KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR AIR TAWAR PENDINGIN MESIN DIESEL PENGGERAK UTAMA DI KAPAL MT. HANYU GLORY

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan

Program Studi Diploma III Teknologi Nautika

(Diklat Pelaut Tingkat III Pembentukan)

ALDI WIRANTO PRATAMA

NIT. 123305201026

AHLI TEKNIKA TINGKAT III

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI NAUTIKA

POLITEKNIK PELAYARAN SUMATERA BARAT

TAHUN 2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat dan anugerah-Nya Karya Ilmiah Terapan dengan judul "Analisis Meningkatnya Temperatur Air Tawar Pendingin Mesin Diesel Penggerak Utama Di Kapal MT. Hanyu Glory " dapat diselesaikan dengan baik.

Karya Ilmiah Terapan ini dilaksanakan karena ketertarikan terhadap masalah meningkatnya temperature air tawar pendingin mesin diesel yang sering menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi pengoperasian suatu kapal.

Selesainya Karya Ilmiah Terapan ini tentunya tidak terlepas dari dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka dari itu, kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi tingginya kepada:

1. Yang terhormat Bapak Budi Riyanto, S.E., M.M., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Sumatera Barat.
2. Yang terhormat Bapak Syamsir, S.T., M.T., M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknologi Nautika Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.
3. Yang terhormat Bapak Abdi Seno, M.Si., M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing Satu dan Bapak Dody Efrianto, S.Si., M.Sc selaku dosen pembimbing dua dalam penulisan karya ilmiah terapan.
4. Yang terhormat Dosen penguji I dan Dosen penguji II yang telah berkenan menguji penelitian yang telah disusun penulis.
5. Yang terhormat Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu kepada taruna/taruni selama menempuh pendidikan di Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.
6. PT. HUMPUSS dan *crew* Kapal MT. Hanyu Glory yang telah memberikan kesempatan untuk menimba ilmu pada saat melaksanakan Praktek Laut (PRALA).

Akhir kata penulis berharap Karya Ilmiah Terapan ini dapat memberikan pengetahuan dan wawasan umumnya kepada para pembaca dan khususnya penulis, serta dapat memberikan manfaat dan kebaikan bagi banyak pihak demi

kemaslahatan bersama serta bernilai ibadah di hadapan Allah SWT. Penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan karya ilmiah terapan ini. Tak lupa penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk menyempurnakan Karya Ilmiah Terapan ini, karena tentu masih banyak kekurangan dalam penyusunan Karya Ilmiah Terapan.

Padang Pariaman, Agustus 2024

Aldi Wiranto Pratama

ABSTRAK

Aldi Wiranto Pratama, NIT : 123305201026, 2024, "Analisis Meningkatnya Temperatur Air Tawar Pendingin Mesin Disel Penggerak Utama MT Hanyu Glory". Dibimbing oleh Bapak Abdi Seno, M.Si., M.Mar.E dan Bapak Dody Efrianto S.Si., M.Sc.

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.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode kualitatif yang bersifat deskriptif Sebagai jenis penelitian. Data yang diperoleh merupakan data yang dikumpulkan dari hasil observasi, wawancara dan studi pustaka. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk mengetahui faktor penyebab meningkatnya temperatur air tawar pendingin mesin diesel dan upaya mengatasi penyebab meningkatnya temperature air tawar pendingin diesel.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa penyebab meningkatnya temperatur air tawar pendingin mesin diesel adalah tersumbatnya *filter fresh water cooler* dan banyaknya kotoran pada *plat fresh water cooler*, menurunnya tekanan pompa pendingin air laut, dan kebocoran pada pipa pendingin air tawar. Kemudian upaya untuk mengatasi yaitu membersihkan *filter fresh water cooler* dan membersihkan *plat fresh water cooler,* membersihkan strainer pompa pendingin air laut, melakukan pengelasan pada pipa pendingin air tawar yang bocor.

Kata Kunci: Sistem pendingin, *fresh water cooler*, temperatur, tekanan.

ABSTRACT

Aldi Wiranto Pratama, *NIT : 123305201026, 2024, "Analysis of the Increased Freshwater Temperature of the Cooling of the Main Drive Diesel Engine of MT Hanyu Glory". Supervised by* Mr. Abdi Seno, M.Si., M.Mar.E and Mr. Dody Efrianto S.Si., M.Sc.

Fresh water cooling machine is an auxiliary machine that functions to cool the main engine using fresh water media so that over heat does not occur in the main engine. Good cooling is using fresh water media compared to sea water because sea water can corrode and other bad things, the temperature of fresh water to cool the main engine must meet the standards, not too cold or hot.

In this study the authors used a descriptive qualitative method as a type of research. The data obtained is data collected from observations, interviews and literature studies. The purpose of this research is to find out the factors that cause the increase in the temperature of fresh water cooling diesel engines and efforts to overcome the causes of increasing the temperature of fresh water cooling diesel.

