

**KENAIKAN TEMPERATUR PENDINGIN AIR TAWAR PADA
MESIN INDUK DI KAPAL MT. VEGA 1**



SAKTI OKTAVIANUS

NIT. 20.42.129

TEKNIKA

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : SAKTI OKTAVIANUS

NIT : 20.42.129

Program Studi :Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Kenaikan Temperatur Pendingin Air Tawar Pada Mesin Induk Di Kapal MT. Vega 1

Merupakan Karya asli. Seluruh ide yang ada dalam s kripsi ini,keculi tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan,merupakan ide yang saya susun sendiri.

Jika pernyataan di atas sebaliknya,maka saya bersedia menerima sangsi yang di tetapkan oleh Polteknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 20 Juni 2025



SAKTI OKTAVIANUS

NIT : 20.42.129

**KENAIKAN TEMPERATUR PENDINGIN ARI TAWAR PADA
MESIN INDUK DI KAPAL MT. VEGA 1**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan diajukan Oleh

SAKTI OKTAVIANUS

NIT:20.42.129

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

SKRIPSI

KENAIKAN TEMPERATUR PENDINGIN AIR TAWAR PADA MESIN INDUK DI KAPAL MT. VEGA 1

Disusun dan Diajukan oleh:

SAKTI OKTAVIANUS

NIT. 20.42.129

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal, 20 Juni 2025

Menyetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II



Winarno, S.Sps., M.M., Mar.E.
NIP. 19700116 200912 1 001



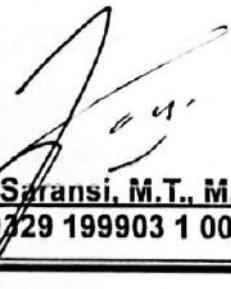
Agustina Setyaningsih, S.Si., M.Pd
NIP. 19850808 200912 2 004

Mengetahui:

a.n. Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Teknika



Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar
NIP. 19750729 199903 1 002



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

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang aha Esa atas berkat dan rahmat-nya sehingga penulis dapat menuliskan skripsi yang berjudul “Kenaikan Temperatur Air Tawar Pada Mesin Induk Di Kapal MT. Vega 1” tepat pada waktunya. skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan guna untuk menuntaskan program Diploma IV jurusan Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Penyusunan skripsi ini atas bantuan dan peran serta pihak sehingga sebagi sehingga segala hambatan dan rintangan yang dihadapi oleh penulis dapat di teratasi dengan baik oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendorong terwujudnya skripsi ini

Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Bapak Capt. Rudi Susanto,M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar .
2. Bapak Ir. Alberto, S.Si.T., Mar.E., M.A.P., selaku Ketua Program Studi Teknika
3. Bapak Winarno, S.Sos., M.M., Mar.E., selaku dosen pembimbing I
4. Ibu Agustina Setyaningsih, S.Si., M.Pd., selaku dosen pembimbing II
5. Seluruh Staf Program Studi Teknika
6. Seluruh Dosen Pengajar Dan pegawai Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
7. Bapak James Karerrang dan Ibu Nita Karreereng, selaku Presiden Direktur PT.Singapura Maritie Service dan Seluruh Staf Crewing yang telah mengizinkan dan memberi kesempatan kepada penulis dalam melaksanakan praktik laut.
8. Capt. Mhiraja, selaku penanggung jawab dan pembimbing penulis selama penulis melaksanakan Prala di kapal MT.VEGA 1.
9. Seluruh Crew PT. Singapura Maritime Service khususnya *Engine*

Departement. Yakni CE Herman, 2nd Obed Pakendek, 3rd Prian, 4th Nathan Pamallunan, Bang Ishak, Bang Jerry dan Bang Hendrik yang sudah mengajar dan membimbing saya selama di kapal

10. Bapak Matius Bunga dan Ibu Diana Tuku orang tua tercinta, saudara-saudara saya yang telah memberikan dukungan doa dan motivasi kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga hasil skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, 20 Juni 2025



SAKTI OKTAVIANUS

NIT:20.42.129

ABSTRAK

SAKTI OKTAVIANUS 2024, Kenaikan Temperatur Pendingin Air Tawar Pada Mesin Induk Di Kapal MT. Vega 1 (dibimbing oleh Bapak Winarno dan Ibu Agustina Setyaningsih)

Sistem pendingin air tawar pada mesin induk kapal memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan temperatur kerja mesin diesel selama beroperasi. Gangguan pada sistem ini dapat menyebabkan peningkatan suhu yang berdampak pada performa dan keamanan mesin. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab meningkatnya temperatur pendingin air tawar pada mesin induk di kapal MT. Vega 1 serta memberikan rekomendasi pencegahan yang tepat.

