

**ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR
TAWAR PADA MESIN INDUK KAPAL MT ASPIRE**



ACHMAD ANSHORI SADEWO

NIT: 18.42.001

TEKNIKA

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2023**

ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR TAWAR PADA MESIN INDUK MT. ASPIRE

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan diajukan oleh

ACHMAD ANSHORI SADEWO

NIT : 18.42.001

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2023**

SKRIPSI

**ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR
TAWAR PADA MESIN INDUK MT ASPIRE**

Disusun dan diajukan oleh :

ACHMAD ANSHORI SADEWO

NIT : 18.42.001


Telah Dipertahankan Di Depan Panitia Ujian Skripsi

Pada Tanggal, 24 Oktober 2022

Menyetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II


H. Agds Salim, M.Si., M.Mar.E
NIP. 19630817 199808 1 001


Henny Pasandang Nari, S.T., M.T
NIP. 19771223 200712 2 001

Mengetahui :

An. Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur I



Ketua Program Studi Teknika



Abdul Basir, M.T., M.Mar.E.
NIP. 19681231 199808 1 001

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “**ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR TAWAR PADA MESIN INDUK**”.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan bagi Taruna jurusan Teknika dalam menyelesaikan studinya pada program Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Tujuan penulisan skripsi ini untuk mengaplikasikan pengetahuan teori yang diperoleh dalam pendidikan dan pengalaman selama melaksanakan praktek di atas kapal dalam penyelesaian masalah yang timbul sesuai dengan pengetahuan penulis.

Pada kesempatan ini pula, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Capt. Sukirno , M M Tr ,M Mar. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Abdul Basir,M T.,M.Mar E selaku Ketua Jurusan Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak H. Agus Salim, M.Si., M.Mar.E sebagai Pembimbing1.
4. Ibu Henny Pasandang Nari, ST., MT sebagai Pembimbing 2
5. Seluruh Dosen dan Staf Pembina Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
6. Nakhoda beserta Chief Engineer dan seluruh Crew kapal MT. ASPIRE yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama penulis melaksanakan proyek laut.
7. Seluruh Taruna(i) Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan-kekurangan baik dari segi bahasa, susunan kalimat, maupun cara penulisan serta pembahasan materi akibat keterbatasan penulis dalam penguasaan materi, waktu dan data-data yang diperoleh. Untuk itu penulis senantiasa menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melindungi dan memberkati kita semua, hingga penulisan skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca yang membutuhkannya dan khususnya bagi penulis sendiri.

Makassar, 24 Oktober 2022



ACHMAD ANSHORI SADEWO

NIT : 18.42.001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Achmad Anshori Sadewo
NIT : 18.42.001
Program Studi : Teknika

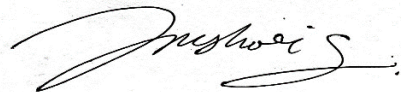
Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR TAWAR PADA MESIN INDUK MT. ASPIRE.

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

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang di tetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 24 Oktober 2022



ACHMAD ANSHORI SADEWO
NIT. 18.42.001

ABSTRAK

ACHMAD ANSHORI SADEWO, 2022. *Study Analisis meningkatnya temperature mesin pendingin air tawar pada mesin induk MT. ASPIRE* (dibimbing oleh Bapak Agus salim dan Ibu Henny).

Tujuan penelitian mengetahui penyebab terjadinya peningkatan temperatur pada mesin pendingin air tawar pada mesin induk. Mesin pendingin air tawar merupakan permesinan bantu yang berfungsi mendinginkan mesin induk menggunakan media air tawar agar tidak terjadi over heat pada mesin induk.

Pendinginan yang baik ialah menggunakan media air tawar dibandingkan dengan air laut karena air laut dapat membuat korosi dan hal buruk lainnya, Suhu air tawar untuk mendinginkan mesin induk harus memenuhi standar, tidak terlalu dingin ataupun panas. Sehingga menarik untuk di analisis adengan judul. “ Studi experimen analisis meningkatnya temperature pendingin air tawar pada mesin induk MT. ASPIRE ”. Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode lapangan (*Field Research*) dengan melakukan peninjauan langsung pada objek penelitian dan tinjauan kepustakaan (*Library research*) dengan membaca buku dan *literature* mengenai judul penelitian. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu *fresh water cooler* dalam keadaan kotor dan tekanan pompa menurun. Dan rumusan masalah mengetahui faktor apa yang menyebabkan terjadinya peningkatan temperatur pada mesin pendingin air tawar pada mesin induk. Hasil penelitian analisa data setelah hasil uji dengan berdasarkan fakta dilapangan di kamar mesini MT. Aspire. Sesuai dengan hipotesis penelitan yang telah di tetapkan untuk di analisis oleh peneliti, yaitu adanya kotoran pada *fresh water cooler* dan menurunnya tekanan pada pompa.

Kata Kunci : *fresh water cooler, pompa, dan tekanan.*

ABSTRACT

ACHMAD ANSHORI SADEWO, 2022. Study Analysis of the increasing temperature of the fresh water cooling engine on the MT ASPIRE main engine. (Supervised by Mr. Agus Salim and Mrs. Henny).

The purpose of the study was to determine the cause of the increase in temperature in the fresh water cooling engine on the main engine. The fresh water cooling machine is an auxiliary machine that functions to cool the main engine using fresh water media to prevent overheating of the main engine.

Good cooling is to use fresh water media compared to sea water because sea water can make corrosion and other bad things, Fresh water temperature to cool the main engine must meet the standard, not too cold or hot. So it is interesting to analyze with the title. "Experimental study of the analysis of the increasing temperature of the fresh water coolant on the MT main engine. ASPIRE". This study uses two methods, namely the field method (Field Research) by conducting a direct review of the object of research and literature review (Library research) by reading books and literature on the title of the research. The results obtained from this study are that the fresh water cooler is dirty and the pump pressure decreases. And the formulation of the problem is knowing what factors cause an increase in the temperature of the fresh water cooling machine on the main engine. The results of the research data analysis after the test results are based on facts in the field in the MT engine room. Aspire. In accordance with the research hypothesis that has been set for analysis by researchers, namely the presence of impurities in the fresh water cooler and a decrease in pressure at the pump.