The results concluded that the cause of the increase in fresh water temperature of diesel engine cooling is the clogging of the fresh water cooler filter and the amount of dirt on the fresh water cooler plate, the decrease in seawater cooling pump pressure, and leakage in the fresh water cooling pipe. Then the efforts to overcome are cleaning the fresh water cooler filter and cleaning the fresh water cooler plate, cleaning the sea water cooling pump strainer, welding the leaking fresh water cooling pipe.

Keywords*: Cooling system, fresh water cooler, temperature, pressure*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **i**
ABSTRAK ..... **iii**
DAFTAR GAMBAR ..... **vii**
DAFTAR TABEL ..... **viii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **ix**
DAFTAR SINGKATAN ..... **x**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 4
1.3. Batasan Masalah 4
1.4. Tujuan Penelitian 5
1.5. Manfaat Penelitian 5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1. *Review* Penelitian Sebelumnya 7
2.2. Landasan Teori 8
2.3. Kerangka Penelitian 25
BAB 3 METODE PENELITIAN **27**
3.1. Jenis Penelitian 27
3.2. Lokasi Penelitian 28
3.3. Sumber Data Penelitian 28
3.4. Pemilihan Informan 29
3.5. Teknik Pengumpulan Data 29
3.6. Instrument Penelitian 30
3.7. Teknik Analisis Data 31
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN **32**
4.1. Gambaran Umum Lokasi Dan Objek Penelitian 32
4.2. Hasil Penelitian 40
4.3. Pembahasan 50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN **57**

5.1. Kesimpulan 57
5.2. Saran 58
DAFTAR PUSTAKA 59
LAMPIRAN 63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skematik Pendingin Tertutup.....10

Gambar 2. 2 Skematik Sitem Pendingin Terbuka.....12

Gambar 2. 3 *Skematik Plate Cooler*.....17

Gambar 2. 4 Skematik Pompa Sentrifugal.....19

Gambar 2. 5 *Heat exchanger* 22

Gambar 2. 6 Kerangka Penelitian 22

Gambar 4.1 MT.Hanyu Glory.....……..…32

Gambar 4. 2 *fresh water cooler*.....33

Gambar 4. 3 *Name plate Fresh water cooler*.....35

Gambar 4. 4 *filter cooler* tersumbat.....40

Gambar 4. 5 *plate cooler* kotor.....40

Gambar 4. 6 *Pressure cooling sea water pump normal and low*.....42

Gambar 4. 7 kebocoran pada pipa air tawar pendingin mesin diesel.....43

Gambar 4. 8 Pembersihan *Plat Cooler* 45

Gambar 4. 9 filter cooler sebelum dan sesudah di bersihkan.....46

Gambar 4. 10 *strainer Colling Sea water Pump*.....47

Gambar 4. 11 *pipe line f.w cooling of m.e* sebelum dan sesudah pengelasan.....49

Gambar 4. 12 *Water Jet* 51

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 *Review* Penelitian Sebelumnya. 7

Tabel 4. 1 Kinerja *Fresh water cooler*. 34

Tabel 4. 2 Spesifikasi *Fresh water cooler*. 34

Tabel 4. 3 Komponen *Fresh water cooler* 34

Tabel 4. 4 Jadwal Kegiatan PMS 37

Tabel 4. 5 Data Kenaikan Temperatur 39

Tabel 4. 6 Temperature Pada Saat Turunnya Rpm 39

Tabel 4. 7 Studi Pustaka Log Book Kamar Mesin MT. Hanyu Glory.....41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Wawancara 63
Lampiran 2 Wawancara 65
Lampiran 3 Lembar Observasi Pelaksanaan Praktek Laut 67
Lampiran 4 Dokumentasi.....69
Lampiran 5 Data.....71

DAFTAR SINGKATAN

KKM : Kepala Kamar Mesin

PRALA : Praktek Laut

PMS : Planned Maintenance System

RPM : Revolation per minute

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air tawar pendingin pada mesin dibuat agar mesin dapat bekerja pada temperatur yang di tentukan setelah mesin hidup, dan menjaga agar mesin dapat bekerja pada temperatur kerja. Air tawar pendingin menggunakan prinsip pemindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi. Panas diserap secara konduksi dari metal disekeliling silinder, dari katup, dari kepala silinder menuju cairan pendingin. Permukaan logam dengan cairan pendingin terjadi perpindahan panas secara konveksi dan didalam cairan pendingin terjadi sentuhan dan perpindahan panas, sehingga air menjadi panas dalam kantong air pendingin, yang terletak didalam blok silinder (Nuruzzaman, 2003).

