



**ANALISIS PENYEBAB KEBOCORAN *JACKET COOLING*
MAIN ENGINE DI MT. KLASOGUN**

SKRIPSI

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

**BANU PRADIPTA
NIT. 551811236929 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PENYEBAB KEBOCORAN *JACKET COOLING*
MAIN ENGINE DI MT. KLASOGUN**



Disusun Oleh :

BANU PRADIPTA
NIT. 551811236929 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang,

2023

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Materi	Metodelogi dan Penulisan
	
<u>AMAD NARTO, M.Pd, M.Mar.E</u> Pembina (IV/a) NIP. 19641212 199808 1 001	<u>MOHAMMAD SAPTA HERIYAWAN, S.kom, M.si</u> Penata (III/c) NIP. 19860926 200604 1 001

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknika
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

AMAD NARTO, M.Pd, M.Mar.E
Pembina (IV/a)
NIP. 19641212 199808 1 001

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Skripsi dengan judul “Analisis Penyebab Kebocoran *Jacket Cooling Main Engine* Di MT. Klasogun” karya,

Nama : BANU PRADIPTA

NIT : 551811236929 T

Program Studi : TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari, tanggal

Semarang,

2023

Panitia Ujian

Penguji I,



Dr. F. PAMBUDI WIDIATMAKA, S.P., M.T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19641126 199903 1 002

Penguji II,



AMAD NARTO, M.Pd, M.Mar.E
Pembina (IV/a)
NIP. 19641212 199808 1 001

Penguji III,



IMAM SAFI'I, S.Si.T., M.Si.
Penata Tk I (III/d)
NIP. 19771222 200502 1 001

Mengetahui

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Capt. DIAN WAHDIANA, MM
Pembina Tingkat I (IV/b)
NIP. 19700711 199803 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : BANU PRADIPTA

NIT : 551811236929 T

Program Studi : TEKNIKA

Skripsi dengan judul “Analisis penyebab kebocoran *jacket cooling main engine* di MT. Klasogun” karya,

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 2023

Yang membuat pernyataan,

BANU PRADIPTA
NIT. 551811236929 T

MOTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

1. Berbuat baik dengan siapapun, niscaya kita akan selalu dipertemukan dengan orang baik dalam setiap perjalanan hidup kita
2. Apapun yang telah digariskan untukmu, tidak akan tertukar atau tergantikan dengan orang lain
3. Gelar tanpa pengaplikasian ilmu pengetahuan yang telah didapat ibarat lahan luas yang terbengkalai

Persembahan:

1. Bapak dan Ibu serta keluarga yang sangat saya cintai
2. Semua orang yang pernah memberi arti dalam kehidupan saya
3. Almamater saya PIP Semarang

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, Segala puji syukur saya diberikan kesempatan untuk menempuh pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang dan menyelesaikan tugas skripsi ini, Tuhan yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala rahmat yang telah dilimpahkan kepada hamba-Nya sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi ini mengambil judul “**Analisis penyebab kebocoran *jacket cooling main engine* di MT. KLASOGUN**” yang terselesaikan berdasarkan data-data yang diperoleh dari hasil penelitian selama 12 bulan 9 hari praktek laut di perusahaan PT. PERTAMINA.

Dalam usaha menyelesaikan Penulisan Skripsi ini, dengan penuh rasa hormat Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, dorongan, bantuan serta petunjuk yang berarti. Untuk itu pada kesempatan ini Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Capt. Dian Wahdiana, M.M., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Amad Narto, M.Pd, M.Mar.E selaku kepala program studi Teknika PIP Semarang dan selaku Dosen Pembimbing Materi Penulisan Skripsi ini.
3. Bapak Mohammad Sapta Heriyawan S.Kom, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Metode Penulisan Skripsi dan Penyusunan Skripsi ini.