Keywords: fresh water cooler, pump, and pressure.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGANTAR	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR TAWAR PADA MESIN INDUK MT. ASPIRE	i
PRAKATA	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
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 (<i>Main Engine</i>)	4
B. Hal-hal yang dapat menyebabkan meningkatnya temperatur <i>fresh water cooler</i>	7
C. Pengertian Pendingin (<i>cooler</i>)	10
D. Sistem Pendingin	11
E. Macam-macam Komponen Pada Sistem Pendingin	16
F. Tujuan Pendinginan	17
G. Manfaat Pendinginan	21
H. Bagian-bagian Utama Yang Didinginkan	22
I. Media Pendinginan	24
J. Kerangka Pikir	26
K. Bagan Kerangka Pikir	28

L. Hipotesis	29
BAB III METODE PENELITIAN	30
A. Jenis Penelitian	30
B. Definisi Operasional Variabel	30
C. Teknik Pengumpulan Data	30
D. Teknik Analisis Data	31
E. Jadwal Penelitian	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	32
A. Hasil Penelitian	32
B. Pembahasan	42
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	48
A. Simpulan	48
B. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	52
RIWAYAT HIDUP PENULIS	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	31
Tabel 4. 1 Kinerja <i>Fresh water cooler</i>	35
Tabel 4. 2 Spesifikasi <i>Fresh water cooler</i>	35
Tabel 4. 3 Komponen <i>Fresh water cooler</i>	35
Tabel 4. 4 Data pada saat temperature meningkat	35
Tabel 4. 5 Data pada saat temperature normal	35

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. Aspire	36
Gambar 4. 2 <i>Fresh water pump</i> MT. Aspire	37
Gambar 4. 3 <i>Fresh water expansion tank</i> MT. Aspire	38
Gambar 4. 4 <i>Fresh water cooler</i> MT. Aspire	38
Gambar 4. 5 <i>Thermostat</i> MT. Aspire	39
Gambar 4. 6 <i>Plate fresh water cooler</i> MT. Aspire	43
Gambar 4. 7 <i>Filter central cooler</i>	44
Gambar 4. 8 <i>Pressure Cooling sea water pump</i> MT. Aspire	45
Gambar 4. 9 <i>Cooling sea water pump</i> MT. Aspire	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 pada bukunya yang berjudul Panduan Reparasi Mesin Diesel menyebutkan bahwa panas yang dikompresikan dan dipadatkan bisa mencapai suhu $500^{\circ}\text{C} - 700^{\circ}\text{C}$. 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 MENINGKATNYA TEMPERATUR PENDINGIN AIR TAWAR PADA MESIN INDUK DI KAPAL MT. ASPIRE".

B. Rumusan Masalah

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

C. Tujuan Penelitian

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

D. Manfaat Penelitian

1. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kepada pembaca tentang apa yang menyebabkan meningkatnya temperatur 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.

Mesin diesel adalah sejenis mesin pembakaran dalam, lebih spesifik lagi, sebuah pemacu, dimana bahan bakar dinyalakan oleh suhu tinggi gas yang dikompresi, dan bukan oleh alat berenergi lain seperti busi. Mesin ini ditemukan pada tahun 1892 oleh Rudolf Diesel dari Jerman, yang menerima paten pada 23 Februari 1893. Menurut Krastev et al (2018), mesin diesel adalah mesin yang termasuk dalam golongan mesin 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.

Panas dan tekanan yang dihasilkan dari silinder dengan pembakaran dalam yang dikonversikan ke energi mekanik oleh gerakan bolak balik dari tenaga piston. 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) 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-Maghlal, dan Ammar (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.

Jenis penukar panas ada dua klasifikasi utama, penukar panas menurut pengaturan alirannya, pada penukar panas penukaran aliran paralel, kedua 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

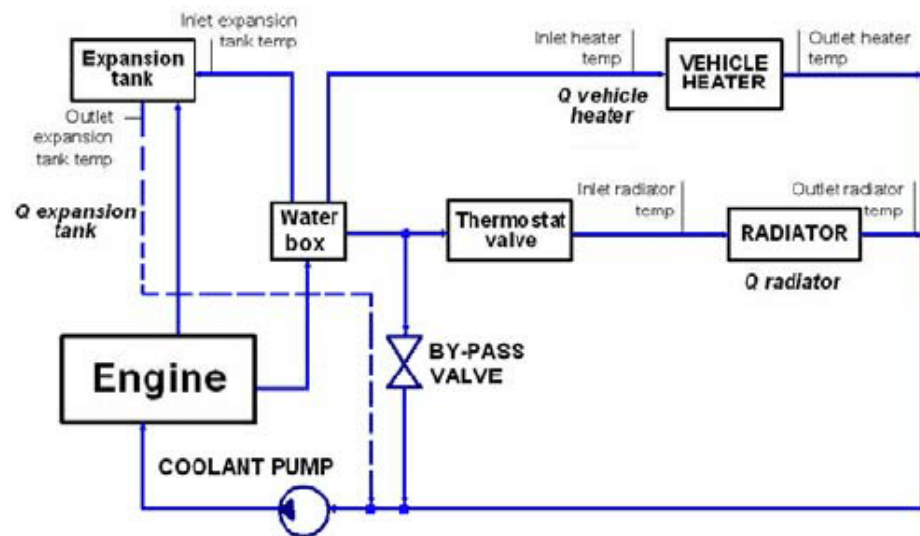
Sistem pendingin sangat besar manfaatnya untuk menetralkan dan mengontrol temperatur motor. Sebagian panas yang berasal dari gas pembakaran harus dipindahkan secara langsung ke fluida pendingin, sedangkan pada bagian bawah silinder pemindahan panas ke fluida pendingin secara tidak langsung. Jika tidak dapat berfungsi dengan baik, temperatur setiap bagian silinder akan naik.

Keadaan ini akan mengakibatkan terjadinya kerusakan dinding ruang bakar, kemacetan cincin torak atau menguap dan terbakarnya minyak pelumas. 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 meningkatnya temperatur *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

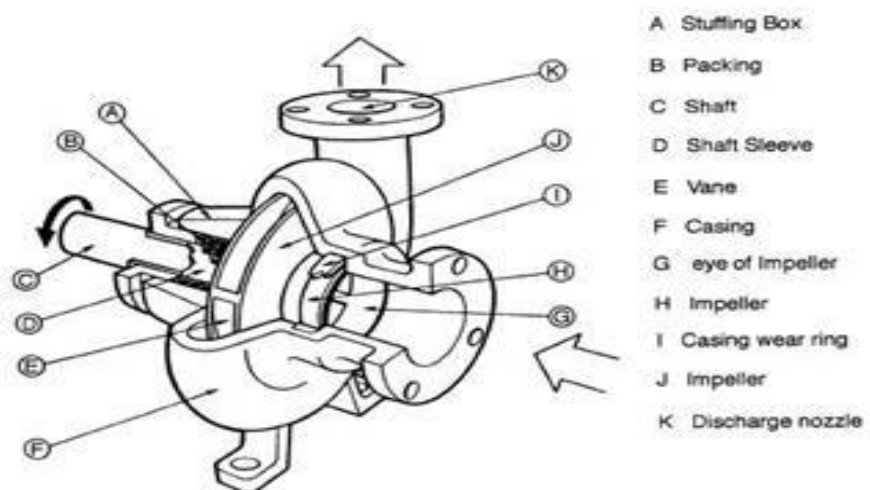
maka akan terjadi kebocoran pada pelat tersebut. Dari kebocoran itu air tawar yang di dalam cooler tidak cukup untuk disuplay menuju jacket cooling untuk mendinginkannya sehingga menyebabkan naiknya temperatur pendingin air tawar mesin induk. Cara untuk mencegah korosi ini bisa dilakukan dengan penambahan 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.

2. Tekanan pendingin air tawar pada mesin induk menurun.
 - a. 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 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

b. 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 impeller 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 impeller 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.