Kelancaran jalannya sebuah motor diesel yang digunakan sebagai tenaga penggerak di kapal membutuhkan pendinginan, pelumasan yang sempurna.Karena dalam ruangan pembakaran sebuah motor diesel akan menghasilkan suhu gas pembakaran yang sangat tinggi berkisar 600℃ sampai dengan 800℃ dan tekanan udara di dalam silinder berkisar 30 Kg /cm^2 sampai dengan 40 Kg/cm^2 (Wasimun, 2013).

Mesin diesel dikembangkan dalam versi dua-tak dan empat-tak. Mesin ini awalnya digunakan sebagai pengganti mesin uap. Sejak tahun 1910-an, mesin ini mulai digunakan untuk kapal niaga dan kapal perang, kemudian diikuti lokomotif, truk, pembangkit listrik, dan peralatan berat lainnya. Mesin

disel sering dipakai sebagai mesin penggerak utama disebuah kapal (Wikipedia, 2023).

Mesin penggerak utama disebut juga mesin induk atau bahasa maritimnya *Main Engine* benda ini yang menggerakan sebuah kapal dalam operasinya membawa muatan dari pelabuhan ke pelabuhan *Port to Port* baik barang padat, cairan, gas maupun manusia (Andi Hendrawan, 2020).

Menurut (Harsanto, 1979) "Motor Bakar", adalah dalam ruang pembakaran sebuah motor diesel akan terjadi suhu yang sangat tinggi yaitu antara 1200℃ sampai 1600℃ pada waktu pembakaran. Sehubungan dengan itu maka terjadi suatu keharusan, bahwa bagian-bagian motor yang berhubungan langsung dengan gas-gas yang panas perlu didinginkan. Bilamana tidak didinginkan maka kekuatan bagian-bagian dari motor tersebut lambat laut akan menjadi rusak, tidak lagi rusak menahan kekuatan-kekuatan dari gas-gas pembakaran dan akhirnya menjadi retak. Pendinginan juga memungkinkan pelumasan motor, sebab tanpa pendinginan maka minyak pelumas akan menjadi sangat cair dan kadang-kadang sampai terbakar.

Naiknya temperatur air tawar pendingin mesin induk disebabkan banyaknya kotoran yang menempel pada pipa-pipa pendingin sehingga mengakibatkan menurunya tekanan pendingin air laut yang masuk ke dalam *fresh water cooler*. Guna menghindari terjadinya panas pada mesin induk maka hendaklah dilakukan pembersihan pada *strainer* air laut dan *fresh water cooler* terhadap endapan kotoran yang menempel di dalam *cooler* tersebut secara berkelanjutan sesuai jadwal perawatan (Hermanto, 2023).

Masalah yang menyebabkan temperatur air tawar pendingin mesin induk meningkat ada 3 penyebab yaitu tersumbatnya aliran air laut *cooler* oleh kotoran, turunnya tekanan pompa sentrifugal serta adanya lumut dan kerang di saringan air laut sehingga menyebabkan naiknya temperatur. Untuk mencegah terjadinya kenaikan temperatur maka hal yang harus dilakukan dengan cara pembersihan pada *cooler*, selalu menjaga tekanan pompa sentrifugal, menggunakan *spare part* yang sesuai standar yang telah di tentukan dalam melakukan pergantian komponen sistem pendingin, membersihkan saringan air laut, mengganti *zinc anode* dengan yang baru serta memberikan cairan bahan kimia pada sistem pendingin (Hidayat, 2019).

Selama penulis melaksanakan praktek laut, pada tanggal 18 Juni 2023 ketika kapal akan berangkat dari Morowali menuju Merak saat sudah lepas pantai dan pemanduan kapal untuk melayani keluar masuknya kapal yang ingin melakukan bongkar muat, pada saat itu penulis bersama masinis IV sedang melakukan serah terima tugas jaga dengan masinis III yang tepatnya pada siang hari yaitu serah terima jam jaga 08.00 – 12.00 pada 12.00 – 16.00 terjadi alarm *fresh water cooling outlet high level* temperatur pada mesin induk dan suhu *output* air tawar mesin induk mencapai 90℃ (suhu normal 70℃), Dengan meningkatnya suhu pada *jacket cooling*, KKM memerintahkan untuk menurunkan RPM (*Revolution Per Minute*) hingga RPM 85 dari full yaitu pada RPM 168 dikarenakan mesin induk mengalami panas yang berlebih. Pada saat kapal berlabuh di merak masinis 2 selaku kepala kerja memerintahkan kepada *crew engine* untuk melakukan

pengecekan pada sistem pendingin mesin diesel penggerak utama di mulai dari *fresh water cooler* ditemukan tersumbatnya filter *fresh water cooler* dan banyaknya kotoran pada *plate fresh water cooler,* lalu pada pompa pendingin air laut juga ditemukan turunnya tekanan masuk pada pompa air laut yang di ketahui penyebabnya adalah banyaknya kotoran yang menyumbat pada filter pompa air laut, dan terakhir pada saat pengecekan saluran pipa pendingin di temukan kebocoran pada pipa pendingin air tawar yang berakibat kebutuhan air tawar pendingin mesin diesel penggerak utama tidak maksimal.

