ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KENAIKAN SUHU PADA GENERATOR DIATAS KAPAL MT. SUMBER REJEKI 68

WAHYU TRI PAMBUDI

NIT. 21.42.024

TEKNIKA

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR TAHUN 2024/2025

ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KENAIKAN SUHU PADA GENERATOR DIATAS KAPAL MT. SUMBER REJEKI 68

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk

Menyelesaikan Program Pendidikan

Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan diajukan oleh

WAHYU TRI PAMBUDI

NIT. 21.42.024

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

PELAYARAN POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

MAKASSAR TAHUN 2024/2025

SKRIPSI

ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KENAIKAN SUHU PADA GENERATOR DIATAS KAPAL MT. SUMBER REJEKI 68

Disusun dan diajukan oleh :

WAHYU TRI PAMBUDI
NIT : 21.42.024

Telah Dipertahankan Di Depan Panitia Ujian Skripsi
Pada Tanggal, 17 Maret 2025

Menyetujui

Pembimbing I	Pembimbing II
Ir. Alberto, S.Si.T.,M.Mar.E.,M.A.P.	**Ir. Muh. Syuaib Rahman,MT., M.Mar.E**
NIP : 19760409 200604 1 001	**NIP : 19730319 199803 1 002**

Mengetahui :

a.n Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar Pembantu Direktur I	Ketua Program Studi Teknika
Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar.	**Ir. Alberto, S.Si.T.,M.Mar.E.,M.A.P.**
NIP : 19750329 199903 1 002	**NIP : 19760409 200604 1 001**

ii

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji Syukur kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penelitian dengan judul “Analisis Penyebab terjadinya Kenaikan Suhu Pada Generator di Kapal MT. Sumber Rejeki 68” dapat diselesaikan dengan baik.

Selama melaksanakan penelitian ini penulis banyak menghadapi tantangan dan hambatan, namun semuanya dapat teratasi berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu melalui kesempatan ini penulis menghaturkan terima kasih kepada Ibunda Partiah, yang menjadi sumber kasih dan dukungan penulis meski tidak pernah mengecap pendidikan tinggi, telah memberikan perhatian dan pengorbanan tulus hingga penulis berhasil meraih gelar sarjana. Semoga beliau selalu diberi kesehatan, umur panjang, dan kebahagiaan yang tak terhingga serta penghargaan setinggi- tingginya kepada :

1. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah memberikan motivasi, arahan, serta izin untuk melakukan penelitian.
2. Bapak Capt. Faisal Saransi ,MT.M.Mar., selaku Pembantu Direktur I Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Alberto, S.Si.T., M.Mar.E.,M.A.P selaku Ketua Program Studi Teknika PIP Makassar yang telah memberikan motivasi, arahan serta izin untuk melakukan penelitian.
4. Bapak Alberto, S.Si.T., M.Mar.E.,M.A.P dan Ir. Muh. Syuaib Rahman, MT., M.Mar.E selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi arahan dan bimbingan kepada penulis selama proses penelitian.
5. Seluruh dosen PIP Makassar yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.

6. Master, Chief Engineer, Masinis,serta seluruh crew kapal MT. SUMBER REJEKI 68 yang telah memberikan bantuan terutama dalam proses pengumpulan data.
7. Ridwan Karim Adam, S.ST.Pel., M.Mar.E. dengan penuh rasa terima kasih, saya persembahkan skripsi ini untuk beliau, yang telah menjadi sumber dukungan terbesar saya. Beliau bukan hanya memberikan materi dan semangat, tetapi juga kepercayaan yang tak ternilai harganya. Setiap langkah yang saya ambil selalu diiringi dengan dorongan dan inspirasi dari beliau. Terima kasih untuk segala yang telah diberikan kepada saya, semoga kebahagiaan dan kesuksesan selalu menyertai.
8. Siti Saniatun, S.Pd dan Neneng N.C. Dengan penuh rasa syukur, saya persembahkan skripsi ini untukmu, yang selalu ada untuk mendukung, memberi semangat, dan menjadi sumber inspirasi sepanjang perjalanan saya. Dari hari pertama hingga detik ini, dukunganmu tidak pernah berhenti, baik itu dalam bentuk nasihat, dorongan, atau sekadar mendengarkan keluh kesah saya. Terima kasih telah menjadi kakak yang luar biasa, semoga kebahagiaan dan kesuksesan selalu menyertai kalian.
9. Anisa Dwi Lestari, S.Pd orang teristimewa yang telah membersamai penulis pada hari-hari yang tidak mudah dan telah berkontribusi banyak dan senantiasa sabar menghadapi sikap penulis selama proses pengerjaan skripsi ini. Terimakasih telah menjadi rumah yang tidak hanya berupa tanah dan bangunan. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan saya hingga sekarang ini. Tetaplah membersamai dan tidak tunduk pada apa-apa serta memiliki jalan pemikiran yang jarang dimiliki oleh manusia lain.
10. Semua pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang memberikan support dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.

Tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu, kritik dan saran yang konstruktif dari berbagai pihak tetap penulis harapkan. Akhirnya, semoga tulisan ini dapat bermanfaat yang sebesar besarnya bagi pembaca

Makassar, 02 Mei 2025

WAHYU TRI PAMBUDI

NIT : 21.42.024

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Wahyu Tri Pambudi

NIT : 21.42.024

Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KENAIKAN SUHU PADA GENERATOR DIATAS KAPAL MT. SUMBER REJEKI 68

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

Makassar, 02 Mei 2025

WAHYU TRI PAMBUDI

NIT : 21.42.024

ABSTRAK

WAHYU TRI PAMBUDI, Analisis Penyebab Terjadinya Kenaikan Suhu Pada Generator di Atas Kapal MT. Sumber Rejeki 68 (dibimbing oleh Alberto dan Muh. Syuaib Rahman)

Sistem pendingin pada diesel generator kapal MT. Sumber Rejeki 68 memainkan peran yang sangat penting dalam menjaga kestabilan suhu operasional mesin. Namun, selama pelayaran, ditemukan adanya masalah terkait dengan peningkatan suhu pada mesin diesel generator yang dapat berisiko merusak komponen mesin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kenaikan suhu, khususnya terkait dengan kinerja pompa air laut dan *fresh water cooler*. Kenaikan suhu ini dapat disebabkan oleh penyumbatan pada pipa-pipa pendingin dan penurunan tekanan pada sistem pompa air laut, yang mengurangi efektivitas pendinginan mesin.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi langsung terhadap sistem pendingin kapal selama pelayaran, pengukuran suhu dan tekanan pada berbagai titik kritis, serta wawancara dengan kru kapal untuk memperoleh informasi terkait perawatan dan kejadian teknis yang terjadi. Data yang diperoleh dianalisis untuk mengidentifikasi penyebab utama kenaikan suhu dan memberikan rekomendasi perbaikan yang sesuai.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama kenaikan suhu pada generator diesel adalah penyumbatan pada pipa *fresh water coole*r yang menghambat aliran pendingin dan penurunan tekanan pada pompa air laut. Perbaikan dilakukan dengan membersihkan sistem pendingin dan melakukan *overhau*l pada pompa air laut. Implementasi sistem pemeliharaan terjadwal (*Planned Maintenance System/PMS*) sangat disarankan untuk menjaga kinerja sistem pendingin dan mencegah terulangnya masalah serupa di masa depan.

Kata kunci: Diesel generator, sistem pendingin, kenaikan suhu, fresh water cooler, pompa air laut, pemeliharaan

ABSTRACT

WAHYU TRI PAMBUDI, Analysis of the Causes of Temperature Rise in the Generator on the MT. Sumber Rejeki 68 Ship (supervised by Alberto and Muh. Syuaib Rahman)

The cooling system in the diesel generator of the MT. Sumber Rejeki 68 ship plays a crucial role in maintaining the stability of the machine's operating temperature. However, during the voyage, issues related to the temperature rise in the diesel generator were identified, which could potentially damage the machine components. This study aims to analyze the factors that cause the temperature increase, particularly concerning the performance of the seawater pump and fresh water cooler. The temperature increase was caused by blockages in the cooling pipes and a drop in pressure in the seawater pump system, which reduced the cooling efficiency of the machine.

The methodology used in this study includes direct observation of the ship's cooling system during the voyage, temperature and pressure measurements at critical points, as well as interviews with the crew to obtain information regarding maintenance and technical incidents. The collected data were analyzed to identify the main causes of the temperature rise and provide appropriate recommendations for improvements.

The research results indicate that the primary cause of the temperature increase in the generator was blockages in the fresh water cooler pipes that hindered the flow of coolant and a drop in pressure in the seawater pump. Repairs were carried out by cleaning the cooling system and overhauling the seawater pump. The implementation of a Planned Maintenance System (PMS) is highly recommended to maintain the cooling system's performance and prevent similar issues from recurring in the future.