D. Sistem Pendingin

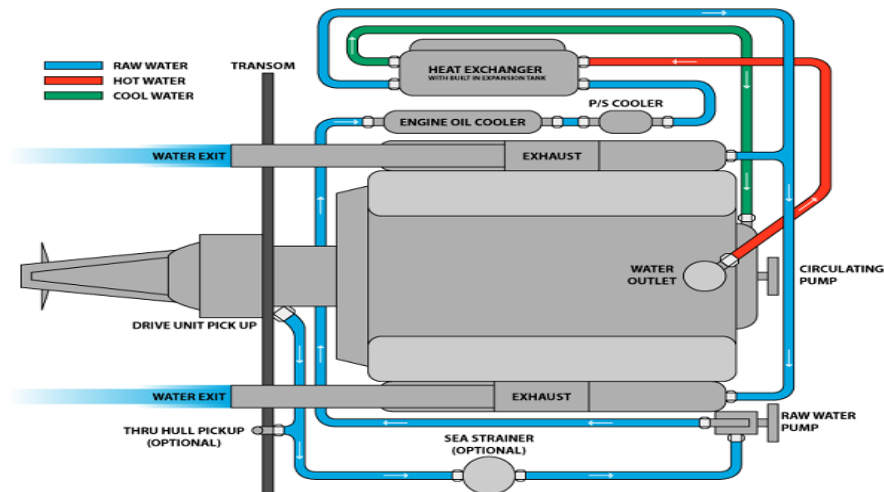
Motor yang digunakan dikapal sebagian besar menggunakan pendingin air, maka akan dibahas operasi sistem pendingin dari jenis sistem pendingin tertutup dan sistem pendingin terbuka.

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.

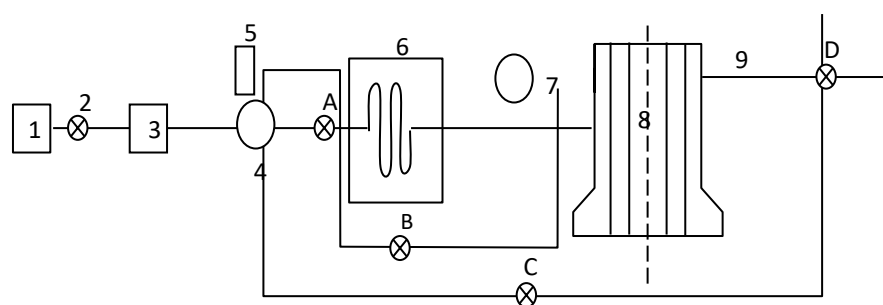
Adapun, kedua sistem tersebut banyak digunakan oleh kapal dengan mesin diesel untuk menjaga kekuatan mesin supaya tetap awet, sanggup mencapai tenaga yang optimal, meminimalisir terjadinya kerusakan pada mesin dan mempertahankan temperatur untuk tetap bekerja dalam kondisi normal.

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



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

Keterangan :

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. Kotak laut (sea chest) | 6. Tangki pendingin |
| 2. Kingstone valve | 7. Manometer |
| 3. Saringan (filter) | 8. Mesin induk |
| 4. Pompa | 9. Pipa buang |
| 5. Katup pengaman | |

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.

E. Macam-macam Komponen Pada Sistem Pendingin

1. Pompa

Pompa berfungsi untuk menghisap air dan menekan air ke dalam sistem, Selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan. Pada umumnya motor dikapal menggunakan pompa air laut jenis sentrifugal, yang digerakkan dengan perantaraan 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. *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 Cooler*



Sumber : Wiranto Arismunandar (1983)

F . 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.

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 :

1. Menjaga agar mesin mampu bekerja terus-menerus,
2. Mencapai tenaga yang optimum,
3. Mengurangi terjadinya kerusakan mesin,
4. Menjaga temperatur agar bekerja dalam kondisi normal.

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 :

1. Bagian dari lapisan silinder,
2. Tutup silinder,
3. Bagian atas torak,
4. Katup buang dan sejenis, termasuk juga katup buang,
5. Bagian dari katup bahan bakar di sekeliling pengabut,
6. 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.

G. 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 terbakarnya 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. Sebagian 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

H. 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 datingnya 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.

I. 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 :

1. 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 kadangkadangkang 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.

2. 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.

3. 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.

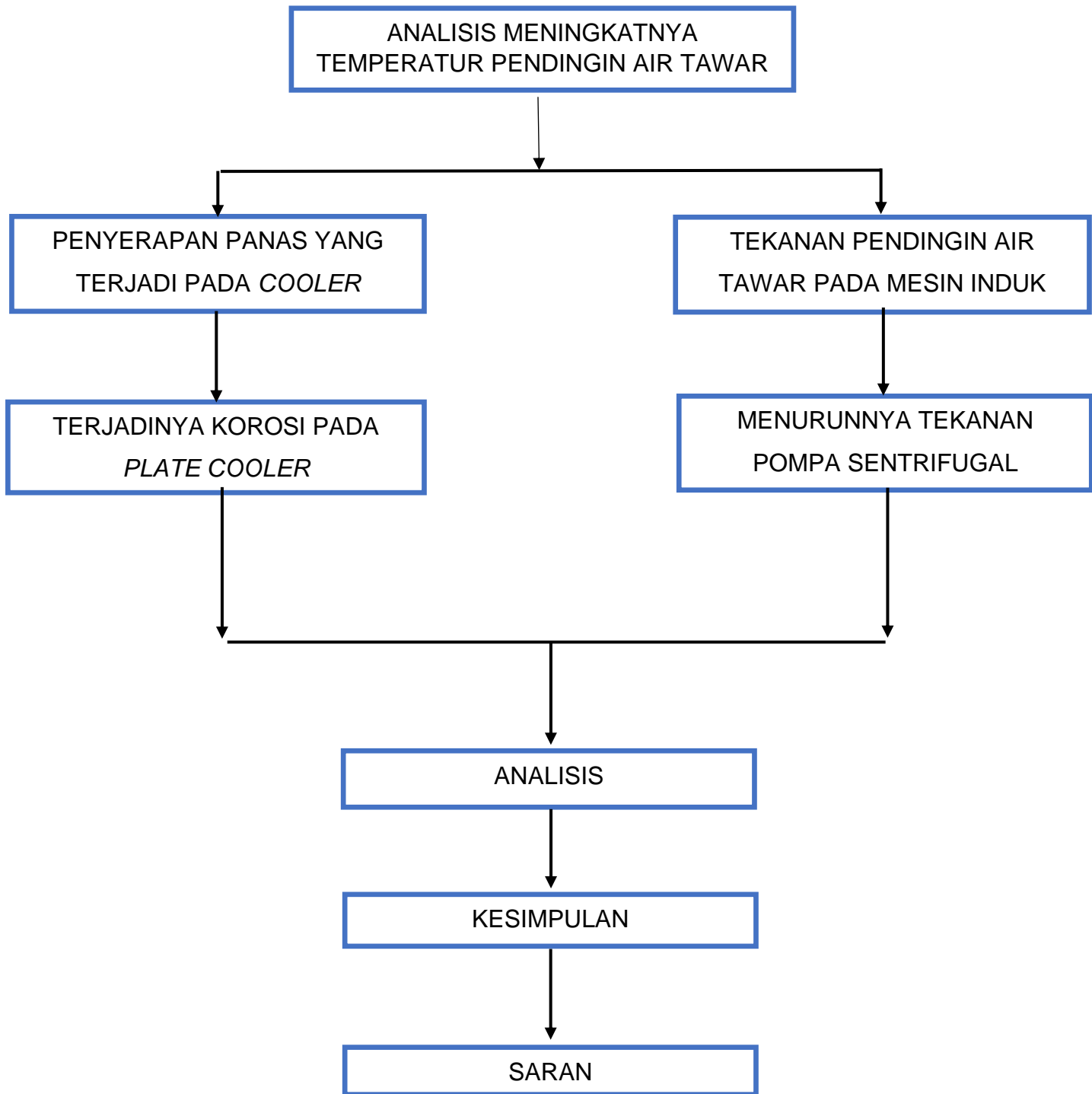
J. Kerangka Pikir

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.

