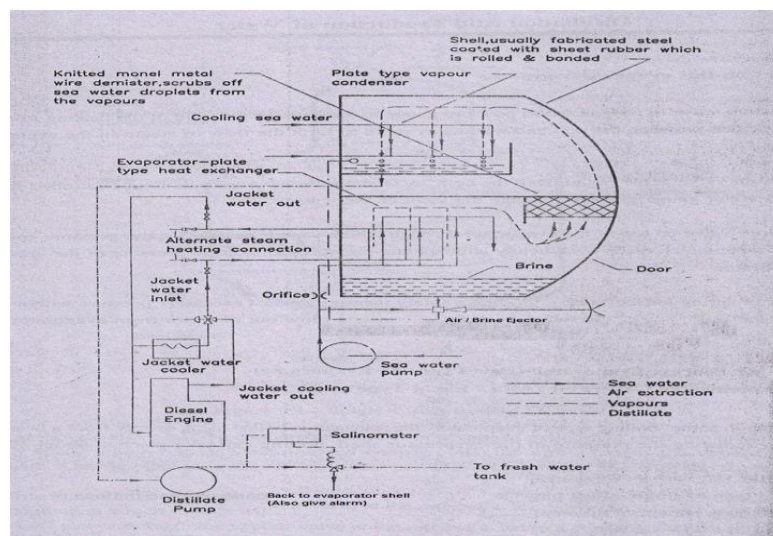
Menurut Anand Patel (2023), heat exchangers adalah unit pemindah panas antar fluida pada suhu berbeda melalui perpindahan panas. Heat exchanger merupakan bagian komponen sistem pendingin mesin induk yang sangat berperan dalam proses menurunkan temperatur fluida. Oleh karena itu, motor harus didinginkan dengan baik meskipun pendingin merupakan kerugian jika ditinjau dari segi pemanfaatan energi. Namun, pendingin merupakan keperluan untuk menjamin kelangsungan kinerja mesin dan perawatan pencegahan terhadap perawatan perbaikan.

B. Hal-hal yang dapat menyebabkan temperatur tinggi *fresh water cooler*

1. Penyerapan panas yang terjadi pada *cooler* kurang optimal.

a. Terjadinya korosi pada plate cooler

Gambar 2. 1 Skematik Plate Cooler



Sumber : maritimeworld.web.id

Menurut Sumanto (2009) Sistem pendinginan dalam mesin kendaraan adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menjaga supaya temperatur mesin dalam kondisi yang ideal. Cooler adalah suatu alat yang berfungsi untuk mencegah terjadinya overheating (panas berlebihan) dengan cara mendinginkan suatu fraksi panas dengan menggunakan media cairan dingin, sehingga akan terjadi perpindahan panas dari fluida yang panas ke media pendingin tanpa adanya perubahan suhu. Cooler terdiri dari pelat-pelat yang umumnya terbuat dari baja atau stainless steel untuk menghambat proses terjadinya korosi. Korosi merupakan proses elektrokimia dimana logam kembali ke bentuk alaminya sebagai oksida. Apabila korosi terjadi pada pelat cooler dan tidak mendapatkan penanganan serta perawatan maka akan terjadi kebocoran pada pelat tersebut. Dari kebocoran itu air tawar yang di dalam cooler tidak cukup untuk disuplay menuju jacket cooling untuk mendinginkannya sehingga menyebabkan naiknya temperatur pendingin air tawar mesin induk. Cara untuk mencegah korosi ini bisa dilakukan dengan penambahan bahan kimia ke dalam aliran air laut seperti kromat, silikat dan nitrat ferrosianida yang dapat menghilangkan lapisan penyebab korosi sehingga terbawa keluar oleh arus aliran.

b. Tekanan pendingin air tawar pada mesin induk menurun.

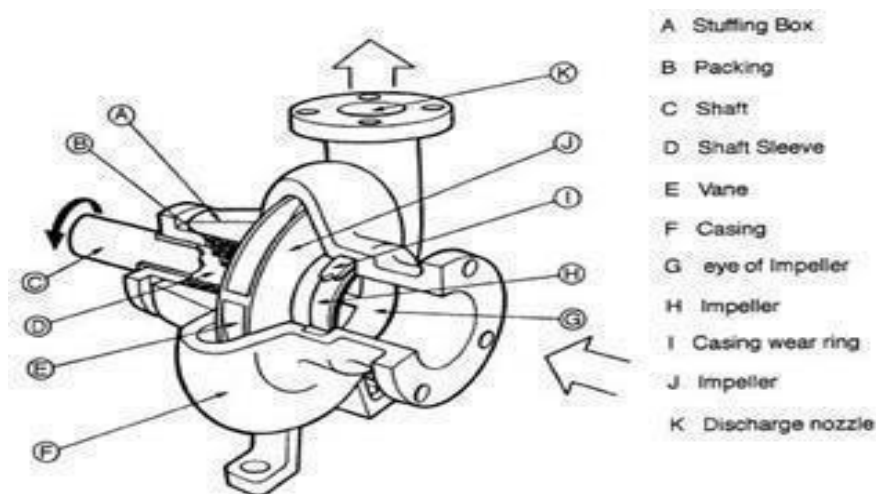
Penyumbatan cooler Plate heat exchanger merupakan salah satu jenis cooler yang terdiri atas paket pelat-pelat tegak lurus bergelombang atau dengan profil lain, yang dipisahkan antara satu dengan lainnya oleh sekat-sekat lunak. Pelat- pelat ini dipersatukan oleh suatu perangkat penekan dan jarak antara pelat-pelat tersebut ditentukan oleh sekat-sekat tersebut. Cara kerjanya yaitu sisi aliran fraksi (air laut) di plate heat exchanger yang memiliki suhu dingin mendinginkan sisi aliran fraksi yang lain (air tawar) yang memiliki suhu panas. Fraksi dingin tidak mengalami kontak langsung dengan dengan fraksi panas, karena fraksi panas dan dingin berbeda sisi celah antara pelat-pelat cooler. Apabila terjadi