Keywords: Diesel generator, cooling system, temperature rise, fresh water cooler, seawater pump, maintenance

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iii

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI vi

ABSTRAK vii

ABSTRACT viii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABLE xi

DAFTAR GAMBAR xii

BAB I PENDADHULUAN 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 5

A. Diesel Generator 5

B. Sistem Pendingin Generator 7

C. *Heat Exchanger* 17

D. Pengertian pompa 19

E. Kerangka Pikir 26

F. Hipotesis 27

BAB III METODE PENELITIAN 28

A. Jenis Penelitian 28

B. Definisi Operasional Variabel 29

C. Populasi dan Sampel Penelitian 30

D. Teknik Pengumpulan Data 30
E. Teknik Analisis Data 31
F. Jadwal Penelitian 31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 33
A. Hasil penelitian 33
B. Pembahasa 48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 64
A. Kesimpulan 64
B. Saran 65
DAFTAR PUSTAKA 67
LAMPIRAN-LAMPIRAN 69
DAFTAR RIWAYAT HIDUP 79

DAFTAR TABLE

Table 2. 2 suhu normal pendingin air tawar 19
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian 32
Tabel 4. 1 *ship particular* 33
Tabel 4. 2 spesifikasi generator 35
Tabel 4. 3 spesifikasi s*ea water service pump* 36
Tabel4.4 Parameter Operasional Sebelum dan Selama Insiden *Overheating* 37
Tabel 4. 5 PMS pompa air laut 59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Generator 6
Gambar 2. 2 Impeller 21
Gambar 2. 3 elektro motor 22
Gambar 2. 4 casing 22
Gambar 2. 5 suction nozzle 23
Gambar 2. 6 shaft 24
Gambar 2. 7 Bearing 25
Gambar 2. 8 mechanical seal 25
Gambar 2. 9 Diagram Alir Kerangka Pikir 26
Gambar 4. 1 diesel generator 35
Gambar 4. 2 Sea water service pump 36
Gambar 4. 3 kenaikan suhu jacket cooling water outlet 43
Gambar 4. 4 pembersihan pipa fresh water cooler 50
Gambar 4. 5 penyumbatan kotoran di cover fresh water cooler 51
Gambar 4. 6 overhaul sea water service pump 56
Gambar 4. 7 pemasangan *bearing baru* 57
Gambar 4. 8 Kerusakan shaft atau poros 58
Gambar 4. 9 shaft baru 58
Gambar 4. 10 suhu diesel generator setelah perbaikan 62

BAB I
PENDADHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem pendingin pada *diesel generator* merupakan salah satu komponen vital dalam menjaga stabilitas suhu selama operasi, terutama dalam lingkungan kapal yang beroperasi di kondisi laut yang menantang. Efisiensi sistem pendingin sangat bergantung pada kinerja komponen utamanya, seperti pompa air laut dan *fresh water cooler*. Kerusakan pada salah satu komponen tersebut dapat menyebabkan gangguan signifikan, seperti kenaikan suhu generator yang berisiko mengakibatkan kerusakan mesin yang lebih besar.

Agar kapal dapat beroperasi secara optimal, kondisi mesin harus selalu dalam keadaan siap untuk berlayar. Salah satu komponen utama yang berperan penting adalah mesin diesel generator, yang berfungsi sebagai mesin bantu dalam menyediakan suplai listrik di atas kapal. Saat ini, mesin diesel menjadi pilihan utama bagi sebagian besar kapal, baik sebagai mesin penggerak utama maupun mesin tambahan, karena menawarkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan mesin uap. Untuk menjamin kelayakan operasional kapal, khususnya saat mesin diesel generator digunakan, sistem pendingin harus bekerja dengan baik untuk mengendalikan panas yang dihasilkan selama proses pembakaran di dalam silinder. Jika panas tidak terkontrol, dapat menyebabkan pemuaian yang berlebihan dan overheating, yang bisa merusak komponen mesin. Oleh karena itu, sistem pendingin dengan menggunakan air tawar dan air laut diperlukan untuk menjaga temperatur mesin tetap stabil sesuai dengan standar yang tercantum dalam manual teknis

Jika sistem pendinginan tidak bekerja secara optimal, maka risiko *overheating* pada mesin akan meningkat. Sebagai contoh, pada saat penulis melakukan praktik kerja laut dikapal MT. Sumber Rejeki

68 saat berlayar dari Balikpapan menuju Bunati , alarm kontrol suhu air pendingin berbunyi, dan setelah dilakukan pengecekan, ditemukan bahwa suhu *outlet jacket cooling water* mesin *diesel generator* naik hingga 90℃. Untuk mencegah kerusakan lebih lanjut, masinis segera mematikan mesin *diesel generator* 1 dan *diesel generator* 2 agar tidak mengalami *overheat .*Setelah dilakukan pemeriksaan lebih lanjut, ditemukan bahwa peningkatan suhu terjadi akibat penumpukan kotoran atau kerak (*scale*) pada *fresh water cooler* dan pipa , yang menyebabkan sistem pendinginan bekerja kurang efektif. Selain itu, pompa air laut untuk pendingin air tawar mengalami getaran berlebih serta penurunan tekanan hingga 3 bar. Jika tekanan dan volume air pendingin terlalu rendah, maka panas yang diserap akan berkurang, menyebabkan akumulasi panas yang terus meningkat dan berpotensi merusak material mesin. Sebaliknya, jika tekanan dan volume air cukup tinggi, proses pendinginan akan lebih optimal.

Berdasarkan pengalaman ini, penulis memilih untuk menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *overheating* pada mesin *diesel generator* di kapal MT. sumber Rejeki 68. Oleh karena itu, penelitian ini diberi judul: ***"Analisis Penyebab Terjadinya Kenaikan Suhu pada Generator diatas Kapal MT. Sumber Rejeki 68"***

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari pada latar belakang dan judul yang penulis kemukakan diatas maka yang menjadi rumusan masalah pada penulisan ini adalah :

1. Apa yang menyebabkan kenaikan suhu pada *diesel generator* diatas kapal?
2. Apa yang menyebabkan menurunya tekanan pompa air laut pendingin air tawar?

C. Batasan Masalah

Mengingat banyaknya pemasalahan yang ditimbulkan oleh kenaikan suhu dan waktu penulis yang sangat terbatas, maka penulis membatasi penyebab naiknya temperatur pendingin pada generator diatas kapal MT. Sumber Rejeki 68. Dalam mengidentifikasi permasalahan yang dibahas, penulis akan membatasi ruang lingkup penelitian pada beberapa aspek berikut:

1. Kenaikan suhu pada *jacket cooling water outlet* mesin *diesel generator.*
2. Penurunan tekanan pada pompa air laut yang digunakan untuk pendinginan air tawar**.**

D. Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari pada penelitian ini adalah dijadikan sebagai acuan dalam mengatasi masalah yang terjadi terhadap mesin diesel generator khususnya yang berkaitan dengan naiknya suhu mesin *diesel generator*. Dan menjadi tujuan penelitian dalam penulisan skripsi ini ialah:

1. Untuk mengetahui apa penyebab terjadinya kenaikan suhu pada generator
2. Untuk mengetahui cara mengatasi penurunan tekanan pada pompa air laut pendingin air tawar

E. Manfaat Penelitian

Peneliti berharap dalam penelitian ini akan bermanfaat bagi peneliti sendiri dan orang lain.

1. Manfaat secara teoritis
   a. Penelitian ini diharapkan berguna dan menjadi masukan bagi rekan-rekan seprofesi dalam merawat *diesel generator* dan

pompa air laut pendingin air tawar

b. Melatih peneliti untuk menuangkan pemikiran dan ide dalam bahasa yang deskriptif dan dapat dipertanggungjawabkan
c. Menambah wawasan bagi peneliti yang berkaitan dengan tidak maksimalnya kinerja mesin bantu

2. Manfaat secara praktis
   a. Menambah pengetahuan bagi pembaca mengenai terjadinya kenaikan suhu pada generator, pengaruh terhadap operasional kapal dan upaya mengatasi kenaikan suhu pada generator tersebut
   b. Menambah wawasan bagi para taruna dan civitas akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
   c. Mengidentifikasi dan menangani masalah terkait kenaikan suhu pada generator agar operasional kapal tetap berjalan lancar.
   d. Memberikan dasar pengetahuan bagi operator kapal dalam memahami pentingnya sistem pendinginan yang efektif dalam mendukung kelancaran operasional mesin kapal.
   e. Sebagai bahan pertimbangan untuk pengambilan kebijakan terkait dengan standar operasional prosedur (SOP) pemeliharaan mesin di kapal, guna meningkatkan efektivitas dan keselamatan dalam pengoperasian kapal.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Diesel Generator

Menurut (Hardi 2020), generator adalah alat listrik yang berfungsi menghasilkan arus dan tegangan bolak-balik dengan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui prinsip induksi elektromagnetik. Proses perubahan energi ini berlangsung karena adanya interaksi antara kumparan generator dan medan magnet, di mana pergerakan medan magnet terhadap kumparan atau sebaliknya dapat menghasilkan tegangan listrik. Jenis generator ini dikenal sebagai generator sinkron karena kecepatan putaran medan magnetnya sejalan dengan kecepatan putaran rotor generator.