Penelitian dilaksanakan secara langsung di atas kapal MT. Vega 1 dengan waktu pelaksanaan selama masa pelayaran aktif. Metode yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap sistem pendingin, wawancara dengan *Chief Engineer* dan masinis kapal, serta studi pustaka untuk memperkuat landasan teori. Analisis data menggunakan metode analisis akar penyebab (*root cause analysis*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan temperatur air tawar disebabkan oleh kotornya *filter* sistem pendingin dan penumpukan kerak pada *plate heat exchanger*. Kesimpulan dari penelitian ini menggarisbawahi pentingnya perawatan rutin. Oleh karena itu, disarankan dilakukan pembersihan *filter* dan *heat exchanger* secara berkala serta pemantauan tekanan dan suhu pendingin untuk mencegah *overheating* pada mesin induk.

Kata Kunci: Sistem Pendingin, Temperatur Air Tawar, Mesin Induk Kapal

ABSTRACT

SAKTI OKTAVIANUS, 2024. The Increase of *Fresh Water Cooling Temperature* in the *Main Engine* on MT. Vega 1 (supervised by Mr. Winarno and Mrs. Agustina Setyaningsih)

The *fresh water cooling* system in a ship's *main engine* plays a crucial role in *maintaining* the stability of the diesel *engine's* operating *temperature*. Malfunctions in this system can lead to *temperature* increases that negatively affect *engine* performance and safety. This study was conducted to identify the factors causing the rise in *fresh water cooling temperature* in the *main engine* of MT. Vega 1 and to provide appropriate preventive recommendations.

The research was carried out directly aboard MT. Vega 1 during its active sailing period. The method used was descriptive research with a case study approach. Data were collected through direct observation of the *cooling* system, interviews with the *Chief Engineer* and *engine* crew, and literature studies to support the theoretical foundation. Data analysis employed the root cause analysis method.

The results indicate that the increase in *fresh water temperature* was caused by dirty *cooling* system *filters* and scale buildup in the *heat exchanger plates*. The findings *highlight* the importance of routine *maintenance*. Therefore, regular cleaning of *filters* and *heat exchangers*, along with monitoring of *pressure* and *cooling temperature*, is recommended to prevent *overheating* of the *main engine*.

Keyword : *Cooling System, Fresh Water Temperature, Ship Main Engine.*

DAFTAR ISI

Nomor	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PANDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Mesin Induk (<i>Main Engine</i>)	4
B. Meningkatnya Temperatur <i>Fresh Water Cooler</i>	7
C. Pengertian Pendingin (<i>Cooler</i>)	10
D. Sistem Pendingin	10
E. Macam-Macam komponen pada system pendingin	13
F. Tujuan Pendinginan	15
G. Manfaat Pendinginan	18
H. Bagian-bagian Utama Yang Didinginkan	19
I. Media Pendinginan	21
J. Kerangka Pikir	22
K. Hipotesis	24
BAB III METODE PENELITIAN	25

A. Jenis Penelitian	25
B. Definisi Operasional verbal	25
C. Teknik Pengumpulan Data	26
D. Teknik Analisis Data	27
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	28
A. Hasil Penelitian	28
B. Pembahasan	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
A. Kesimpulan	45
B. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Ship Particullar Mt.Vega 1	28
Tabel 4. 2 Data Rata-Rafa Kondisi Normal	33
Tabel 4. 3 Data Kondisi Abnormal	33
Tabel 4. 4 Kondisi Setelah Perbaikan (Pembersihan <i>Heat Exchanger</i> dan <i>Sea Chest Filter</i>)	42
Tabel 4. 5 Tabel PMS Pendingin Air Tawar Mesin Induk	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skematik <i>Plate Cooler</i>	7
Gambar 2. 2 Skematik Pompa Sentrifugal.	9
Gambar 2. 3 Skematik Sistem Pendingin Tertutup	11
Gambar 2. 4 Skematik Sistem Pendingin Terbuka	13
Gambar 2. 5 <i>Fresh Water Cooler</i>	14
Gambar 2. 6 Kerangka Pikir Penelitian	23
Gambar 4. 1 Kotoran Pada <i>Sea Chest Filter</i>	35
Gambar 4. 2 Kotoranya <i>Heat Exchanger</i>	36