penyumbatan cooler pada sisi celah pelat air laut yang disebabkan oleh kotoran atau lumpur dan tidak mendapatkan tindakan perawatan secara berkala, maka kerja air laut dalam mendinginkan air tawar akan berkurang. Karena kurangnya tekanan aliran air laut yang disebabkan oleh kotoran tersebut. Hal ini mengakibatkan air tawar mesin induk akan mengalami panas berlebih (overheat) dan akan mengurangkan kerja mesin induk sehingga kapal akan terlambat jadwal tiba di pelabuhan selanjutnya. Cara mengatasinya yaitu dengan melakukan

perawatan pada cooler yaitu dengan membersihkan dinding-dinding pelat secara berkala

2. Menurunnya tekanan pompa sentrifugal

Gambar 2. 2 Skematik Pompa Sentrifugal.



Sumber : Mymachining (2012)

Menurut Sularso (2000:4), menjelaskan tentang cara kerja pompa sentrifugal yang mempunyai sebuah impeller untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller di dalam zat cair. Maka zat cair yang ada di dalam impeller didorong oleh sudu-sudu yang ikut berputar. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeller ke tinggi. Demikian pula head kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari impeller ditampung

oleh saluran berbentuk volut (spiral) di keliling impeler dan disalurkan ke luar pompa melalui nozzle. Didalam nozzle ini sebagian head kecepatan aliran diubah menjadi head tekanan. Pompa sentrifugal mengubah energi mekanik dalam bentuk poros menjadi energi fluida. Energi inilah yang mengakibatkan penambahan head tekanan, head kecepatan, dan head potensial pada zat cair yang mengalir secara kontinyu. Impeller pada pompa sentrifugal merupakan komponen pompa yang memiliki fungsi utama sebagai alat penghisap air. Apabila impeler mengalami kerusakan atau keausan maka performa pompa akan kurang maksimal dalam menghisap air laut, sehingga tekanan yang dikeluarkan oleh pompa akan menurun. Akibat dari penurunan tekanan pompa adalah air laut tidak optimal dalam mendinginkan air tawar (air pendingin mesin induk) di fresh water cooler. Kerusakan impeller 22 pompa sentrifugal bisa disebabkan oleh korosi air laut dengan kadar garam yang tinggi dan pemilihan spare part yang tidak sesuai standard. Cara untuk mencegah yaitu dengan melakukan perawatan secara periodik (berkala) dan mengganti impeller pompa sesuai standar untuk mencegah terjadinya kerusakan.

C. Pengertian Pendingin (*cooler*)

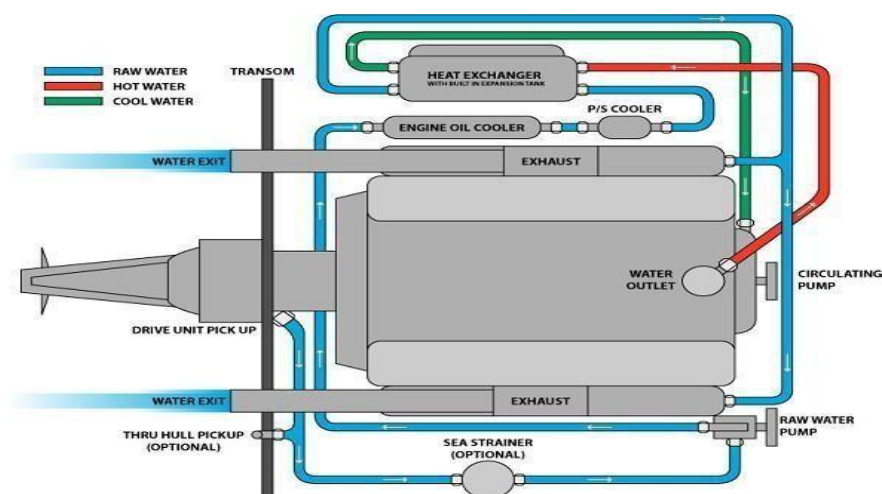
Pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar didalam *cylinder*. Didalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain: *fresh water cooler*, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, strainer pada air laut dan *sea chest*. Dari keempat komponen inilah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap motor induk. Air pendingin dalam fungsinya sangat vital dalam menjaga kelancaran pengoperasian mesin induk. Motor yang digunakan dikapal sebagian besar menggunakan pendingin air, maka akan dibahas operasi sistem pendingin dari jenis sistem pendingin tertutup dan sistem pendingin terbuka.

Menurut Moharram dkk (2013) mengatakan pendingin yang

mengalir melalui mesin dan pipa ledeng yang terkait harus mampu untuk menahan suhu di bawah nol tanpa pembekuan. Itu juga harus bisa menangani suhu mesin lebih dari 250 derajat tanpa direbus. Pesanan tinggi untuk cairan apa pun, tapi itu belum semuanya. Cairan juga harus mengandung karat penghambat dan pelumas. Pendingin di kendaraan saat ini adalah campuran etilen glikol (antibeku) dan air. Rasio yang disarankan adalah 50:50. Dengan kata lain, satu bagian antibeku dan satu bagian air. Dalam melakukan sirkulasi air yang akan digunakan oleh sistem pendingin, maka diperlukan alat permesinan bantu berupa pompa. Menurut Gabor Takacs (2009), pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari bagian rendah ke bagian tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar dari pompa.