Sementara itu, mesin *diesel generator* adalah mesin yang berfungsi menkonversi energi gerak menjadi energi listrik dan digunakan sebagai sumber daya pembangkit listrik. Mesin *diesel* bekerja dengan sistem empat langkah (4-tak), yang berarti dalam satu siklus operasionalnya terdapat empat tahapan utama yang terjadi selama dua kali putaran poros engkol (*crankshaft)*.

1. Langkah Hisap**:** Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), menciptakan tekanan udara rendah di dalam ruang bakar. Kondisi ini menyebabkan katup hisap terbuka, sehingga udara dari *intake manifold* masuk ke dalam silinder mesin.
2. Langkah Kompresi**:** Piston bergerak naik dari TMB ke TMA, dengan katup isap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Gerakan ini mengakibatkan udara di dalam ruang bakar terkompresi hingga suhunya meningkat secara signifikan.
3. Langkah Pembakaran**:** Saat piston mencapai TMA dan tekanan udara mencapai titik optimal, bahan bakar solar disemprotkan melalui injektor ke dalam ruang bakar. Proses pembakaran terjadi, menghasilkan ekspansi gas yang mendorong piston kembali ke TMB dan menghasilkan tenaga yang diteruskan ke *crankshaft*

untuk menggerakkan sistem lainnya.

4. Langkah Buang**:** Setelah langkah ekspansi selesai, sisa hasil pembakaran dibuang melalui katup buang, menyelesaikan satu siklus kerja mesin diesel 4-tak.

Dalam satu siklus, mesin diesel 4-tak melakukan dua kali putaran poros engkol (setara 720 derajat rotasi). Jika dibandingkan dengan mesin 2-tak, mesin ini lebih efisien dalam penggunaan bahan bakar serta lebih ramah lingkungan. Selain itu, mesin 4-tak menggunakan sistem katup yang digerakkan oleh *crankshaft*, membuat pembakaran lebih stabil dan optimal. Mesin ini juga memiliki sistem pelumasan yang lebih baik, di mana oli mesin tidak hanya melumasi komponen utama, tetapi juga bagian transmisi dengan sistem pemisahan oli yang lebih efisien.

Gambar 2. 1 Generator

Sumber : wildonengineering.com

B. Sistem Pendingin Generator

Sistem pendingin pada *diesel generator* menggunakan kombinasi air laut dan air tawar untuk memastikan mesin tetap beroperasi pada suhu yang stabil. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu pompa air laut, pompa air tawar, dan *heat exchanger*. Ketiga komponen ini bekerja secara sinergis untuk mengelola panas yang dihasilkan mesin dan menjaga efisiensi operasional. Sistem pendingin ini juga dirancang untuk mencegah kerusakan jangka panjang akibat panas berlebih yang tidak tertangani dengan baik (Anthony, 2021).

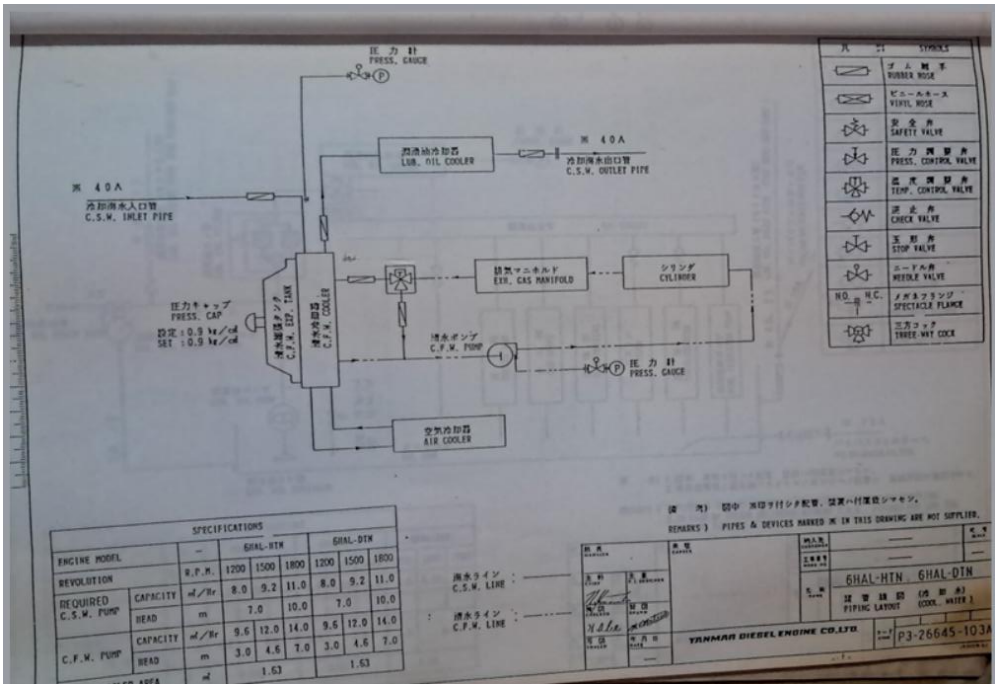
Pendingin merupakan media utama yang memiliki peran untuk menyerap panas yang timbul akibat proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder mesin. Sistem pendingin ini tersusun dari berbagai komponen yang saling terintegrasi, seperti *shell & tube heat exchanger*, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, *strainer* air laut, dan *sea chest*. Efisiensi pendinginan sangat bergantung pada kinerja komponen-komponen tersebut, dan sering kali kendala pada salah satu bagian ini dapat mengurangi efektivitas sistem pendingin secara keseluruhan. Sistem pendingin memegang peranan penting dalam memastikan kinerja optimal mesin diesel generator dan mencegah *overheating* yang dapat menyebabkan penurunan efisiensi hingga kerusakan komponen (Handoyo, 2016).

Terdapat dua sistem utama dalam sistem pendingin mesin *diesel,* yaitu sistem pendinginan terbuka dan sistem pendinginan tertutup. Kedua sistem ini bertujuan untuk mencegah mesin mengalami pemanasan berlebih yang dapat menyebabkan gangguan operasional. Jika sistem pendingin tidak dirawat dengan baik, dapat terjadi gangguan serius yang berdampak pada performa mesin secara keseluruhan.

Oleh karena itu, perawatan rutin pada komponen seperti *heat exchanger*, pompa air laut, *sea cest*, dan jalur sirkulasi pendingin

sangat diperlukan agar sistem tetap berjalan dengan optimal (Khan, 2017).

Gambar 2. 2 Sistem pendingin generator



Sumber : Manual book MT. Sumber Rejeki 68

Gambar di atas menunjukkan diagram alir sistem pendingin air laut (*Cooling Sea Water System*) pada mesin diesel buatan Yanmar Diesel Engine Co., Ltd., untuk model 6HAL-HTN dan 6HAL-DTN. Sistem ini berfungsi untuk menjaga suhu kerja mesin agar tetap stabil berikut penejelasan dalam bentuk table

Table.2 1 penjelasan cooling sea water system

No.	Komponen	Fungsi / Penjelasan
1	*C.S.W. Inlet Pipe*	Jalur masuk air laut dari laut menuju sistem pendingin. Dilengkapi saringan untuk menyaring kotoran.
2	*Lubricating Oil Cooler*	Mendinginkan oli pelumas mesin dengan mentransfer panas ke air laut.
3	*Exhaust Gas Manifold*	Bagian gas buang yang juga didinginkan oleh air laut untuk menurunkan temperatur

		gas buang.
4	*Cylinder*	Air tawar mengalir di sekitar silinder untuk membantu pendinginan dinding silinder mesin.
5	*C.F.W. Pump*	Pompa utama yang mensirkulasikan air laut ke seluruh sistem pendingin.
6	*Air Cooler*	Mendinginkan udara masuk sebelum dikompresi di silinder, meningkatkan efisiensi pembakaran.
7	*C.S.W. Outlet Pipe*	Jalur keluaran air laut yang telah menyerap panas, kemudian dibuang kembali ke laut.
9	*Thermometer & Pressure Gauge*	Memantau suhu dan tekanan air laut di beberapa titik penting dalam sistem.