BAB I

PANDAHULUAN

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 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 diatas, maka dalam skripsi ini penulis mencoba mengangkat judul: "*Kenaikan Temperatur Pendingin Air Tawar Pada Mesin Induk di Kapal MT.Vega 1*"

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang penulis ambil adalah, apa faktor yang dapat menyebabkan meningkatnya temperatur pendingin air tawar pada mesin induk di kapal MT. Vega 1?

C. Batasan Masalah

Mengingat betapa luasnya permasalahan mengenai kenaikan temperatur pendingin air tawar pada mesin induk maka penulis membuat batasan masalah mengenai penyebab kenaikan temperatur pendingin air tawar pada mesin induk di kapal MT.VEGA 1.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab meningkatnya temperatur pendingin air tawar pada mesin induk di kapal MT. Vega 1.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik permesinan kapal, mengenai sistem pendingin mesin diesel. Selain itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi atau acuan ilmiah bagi mahasiswa atau peneliti lain yang ingin mengkaji lebih lanjut mengenai permasalahan peningkatan temperatur pendingin air tawar pada mesin induk kapal.

2. Secara praktis

Secara praktis, penelitian ini bermanfaat bagi crew mesin (engine crew) di atas kapal untuk lebih memahami dan mengantisipasi penyebab meningkatnya temperatur pendingin air tawar pada mesin induk. Dengan pemahaman tersebut, diharapkan dapat meningkatkan keandalan operasi mesin serta mengurangi risiko kerusakan mesin akibat overheating. Selain itu, perusahaan pelayaran juga dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai bahan evaluasi dalam perawatan dan pengawasan sistem pendingin di kapal mereka.

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 pemicu, 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-Maghlan, 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 medium panas. Dalam penukar panas lintas aliran cairan bergerak secara kasar terhadap satu sama lain

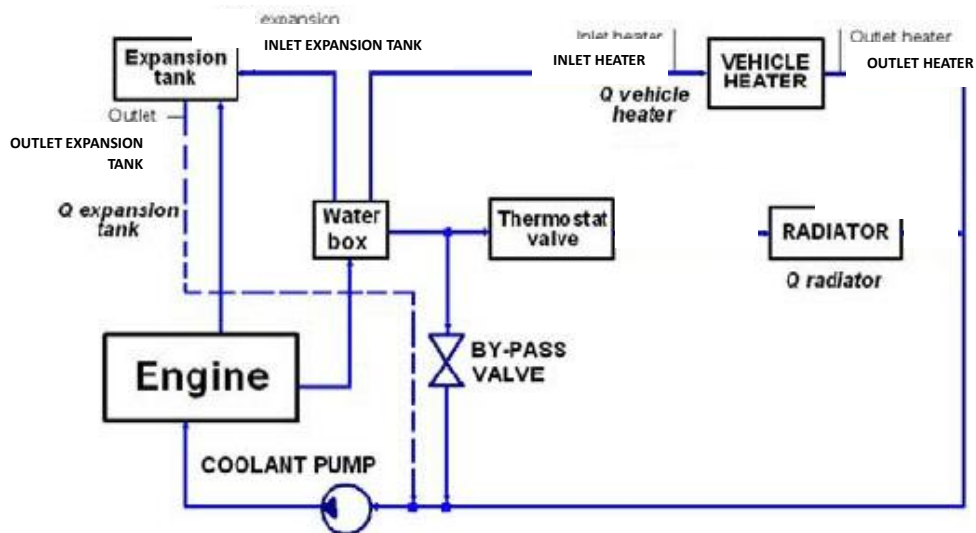
Sistem pendingin sangat besar manfaatnya untuk menetralkan dan mengontrol temperatur motor. Sebagian panas yang berasal dari gas pembakaran harus dipindahkan secara langsung ke fluida pendingin, sedangkan pada bagian bawah silinder pemindahan panas ke fluida pendingin secara tidak langsung. Jika tidak 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. 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 display menuju *jacket cooling* untuk