Dari kasus tersebut penulis memilih masalah ini sebagai pembahasan dari penelitian karya ilmiah terapan dengan judul : **"Analisis Meningkatnya Temperatur Air Tawar Pendingin Mesin Disel Penggerak Utama Di Kapal MT. Hanyu Glory"**

1.2. Rumusan Masalah

1.2.1 Apakah faktor-faktor penyebab meningkatnya temperatur air tawar pendingin mesin diesel penggerak utama di kapal MT. Hanyu Glory?

1.2.2 Upaya apa saja yang dilakukan untuk mengatasi faktor penyebab meningkatnya temperatur air tawar pendingin mesin diesel penggerak utama di kapal MT. Hanyu Glory.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah adalah usaha untuk menetapkan batasan agar tidak terjadi perluasan pembahasan dari penelitian yang akan di teliti. Apabila dilihat dari perumusan masalah pada " Analisis Meningkatnya Temperatur Air Tawar Pendingin Mesin Diesel Penggerak Utama Di Kapal MT. Hanyu

Glory ” Maka peneliti harus membatasi masalah agar lebih jelas lingkup bahasannya. Dalam penelitian ini peneliti hanya akan membahas mengenai analisis meningkatnya temperatur air tawar pendingin mesin diesel penggerak utama sebuah kapal pada saat melakukan praktek laut pada tanggal 17 Februari 2023 sampai 01 Mei 2024.

1.4. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan uraian perumusan masalah tersebut, maka tujuan yang ingin dicapai adalah:

1.4.1 Untuk mengetahui faktor-faktor penyebab meningkatnya temperatur air tawar pendingin mesin diesel penggerak utama di kapal MT. Hanyu Glory.

1.4.2 Untuk mengetahui upaya-upaya mengatasi faktor penyebab meningkatnya temperatur air tawar pendingin mesin diesel penggerak utama di kapal MT. Hanyu Glory.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa tujuan penulis dalam melaksanakan penelitian mengenai Analisis Meningkatnya Temperatur Air Tawar Pada Mesin Diesel Penggerak Utama di Kapal MT. Hanyu Glory ialah:

1.5.1. Manfaat Teoritis

Penulisan Karya Ilmiah Terapan ini sangat bermanfaat untuk mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya tentang kinerja sistem pendingin terhadap kerja mesin diesel di kapal.

1.5.2. Manfaat Praktis

a. Bagi Penulis

Bertambahnya ilmu pengetahuan, wawasan dan pemikiran bagi penulis tentang turunnya kinerja sistem pendingin terhadap kerja mesin diesel di kapal.

b. Bagi Institusi

Menambah ilmu pengetahuan atau wawasan pada taruna taruni yang akan melaksanakan praktek laut sehingga dapat menjadi bahan acuan atau referensi bagi para taruna taruni Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.

c. Bagi Perusahaan

Membuat terjalinnya hubungan yang baik antara institusi dengan perusahaan dan untuk menerapkan pada saat terjadi kasus yang sama dalam turunya kinerja sistem pendingin terhadap kerja mesin generator di kapal.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Review* Penelitian Sebelumnya

Tabel 2.1 *review* penelitian sebelumnya

Judul / Topik	**Tujuan Penelitian**	**Hasil Penelitian**
Identifikasi Penyebab Naiknya Temperatur Air Tawar Pendingin Mesin Induk Di Mv. Armada Papua (Saiful Hidayat, 2019)	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan naiknya temperatur air tawar pendingin mesin induk di kapal MV. Armada Papua, Untuk mengetahui dampak yang di timbulkan akibat naiknya temperatur air tawar pendingin mesin induk di kapal MV. Armada Papua, Untuk mengetahui tentang upaya mengatasi naiknya temperature air tawar pendingin mesin induk di kapal MV. Armada Papua.	**Faktor penyebab :** 1. korosi pada *plate cooler* 2. penyumbatan cooler 3. tekanan pompa sentrifugal turun 4. adanya lumut dan kerang di saringan air laut **Dampak** : 1. Panas yang berlebih pada mesin induk (*overheat*) 2. Terlambatnya jadwal tiba kapal di pelabuhan selanjutnya **Upaya** : 1. Menambah bahan kimia pada aliran air laut 2. pembersihan *plate cooler* 3. Menjaga tekanan pompa sentrifugal 4. Pemilihan spare part sesuai dengan standar yang ditentukan 5. menggunakan *zink anode* yang baik. 6. Pembersihan saringan air laut