4. Seluruh dosen di PIP Semarang yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu serta keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan doa.
6. Perusahaan PERTAMINA dan seluruh *crew* kapal MT. KLASOGUN yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan praktek laut.
7. *Crew* MT. Klasogun yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian dan praktek laut serta memberikan banyak ilmu pengetahuan.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, sehingga Penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Skripsi ini. Akhir kata Penulis berharap agar penelitian ini bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang,

2023

Penulis

BANU PRADIPTA
NIT. 551811236929 T

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAKSI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Penelitian	2
C. Rumusan Masalah	2
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Hasil Penelitian	3
BAB II. KAJIAN TEORI.....	5
A. Deskripsi Teori.....	5
B. Kerangka Penelitian	27
BAB III. METODE PENELITIAN.....	30

A. Metode Penelitian	30
B. Tempat Penelitian.....	31
C. Sample Sumber Data Penelitian/Informan.....	31
D. Teknik pengumpulan data.....	33
E. Instrument Penelitian.....	35
F. Teknik Analisa Data Kualitatif.....	36
G. Pengujian Keabsahan Data.....	42
BAB IV. HASIL PENELITIAN.....	44
A. Gambaran Konteks Penelitian.....	44
B. Deskripsi Data.....	49
C. Temuan.....	51
D. Pembahasan Hasil Penelitian.....	65
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN.....	72
A. Simpulan	72
B. Keterbatasan Penelitian	73
C. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....	74
LAMPIRAN.....	76
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	90

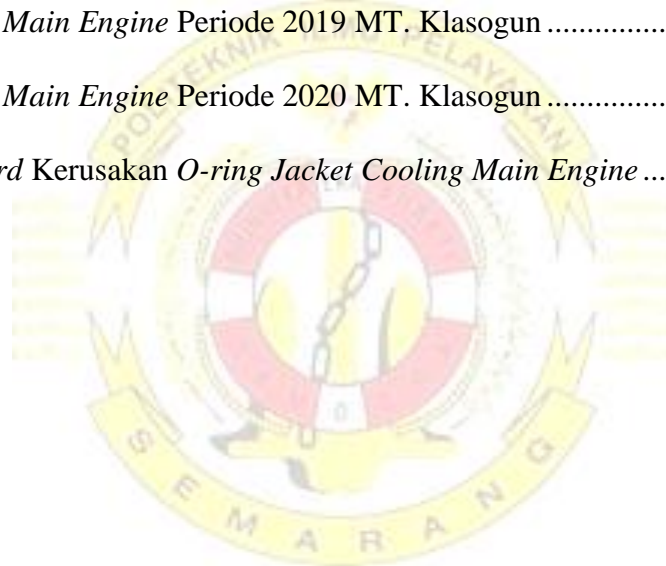
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konstruksi <i>Main Engine</i>	9
Gambar 2.2 <i>Jacket Cooling</i>	10
Gambar 2.3 <i>O-ring</i>	12
Gambar 2.4 Sistem Pendingin Tertutup di MT. Klasogun	19
Gambar 2.5 <i>Heat Exchanger Tipe Shell & Tube</i>	23
Gambar 3.1 Diagram <i>Fishbone</i>	41
Gambar 3.2 Trianguasi Tiga Sumber Data	43
Gambar 4.1 Kapal MT. Klasogun.....	47
Gambar 4.2 <i>Jacket Cooling Main Engine</i>	48
Gambar 4.3 <i>Main Engine</i> MT. Klasogun.....	50
Gambar 4.4 Kerusakan <i>O-ring Jacket Cooling</i>	56
Gambar 4.5 <i>Daily Work & Maintenance Report</i>	56
Gambar 4.6 Korosi <i>Jacket Cooling Main Engine</i>	57
Gambar 4.7 Tangki Exspansi <i>Main Engine</i>	59
Gambar 4.8 <i>Heater Control Panel</i>	60
Gambar 4.9 Diagram Tulang Ikan	62
Gambar 4.10 Kotoran Dalam Tangki Exspansi <i>Jacket Cooling</i>	64