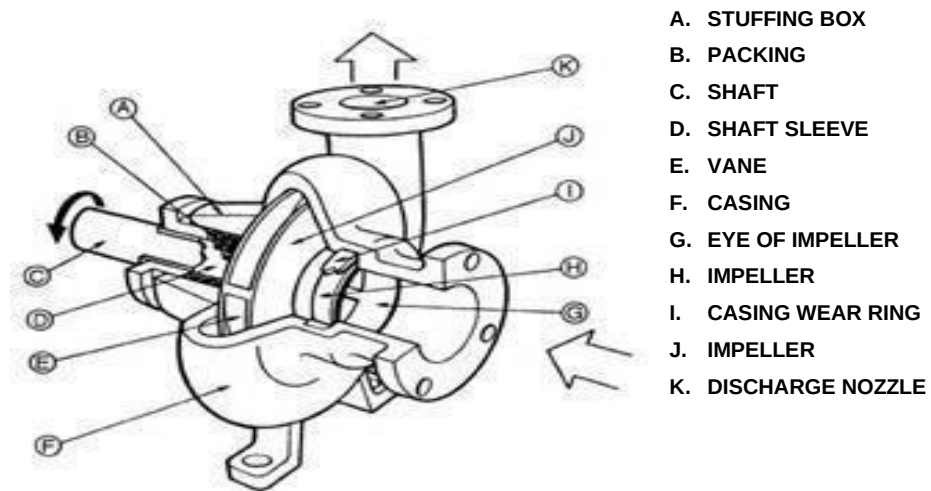
mendinginkannya sehingga menyebabkan naiknya temperatur pendingin air tawar mesin induk. Cara untuk mencegah korosi ini bisa dilakukan dengan penambahan bahan kimia ke dalam aliran air laut seperti kromat, silikat dan nitrat ferrosianida yang dapat menghilangkan lapisan penyebab korosi sehingga terbawa keluar oleh arus aliran.

b. Penyumbatan *cooler Plate heat exchanger*

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

c. 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 pertambahan *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 standar. 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.

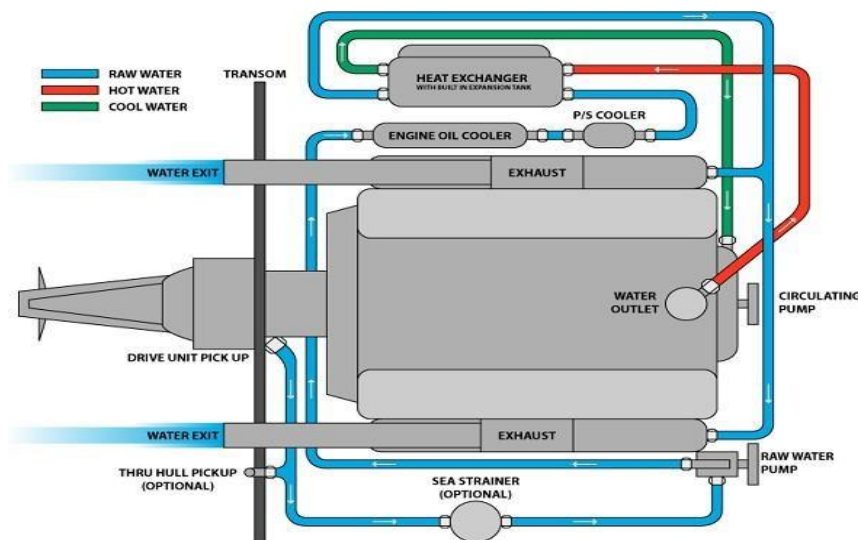
Menurut Moharram dkk (2013) mengatakan pendingin yang mengalir melalui mesin dan pipa ledeng yang terkait harus mampu untuk menahan suhu di bawah nol tanpa pembekuan. Itu juga harus bisa menangani suhu mesin lebih dari 250 derajat tanpa direbus. Pesanan