Menurut (Handoyo 2016) dalam bukunya *Motor Diesel Penggerak Kapal*, sistem pendingin mesin *diesel* terbagi menjadi dua jenis:

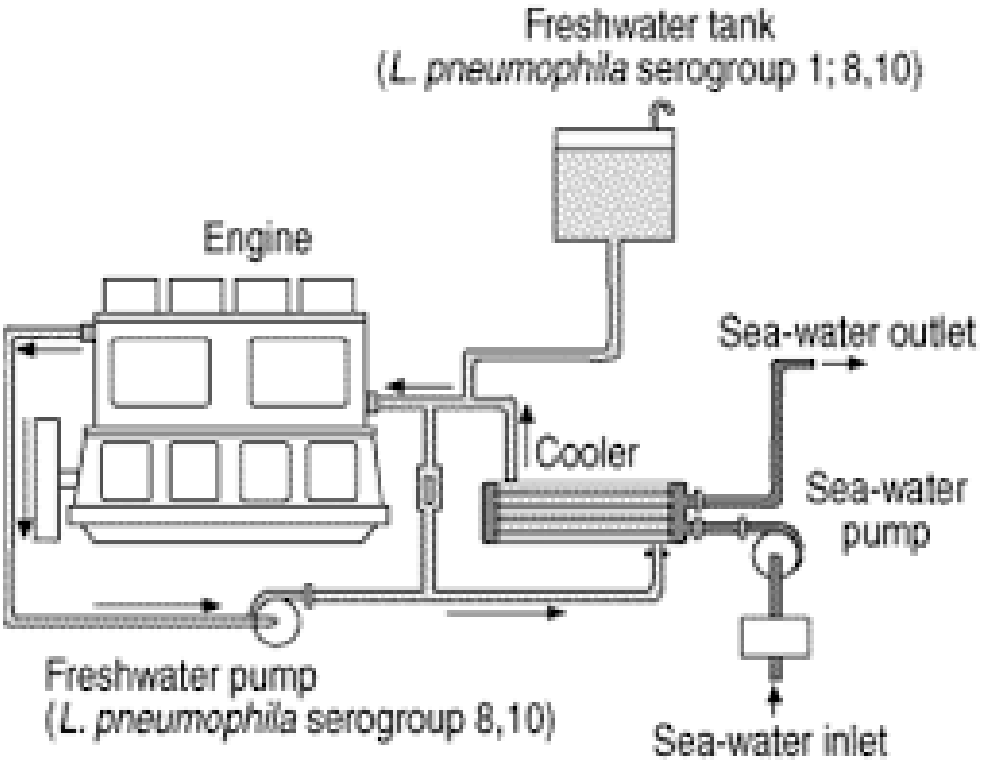
a. Sistem Pendingin Terbuka

Sistem ini menggunakan air laut sebagai media pendingin utama. Setelah air laut digunakan untuk menyerap panas dari mesin, air tersebut langsung dibuang kembali ke laut. Meskipun sederhana dan mudah diimplementasikan, sistem ini memiliki kelemahan utama, yaitu risiko korosi dan endapan kotoran pada pipa serta komponen mesin akibat kontak langsung dengan air laut. Selain itu, sistem terbuka juga dapat menyebabkan penyempitan jalur pendingin akibat akumulasi kerak dan sedimen dari air laut, yang dapat mengurangi efisiensi pendinginan (Handoyo, 2016).

Pada sistem ini, air laut dipompa dari luar kapal melalui filter untuk menyaring kotoran, kemudian dialirkan ke seluruh komponen mesin *diesel generator* yang memerlukan pendinginan. Air laut juga digunakan untuk mendinginkan pelumas dan udara sebelum

akhirnya dikeluarkan kembali ke laut. Karena air laut hanya melewati sistem sekali sebelum dibuang, metode ini disebut pendinginan terbuka.

Gambar 2. 3 sistem pendingin terbuka



Sumber :anakteknik.com

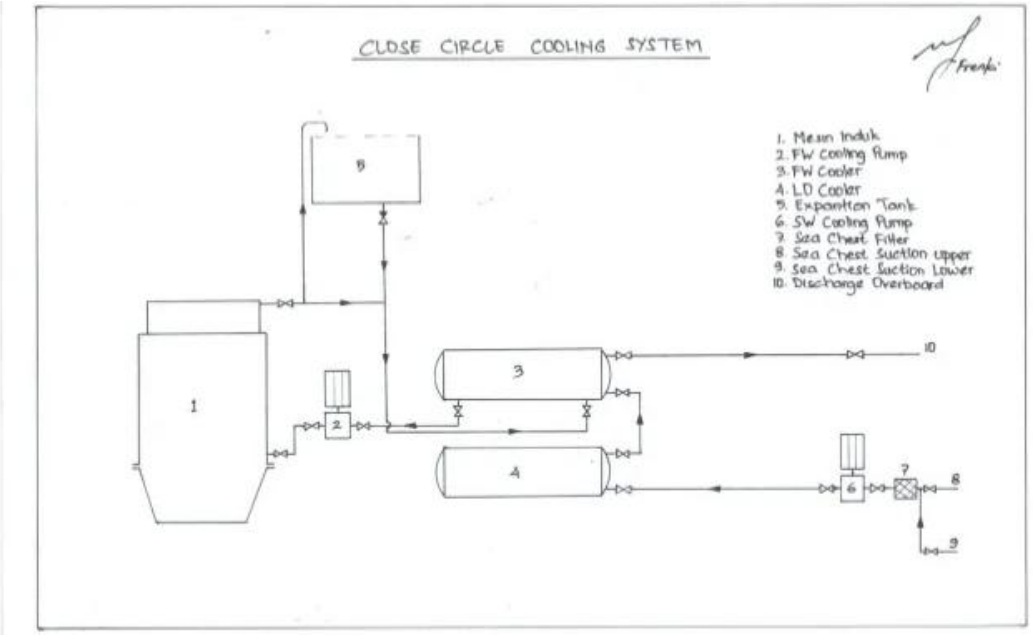
b. Sistem Pendingin Tertutup

Sistem ini menggunakan air tawar sebagai media pendingin utama, yang bersirkulasi secara terus menerus dalam sistem tertutup. Sebelum kembali digunakan untuk mendinginkan mesin *diesel generator*, air tawar tersebut dialirkan melalui *Shell & Tube Heat Exchanger*, di mana panas dari air tawar dipindahkan ke air laut yang mengalir dalam tabung-tabung di dalamnya. Setelah menyerap panas, air laut kemudian dibuang kembali ke laut, sementara air tawar yang telah didinginkan disirkulasikan kembali ke dalam mesin (Khan, 2017).

Keunggulan utama sistem ini adalah:

a) Mengurangi korosi dan endapan kotoran, karena air tawar lebih bersih dibandingkan air laut.
b) Lebih efisien dan stabil, karena pendinginan berlangsung secara terus menerus tanpa banyak kehilangan air.
c) Lebih tahan lama, karena mesin tidak bersentuhan langsung dengan air laut yang dapat menyebabkan keausan lebih cepat.

Gambar 2. 4 sistem pendingin tertutup



Sumber :literasisekolah13.blogspot.com

Ketika kapal berlayar dan mesin *diesel generator* beroperasi, air tawar bersirkulasi melalui silinder mesin untuk menyerap panas, kemudian dialirkan ke *heat exchanger* di mana suhu air tawar turun dari 80°C menjadi 75°C setelah melewati tabung pendingin air laut. Setelah didinginkan, air tawar kembali dipompa untuk digunakan kembali dalam sistem pendinginan mesin (Handoyo 2016).

Agar sistem pendinginan ini tetap berjalan optimal, operator kapal harus rutin memeriksa *expansion tank*, yang berfungsi sebagai cadangan air tawar. Jika terjadi kebocoran atau pengurangan volume air pendingin, perbaikan dapat segera dilakukan sebelum mesin

mengalami gangguan. Sistem pendinginan tertutup dengan *Shell & Tube Heat Exchanger* memiliki keunggulan dibandingkan sistem terbuka karena memungkinkan kontrol suhu yang lebih baik, mencegah kontak langsung mesin dengan air laut, serta meningkatkan daya tahan komponen mesin *diesel generator*. Oleh karena itu, sistem ini banyak digunakan pada kapal modern untuk menjaga stabilitas suhu mesin selama beroperasi di laut (Khan, 2017).

Berikut merupakan komponen komponen utama Sistem Pendingin pada generator:

1. Pompa pendingin air laut

   Pompa air laut berfungsi untuk mengalirkan air laut sebagai media pendingin utama. Air laut ini kemudian disirkulasikan ke *heat exchanger,* di mana panas dari air tawar ditransfer ke air laut. Efisiensi pompa sangat bergantung pada kondisi mekanis komponen seperti *bearing*, poros, dan *impeller.* Menurut (Ridwan 2020) kerusakan pada pompa air laut dapat menyebabkan penurunan tekanan, sehingga aliran air laut menjadi tidak mencukupi untuk mendinginkan mesin dengan optimal.