Analisis meningkatnya temperature pendingin mesin induk di mv. Meratus amurang (Andri bagus triyanto, 2020)	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor penyebab meningkatnya *fresh water* temperatur pada mesin induk, untuk mengetahui dampak yang di timbulkan dari meningkatnya *fresh water* temperature pada mesin induk, untuk mengetahui tentang upaya mengatasi meningkatnya *fresh water* temperatur pada mesin induk.	**Faktor penyebab :** Adanya endapan lumpur dan sampah yang masuk atau menempel pada *central cooler* **Dampak** : Mesin induk menjadi panas (*overheat*), dan menyebabkan putaran (rpm) mesin induk turun (*slow down engine*) sehingga mengganggu operasional kapal. **Upaya** : Melakuka perawatan secara rutin sesuai dengan plan maintenance system, yaitu dengan pembersihan *central cooler* dan filter *strainer sea chest*

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Analisis

Analisis merupakan kegiatan yang meliputi beberapa aktivitas, aktivitas tersebut berupa membedakan, mengurai, dan memilah untuk dapat dimasukkan kedalam kelompok tertentu untuk dikategorikan dengan tujuan tertentu kemudian dicari kaitannya lalu ditafsirkan maknanya. Menurut kamus besar bahasa Indonesia "Analisis adalah penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan". Menurut Nana Sudjana (2016:27) menyatakan "Analisis adalah usaha memilah suatu integritas menjadi unsur-unsur atau bagian-bagian sehingga jelas hirarkinya dan susunannya". Gorys Keraf (2004:67) menyatakan "Analisis adalah sebuah proses untuk memecahkan masalah sesuatu ke dalam bagian-bagian yang

saling berkaitan satu dengan yang lainnya". Demikian juga menurut Abdul Majid (2013:54) "Analisis adalah kemampuan menguraikan satuan menjadi unit-unit yang terpisah, membagi satuan menjadi sub-sub atau bagian, membedakan antara dua yang sama, dan mengenai perbedaan". Menurut Wiradi (2006:103) "Analisis adalah aktivitas yang memuat sejumlah kegiatan seperti menguasai, membedakan, memilah sesuatu untuk di golongkan dan di kelompokkan kembali menurut kriteria tertentu kemudian dicari kaitannya dan di tafsirkan maknanya". Dari beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa analisis adalah suatu kegiatan untuk menemukan temuan baru terhadap suatu objek yang akan diteliti ataupun diamati oleh peneliti dengan menemukan bukti-bukti yang akurat pada objek tertentu.

2.2.2. Sistem Pendingin

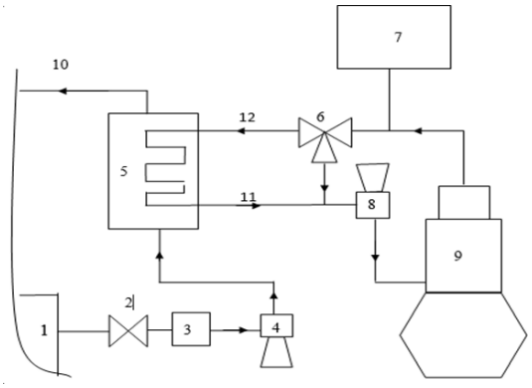
Sistem pendingin adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menjaga supaya temperatur mesin dalam kondisi ideal. Sistem ini sangat penting dalam menunjang kerja mesin induk agar mesin dapat bekerja secara optimal dan bekerja secara terus menerus Seperti yang dikemukakan oleh (P.Van, 2004) untuk pendinginan dari sebuah mesin diesel diperlukan suatu sistem yang terdiri dari pipa, pompa, dan media pendingin. Sistem tersebut sering berbentuk komplek 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 (Riko, 2021), sistem pendinginan adalah rangkaian yang mengatasi panas berlebihan pada mesin supaya mesin dapat beroperasi dengan lancar dan stabil. Panas hasil dari pembakaran di mesin diubah menjadi energi mekanik. Panas yang dihasilkan dari mesin harus segera di dinginkan. Oleh karena itu, untuk menjaga suhu mesin supaya stabil memastikan kinerja yang optimal dan untuk mencegah panas berlebih sesuai dengan kekuatan material mesin maka, mesin dilengkapi dengan sistem pendingin.

Secara umum ada 2 cara untuk mendinginkan mesin induk dan mesin bantu, yaitu dengan menggunakan sistem pendingin langsung (terbuka) dan sistem pendingin tidak langsung (tertutup).