1. Sistem Pendingin Tertutup

Gambar 2. 3 Skematik Sistem Pendingin Tertutup



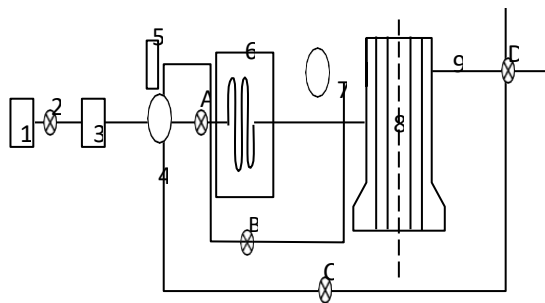
Sumber: <https://www.kapalaku.com>

Sementara itu, Air Tawar atau sistem pendingin utama air tawar digunakan dalam rangkaian tertutup untuk mendinginkan mesin yang ada di kamar mesin. Air tawar kembali dari exchanger panas setelah pendinginan mesin yang selanjutnya didinginkan oleh air laut pada pendingin air laut. Melalui cara kerja yang berlangsung secara terus menerus, maka sistem ini dinamakan pendinginan tertutup. Di sini, media berupa air tawar untuk pendinginan akan disirkulasikan secara terus menerus.

Adapun, kedua sistem tersebut banyak digunakan oleh kapal dengan mesin diesel untuk menjaga kekuatan mesin supaya tetap awet, sanggup mencapai tenaga yang optimal, meminimalisir terjadinya kerusakan pada mesin dan mempertahankan temperatur untuk tetap bekerja dalam kondisi normal. Air laut diisap oleh pompa melalui kotak laut yang ditutup oleh kisi-kisi untuk mencegah masuknya benda-benda kasar. Selanjutnya katup jenis kingstone ditempatkan di belakang kotak laut untuk menghentikan masuknya air laut jika terjadi kebocoran pada pipa atau bagian yang lainnya. Sebelum air masuk pompa, terlebih dahulu harus masuk filter untuk menyaring atau mendapatkan partikel-partikel kecil. Setelah keluar dari filter, air dipompakan ke dalam pendingin guna mendinginkan air tawar yang keluar dari motor, sedangkan air laut langsung dibuang ke laut. Air tawar yang telah didinginkan dipakai kembali untuk mendinginkan motor dengan menggunakan bantuan pompa penghantar antara pendingin dengan motor dipasang thermostat untuk mengatur temperatur air pendingin dan ditempatkan pula tangki ekspansi yang berguna untuk mencegah naiknya tekanan air tawar yang mengembang karena panas dan untuk mengawasi sebagian air tawar yang hilang.

2. Sistem Pendingin Terbuka

Gambar 2. 4 Skematik Sistem Pendingin Terbuka



No	Komponen
1	Kingstone valve
2	Saringan (filter)
3	Pompa
4	Katup pengaman
5	Kotak laut (sea chest)
6	Tangki pendingin
7	Manometer
8	Mesin induk
9	Pipa buang

Sumber:<https://laporanpraktikumbersama.blogspot.com>

Pada sistem pendingin terbuka, motor didinginkan langsung dengan air laut. Air laut masuk melalui kotak laut melewati katup jenis kingstone dan filter menuju pompa untuk dialirkan ke motor melewati kotak pendingin dan manometer setelah melalui kotak pendingin, air laut masuk ke motor induk dan selanjutnya keluar dari lambung kapal dengan temperatur yang tinggi. Antara tangki pendingin dengan motor dipasang manometer untuk mengukur besarnya tekanan air laut sebelum masuk ke motor. Penyumbatan yang terjadi pada pipa spiral dapat diketahui karena tekanan pada manometer turun.

Dengan membuka katup A dan membuka katup B, pendinginan masih dapat dilaksanakan. Pada waktu motor distart, dengan membuka katup C dan menutup katup D, dapat diciptakan sirkulasi air dalam waktu singkat dapat mencapai temperatur kerja.

Perbandingan antara sistem pendingin yang sudah dilakukan modifikasi menggunakan heat exchanger dengan metode lama yaitu sistem pendingin terbuka(langsung), maka sistem yang telah di modifikasi memiliki keunggulan (kelebihan) dibandingkan dengan sistem pendingin menggunakan metode pendinginan terbuka seperti: berkurangnya tingkat korosifitas pada bagian water jacket, dan komponen- komponen yang terkontaminasi langsung dengan air pendingin serta temperatur air didalam

water jacket sesuai (terjaga) dengan temperatur ideal air pendingin mesin diesel yaitu antara range 65°C – 90°C.

Sistem terbuka ini bekerja dengan cara melakukan pendinginan melalui media air laut untuk penyerapan panas. Sistem ini bekerja dengan mengambil air laut dari katup melalui filter dan pompa air. Kemudian, air laut akan didistribusikan ke seluruh bagian mesin induk yang memerlukan pendinginan dengan memanfaatkan minyak pelumas dan pendingin udara untuk mendinginkan kepala silinder, dinding silinder dan katup pelepas gas. Setelah proses tersebut dilalui, maka air laut akan dibuang keluar kapal.

Sebagian dari panas yang ditimbulkan selama pembakaran mengalir dari gas ke dinding silinder, sehingga menaikkan suhunya. Kalau suhu dinding diperbolehkan meningkat diatas batas tertentu, sekitar 3000 F, yaitu dengan torak yang tidak didinginkan, maka minyak yang melumasi torak mulai menguap dengan cepat, dan torak maupun silinder dapat rusak.