K. Bagan Kerangka Pikir



L. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas maka di duga :

1. Penyerapan panas yang terjadi pada *cooler* kurang optimal.
2. Tekanan pendingin air tawar pada mesin induk menurun.

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. Aspire

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. Aspire

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 2020											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan buku referensi	■	■	■									
2	Pemilihan judul			■									
3	Penyusunan proposal dan bimbingan			■	■	■	■	■					
4	Seminar proposal							■					
5	Perbaikan seminar proposal							■					
6	Pengambilan data(PRALA)								■	■	■	■	■
		TAHUN 2021											
7	Pengambilan data(PRALA)	■	■	■	■	■	■	■					

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Waktu Penelitian.

Adapun waktu penelitian dikapal MT. Aspire, yaitu kurun waktu penelitian adalah selama kurang lebih 10 bulan 4 hari.

2. Ship Particular.

Ship Name	: MT ASPIRE
IMO Number	: 9799666
Flags	: SINGAPORE
Call Sign	: 9 V 5 1 3 9
Port of registry	: SINGAPORE
Owner	: HONGLAM MARINE PTE LTD
Ship Builder	: NAKATANI Shipyard Co,. LTD. JAPAN
Date of Keel	: December 14 th 2015
Date of Launching	: September 17 th 2016
Date of Delivery	: May 8 th 2017
Type Of Ship'S	: ASPHALT TANKER
Clasification	: NIPPON KAIJI KYOKAI (NK)
Gross Tonnage	: 3.605 Tons
Net Tonnage	: 1.082 Tons

Dead Weight Tonnage	: 3.536,99 MT
L.O.A	: 96,50 M
L.B.P	: 89,90 M
Light Weight Ship	: 2.302 Tons
Full Load Displacement	: 5.838,99 MT
Breadth Moulded	: 16,50 M
Depth Moulded	: 8,40 M
High with main mast	: 30,88 M
High without main mast	: 27,10 M
Summer Draft	: 5,40 M
Speed Trial	: 13,29 Knots
Speed Service 85%	: 12,00 Knots
Main Engine	: AKASAKA A-37. (Akasaka Diesels Limited)
Output of Engine	: 1 Unit x 1,912 x 250 Rpm
Bow Thruster Main Power	: 245 Kw x 1800 rpm / 39.2 kN
Capacity of Cargo Oil Tanks	: 3,689 MT
Capacity of Fresh Water Tanks	: 271,65 MT
Capacity of Ballast Tanks	: 1283,68 MT

Capacity of Fuel Oil
Tanks : 220,95 MT

Capacity of Diesel Oil
Tanks : 72,90 MT

Capacity of Lube Oil
Tanks : 8,24 MT

3. Tempat penelitian

Adapun tempat dilaksanakannya penelitian oleh penulis yakni di MT. Aspire yang merupakan kapal jenis asphalt tanker. MT. Aspire merupakan salah satu kapal yang dimiliki oleh Honglam Marine PTE LTD. Kapal tersebut memiliki sistem pendingin terbuka yang dapat mendinginkan mesin diatas kapal. Kapal tersebut memiliki sistem pendingin tertutup.

4. Data Objek yang di Teliti

Mesin pendingin air tawar (*fresh water cooler*) yang ada di kapal MT.Aspire merupakan mesin pendingin air tawar berjenis atau tipe Plate.

Diatas kapal MT. Aspire, sistem pendingannya merupakan sistem pendingin tertutup. Yakni menggunakan media air tawar sebagai pendingin. Sistem pendingin utama air tawar digunakan dalam rangkaian tertutup untuk mendinginkan mesin yang ada di kamar mesin. Di atas kapal MT. Aspire tempat penulis melakukan penelitian terhadap mesin pendingin air tawar (*fresh water cooler*) yang dimana fresh water cooler yang digunakan adalah "HISAKA TYPE UX-395B-NPM-131 BY HISAKA WORKS LTD". Perusahaan tersebut merupakan perusahaan asal Jepang yang berada di bidang Fresh water cooler atau Heat Exchanger.

Berikut spesifikasi Fresh water cooler Hisaka Type UX-395B-NPM-131:

Tabel 4. 1 Kinerja *Fresh water cooler*.

Sisi	A	B
Tekanan kerja maksimum	0,50MPaG	0,50MPaG
Suhu operasi maksimum	60,00°C	90,00°C
Tekanan uji	0,75MPaG	0,75MPaG
Volume internal	97,5 Liters	97,5 Liters
Dimensi pengencangan (Maks & Min)	406mm	379mm

Sumber : Pelat *Fresh water cooler* MT. Aspire

Tabel 4. 2 Spesifikasi *Fresh water cooler*.

Daerah perpindahan panas	63,21 m ²
Massa peralatan	920 Kg
Nomor seri	51-3908
Tanggal pembuatan	26-04-2016
Maker	Hisaka Works Ltd

Sumber : Pelat *Fresh water cooler* MT. Aspire

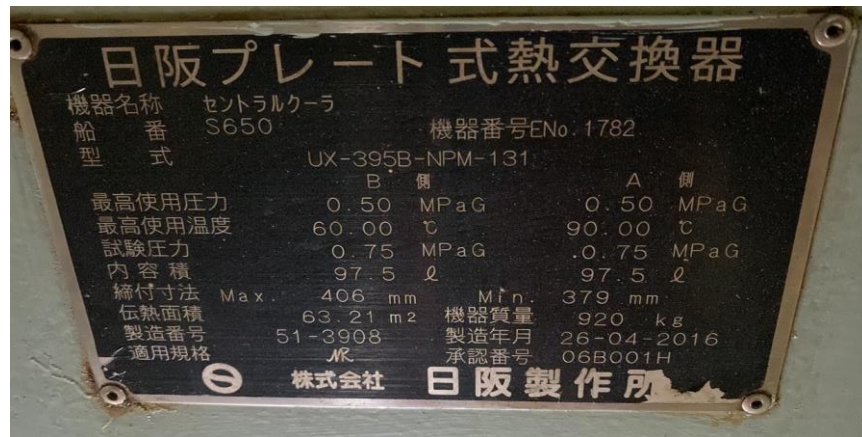
Tabel 4. 3 Komponen *Fresh water cooler*.