2. *Heat Exchanger*

   Heat exchanger berperan sebagai media pertukaran panas antara air tawar dan air laut. Proses ini memungkinkan air tawar yang bersirkulasi di sekitar mesin untuk didinginkan sebelum kembali menyerap panas dari mesin. Anthony (2021) mencatat bahwa desain *heat exchanger* yang optimal memungkinkan efisiensi transfer panas yang tinggi, sehingga suhu air tawar dapat tetap berada di level yang aman.

   Menurut Khan (2017) dalam bukunya *Modeling and Temperature Control of Heat Exchanger Process*, penukar panas dapat dibedakan menjadi dua jenis utama berdasarkan arah aliran fluida. Pada tipe aliran paralel, kedua fluida masuk dari sisi yang sama dan mengalir sejajar menuju sisi berlawanan. Sedangkan

pada tipe aliran berlawanan arah (counter-flow), kedua fluida masuk dari sisi yang berlawanan. Desain aliran counter-flow dinilai lebih efisien karena mampu mentransfer lebih banyak panas dari fluida bersuhu tinggi.

3. Pompa Air Tawar

Pompa air tawar mendistribusikan air tawar yang telah didinginkan oleh *heat exchanger* ke seluruh bagian mesin yang membutuhkan pendinginan, seperti kepala silinder dan blok silinder. Jika pompa air tawar tidak bekerja dengan baik, maka sirkulasi pendinginan terganggu, yang dapat meningkatkan risiko *overheating* (Riva'i, 2018).

Sistem pendingin *diesel generator* memainkan peran penting dalam menjaga stabilitas operasional mesin. Panas yang dihasilkan selama proses pembakaran harus dikelola dengan baik agar tidak merusak komponen mesin. Sistem ini memastikan bahwa mesin tetap bekerja dalam suhu optimal, sehingga umur komponen lebih panjang dan efisiensi bahan bakar tetap terjaga. Menurut Harris dan Kotzalas (2006), sistem pendingin yang tidak efisien dapat menurunkan performa generator hingga 15% dalam waktu singkat, terutama jika suhu mesin terus melebihi batas toleransi.

Di lingkungan kapal, air laut digunakan sebagai media pendingin utama karena sifatnya yang mudah diperoleh dan efektif dalam menyerap panas. Namun, penggunaan air laut juga menghadirkan tantangan, seperti korosi dan kontaminasi, yang memerlukan perawatan sistem pendingin secara berkala untuk menjaga efisiensinya (Fauzi et al., 2018).

Kegagalan pada sistem pendingin sering kali disebabkan oleh kerusakan mekanis pada komponen utamanya. Salah satu penyebab utama adalah kerusakan *bearing* pada pompa air laut, yang dapat mengurangi rotasi poros dan menurunkan tekanan

pompa. Akibatnya, aliran air laut yang masuk ke *heat exchanger* menjadi tidak mencukupi, sehingga proses pendinginan terganggu. Puspawan (2017) mencatat bahwa kerusakan *bearing* menyumbang sekitar 30% dari total kegagalan mekanis pada sistem pendingin di kapal dengan usia lebih dari 10 tahun.

C. Sistem *pendingin central cooling*

Sistem pendingin suhu tinggi (*HT cooling*) dan suhu rendah (*LT cooling*) merupakan dua jalur sirkulasi utama dalam sistem pendingin kapal yang digunakan secara bersamaan dalam mesin diesel kapal modern. Pembagian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi termal dan menjaga kestabilan operasi mesin dalam berbagai kondisi beban dan kecepatan. Sistem HT biasanya bertugas mendinginkan komponen mesin yang beroperasi pada suhu tinggi seperti liner silinder, kepala silinder, dan ruang bakar, sedangkan sistem LT digunakan untuk mendinginkan komponen seperti *intercooler,* pelumas, dan sistem kelistrikan yang memerlukan suhu operasi yang lebih rendah.

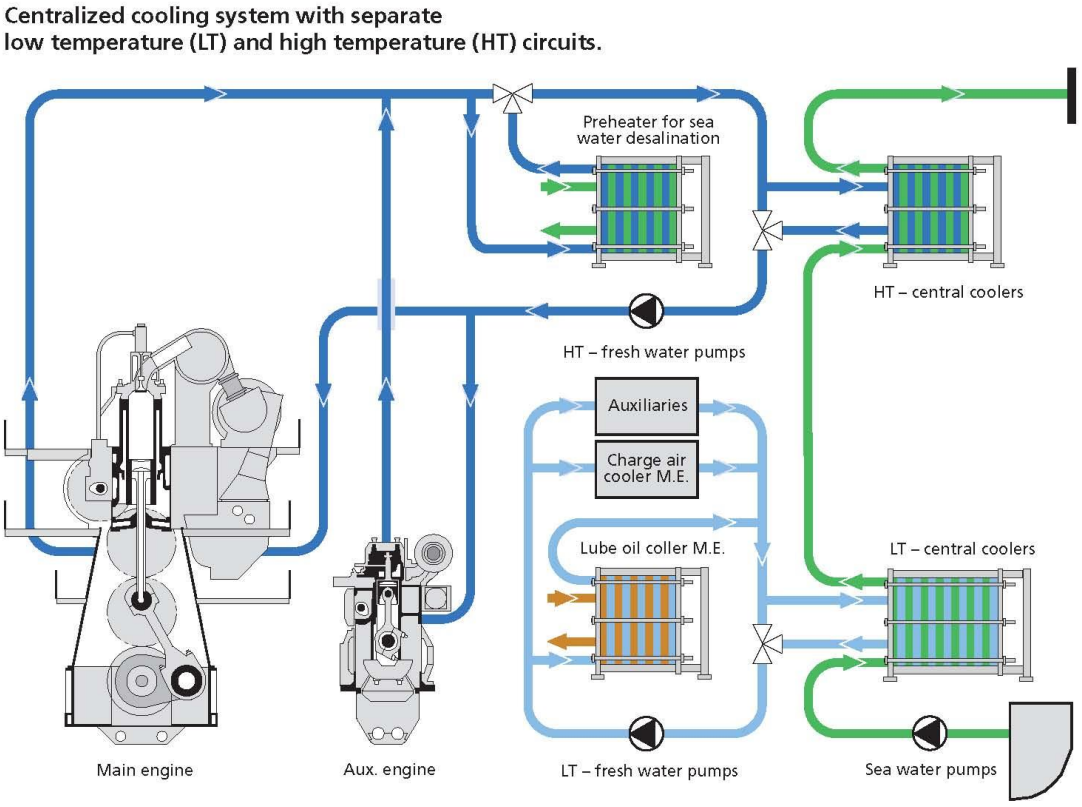
Menurut (Pohorletsky et al. 2023) perbedaan suhu dalam dua sistem ini sangat penting dalam mencegah kerusakan akibat korosi suhu rendah (*low-temperature corrosion*), terutama pada mode operasional beban rendah (*low-load operation*). Pada kondisi seperti ini, gas buang yang lebih dingin dapat menyebabkan kondensasi dan pembentukan senyawa korosif pada permukaan logam, yang akan mempercepat degradasi mesin jika tidak ditangani dengan sistem pendingin yang memadai. Dalam penelitian mereka, disarankan penggunaan sistem pendingin dua tahap yang membagi sirkulasi air tawar menjadi HT dan LT untuk memastikan bahwa suhu dalam setiap bagian sistem tetap berada dalam rentang optimal yang tidak menimbulkan korosi maupun *overheating*.

Selanjutnya, penelitian oleh(Kim et al. 2017) membandingkan

kinerja sistem pendingin jaket (*jacket cooling*) antara menggunakan air laut langsung dan air tawar dalam sirkuit tertutup. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan sistem sirkulasi air tawar dengan pemisahan zona suhu (HT dan LT) mampu mempertahankan kestabilan suhu mesin dalam rentang yang lebih sempit dan konsisten. Ini berdampak langsung pada efisiensi pembakaran bahan bakar, umur pakai komponen mesin, dan penurunan konsumsi pelumas. Sistem LT dalam studi ini juga menunjukkan keefektifan dalam menurunkan suhu udara masuk melalui *intercoole*r, yang sangat penting untuk mempertahankan efisiensi *volumetrik* mesin diesel modern

Dalam aplikasi praktis, sistem ini biasanya terhubung dengan sistem pendingin terpusat, di mana penukar panas digunakan untuk membuang panas dari sirkuit air tawar (baik HT maupun LT) ke air laut. Desain ini meminimalkan kontak langsung air laut dengan komponen mesin, sehingga mencegah korosi air asin dan memperpanjang usia sistem. Penelitian terbaru juga menekankan pentingnya penggunaan pengontrol otomatis (*automatic temperature regulation system*) untuk menyesuaikan laju aliran air pendingin secara *real-time* sesuai beban kerja mesin. Hal ini meningkatkan efisiensi energi sistem dan mengurangi beban kerja pompa air pendingin (Pohorletsky et al. 2023). Secara keseluruhan, sistem pendingin HT dan LT menjadi bagian penting dalam mempertahankan kinerja optimal mesin kapal serta mencegah kerusakan jangka panjang akibat termal maupun korosif. Penerapan desain ini menjadi standar dalam banyak sistem mesin laut modern, dan terus berkembang seiring dengan peningkatan sistem kendali otomatis dan efisiensi termal kapal.