Pada saat yang sama, suhu tinggi setempat dalam bagian tertentu dari mesin, misalnya kepala silinder dan torak, dapat menyebabkan tegangan berlebihan dan retaknya bagian ini. Tambahan panas ditimbulkan melalui gesekan antara berbagai permukaan yang menggesek, terutama torak dan cincin torak dengan dinding silinder, dengan torak yang didinginkan minyak

maka batas untuk suhu dinding silinder yang aman adalah sangat tinggi.

Seluruh panas yang dibawah keluar dari mesin pada akhirnya akan dibawah ke atmosfer, meskipun pertama kali diberikan kepada air dalam sungai, danau, atau laut. Tetapi, metoda pendinginan dapat dibagi menjadi dua kelompok utama yaitu :

pendinginan langsung atau pendinginan udara, dan pendinginan tidak langsung atau pendingin cairan. Kedua metode ini berbeda dalam detail konstruksinya dan dalam keadaan operasinya, terutama dalam suhu dinding silinder. Dalam pendinginan silinder ada tiga cara perpindahan panas yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi

3. Pompa

Pompa berfungsi untuk menghisap air dan menekan air kedalam sistem, Selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan. Pada umumnya motor dikapal menggunakan pompa air laut jenis sentrifugal, yang digerakkan dengan perantara puli (belt), sehingga poros pompa akan berputar dengan arah yang sama. Motor jenis ini biasanya menggunakan jenis pompa torak dan pemasangan pompa tidak boleh lebih tinggi dari tangki persediaan air.

4. Pipa Air Pendingin

Saluran air pendingin biasanya menggunakan pipa yang terbuat dari baja, dan bagian di dalamnya digalvanisasi. Pipa ini dilalui air pendingin, dimana aliran dan kecepatan sesuai dengan luas penampang pipa untuk kebutuhan pendinginan.

5. Tangki Persediaan Air Tawar (Tangki Ekspansi)

Air dalam sistem pendinginan akan berekspansi apabila suhunya naik sehingga akan terjadi kelebihan air, dan kelebihan air ini akan di tempatkan pada tempat yang tertinggi di saluran air

pendingin supaya tekanan pada sistem selalu tetap dan mencegah kantong uap/udara pada sistem pendingin.

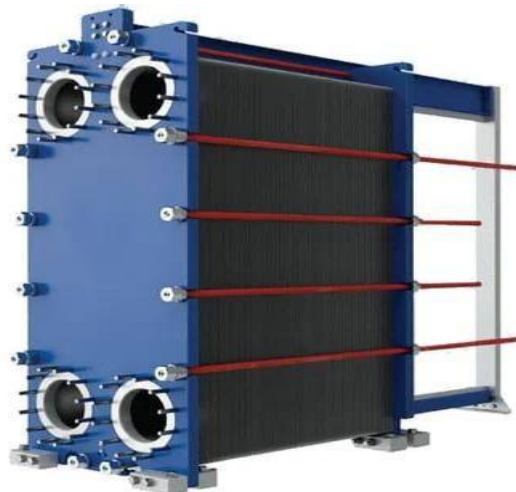
6. Alat Penukar Panas (*Heat Exchanger*)

Heat Exchanger berfungsi untuk mendinginkan air tawar yang bersirkulasi dalam sistem pendinginan. Pada motor diesel yang digunakan di kapal-kapal, alat pendingin air tawar biasanya berbentuk cangkang dan tabung (*shell and tube*) dengan air laut sebagai media pendinginnya.

7. Cooler

Cooler adalah suatu alat yang berfungsi untuk mencegah terjadinya *over heating* (panas berlebihan) dengan cara mendinginkan suatu fraksi panas dengan menggunakan media cairan dingin, sehingga akan terjadi perpindahan panas dari fluida yang panas ke media pendingin tanpa adanya perubahan suhu. Alat pendingin biasanya menggunakan media air, dalam prosesnya air pendingin tidak mengalami kontak langsung dengan fraksi panas tersebut, karena fraksi panas mengalir di dalam pipa sedangkan air pendingin berada di luar pipa

Gambar 2. 5 *Fresh Water sentral Cooler*



Sumber : Wiranto Arismunandar (1983)

D. Tujuan Pendinginan

Sistem pendinginan adalah sistem bagian dan fluida itu bekerja bersama untuk mengontrol operasi mesin suhu untuk kinerja. Sistemnya adalah terdiri dari bagian-bagian di dalam blok mesin dan kepala. Pompa air dan sabuk penggerak untuk mensirkulasi cairan pendingin, termostat untuk mengukur suhu cairan pendingin, radiator untuk mendinginkan pendingin, tutup radiator untuk mengontrol tekanan dalam sistem, dan selang untuk mentransfer cairan pendingin dari mesin ke radiator. Menurut H.N. Gupta (2006) "Dalam sistem berpendingin cairan, air adalah umumnya digunakan sebagai media pendingin. namun, cairan lain atau campuran air dan lainnya cairan juga dapat digunakan dalam sistem untuk mencegah pembekuan pendingin di bagian bawah suhu.

Prinsip Sistem Pendingin Sistem pendinginan adalah suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya over heating (panas yang berlebihan) pada mesin agar mesin bisa bekerja secara stabil. Fungsi dari sistem pendinginan pada kendaraan dapat dibagi menjadi empat yaitu :

1. Mencegah terjadinya over heating. Panas yang dihasilkan oleh pembakaran campuran bahan bakar dengan udara dapat mencapai over heating pada ruang bakar. Panas yang cukup tinggi ini dapat merusak logam atau bagian lain yang digunakan pada motor, hal ini disebabkan karena logam dan minyak pelumas pada suhu yang tinggi akan merusak komponen- komponen pada mesin dan apabila motor tidak dilengkapi dengan sistem pendinginan dapat merusak bagian-bagian dari motor tersebut.
2. Mempertahankan temperatur motor. Temperatur motor harus dipertahankan, agar selalu pada temperatur kerja yang efisien. Hal ini dapat dilakukan dengan menyerap panas yang dihasilkan oleh proses pembakaran yang berlebihan, berputarnya kipas pendingin ketika mesin dalam kondisi panas, dan katup thermostat yang membuka dalam kondisi mesin pada suhu kerja.