Heat transfer plate	B plate
Plate gasket	B (Glued slit in gasket)
Connection	N (Rubber covering type)

Sumber : Hasil pengamatan di kapal MT. Aspire

Berikut merupakan gambar pada *Nameplate* pada Fresh water cooler diatas kapal MT. Aspire:

Gambar 4. 1 *Nameplate* Fresh water cooler MT. Aspire



Sumber : Dari kapal MT. Aspire (2021)

Name Plate pada mesin pendingin air tawar (*fresh water cooler*) diatas kapal MT. Aspire menggunakan bahasa Jepang dimana permesinan bantu tersebut merupakan buatan perusahaan asal Jepang bernama Hisaka.

Untuk memperlancar pengoperasian motor induk diatas kapal, maka beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya adalah pendingin sebagaimana dalam pembahasan ini bahwa media pendingin yang dipakai untuk mendinginkan motor induk diatas kapal adalah air tawar. Maka untuk kelancaran proses pendinginan diperlukan peralatan atau komponen pendukung seperti yang dijelaskan sebagai berikut :

a. Jacket Cooling Fresh Water Pump

Pompa ini berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin didalam system, atau suatu pesawat yang bisa memindahkan cairan dari suatu tempat ketempat lain. Sebagian besar mesin diesel menggunakan pompa sentrifugal untuk sirkulasi air tawar

pendingin pada motor induk diatas kapal, dimana pompa tersebut digerakkan dengan motor listrik.

Gambar 4. 2 *Fresh water pump* MT. Aspire



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

b. Instalasi pipa pipa

Instalasi pipa diatas kapal adalah suatu alat yang ditempati air pendingin untuk bersirkulasi didalam pipa tersebut. Pada setiap pipa membiarkan tahanan tertentu kepada aliran air yang disalurkan untuk itu bentuk pipa dan ukuran pipa akan mempengaruhi kenaikan tahanan aliran. Tahanan aliran air juga dapat meningkat pada setiap belokan dan katup yang dilalui oleh air tersebut.

c. Tangki ekspansi

Tangki ekspansi berfungsi sebagai tangki penampungan air tawar (*fresh water*) dan untuk menambah bila ada kekurangan didalam system. Tangki ini ditempatkan pada tempat yang lebih tinggi dari saluran pipa. Sehingga bisa memelihara tekanan konstan dalam system dan mencegah adanya udara atau uap didalamnya.

Gambar 4. 3 *Fresh water expansion tank* MT. Aspire



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

d. Mesin pendingin air tawar (*fresh water cooler*)

Alat ini berfungsi mendinginkan air pendingin yang telah menyerap panas dari dalam mesin dengan menggunakan media air laut. Di kapal tempat penulis melaksanakan praktek laut (prala), jenis penukar kalornya menggunakan jenis Pelat (*plate*).

Gambar 4. 4 *Fresh water cooler* MT. Aspire



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

e. Pengatur suhu (*Thermostat*)

Alat ini berfungsi untuk mengatur dan mengukur suhu air pendingin yang masuk dan keluar dari motor induk (*main engine*) sesuai dengan yang diinginkan. Dalam melakukan pengaturan suhu tersebut mengikuti arahan dari masinis ataupun kepala kamar mesin.

Gambar 4. 5 *Thermostat* MT. Aspire



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

f. Motor Induk

Motor induk adalah mesin penggerak utama yang berfungsi untuk menghasilkan tenaga dalam upaya menggerakkan atau menjalankan kapal.

Cara kerja pendingin air tawar motor induk yaitu air tawar disupply masuk kedalam fresh water expansion tank. Expansion tank disini berfungsi sebagai tangki penyuplay air tawar bila

mengalami kekurangan pada motor induk yang diakibatkan penguapan atau kebocoran-kebocoran pada pipa tersebut.

Dari expansion tank air tawar dialirkan kedalam motor induk melalui pompa pendingin air tawar (*fresh water cooling pump*). Didalam motor induk air tawar tersebut dibagi-bagi kedalam tiap-tiap silinder bagian bawah, kemudian air tawar mendinginkan silinder jacket dan terus untuk mendinginkan bagian kepala silinder (*cylinder head*). Setelah air tawar keluar dari motor induk masuk kedalam *fresh water cooler* untuk didinginkan. Media pendinginnya adalah air laut (*sea water*) setelah suhu air tawar tersebut mencapai yang didinginkan. Air tersebut kembali lagi ke motor induk untuk mendinginkan kembali.

5. Deskripsi Hasil Analisis Data

Mesin pendingin air tawar merupakan salah satu mesin bantu diatas kapal yang memiliki peranan penting diatas kapal. Mesin pendingin air tawar memiliki fungsi dan tujuan untuk mendinginkan dan mencegah terjadinya *over heating* yang disebabkan oleh hasil pembakaran pada mesin yang memiliki suhu dan temperature yang sangat tinggi.

Berdasarkan penelitian diatas kapal MT. Aspire, panas yang diterima ini akan semakin naik bila pendingin yang ada dengan panas yang diterima tidak sebanding, sehingga panas akan cenderung naik akibat dari perpindahan panas yang berlebihan karena panas yang ada akan merambat dari temperatur yang tinggi ke temperatur yang lebih rendah.

Sebagai bahan pendingin yang baik untuk mesin induk di kapal dapat digunakan air, karena penyerapan panas oleh air lebih baik dibanding minyak pelumas atau udara. Sistem pendinginan yang ada di kapal tempat penulis mengadakan praktek laut menggunakan air tawar sebagai pendingin motor induk, dimana air tawar tersebut

didinginkan oleh air laut ini berfungsi sebagai sistem pendinginan mesin induk secara tidak langsung karena air laut ini menyerap panas yang ada didalam *cooler*. Apabila didalam sistem sirkulasi air pendingin terjadi gangguan dan kerusakan maka akan sangat mempengaruhi kinerja sebuah mesin.

Berdasarkan pengamatan penulis, gangguan yang sering terjadi pada sistem sirkulasi air pendingin pada saat kapal beroperasi adalah tekanan air pendingin menurun dan penyerapan panas pada *fresh water cooler* tidak memenuhi standar atau kondisi normal.

Berikut data-data yang terjadi diatas kapal MT. Aspire pada saat terjadi masalah dan setelah permasalahan selesai :

Tabel 4. 4 Data pada saat temperature meningkat.

Pressure (Mpa)	Cooler Temp (°C)		Discharge Circulating Water (°C)						Remaks
	In	Out	1	2	3	4	5	6	
0,1	47	52	76	77	76	78	78	79	Abnormal

Sumber : Hasil pengamatan di kapal MT. Aspire

Tabel 4. 5 Data pada saat temperature normal.

Pressure (Mpa)	Cooler Temp (°C)		Discharge Circulating Water (°C)						Remaks
	In	Out	1	2	3	4	5	6	
0,1	40	42	74	74	74	76	76	76	Normal

Sumber : Hasil pengamatan di kapal MT. Aspire

B. Pembahasan

Fresh water cooler menggunakan pelat sebagai tempat mengalirnya air laut dan dan air tawar sebagai tempat pendinginan.