1. Sistem Pendingin Tertutup



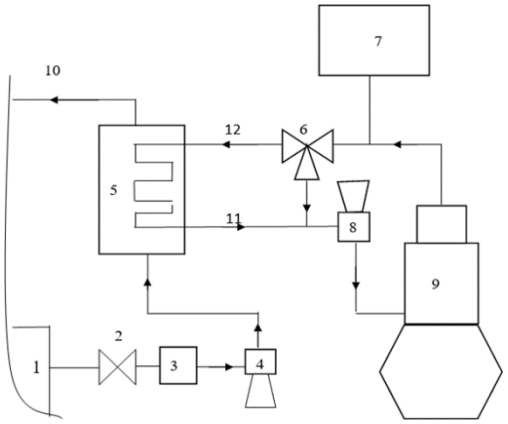
Gambar 2. 1 Skematik Pendingin Tertutup
Sumber : (Saiful Hidayat, 2019)

Keterangan gambar :

1. Kotak laut *(Sea chest)*	7. Tangki pendingin
2 Kingston valve	8. Pompa
3. Saringan / Filter	9. Mesin utama
4. Pompa	10. Air laut keluar
5. *Fresh water cooler*	11. Air tawar masuk kemesin
6. *Bypass valve*	12. Air tawar keluar dari mesin

Air laut dihisap oleh pompa melalui kotak laut (1). Selanjutnya air laut melewati katup jenis kingstone (2) yang ditempatkan dibelakang kotak laut. Sebelum air masuk pompa, terlebih dahulu harus masuk filter (3) untuk menjaring atau mendapatkan partikel-partikel kecil. Setelah keluar dari filter, air dipompakan (4) kedalam pendingin (5) guna mendinginkan air tawar yang keluar dari motor induk dengan suhu masuk 700℃ - 800℃ (12), sedangkan air laut langsung dibuang ke laut (10). Air tawar yang telah didinginkan di *fresh water cooler* dengan suhu 600℃ dipakai kembali untuk mendinginkan motor (11) dengan menggunakan bantuan pompa penghantar (8). Antara pendingin dengan motor dipasang *bypass valve* (6) untuk mengatur tekanan air tawar yang masuk ke pendingin dan ditempatkan pula tangki ekspansi (7) 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. 2 Skematik Sitem Pendingin Terbuka
Sumber : (Saiful Hidayat, 2019)

Keterangan gambar :

1. Kotak laut (*sea chest*)
2. *Kingstone valve*
3. Saringan (*filter*)
4. *Relief valve*
5. *Main sea water cooling* no.1
6. *Main sea water cooling* no.2
7. Mesin induk

Pada sistem pendingin terbuka , motor didinginkan langsung dengan air laut. Air laut masuk melalui kotak laut (1) yang ditutup oleh kisi-kisi untuk mencegah masuknya benda-benda kasar. Selanjutnya air laut melewati katup jenis kingstone (2) di tempatkan dibelakang kotak laut untuk menghentikan masuk air laut jika terjadi kebocoran pada pipa atau bagian yang lainmya. Sebelum air laut masuk ke pompa, terlebih dahulu harus masuk filter (3) untuk menjaring atau mendapatkan partikel-partikel kecil. Setelah keluar dari filter, air laut dipompa oleh

main sea water cooling (5,6) masuk kedalam mesin induk dengan suhu berkisar 30℃ dan 31℃ yang digunakan untuk mendinginkan komponen-komponen yang terjadi pembakaran didalam mesin induk meliputi bagian dari lapisan silinder, tutup silinder, katup buang dan rumah turbin gas. Setelah itu air laut keluar dari mesin induk dengan suhu berkisar 450℃ dan 500℃ dan menuju *overboard*. Di sistem pendinginan terbuka terdapat *relief valve* (4) yang berfungsi sebagai *safety* jika terjadi tekanan yang berlebih dari air laut maka *relief valve* akan terbuka dan air laut akan dialirkan ke pompa lagi.

2.2.3. Mesin Diesel

1. Pengertian Mesin Diesel

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

Menurut (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 *crank shaft* 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 et al, 2019) tujuan optimasi dalam masalah rute kapal biasanya meminimalkan waktu perjalanan, konsumsi bahan bakar dan resiko perjalanan yang akan di dapatkan pada saat kapal berlayar.

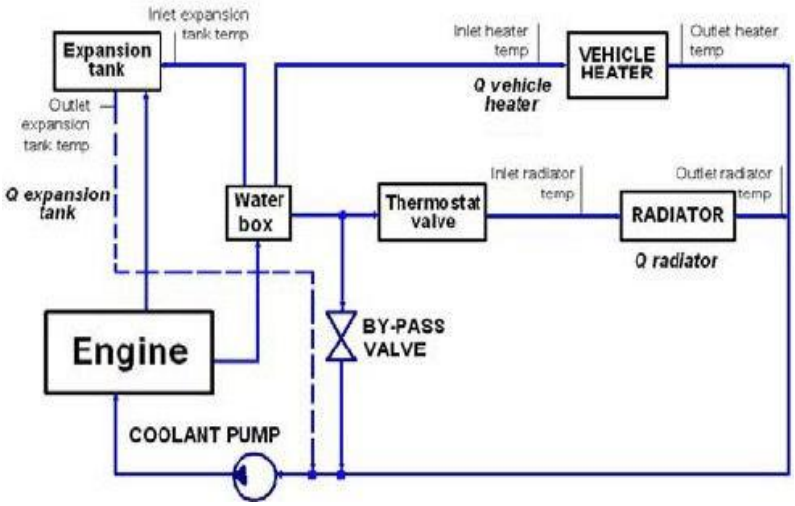
Menurut (Mohamed et al, 2020) mesin diesel banyak digunakan di kapal dagang sebagai sistem penggerak. Terbuang panas mesin diesel adalah salah satu kelemahan utama dalam sistem ini. Hasil pembakaran bahan bakar menjelaskan bahwa ketika motor diesel bekerja terjadilah panas dari hasil pembakaran bahan 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 pararel, kedua cairan masuk ke penukar panas pada ujung sama, dan melakukan perjalanan secara pararel 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 pemanfaaatan energi. Namun, pendingin merupakan keperluan untuk menjamin kelangsungan kinerja mesin dan perawatan pencegahan terhadap perawatan perbaikan.