3. Sistem pendinginan mesin induk Sistem pendinginan adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menjaga supaya temperatur mesin dalam kondisi ideal. Sistem ini sangat penting dalam menunjang kerja mesin induk agar mesin dapat bekerja secara optimal dan bekerja secara terus menerus Seperti yang dikemukakan P. Van Maanen (1997) untuk pendinginan dari sebuah mesin diesel diperlukan suatu sistem yang terdiri dari pipa, pompa, dan media pendingin. Sistem tersebut sering berbentuk kompleks karena baik mesin induk maupun mesin bantu dihubungkan menjadi satu sistem pendinginan. Termasuk beberapa pesawat bantu dan alat bantu lainnya agar menjadi jelas disini diperlihatkan sistem pendingin tertutup yang bahan pendinginnya air tawar. Prinsipnya dimana sistem ini terdiri dari bagian air tawar yang berfungsi untuk mendinginkan dinding cylinder liner mesin induk akan menyerahkan panas tersebut pada air laut didalam fresh water cooler.

Menurut Yao dkk (2005) agar motor diesel dapat bekerja terus menerus dengan aman dan awet, maka panas yang diterima oleh komponen motor diesel misalnya pada bagian cylinder liner, silinder kepala, dan klep gas buang harus dipindahkan atau dialihkan kepada zat pendingin. Ada beberapa pilihan untuk zat pendingin tetapi dengan berbagai pertimbangan untuk motor diesel kapal dipilih air tawar sebagai media pendinginnya Tujuan dari pendinginan mesin adalah :

- a. Menjaga agar mesin mampu bekerja terus-menerus,
- b. Mencapai tenaga yang optimum,
- c. Mengurangi terjadinya kerusakan mesin,
- d. Menjaga temperatur agar bekerja dalam kondisi normal.
- e. Dinding ruang pembakaran (tutup silinder, bagian atas torak, bagian atas lapisan silinder), katup buang dan disekitarnya, termasuk dalam antara pintu buang akan

menjadi sangat panas

karena gas tersebut. Untuk mencegah pengurangan besar dari kekuatan material dan perubahan bentuk secara termis dari bagian motor. Maka bagian-bagian tersebut harus didinginkan. Khusus mengenai lapisan silinder berlaku pula bahwa lapisan pelumas harus tetap dijaga kondisinya yang berarti memerlukan pendinginan pula.

Bagian motor berikut, dalam rangka pembakaran, harus mendapat pendinginan :

- a. Bagian dari lapisan silinder,
- b. Tutup silinder,
- c. Bagian atas torak,
- d. Katup buang dan sejenis, termasuk juga katup buang,
- e. Bagian dari katup bahan bakar di sekeliling pengabut,
- f. Rumah turbin gas.

Sebagai akibat dari gesekan panas yang terjadi, jalan hantar pengisian suhu bilas dan suhu pembakaran udara akan meningkat akibat kompresi. Udara tersebut setelah mengalami kompresi, didinginkan untuk mendapatkan kepekatan udara yang sebesar-besarnya, dan untuk menurunkan suhu gas pada waktu pembakaran dan pembuangan ke turbin gas buang.

Menurut Theotokatos, Sfakianakis, Vassalos (2017) Sistem air pendingin kapal khas terdiri dari tiga bagian: sistem pendingin air laut (*sea water*), suhunya rendah, (*low temperature*) sistem pendingin air tawar dan suhu tinggi, (*high temperature*) sistem pendingin air tawar. Sejak air laut menyebabkan masalah korosi, air tawar digunakan untuk pendinginan mesin utama dan tambahan kapal. Jadi, satu atau lebih banyak pendingin sentral dipasang di papan untuk pendinginan air tawar panas keluar dari mesin kapal dan panas penukar menggunakan air laut.

E. Manfaat Pendinginan

Sistem pendinginan pada motor dibuat agar motor dapat

bekerja pada temperature yang normal setelah motor hidup, dan menjaga agar motor dapat bekerja pada temperature kerja.

Sistem pendingin motor menggunakan prinsip pemindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Panas diserap secara konduksi dari metal sekeliling silinder, dari katup dari kepala silinder menuju cairan pendingin. Permukaan logam dengan cairan pendingin terjadi perpindahan panas secara konveksi didalam cairan pendingin terjadi sentuhan dari perpindahan panas, sehingga air menjadi panas dalam kantong-kantong air pendingin,yang terletak didalam blok silinder.

Sistem pendingin sangat besar manfaatnya untuk menetralkan dan mengontrol temperatur motor. Sebagian panas yang berasal dari gas pembakaran harus dipindahkan secara langsung ke fluida pendingin, sedangkan pada bagian bawah silinder pemindahan panas ke *fluida* pendingin secara tidak langsung. Jika pendingin tidak dapat berfungsi dengan baik, temperatur setiap bagian silinder akan naik. Keadaan ini akan mengakibatkan terjadinya kerusakan dinding ruang bakar, kemacetan cincin torak atau menguap dan terbakarinya minyak pelumas. Oleh karena itu, motor harus didinginkan dengan baik meskipun pendinginan merupakan kerugian jika ditinjau dari segi pemanfaatan energi. Namun, pendinginan merupakan keperluan untuk menjamin kelangsungan kerja mesin.