Gambar 2. 5 sistem pendingin central cooling



Sumber : www.tempco.it

Sistem pendingin sentral (*central cooler*) merupakan komponen penting dalam sistem tata udara dan manajemen panas kapal. Sistem ini bekerja dengan mentransfer panas dari air tawar ke air laut menggunakan *heat exchanger,* menjaga suhu operasional optimal bagi mesin utama, mesin bantu, pelumas, serta komponen elektronik lainnya di ruang mesin kapal. Sistem ini dirancang untuk efisiensi dan kemudahan perawatan, serta meningkatkan keandalan operasional kapal secara keseluruhan

Salah satu keunggulan sistem ini adalah efisiensi energi dan pengurangan emisi. Penggunaan *central cooling system dengan box cooler* terbukti mampu menghemat konsumsi bahan bakar dan mengurangi emisi CO_2, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian pada kapal nyata (Aijjou et al. 2018). Selain itu, penerapan *heat*

exchanger tipe pelat berbahan titanium meningkatkan efisiensi perpindahan panas dan tahan terhadap korosi, meskipun memerlukan biaya awal yang lebih tinggi. Penelitian eksperimental dan simulasi menggunakan *software flowmaster* juga menunjukkan bahwa sistem ini dapat dirancang dan divalidasi dengan akurat melalui model simulasi, memberikan data yang andal untuk perencanaan teknis (Fang et al. 2018) Selain itu, pendekatan pengendalian berbasis IMC-PID dengan kontrol *feedforward* menunjukkan potensi penghematan energi yang signifikan pada pompa air laut, komponen dengan konsumsi daya tinggi dalam sistem ini (Jeon and Lee 2025)

Namun, tantangan operasional seperti perubahan suhu air laut dapat menurunkan performa sistem. Misalnya, pada suhu laut yang terlalu rendah, sistem pendingin mengalami tekanan termal yang dapat menyebabkan kebocoran pada gasket dan pipa (Aryanda, 2018). Oleh karena itu, perawatan preventif dan pemantauan kondisi lingkungan menjadi sangat penting dalam pengoperasian sistem pendingin sentral. Secara keseluruhan, sistem pendingin sentral menawarkan efisiensi, keandalan, dan penghematan biaya operasional jangka panjang, menjadikannya pilihan unggul dalam sistem pendingin kapal modern.

D. *Heat Exchanger*

Menurut (Rauch et al. 2018) dalam bukunya *Modeling and Temperature Control of Heat Exchanger Process*, terdapat dua klasifikasi utama dalam sistem penukar panas berdasarkan pola aliran *fluida*. Pertama, penukar panas dengan aliran paralel, di mana kedua *fluida* masuk ke *heat exchanger* dari satu sisi yang sama dan mengalir sejajar hingga ke sisi keluaran. Kedua, penukar panas

dengan aliran berlawanan (*counter-flow*), yang lebih efisien karena memungkinkan perpindahan panas yang lebih maksimal dengan arah aliran fluida yang berlawanan dari ujung yang berbeda.

Shell & Tube Heat Exchanger bekerja berdasarkan prinsip perpindahan panas, di mana panas berpindah dari fluida dengan suhu lebih tinggi ke fluida dengan suhu lebih rendah melalui konduktor, biasanya berupa dinding logam. Proses ini terjadi dalam upaya mencapai keseimbangan termal. Efisiensi *heat exchanger* sangat bergantung pada luas permukaan kontak antara fluida panas dan fluida dingin—semakin luas permukaan tersebut, semakin cepat dan efektif perpindahan panasnya.

Heat exchanger merupakan salah satu perangkat bantu di kapal yang berfungsi untuk mentransfer energi panas antara dua fluida tanpa mencampurnya secara langsung. Proses perpindahan energi ini dapat terjadi antara dua fluida yang memiliki perbedaan suhu, antara fluida dengan permukaan padat, atau antara partikel padat dengan fluida yang bersentuhan langsung dalam kondisi termal yang berbeda.

Dalam sistem *heat exchanger Shell & Tube*, fluida pendingin dan fluida yang didinginkan mengalir melalui dua bagian utama:

a. *Shell* (cangkang) – Sebuah tabung besar yang menjadi wadah utama bagi fluida yang mengalir di bagian luar tube bundle.
b. *Tube bundle* (rangkaian pipa) – Kumpulan pipa kecil tempat fluida lain mengalir di dalamnya, menciptakan perpindahan panas antara kedua fluida.

Jenis *Shell & Tube Heat Exchan*ger ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan tipe *Plate Heat Exchanger*, di antaranya:

1. Lebih tahan terhadap tekanan dan suhu tinggi, sehingga lebih cocok untuk sistem kapal yang membutuhkan pendinginan optimal.
2. Struktur lebih kuat dan tahan lama, memungkinkan penggunaan

dalam berbagai kondisi operasional yang ekstrem.

3. Dapat menangani perbedaan tekanan yang signifikan, sehingga lebih fleksibel dalam aplikasi industri dan kelautan.

Pada kapal MT. Sumber Rejeki 68, sistem pendingin yang digunakan adalah *Shell & Tube Heat Exchanger*. Model ini terdiri dari tabung-tabung yang terorganisir dalam susunan tertentu dan ditempatkan dalam sebuah cangkang besar. Aliran fluida dalam pipa dan cangkang dipisahkan oleh dinding tabung, sehingga perpindahan panas terjadi secara tidak langsung. Fluida pendingin mengalir dalam tabung (*tube side*), sementara fluida yang perlu didinginkan mengalir dalam cangkang (*shell side*).

Dibandingkan dengan *Plate Heat Exchanger*, sistem *Shell & Tube* lebih unggul dalam menangani fluida dengan tekanan dan suhu tinggi serta lebih tahan terhadap perubahan suhu ekstrim. Jenis ini juga lebih fleksibel karena dapat disesuaikan dengan berbagai kebutuhan operasional kapal.

Table 2. 1 Suhu Normal Pendingin Air Tawar

Komponen	suhu	keterangan
Masuk ke generator	30-70^{0}C	suhu air tawar setelah didinginkan
Keluar dari generator	70^{0}C-85^{0}C	Suhu air tawar setelah menyerap panas dari generator

E. Pengertian pompa

(Ridwan 2020) Dalam kehidupan sehari-hari, masyarakat pada umumnya menyebut semua alat yang digunakan untuk memindahkan zat cair maupun udara sebagai pompa. Pandangan umum tersebut tidak bisa dianggap keliru. Hal ini dikarenakan, pada praktiknya, baik

zat cair maupun udara dipindahkan atau ditekan melalui proses pemberian tekanan atau adanya perubahan tekanan maka zat cair atau udara itu mengalir. Yaitu dari tekanan tinggi mengalir ke tekanan rendah. Tetapi didalam pendidikan atau lingkungan ilmu pengetahuan didalam keteknikan hal ini dibedakan untuk memompa zat cair dinamakan pompa. sedangkan untuk udara atau gas, perangkat tersebut disebut kompresor. Meskipun prinsip kerja antara keduanya tidak jauh berbeda, namun fungsi utamanya berbeda. Pompa merupakan mesin atau alat mekanis yang digunakan untuk menaikkan fluida dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi, atau untuk memindahkan fluida dari daerah bertekanan rendah ke daerah bertekanan tinggi, serta berfungsi meningkatkan laju aliran dalam suatu sistem perpipaan. Pompa memberikan tambahan tekanan (positif) pada fluida sehingga dapat mengatasi gaya potensial, memungkinkan cairan untuk mengalir. Selain fungsi tersebut, pompa juga mampu meningkatkan volume aliran fluida dalam kurun waktu tertentu. Pompa biasanya digerakkan oleh mesin uap, mesin gas, turbin uap, motor listrik, atau mesin pembakaran dalam. Dalam pemilihan pompa, terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi agar pompa dapat beroperasi secara efisien, aman, dan berkelanjutan.