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

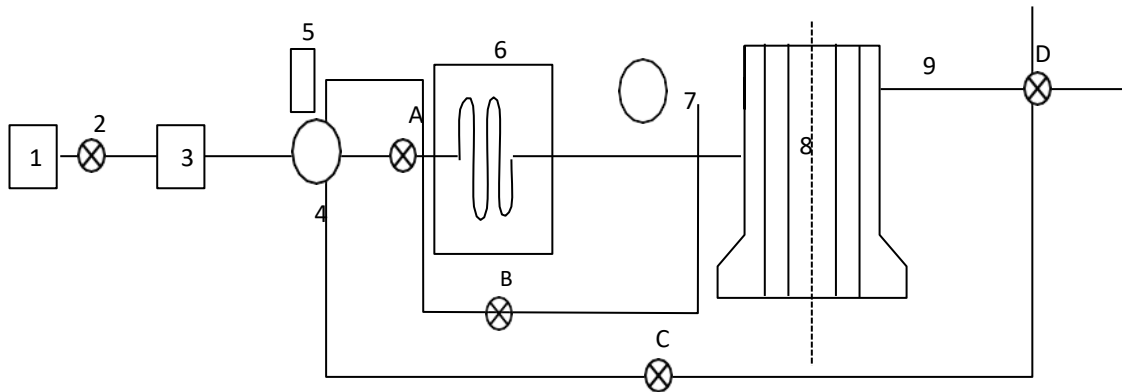
pendingin air laut. Melalui cara kerja yang berlangsung secara terus menerus, maka sistem ini dinamakan pendinginan tertutup. Di sini, media berupa air tawar untuk pendinginan akan disirkulasikan secara terus menerus.

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>

E. Macam-Macam komponen pada system pendingin

1. 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.

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 escharger*)

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 plate*) 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 : MT. Vega 1

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. 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 thermis 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 otor 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 datangny 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

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 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.

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.

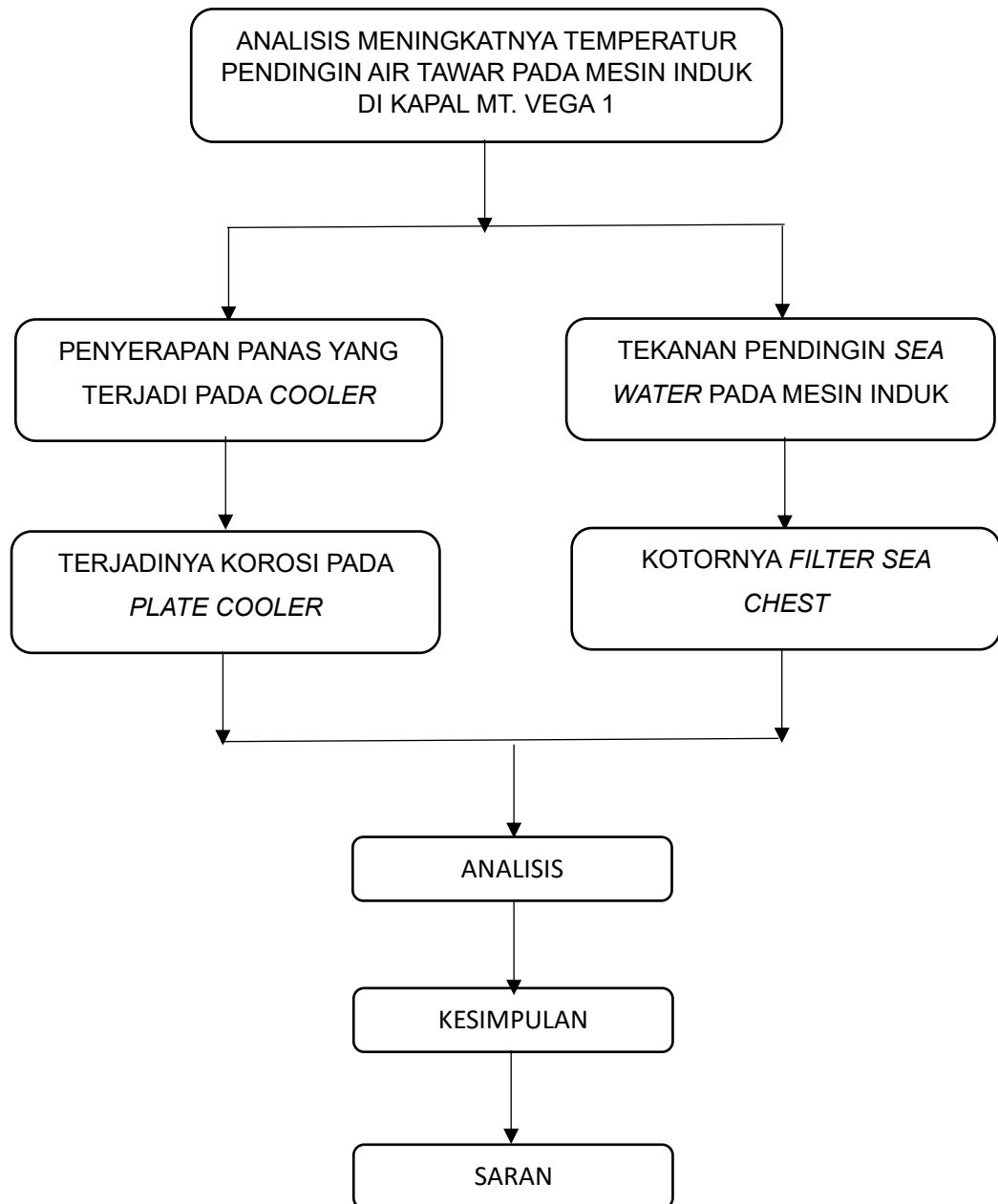
Air tawar diatas kapal sangat mahal sekali harganya, sehingga selalu diusahakan penggunaannya dalam satu siklus tertutup untuk dapat digunakan berulang kali. Siklus tertutup tersebut terdiri dari selain ruang pendingin dari bagian motor yang harus didinginkan juga saluran, keran penutup, pompa dan pesawat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