Gas pembakaran di dalam silinder dapat mencapai temperatur yang sangat tinggi, karena proses itu terjadi berulang-ulang maka dinding silinder, kepala silinder, torak, katup dan beberapa bagian yang lain menjadi panas. Sebagaian dari minyak pelumas, terutama yang membasahi dinding silinder, akan menguap dan akhirnya akan terbakar bersama-sama bahan bakar.

Karena itu perlulah bagian tersebut mendapat pendinginan yang cukup agar temperaturnya berada dalam batas yang

diperbolehkan, yaitu sesuai dengan kekuatan material dan kondisi operasi yang baik. Kekuatan material akan menurun sejalan dengan naiknya temperatur.

Proses pendinginan menggunakan fluida pendingin yang dialirkan ke bagian mesin di luar silinder. Motor Diesel yang besar memakai minyak pelumas untuk mendinginkan torak, yaitu dengan cara mengalirkan minyak pelumas melalui saluran di bawah kepala torak

F. Bagian-bagian Utama Yang Didinginkan

1. Pendinginan Torak Pada Motor Kepala Silang

Penataan pipa teleskop dari pendingin pada sebuah motor tidak dialirkan langsung ke torak, melainkan melalui pipa teleskop serta pipa penghubung dan kepala silang terlebih dahulu. Pipa penghubung dihubungkan dengan sebuah saluran dalam batang torak dan melalui tersebut air pendingin disalurkan ke torak. Pembuangan melalui sebuah pipa di dalam batang torak. Kedua pipa teleskop dipasang pada sebuah pikulan yang ditempatkan pada kepala silang. Ujung bawah pipa berada dalam dua kotak yang berdekatan letaknya tempat saluran masuk dan saluran buang dihubungkan. Saluran pipa dan kotak ditempatkan pada kolom yang menumpu balok silinder. Pipa teleskop ditempatkan dengan kedap rapat pada tutup kotak air dan untuk tujuan tersebut dipasang bus paking. Ruang diatas bus paking dipisahkan dari kotak engkol oleh sebuah tutup tinggi dan sempit di samping ruang tersebut yang dibuat dari material tahan aus yang tinggi. Tutup dan pipa teleskop ditempatkan pada pikulan kepala silang dan ikut bergerak naik turun. Bila torak didinginkan dengan minyak pelumas, maka dapat dilaksanakan dengan menggunakan pipa engsel sederhana, kebocoran dari bahan pendingin tidak mengalami kerusakan.

2. Pendinginan Lapisan Silinder Dan Tutup Silinder

Air pendingin yang dialirkan ke bagian bawah dari balok silinder, mengalir ke atas melalui lapisan silinder dan dipaksa untuk mengalir ke dalam saluran di dalam pinggiran lapisan silinder yang dipertebal. Dari sisi atas lapisan silinder air selanjutnya mengalir melalui beberapa saluran ke tutup silinder. Mula-mula akan dilalui ruang di antara sekat tipis di bawah (plat api) dan selanjutnya plat penguat yang agak tebal. Oleh karena dinding, yang membatasi ruang pembakaran, dibuat tipis, maka tegangan panas dalam material tutup silinder terbatas. Melalui ruang keliling pengabut air mengalir ke atas di dalam tutup dan selanjutnya melalui beberapa bengkokan yang pendek dialirkan ke rumah katup buang. Pembuang berlangsung melalui slang karet yang diperkuat lebih tahan terhadap getaran dibandingkan dengan pipa metal.

Kepala silinder dalam mesin 4 langkah panas yang dibawah pergi oleh air mendinginkan kepala silinder datangnya dari 2 tempat : dari plat atas , yang membentuk dinding atas dari ruang bakar, dan dari lubang ruang dan katup buang, kalau katup buang tidak berpendingin air. Meniadakan kantong udara dan uap sejauh mungkin memelihara kecepatan air yang seragam dalam seluruh bagian dari ruang air. Menghindari lubang air sempit yang cenderung untuk tertutup oleh kerak sehingga mengganggu sirkulasi yang baik.

Katup buang hanya memerlukan pendinginan dengan mesin besar. Dengan menggunakan besi tahan panas atau besi cor khusus untuk kepala tutup, mesin besar pun dibuat juga katup buang yang tidak didinginkan tetapi kemudian memiliki peti katup atau dudukan katup didinginkan air.

Torak peti membuang panas ke dinding silinder dan ke minyak lumas secara sangat memuaskan sehingga beberapa pembuat mesin meniadakan pendinginan khusus dengan torak sampai diameter 22 in. Tetapi pada umumnya mesin dari 6 in. keatas mempunyai torak yang didinginkan minyak.

Torak tong dengan didesain yang diperbaiki dari system sirkulasi air maka beberapa mesin besar sekarang menggunakan air untuk pendingin torak. Tetapi pada umumnya menggunakan minyak. Batang torak dalam mesin kepala silang didinginkan oleh air atau minyak yang dimasukkan melalui kepala silang ke torak.

G. Media Pendinginan

Jika ditinjau dari jenis fluida pendinginnya, sistem pendingin dapat dibedakan menjadi :

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

Pendingin dengan air bertujuan mengurangi panas pada motor dengan jalan mengalirkan air untuk menyerap panas dari bagian mesin yang didinginkan. Air yang terpanaskan itu kemudian mengalir keluar dari blok motor menuju alat pendingin yang dipakai. Bahan pendingin ada beberapa macam yaitu :

a. Air Laut.