2.2.4. 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. 3 *Skematik Plate Cooler*
Sumber : Researchgate.Net

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 *plate 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 ferosianida* yang dapat menghilangkan lapisan penyebab korosi sehingga terbawa keluar oleh arus aliran (Sumanto, 2004).

2. Tekanan Pendingin Air Tawar Pada Mesin Induk Menurun

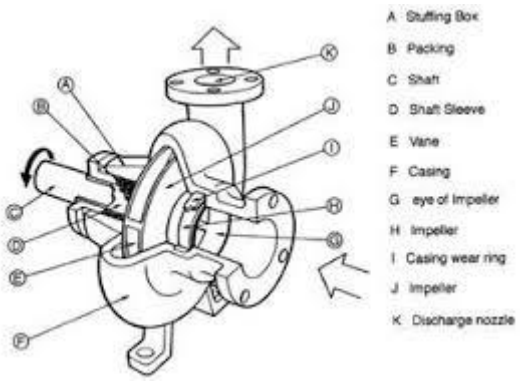
a) Penyumbatan *Cooler Plate heat exchanger*

Penyumbatan *cooler plate heat exchanger* merupakan salah satu jenis *cooler* yang terdiri atas paket pelat-pelat tegak lurus bergelombang atau dengan profil lain, yang dipisahkan antara satu dengan lainnya oleh sekat-sekat lunak. Pelat-pelat ini dipersatukan oleh suatu perangkat penekan dan jarak antara pelat-pelat tersebut ditentukan oleh sekat-sekat tersebut.

Cara kerjanya yaitu sisi aliran fraksi (air laut) di *plate heat exchanger* yang memiliki suhu dingin mendinginkan sisi aliran fraksi yang lain (air tawar) yang memiliki suhu panas. Fraksi dingin tidak mengalami kontak langsung dengan dengan fraksi panas, karena fraksi panas dan dingin berbeda sisi celah antara pelat-pelat *cooler*. Apabila terjadi penyumbatan *cooler* pada sisi celah pelat air laut yang disebabkan oleh kotoran atau lumpur dan tidak mendapatkan tindakan perawatan secara berkala, maka

kerja air laut dalam mendinginkan air tawar akan berkurang. Karena kurangnya tekanan aliran air laut yang disebabkan oleh kotoran tersebut. Hal ini mengakibatkan air tawar mesin induk akan mengalami panas berlebih (*overheat*) dan akan mengurangi 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. 4 Skematik Pompa Sentrifugal
Sumber : wordpress.com

Menjelaskan tentang cara kerja pompa sentrifugal yang mempunyai sebuah impeler 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 *implle*r ke tinggi.

Demikian pula *head* kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari *impeller* ditampung oleh saluran berbentuk spiral di keliling *impeler* dan disalurkan ke luar pompa melalui *nozzle*. Didalam *nozzle* ini sebagian *head* kecepatan aliran diubah menjadi *head* tekanan. Pompa sentrifugal mengubah energi mekanik dalam bentuk poros menjadi energi fluida. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan *head* tekanan, *head* kecepatan, dan *head* potensial pada zat cair yang mengalir secara kontinu. *Impeller* pada pompa sentrifugal merupakan komponen pompa yang memiliki fungsi utama sebagai alat penghisap air. Apabila *impeler* mengalami kerusakan atau keausan maka peforma 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 (Sularoso, 2000).

2.2.5. Komponen Sistem Pendingin

a) 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 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.

b) 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.

c) 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.

d) 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.