Pompa adalah mesin yang digunakan untuk memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat lain. Di atas kapal, pompa memiliki peran utama untuk mengalirkan minyak dan air sebagai media fluida. Dalam kondisi tertentu, fluida tersebut dialirkan secara alami melalui pompa, dan pada kondisi lain, fluida dipaksa keluar. Perubahan tekanan ini bisa terjadi secara bergantian seperti pada pompa oli atau pompa plunger/sentrifugal, ataupun secara kontinyu dari satu tingkat tekanan ke tingkat tekanan lain seperti pada ejector dan pompa sentrifugal.

Pompa merupakan alat yang digunakan untuk mengalirkan fluida, lebih tepatnya mesin yang berfungsi untuk memindahkan cairan

dari satu lokasi ke lokasi lain akibat adanya perbedaan tekanan. Pompa tidak dapat bekerja secara mandiri untuk mengalirkan cairan; dibutuhkan penggerak atau mesin bertenaga (motor) sebagai sumber tenaga utama agar pompa dapat berfungsi secara optimal.

Sea water service pump atau pompa air laut pendingin air tawar memiliki *impelle*r (baling-baling) yang digunakan untuk memindahkan cairan dari posisi rendah ke posisi tinggi. Tenaga dari poros pompa digunakan untuk memutar impeller, yang kemudian mendorong cairan melalui sudu-sudunya. Akibat adanya tekanan yang dihasilkan oleh putaran impeller, cairan terdorong keluar melalui celah-celah di antara sudut impeller, sehingga tekanan cairan meningkat. Oleh karena itu, fungsi utama dari impeller adalah memberikan gaya dorong pada fluida, yang sekaligus meningkatkan energi pada zat cair tersebut.

Prinsip kerja dari sea water service pump adalah bagaimana fluida masuk ke dalam pompa dan bagaimana mekanisme pemindahannya berlangsung. Artinya, pompa pertama kali harus dijalankan (start) agar dapat beroperasi dan menjalankan fungsinya dengan baik. Adapun bagian-bagian dari sea water service pump meliputi:

1. *Impeller*

   Impeller merupakan cakram logam berbentuk bundar yang memiliki saluran khusus untuk mengarahkan aliran cairan. Material pembuat impeller bervariasi, di antaranya perunggu, kuningan, baja tahan karat, besi tuang, hingga bahan yang tahan terhadap minyak aerasi, sesuai dengan kebutuhan dan jenis aplikasi pada sistem pompa.

Gambar 2. 6 Impeller

Sumber : namatek.com

2. Motor listrik atau *elektro motor*

   Motor listrik bertindak sebagai tenaga pompa yang sumbernya dari tenaga listrik.

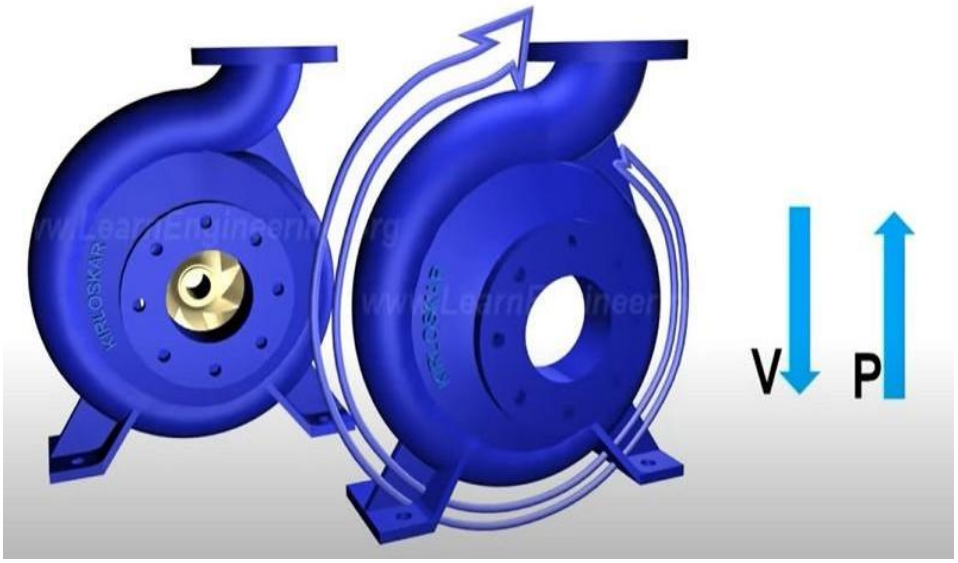
Gambar 2. 7 *Elektro Motor*

Sumber :loefbdkat.blob.core.windows.net

3. *Casing*

   Fungsi casing adalah untuk menutupi impeller pada sisi hisap dan sisi tekanan atas guna membentuk tangki bertekanan yang menyediakan tempat penyangga serta lubang bearing bagi impeller.

Gambar 2. 8 Casing



Sumber : caramesin.com

4. *Suction nozzle*

   Suction nozzel dimanfaatkan menjadi pengisap cairan ke dalam rumah pompa.

Gambar 2. 9 *Suction Nozzle*

Sumber : kelistrikanku.com

5. *Discharge nozzle*

   Discharge nozzel bertindak sebagai penekan cairan keluar dari *casing* pompa.

Gambar 2. 6 *Discharge Nozzle*

Sumber :kelistrikanku.com

6. *Shaft*

   Shaft berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak (motor) selama beroperasi ke *impeller*. *Shaft* juga berfungsi sebagai tempat kedudukan *impeller* dan bagian – bagian lain yang berputar. Untuk menghubungkan antara *shaft* pompa dengan *shaft* penggerak (motor) maka diperlukan kopling. Bagian luar *shaft* ini biasanya dilindungi oleh *shaft sleeve*

Gambar 2. 10 *Shaft*

Sumber : wageur.com

7. *Bearing*

   Bearing memainkan peran yang sangat penting dalam sistem kinerja pompa sebab *bearing* memainkan peran kunci dalam perputaran poros pompa. *Bearing* perlu kuat supaya poros serta bagian mekanis lainnya bermanfaat dengan sempurna.

Gambar 2. 11 *Bearing*

Sumber : www.alltricks.com

8. *Mechanical Seal*

   Mechanical Seal yang bisa bergerak, yakni *seal* yang mengkaitkan sisi diam (*stasionary*) dengan sisi berputar *(rotary*).