Air laut sebagai bahan pendingin, memiliki beberapa sifat yang menguntungkan, seperti panas yang besar pada kepekatan yang relatif tinggi. Berarti bahwa persatuan volume dapat ditampung panas yang besar, sehingga kapasitas-kapasitas pompa dan dayanya dapat dibatasi.

Meskipun memiliki sifat yang menguntungkan air laut mengandung antara lain persentase tinggi mineral yang larut didalamnya (± 3 prosen massa). Mineral tersebut akan menjadi kristal sewaktu dipanasi yang akan membentuk kerak keras di bagian permukaan yang didinginkan. Disamping itu dengan kadar klorida yang tinggi dari air laut, maka kemungkinan korosi dari bagian motor yang didinginkan menjadi besar.

Dengan alasan tersebut, maka air laut sebagai bahan pendingin digunakan secara tidak langsung, terkecuali kadang-kadang untuk pendinginan udara bilas dan udara pembakaran. Dengan penggunaan material

khusus, maka pendingin dapat dijaga terhadap korosi dan oleh karena suhu air pendingin yang relatif rendah pengendapan dari kerak juga akan berkurang.

b. Air Tawar

Air tawar di atas kapal sangat mahal sekali harganya, sehingga tak memiliki beberapa sifat yang kurang baik. Dengan menghilangkan udara yang ada didalamnya sebaik-baiknya serta dilunakkan maka air tawar akan mengakibatkan sedikit atau tidak sama sekali korosi dan juga tidak mengakibatkan pengendapan kerak. Sehingga dapat digunakan untuk pendinginan bagi semua bagian motor.

Air tawar diatas kapal sangat mahal sekali harganya, sehingga selalu diusahakan penggunaannya dalam satu siklus tertutup untuk dapat digunakan berulang kali. Siklus tertutup tersebut terdiri dari selain ruang pendingin dari bagian motor yang harus didinginkan juga saluran, keran penutup, pompa dan pesawat pendingin.

c. Minyak Pelumas

Dengan bantuan minyak pelumas dari sistem pelumasan motor, minyak pelumas tidak hanya digunakan sebagai bahan pelumas, tetapi juga sebagai penyalur panas gesekan atau sebagai bahan pendingin.

Pemilihan minyak pelumas sebagai bahan pendingin dapat dipahami, minyak tersebut dialirkan melalui saluran poros engkol dan dalam batang gerak, sedangkan pembuangan dari padanya dianggap berlebihan. Minyak pelumas (pendingin) dengan mudah dapat mengalir keluar dari torak dengan mudah ke dalam kotak engkol. Untuk mencegah agar tidak terlalu banyak pelumas terlempar pada dinding silinder, khususnya pada motor besar, maka minyak pelumas disalurkan melalui saluran dalam batang torak ke bagian bawah dari kotak engkol tidak membawa permasalahan, sehingga pipa teleskop yang mahal dan mudah rusak untuk pemasukan dan pengeluaran air

pendingin ke torak tidak diperlukan lagi. Sifat minyak pelumas sebagai bahan pendingin kurang menguntungkan dibandingkan dengan air. Hal tersebut ternyata dari perbandingan kepekatan dan panas jenis kedua bahan tersebut, selain itu kenaikan suhu minyak pelumas dalam torak tidak boleh terlalu tinggi mengingat kemungkinan oksidasi cepat dari minyak dengan pengendapan zat arang yang terjadi pada bagian yang didinginkan.

H. Kerangka Pikir

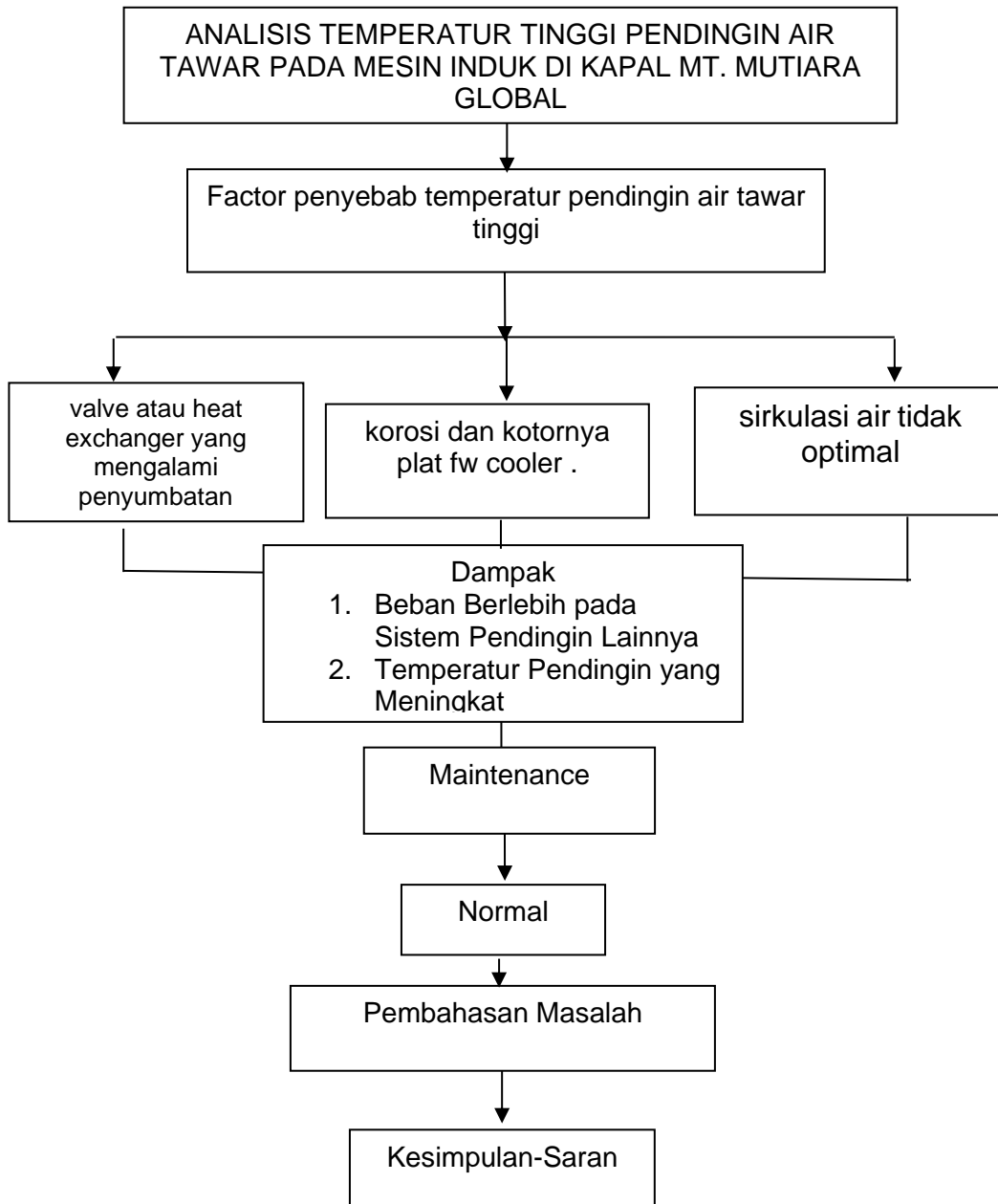
Penjelasan bagian kerangka pemikiran sesuai dengan kerangka pikir dibawah maka penulis memberikan penjelasan mengenai proses meningkatnya temperatur pendingin air tawar motor induk, sumber panas motor induk dan proses perpindahan panas yang menyebabkan terjadinya peningkatan temperatur pada mesin pendingin air tawar motor induk.