Gambar 2. 5 *Heat exchanger*
Sumber : Dokumentasi MT. Hanyu Glory

2.2.6. Bagian-Bagian 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 blok 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 silindar 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 selang karet yang diperkuat lebih tahan terhadap getaran dibandingkan

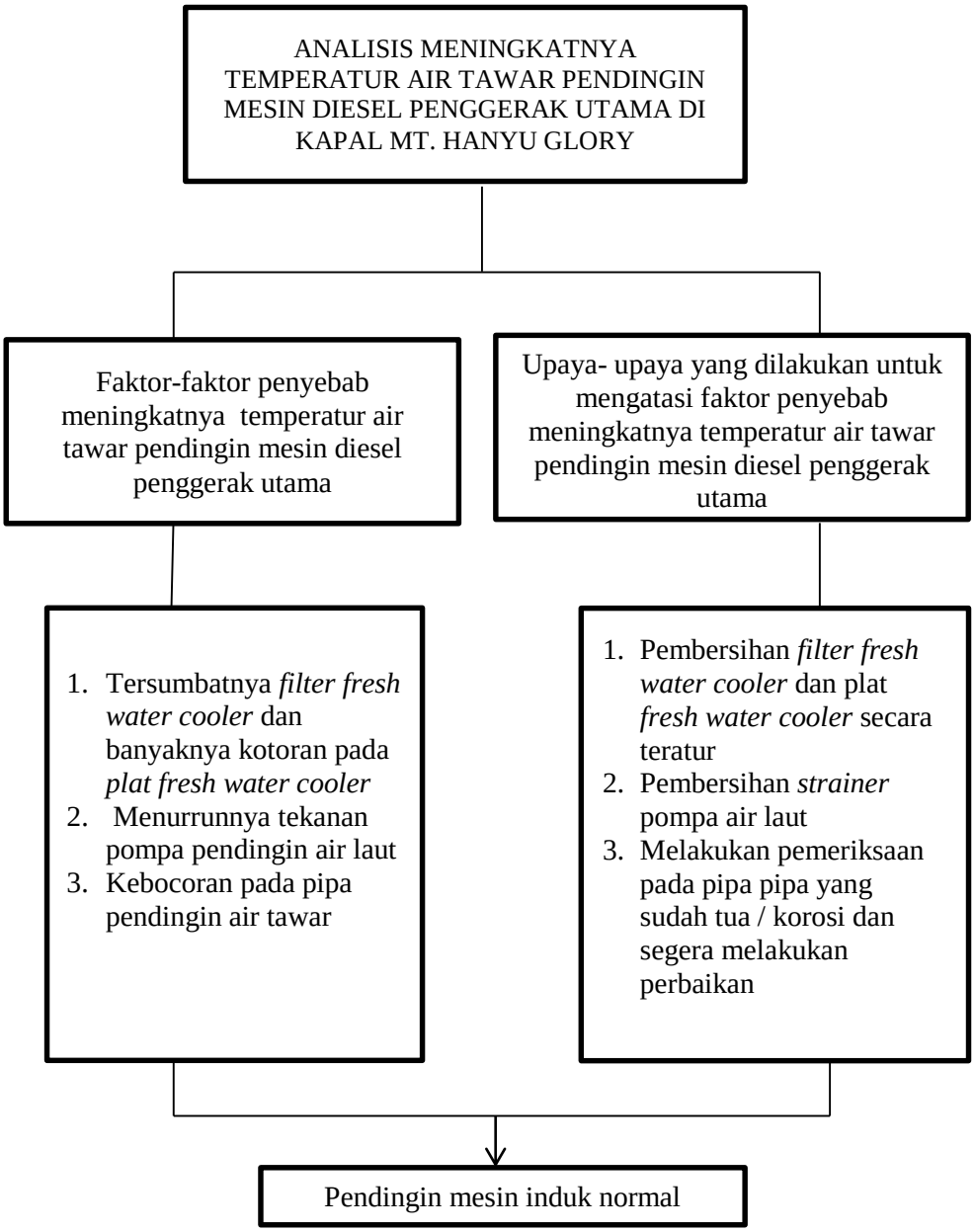
dengan pipa metal.

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 dengan desain yang diperbaiki dari system sirkulasi air maka beberapa mesin besar sekarang mengggunakan 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.

2.3. Kerangka Penelitian



Gambar 2.6 kerangka penelitian

Berdasarkan kerangka pikir di atas, dapat dijelaskan dari topik yang dibahas yaitu meningkatnya temperatur air tawar pendingin mesin diesel penggerak utama, yang mana dari topik tersebut akan mengahasilkan faktor penyebab dari topik

masalahnya dan penulis ingin mengetahui faktor penyebab tersebut, serta upaya ataupun usaha yang dilakukan untuk mengatasi masalah yang ada.

Setelah diketahui upaya apa yang dilakukan, selanjutnya membuat landasan teori dari permasalahan diatas untuk selanjutnya dilakukan analisa hasil penelitian melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka yang dilakukan peneliti yang selanjutnya akan diketahui faktor-faktor apa dan kemungkinan masalah tersebut dapat berkembang melalui analisa. Dari faktor-faktor yang akan dibahas maka akan menghasilkan simpulan dan saran dari penulis untuk dapat mengatasi meningkatnya temperature air tawar pendingin mesin diesel pada mesin penggerak utama.