Didalam pelat *fresh water cooler*, terdapat kotoran-kotoran yang menempel pada pelat *fresh water cooler* dan dapat menyebabkan berkurangnya kualitas pendinginan air tawar oleh air laut. Maka dari itu pembersihan diatas kapal harus dilakukan secara berkala agar kinerja dari *fresh water cooler* sesuai seperti yang diharapkan. Saat kapal berlabuh di Pelabuhan Batu Ampar kota Batam, dilakukan pembersihan pelat *fresh water cooler*.

Setelah dilakukan pembongkaran pada *fresh water cooler*, ternyata pelat dalam keadaan kotor. Waktu jadwal pembersihan atau tergantung dari kondisi air laut yang dipakai serta keadaan waktu pengoperasian *fresh water cooler*. Namun menurut *chief engineer* atau kepala kamar mesin MT. Aspire, pembersihan atau maintenance pada *fresh water cooler* harus dilakukan secara berkala, sekiranya paling lama 3 bulan sekali.

Di dalam memutuskan waktu pembersihan harus mengikuti ketentuan sebagai berikut :

1. Setelah diamati selama pengoperasian ternyata suhu air tawar yang keluar dari *fresh water cooler* masih tinggi tidak sesuai dengan standar normalnya.
2. Sesuai dengan jadwal perawatan yang sudah ditentukan.

Gambar 4. 6 *Plate fresh water cooler* MT. Aspire



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

Banyaknya kotoran-kotoran yang ikut masuk bersama air laut ke dalam *fresh water cooler* akan menghambat aliran air laut yang masuk ke dalam *cooler* sebagai media pendingin untuk mendinginkan air tawar. Dalam hal ini tentunya akan mengakibatkan suhu pendingin air tawar dari *fresh water cooler* yang akan masuk ke mesin Induk belum sesuai dengan yang diinginkan. Banyaknya kotoran-kotoran pada plat *fresh water cooler* dapat disebabkan saringan (*filter*) air laut tidak berfungsi dengan baik untuk menyaring kotoran-kotoran yang ikut bersama air laut.

Setelah perjalanan dari Haiphong, Vietnam, kinerja *fresh water cooler* menurun karena filter tersebut sangat kotor dikarenakan telah melalui sungai yang dangkal dan kotor serta banyak tumbuhan liar di sungai tersebut.

Gambar 4. 7 *Filter central cooler*



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

Maka dari itu, engineer langsung melakukan pembersihan pada filter tersebut karena disadari akan mengganggu sistem pendinginan pada mesin induk oleh air tawar yang tidak didinginkan secara optimal oleh air laut.

Pada kapal MT. Aspire, meningkatnya temperature mesin pendingin air tawar disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya sebagai berikut.

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

Terjadinya penyerapan panas pada *cooler* kurang optimal dapat disebabkan oleh *fresh water cooler* yang kotor. Banyaknya kotoran-kotoran yang ikut masuk bersama air laut ke dalam pipa *fresh water cooler* akan menghambat aliran air laut yang masuk ke dalam *cooler* sebagai media pendingin untuk mendinginkan air tawar.

Dalam hal ini tentunya akan mengakibatkan suhu pendingin air tawar dari *fresh water cooler* yang akan masuk ke

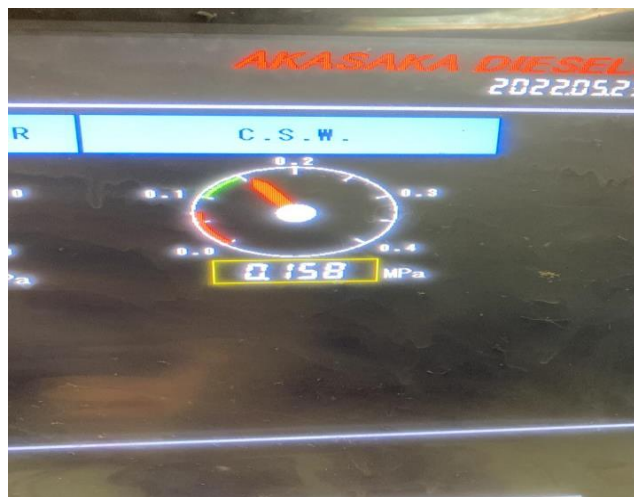
mesin Induk dalam keadaan tidak normal alias masih tinggi. Banyaknya kotoran-kotoran didalam pipa dapat disebabkan saringan (*filter*) air laut tidak berfungsi dengan baik untuk menyaring kotoran-kotoran yang ikut bersama air laut ataupun filter yang sudah di penuh oleh kotoran.

Kotornya *fresh water cooler* dapat di sebabkan oleh tidak dilakukannya maintenance secara berkala oleh *engineer* diatas kapal..

b. Tekanan pada air pendingin menurun

Tekanan pompa air laut yang dibutuhkan untuk mendinginkan air tawar didalam Cooler sebesar 0.160 MPa – 0.170 Mpa. Karena adanya gangguan pada pompa air laut, sehingga menyebabkan tekanan pompa menurun menjadi 0.158 MPa.

Gambar 4. 8 *Pressure cooling sea water pump MT. Aspire*

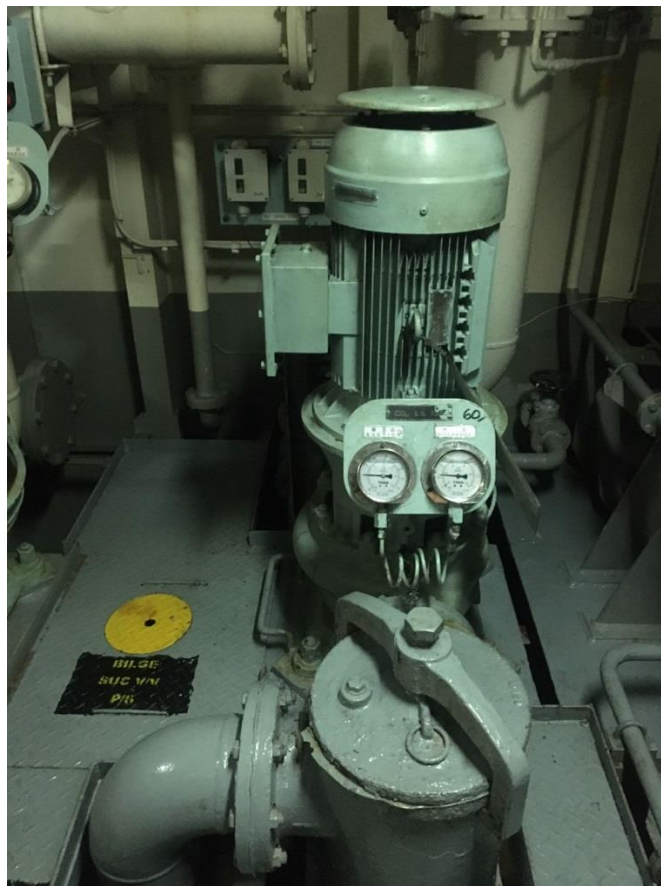


Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

Dengan menurunnya tekanan pompa air laut yang masuk ke *fresh water cooler* akan menyebabkan proses penyerapan panas dari air pendingin mesin induk ke air laut akan berkurang. Dengan demikian suhu air pendingin yang masuk ke mesin induk masih

naik dan ini tentunya akan mempercepat naiknya suhu mesin induk. Adapun yang menjadi penyebab menurunnya tekanan pompa air laut yaitu banyaknya kotoran-kotoran yang terdapat pada saringan (*filter*) air laut, kran isap atau keran untuk air laut tidak terbuka penuh dan adanya kebocoran pada pipa-pipa air laut.