Lalu penulis juga memberikan tujuan dari pendinginan serta manfaat pendinginan lalu bagian bagian utama yang didinginkan pada mesin pendingin air tawar pada motor induk melalui media-media pendinginan.

Melalui beberapa analisis dan informasi yang didapatkan penulis melalui beberapa sumber, maka nantinya dapat menghasilkan kesimpulan dan juga saran yang dapat mengatasi permasalahan yang terjadi pada meningkatnya temperatur mesin pendingin air tawar pada motor induk.

I. Bagan Kerangka Pikir

Tabel 2. 1 Tabel kerangka pikir



J. Hipotesis

Adapun hipotesis yang diangkat oleh penulis adalah yaitu:

1. Diduga Meningkatnya temperatur mesin pendingin air tawar disebabkan oleh kerusakan atau penurunan kinerja komponen mekanis seperti pompa sirkulasi, valve atau heat exchanger yang mengalami penyumbatan atau korosi dan kotornya plat fw cooler .
2. Diduga di atas kapal kinerja pompa pendingin yang menurun, sehingga sirkulasi air tidak optimal yang menyebabkan temperatur pendingin meningkat.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan penelitian terpusat dengan mengacu pada satu fenomena atau satu kasus yang terjadi saat melakukan penelitian yang mengarah langsung pada pokok permasalahan diatas kapal.

Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan menjelaskan kasus yang terjadi dengan melakukan observasi, analisa data objek, *interview* dan wawancara terhadap ahli.

B. Definisi Operasional Variabel

Variabel penelitian pada penulisan skripsi ini adalah meningkatnya temperature pendingin air tawar seperti yang telah dijelaskan di latar belakang pada bab sebelumnya.

C. Teknik Pengumpulan Data

Data dan informasi yang di perlukan untuk penulisan skripsi ini di kumpul melalui :

1. Metode lapangan (*Field Research*)

Penulis mengadakan peninjauan langsung pada objek yang teliti.

Data dan informasi yang di kumpulkan melalui:

- a. Metode observasi (*survey*)

Metode ini dilakukan dengan cara dengan pengamatan dan pengambilan data diambil secara langsung di atas kapal MT. Mutiara Global

- b. Metode wawancara (*interview*)

Suatu cara mendapatkan data melalui temu wicara dan wawancara wawancara langsung dengan KKM (*Chief Engineer*) kapal atau masinis-masinis dan beberapa pihak terkait di atas kapal MT. Mutiara global

2. Metode kepustakaan (*library research*)

Penelitian yang di lakukan dengan cara membaca dan mempelajari literatur, buku-buku dan tulisan-tulisan yang berhubungan dengan masalah yang dibahas.

D. Teknik Analisis Data

Teknik analisa data yang digunakan adalah teknik analisa akar penyebab, teknik analisa data akar penyebab ialah cara mengatasi masalah yang bertujuan untuk mengenali akar penyebab masalah atau kejadian. Teknik ini digunakan karena sesuai dengan data, masalah, dan tujuan penelitian.

E. Jadwal Penelitian

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2022											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Pengumpulan Data												
2.	Pemilihan Judul												
3.	Penyusunan Proposal dan bimbingan												
No	Kegiatan	Tahun 2023											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4.	Seminar Proposal												
5.	Perbaikan Seminar Proposal												
6.	Pengambilan data												
No	Kegiatan	Tahun 2024											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7.	Pengambilan Data												
8.	Pengolahan Data Dan Bimbingan Hasil Skripsi												
9.	Diseminar Hasilkan Serta Perbaikan												
No	Kegiatan	Tahun 2025											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10.	Bimbingan Seminar Tutup												
11.	Seminar Tutup & Perbaikan												