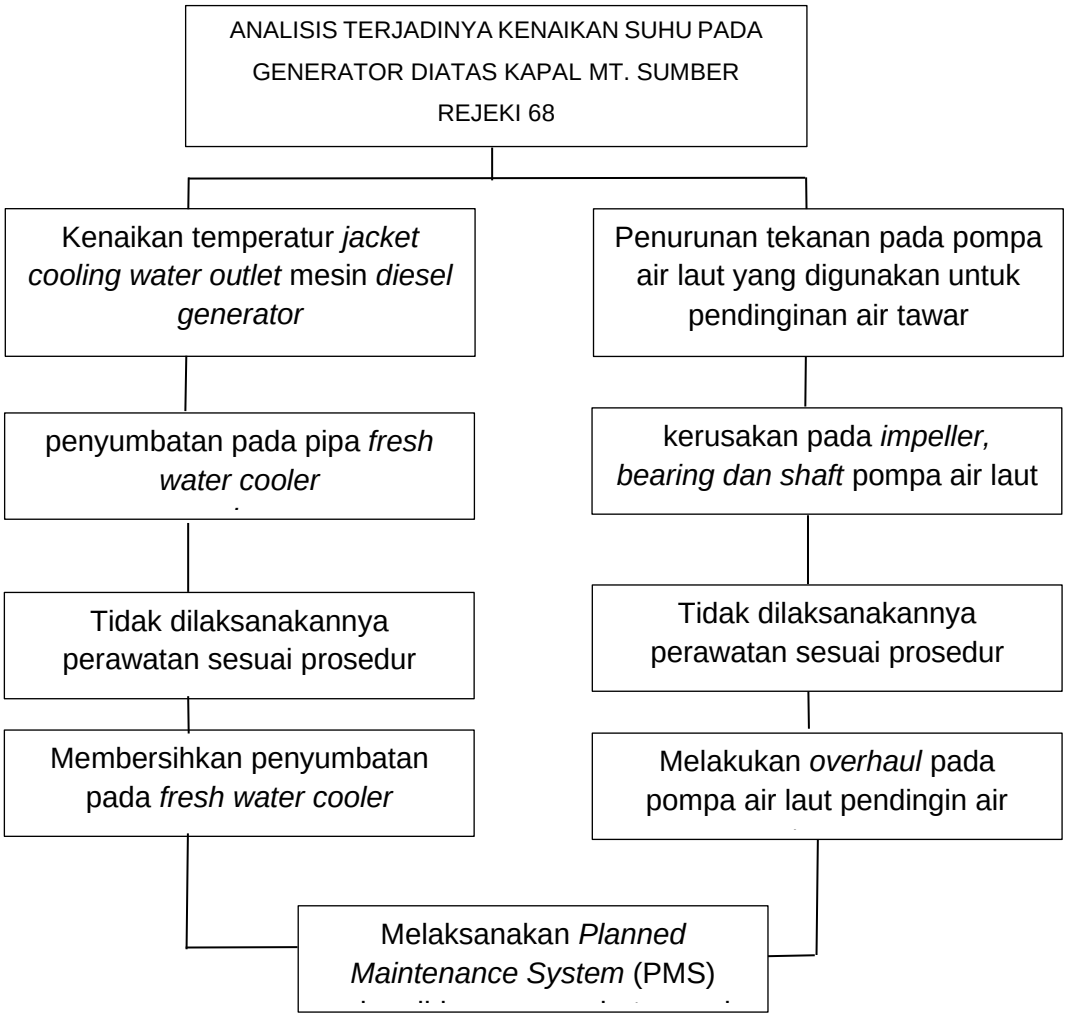
Gambar 2. 12 *mechanical seal*

Sumber : pumpm-mechanicalseals.com

F. Kerangka Pikir

Dalam kerangka pikir penelitian ini akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan pemikiran secara kronologis dalam menjawab pokok permasalahan penelitian berdasarkan pemahaman dan pengalaman penulis yang akan di dapatkan. Berikut adalah bagan kerangka pikir :

Gambar 2. 13 Diagram Alir Kerangka Pikir



Temperatur Pendingin Pada Mesin Diesel Generator Berjalan Dengan Normal Dan Kegiatan Operasional Kapal Berjalan

G. Hipotesis

Berdasarkan kejadian diats maka dugaan sementara terjadinya kenaikan suhu pada generator disebabkan oleh ditemukan penumpukan kerak pada pipa *fresh water cooler* dan menurunya tekanan pompa air laut pendingin air tawar.

BAB III
METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu tahapan sistematis yang digunakan untuk menemukan, mengembangkan, serta menguji kebenaran suatu ilmu pengetahuan secara ilmiah. Istilah penelitian berasal dari kata dalam bahasa Inggris *research*, yang juga sering diterjemahkan sebagai riset. Kata *research* sendiri berasal dari gabungan kata *re* yang berarti “kembali” dan *to search* yang berarti “mencari”, sehingga secara harfiah, research atau riset berarti “mencari kembali”.

Metodologi penelitian merupakan teknik atau pendekatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian. Setiap penelitian harus didasarkan pada data yang valid dan akurat agar hasilnya dapat dipertanggungjawabkan, baik secara ilmiah maupun dalam penerapannya di lapangan, sehingga hasil penelitian tersebut memiliki nilai yang positif dan dapat memberikan kontribusi nyata.

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan penulis adalah dengan metode penelitian deskriptif kualitatif karena data yang diperoleh dari penelitian ini bersumber informasi-informasi sekitar selama proses *overhaul* berlangsung maupun setelah *overhaul* selesai dan dari dokumentasi situasi di lapangan secara menyeluruh, luas dan mendalam. Pada metode yang diteliti ini mengenai penanganan pergantian pompa dengan mengadakan pengamatan lapangan atau langsung sehingga mempermudah dalam mengumpulkan data yang valid dan komprehensif.

Penelitian dengan menggunakan deskriptif ini bertujuan untuk menggambarkan secara mendalam dan rinci mengenai bagaimana analisa menurunnya tekanan pompa air laut pendingin air tawar dan Kenaikan suhu pada *jacket cooling water outlet* mesin *diesel generator* MT. Sumber Rejeki 68. Penelitian ini berfokus pada pernyumbatan pipa di *fresh water cooler* dan kerusakan komponen pompa air laut pendingin

air tawar yang bisa mengakibatkan turunanya tekanan pompa yang mengakibatkan kenaikan suhu pada generator.

B. Definisi Operasional Variabel

1. Kenaikan Suhu pada Generator

   Definisi operasional: Kenaikan suhu pada generator diukur berdasarkan suhu outlet air pendingin (*jacket cooling water*) yang keluar dari mesin diesel generator. Suhu ini diukur menggunakan alat pengukur suhu *(thermometer*) pada titik keluar air tawar dari generator. Kenaikan suhu diidentifikasi ketika suhu air tawar melebihi 80°C, yang menunjukkan ketidakseimbangan dalam proses pendinginan.

2. Tekanan Pompa Air Laut

   Definisi operasional: Tekanan pada pompa air laut diukur pada titik masuk pompa sebelum air laut dipompa menuju sistem pendingin. Pengukuran dilakukan menggunakan *manometer* pada saluran masuk dan keluar pompa. Penurunan tekanan diidentifikasi jika terjadi penurunan tekanan lebih dari 1 bar dari nilai normal (4 bar menjadi 3 bar), yang mengindikasikan adanya gangguan pada sistem pompa.

3. *Fresh Water Cooler*

   Definisi operasional: *Fresh water cooler* diukur berdasarkan efisiensinya dalam mentransfer panas dari air tawar yang mengalir melalui sistem pendingin mesin diesel generator. Efisiensi ini diukur dengan memeriksa suhu air tawar yang masuk dan keluar dari *cooler*, serta keberadaan penyumbatan atau pengendapan di dalam pipa *cooler*.

4. Pemeliharaan Sistem Pendingin

   Definisi operasional: Pemeliharaan dilakukan sesuai dengan prosedur *Planned Maintenance System (PMS*), yang mencakup penggantian dan pembersihan bagian-bagian penting seperti *impeller, bearing*, dan pipa sistem pendingin. Kinerja pemeliharaan

dapat diukur dengan frekuensi perawatan yang dilakukan, serta pengecekan rutin pada komponen-komponen sistem pendingin.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dan sampel penelitian ini berfokus pada elemen-elemen yang terlibat dalam keseluruhan proses *overhaul*, pergantian komponen, dan perbaikan pompa, diantaranya:

1. Proses *overhaul*: Merupakan serangkaian langkah teknis yang dilakukan dalam perawatan atau perbaikan komponen sistem pendingin dan pompa.
2. Sumber Daya Manusia (SDM): Melibatkan tenaga kerja yang terlibat langsung dalam pelaksanaan kegiatan *overhaul*, termasuk kru teknis yang bertanggung jawab.
3. Komponen pompa: Termasuk bahan dan material yang digunakan dalam perbaikan pompa, yang berperan penting dalam menjaga fungsionalitas pompa setelah perbaikan.
4. Waktu dan durasi: Berfokus pada upaya untuk meminimalkan waktu henti operasional mesin *diesel generator* selama proses perbaikan.
5. Evaluasi pasca pergantian komponen: Meliputi pemeriksaan dan pengujian setelah penggantian komponen untuk memastikan bahwa pompa bekerja dengan baik dan sesuai standar.

D. Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi (pengamatan)

   Teknik yang digunakan untuk pengumpulan data ini menggunakan hasil pengamatan atau observasi langsung di lapangan dengan memperhatikan terhadap objel yang akan diteliti. Peneliti terjun

langsung dengan mengamati proses *overhaul* langsung kemudian mengumpulkan datanya dalam sebuah catatan.

2. Dokumentasi

   Merupakan Teknik pengumpulan data yang didapatkan dari hasil dokumentasi di lapangan saat melakukan pergantian komponen dan serta melihat data dari monitor dan spesifikasi *manual book.* Dokumentasi ini berupa gambar dan foto ataupun informasi yang berasal dari masinis. Kemudian akan di teliti untuk mengetahui seberapa valid dan reliabel data yang diperoleh dari lapangan.

E. Teknik Analisis Data

Analisis dan pengolahan data yang digunakan peneliti yaitu dengan menggunakan metode kualitatif yang telah diperoleh dari hasil observasi lapangan dan dokumentasi dengan cara mengumpulkan data-data yang didapat dengan menghubungkan fakta yang terjadi di lapangan dan sekaligus mengambil Kesimpulan beberapa informasi dokumentasi dari pihak masinis yang terjun langsung dalam proses pergantian komponen pompa

F. Jadwal Penelitian

Penelitian rencana akan dilaksanakan pada rentang waktu kurang lebih 12 bulan. Adapun jadwal rencana kegiatan pokok adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

Tahun	Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2022	Pengajuan judul												
	Bimbingan proposal												
	Seminar proposal												
2023	Pengambilan data												
2024	Pengambilan data												
2024	Bimbingan skripsi												
	Seminar hasil												
	Perbaikan seminar hasil												
2025	Seminar tutup												