Gambar 4. 9 *Cooling sea water pump* MT. Aspire



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

Pemecahan masalah

- a. Pembersihan pada pelat perpindahan panas (*heat exchanger*) juga dapat dilakukan secara manual yakni menggunakan air bertekanan, sikat, air pembersih atau air sabun, dan juga menggunakan kain. Jika pembersihan yang

dilakukan masih kurang maksimal, maka dapat digunakan cairan chemical "*Rust Remover*" agar pembersihan yang dilakukan pada pelat *heat exchanger* dapat maksimal.

- b. Pembersihan pada filter air laut yang akan masuk kedalam pompa. Pembersihan pada filter harus dilakukan secara berkala. Namun pembersihan pada filter harus lebih sering dilakukan apabila kapal berlayar pada perairan dangkal atau sungai yang memungkinkan banyaknya lumpur, sampah, karang, dan juga tumbuhan air yang masuk kedalam *sea chest* yang menumpuk pada filter sehingga mengakibatkan kurangnya hisapan pada *cooling sea water pump* sehingga menurunkan tekanan.
- c. Kran isap pada air laut harus diperhatikan dalam keadaan normal, pastikan kran tersebut mudah untuk dibuka maupun ditutup. Apabila kran dalam kondisi tidak normal bisa memungkinkan hisapan pada pompa kurang maksimal karena dalam posisi tidak terbuka penuh dan keras untuk dibuka.
- d. Segera melakukan tindakan pada pipa-pipa sistem pendingin yang bocor, karena akan berpengaruh dalam menurunnya tekanan dan juga temperature. Pencegahan apabila terjadi kebocoran ialah dengan menutup kebocoran tersebut dengan beberapa prosedur seperti penambalan darurat untuk kebocoran kecil menggunakan devcon atau resin lain dan pengikatan menggunakan karet ban secara kencang. Pada kebocoran besar, segera mengganti ke aliran pipa yang lain (darurat) untuk sementara dan lakukan pengelasan pada kebocoran pipa utama.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat di simpulkan bahwa penyebab meningkatnya temperature mesin pendingin air tawar adalah :

1. Kurangnya penyerapan panas oleh pendingin air tawar disebabkan karena banyaknya endapan kotoran yang masuk dan menempel pada *fresh water cooler* sehingga proses penyerapan panas oleh air pendingin terhambat karena adanya endapan kotoran tersebut
2. Meningkatnya temperature mesin pendingin air tawar pada mesin induk disebabkan karena banyaknya kotoran-kotoran yang terdapat pada saringan (*filter*) air laut. Kotoran-kotoran tersebut berasal dari aliran sea chest yang melewati perairan dangkal, sungai, ataupun perairan berlumpur dan penuh dengan sampah, karang, maupun biota laut.
3. Kebocoran pada pipa-pipa dapat menyebabkan menurunnya tekanan serta temperature karena aliran tidak mengalir pada sistem secara normal. Menurunnya tekanan pendingin air laut yang masuk ke dalam *fresh water cooler* juga dapat mempengaruhi proses penyerapan panas.

B. Saran

Adapun saran-saran yang penulis dapat berikan yaitu:

1. Senantiasa melakukan *maintenance* pada *fresh water cooler* secara berkala dengan mengikuti petunjuk pada manual book. Agar tidak terjadi endapan kotoran pada permesinan bantu tersebut.

2. Melakukan pembersihan pada saringan (filter) secara teratur dan pembersihan tersebut ditingkatkan apabila melalui perairan dangkal, sungai, ataupun perairan berlumpur agar mencegah terjadinya penyumbatan pada filter.
3. Senantiasa melakukan pemeriksaan pada pipa-pipa yang sudah tua atau sudah terjadi korosi agar segera melakukan perbaikan pada pipa tersebut untuk mencegah terjadinya kebocoran. Selalu siapkan karet ban ataupun devcon untuk keadaan darurat apabila terjadi kebocoran.