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.

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.

Gambar 2. 6 Kerangka Pikir Penelitian



K. Hipotesis

Hipotesis merupakan dugaan sementara yang disusun berdasarkan kajian teori dan fakta-fakta awal yang diperoleh dari lapangan. Dalam penelitian ini, hipotesis dirumuskan sebagai asumsi yang akan dianalisis dan dikaji lebih lanjut untuk mencari penyebab meningkatnya temperatur pendingin air tawar pada mesin induk di kapal MT. Vega 1. Adapun hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Diduga proses penyerapan panas pada sistem pendingin air tawar akibat kotorannya pelat pada *plate-type fresh water cooler*, sehingga efisiensi perpindahan panas menurun.
2. Diduga terjadinya penurunan tekanan sirkulasi air tawar pada sistem pendingin karena *filter* pendingin yang kotor, sehingga menghambat aliran air dan mengganggu sirkulasi pendinginan..

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian dilakukan di atas kapal MT. Vega 1 , yang merupakan kapal *Chemical Tanker* milik PT. Singapura Maritime Service. Kapal ini beroperasi di wilayah Indonesia dan sekitarnya. Penelitian dilaksanakan selama periode 12 bulan 4 hari. Selama periode tersebut, penelitian fokus pada pengamatan sistem pendingin air tawar mesin induk saat kapal sedang dalam kondisi operasional penuh.

Penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Metode ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk mendeskripsikan fenomena yang terjadi pada sistem pendingin air tawar mesin induk di kapal MT. Vega 1, serta menganalisis faktor-faktor penyebab kenaikan temperatur pendingin air tawar. Studi kasus ini dilakukan langsung di atas kapal selama masa pelayaran aktif.

B. Definisi Operasional verbal

Definisi operasional variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kenaikan Temperatur Pendingin Air Tawar

Kenaikan suhu air tawar yang digunakan sebagai media pendingin mesin induk di luar batas normal operasi (80°C–85°C), yang dapat menyebabkan risiko overheating pada mesin.

2. *Filter* Sistem Pendingin

Komponen yang berfungsi menyaring kotoran, lumpur, dan organisme laut agar tidak masuk ke *heat exchanger*, sehingga memastikan aliran air laut tetap lancar.

3. *Heat Exchanger*

Alat yang berfungsi mentransfer panas dari air tawar ke air laut, yang jika mengalami penyumbatan akan mengurangi efisiensi perpindahan panas.

4. Tekanan Pendingin

Parameter yang menunjukkan kekuatan aliran air pendingin, yang penting untuk menjaga kelancaran sirkulasi pendingin.

5. Suhu Pendingin

Indikator utama performa sistem pendingin, yang harus tetap dalam batas operasional untuk menjaga stabilitas mesin induk.

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 Obdervasi (*Survey*)

Metode ini dilakukan dengan cara dengan pengamatan dan pengambilan data diambil secara langsung di atas kapal MT.Vega 1

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.Vega 1

2. Metode Keperpustakaan

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.