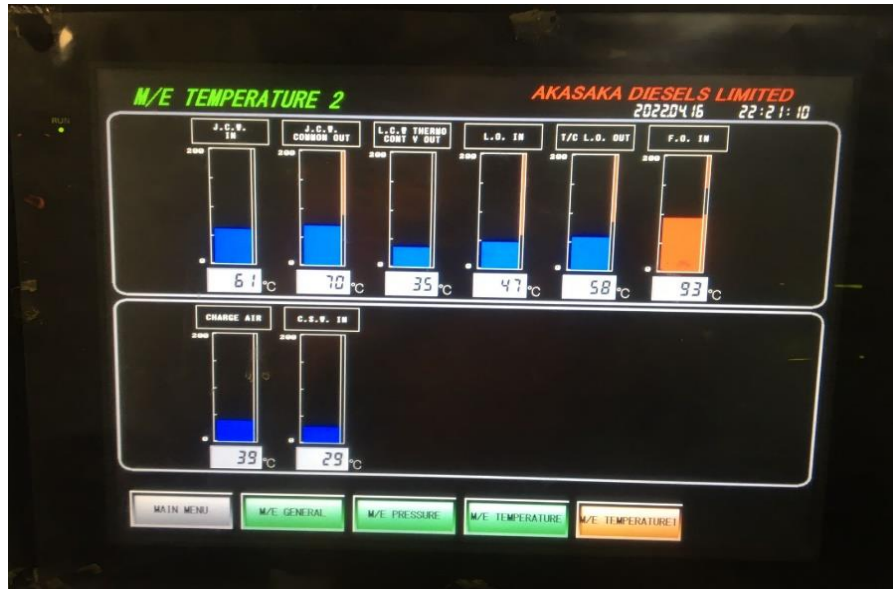
DAFTAR PUSTAKA

- H.N. Gupta. (2006). *Fundamentals of Internal Combustion Engines*.
<http://libgen.li/item/index.php?md5=91ABA1C47FA811C41A38A91B9909079A>
- Kaklis, D., Giannakopoulos, G., Varlamis, I., Spyropoulos, C. D., & Varelas, T. J. (2019, June). A data mining approach for predicting main-engine rotational speed from vessel-data measurements. In *Proceedings of the 23rd International Database Applications & Engineering Symposium* (pp. 1-10).
<https://doi.org/10.1145/3331076.3331123>
- Karyanto, E. (2002). *Panduan Reparasi Mesin Diesel Dasar Operasi Service*. Jakarta: *Pedoman Ilmu Jaya*.
- Kupper, F. et al. (2018) 'Robust fuel consumption estimation for on-line optimization of diesel engines', IFAC-PapersOnLine. Elsevier B.V., 51(31), pp. 233–239. doi: 10.1016/j.ifacol.2018.10.042
- Mohammed, A. G., Mosleh, M., El-Maghlany, W. M., & Ammar, N. R. (2020). Performance analysis of supercritical ORC utilizing marine diesel engine waste heat recovery. *Alexandria Engineering Journal*, 59(2), 893-904 <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.03.021>
- Moharram, K. A., Abd-Elhady, M. S., Kandil, H. A., & El-eSherif, H. (2013). *Enhancing the performance of photovoltaic panels by water cooling*. *Ain Shams Engineering Journal*, 4(4), 869–877. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2013.03.005>
- Sularso, Haruo Tahara. (2000) "Pompa dan Kompresor", Edisi Ketujuh, Pradnya Paramitha, Jakarta <https://www.slideshare.net/MahmoudAlbanni/pompa-kompresor-sularso-haruo-tahara>
- Sumanto. 2004, *Dasar-dasar Mesin Pendingin*. PT. Andi Yogyakarta, Yogyakarta.

- Takacs, G. (2009). Electrical Submersible Pumps Manual. In *Electrical Submersible Pumps Manual*.
<http://libgen.li/item/index.php?md5=5F31FA96C6BDEBE53196528B82875837>
- Theotokatos, G., Sfakianakis, K., & Vassalos, D. (2017). Investigation of ship cooling system operation for improving energy efficiency. *Journal of Marine Science and Technology*, 22(1), 38-50. <https://doi.org/10.1007/s00773-016-0395-9>
- Yao, D. M., Li, J. G., Song, Y. T., Du, S. J., Chen, J. L., & Weng, P. D. (2005). *EAST in-vessel components design*. *Fusion Engineering and Design*, 75-79, 491-494. <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2005.06.316>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Main Engine Temperature



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

Lampiran 2. Fresh Water Cooler



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

Lampiran 3. Plat (plate) yang kotor pada fresh water cooler



Sumber: Kapal MT. Aspire (2021)

Lampiran 4. Proses pembersihan pada plat (plate) fresh water cooler



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

Lampiran 5. Plat (plate) fresh water cooler telah dibersihkan



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

Lampiran 6. Kondisi (filter) air laut (sea water) setelah melalui sungai



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

Lampiran 7. Saringan (filter) air laut (sea water) yang telah dibersihkan



Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

Lampiran 8. Log book pada saat kejadian masalah (abnormal)

ENGINE LOG FOR															M.V.M.T. <i>ASPIRE</i>															DATE <i>2 DEC 2021</i>																													
Hour	Rev	RPM	Temp	Oil	Water	Air	Fuel	Lube	Cool	Piston Cooling Water/Oil										Cylinder Water-Jacketing/Pur Water										Cylinder Exhaust Temp. °C																													
										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40										
0800	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500	26000	26500	27000	27500	28000	28500	29000	29500	30000
AUXILIARY ENGINES PERFORMANCE Lube Oil Temp. °C Piston Cooling Water/Oil Cylinder Exhaust Temp. °C Oil Water Depth Temp. °C															MAIN ENGINE COUNTER AT NOON:															REMARKS & SIGNATURE OF E.O.W.																													
ELECTRICAL MACHINERY (DECK & ENG.) GENERAL REMARKS-WORK DONE, ENGINE PERFORMANCE, ETC. → CLEANED FRESH WATER COOLER. → CLEANED 1" & 2" FILTER M/F → CLEANED FLOW METER FILTER M/F															SECOND ENGINEER															SEPARATOR SPECIFIC GRAVITY OF FRESH WATER SPECIFIC GRAVITY OF SEA WATER SPECIFIC GRAVITY OF FUEL OIL SPECIFIC GRAVITY OF DIESEL OIL																													

Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

Lampiran 9. Log book pada saat kembali normal

ENGINE LOG FOR															M.V.M.T. <i>ASPIRE</i>															DATE <i>5 DEC 2021</i>																													
Hour	Rev	RPM	Temp	Oil	Water	Air	Fuel	Lube	Cool	Piston Cooling Water/Oil										Cylinder Water-Jacketing/Pur Water										Cylinder Exhaust Temp. °C																													
										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40										
0800	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500	26000	26500	27000	27500	28000	28500	29000	29500	30000
AUXILIARY ENGINES PERFORMANCE Lube Oil Temp. °C Piston Cooling Water/Oil Cylinder Exhaust Temp. °C Oil Water Depth Temp. °C															MAIN ENGINE COUNTER AT NOON:															REMARKS & SIGNATURE OF E.O.W.																													
ELECTRICAL MACHINERY (DECK & ENG.) GENERAL REMARKS-WORK DONE, ENGINE PERFORMANCE, ETC. → CLEANED 1" & 2" FILTER M/F AND FLOW METER FILTER M/F → CLEANED S.O. FUEL/SEA WATER FILTER AND S.O. TRANS/PUMP FILTER → RENEW V-BELT S. 6. 2 OF AC II → CLEANED F.O. BOOST PUMP FILTER AND FLOW METER FILTER T-4.															SECOND ENGINEER															SEPARATOR SPECIFIC GRAVITY OF FRESH WATER SPECIFIC GRAVITY OF SEA WATER SPECIFIC GRAVITY OF FUEL OIL SPECIFIC GRAVITY OF DIESEL OIL																													

Sumber : Kapal MT. Aspire (2021)

RIWAYAT HIDUP PENULIS



ACHMAD ANSHORI SADEWO. Lahir di Bekasi, 02 November 1999. Anak ketiga dari 3 bersaudara, putra dari almarhum Bapak Ramelan Djoyodikromo dan Ibu Titik Retnowati. Tinggal di Kel. Pengasinan, Kec. Rawalumbu, Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat. Mengawali pendidikannya di TK Bani Taqwa pada tahun 2005 - 2006. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikannya di SDN Pengasinan 6 pada tahun 2007 -2012 dan dilanjutkan ke jenjang sekolah menengah pertama di SMPN 16 Bekasi pada tahun 2012 – 2015 dan meneruskan pendidikan di SMAN 6 Bekasi, pada masa ini penulis mengikuti kegiatan ekstrakurikuler futsal dan berhasil meraih beberapa prestasi di bidang olahraga futsal yang membawa nama baik SMAN 6 Bekasi. Proses pendidikan ini ditempuh dalam waktu 3 tahun yaitu pada tahun 2015 – 2018. Selanjutnya penulis melakukan pendaftaran sekolah kedinasan yaitu pola pembibitan yang pada akhirnya berhasil lulus dan masuk kedalam sekolah kedinasan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar pada tahun 2018 dan mengikuti kegiatan madatukar di Bandung selama 2 minggu dan dilanjutkan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar selama 3 bulan. Penulis melakukan praktek layar di perusahaan Honglam Marine PTE LTD. Berkat rahmat Tuhan yang maha kuasa, penulis sangat berbahagia telah mendapatkan ilmu dan pengalaman selama masa pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.