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Kerangka Pikir Penelitian	27
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	28
Tabel 4.1 <i>Ship Particular</i> MT. Klasogun	46
Tabel 4.2 Spesifikasi <i>Jacket Cooling</i>	49
Tabel 4.3 Spesifikasi <i>Main Engine</i>	50
Tabel 4.4 PMS <i>Main Engine</i> Periode 2019 MT. Klasogun	53
Tabel 4.5 PMS <i>Main Engine</i> Periode 2020 MT. Klasogun	54
Tabel 4.6 <i>Record</i> Kerusakan <i>O-ring Jacket Cooling Main Engine</i>	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Wawancara Narasumber 1	75
Lampiran 2	Wawancara Narasumber 2.....	77
Lampiran 3	Wawancara Narasumber 3.....	79
Lampiran 4	<i>Crew List</i>	81
Lampiran 5	<i>Ship Particular</i>	82
Lampiran 6	<i>Overhaul Cylinder Head & Jacket Cooling</i>	83
Lampiran 7	Tangki Exspansi <i>Jacket Cooling Main Engine</i>	86
Lampiran 8	Pengetesan Air <i>Jacket Cooling Main Engine</i>	87
Lampiran 9	Preheating Air <i>Jacket Cooling Main Engine</i>	88
Lampiran 10	PMS <i>Main engine</i> periode 2021 MT. Klasogun.....	89
Lampiran 11	Hasil <i>Water Treatment Control</i> Periode 2021 MT. Klasogun....	93
Lampiran 12	Hasil Turnitin.....	94

ABSTRAKSI

Pradipta, Banu, 2023, 551811236929 T, “*Analisis Penyebab Kebocoran Jacket cooling Main Engine di MT. Klasogun*”. Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Amad Narto, M.Pd, M.Mar.E., Pembimbing II: Mohammad Sapta Heriyawan, S.Kom, M.Si.

Jacket cooling main engine adalah komponen pendingin antara dinding silinder dan kepala atau blok silinder. Fluida pendingin mengalir ke area ini, diambilnya panas dari dinding silinder selanjutnya tetap bersirkulasi. Penelitian ini diambil karena adanya kebocoran terhadap *jacket cooling main engine* yang mengharuskan kapal untuk berhenti dan melakukan perbaikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: apa saja faktor penyebab, dampak apa saja yang terjadi serta upaya apa saja yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan kebocoran *jacket cooling main engine*. Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara observasi, wawancara, dan studi pustaka. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan menggunakan teknik analisis data SHEL dan *Fishbone*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penyebab kebocoran *jacket cooling main engine* yaitu kurang diperhatikannya *planned maintenance system* (PMS) pada *main engine*, kerusakan *o-ring jacket cooling main engine*, korosi pada *jacket cooling*, berkaratnya tangki ekspansi, suhu *preheating* air yang rendah, kurangnya perawatan sistem pendingin *main engine*. Tidak maksimalnya kinerja pendinginan *main engine* ditimbulkan karena terjadinya kerusakan komponen *jacket cooling main engine* (*o-ring jacket cooling*), terjadi kebocoran pada *jacket cooling main engine*, sirkulasi pendinginan *main engine* tidak maksimal, merusak kualitas air pendingin *jacket cooling* untuk pendingin *main engine*, tidak stabilnya *temperature exhaust gas main engine*, Naiknya temperatur gas buang namun belum sampai terjadi (*shutdown*) *main engine*., Untuk mengatasi kebocoran *jacket cooling main engine* yaitu melaksanakan pemeliharaan dan perawatan atau *planned maintenance system* sesuai interval waktu dalam *manual book*, mengganti *o-ring* baru, penggantian *jacket cooling* baru, pemberian *chemical* sesuai dosis dan pengetesan kadar pH air, rutin melakukan pengecekan temperatur air pendingin, melakukan pengarahan mengenai perawatan dan perbaikan *main engine* sesuai *manual book*.

Kata Kunci: Analisis, Kebocoran, *Jacket cooling*, MT. Klasogun

ABSTRACT

Pradipta, Banu, 2023, 551811236929 T, “*Analysis of the causes main engine cooling jacket leaks in MT. Klasogun*”. Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Amad Narto, M.Pd, M.Mar.E., Pembimbing II: Mohammad Sapta Heriyawan, S.Kom, M.Si.

The main engine cooling jacket is the cooling component between the cylinder wall and the cylinder head or block. The cooling fluid flows into this area, it takes heat from the cylinder wall and continues to circulate. This research was taken due to a leak in the jacket cooling main engine which required the ship to stop and make repairs.

This study aims to find out: what are the causal factors, what impacts occur, and what efforts are made to overcome the problem of jacket cooling main engine leakage. Data collection methods are carried out using observation, interviews, and literature study. The research method used is descriptive qualitative using data analysis techniques SHELL and Fishbone.

The results of this study indicate that the cause of the main engine cooling jacket leakage is the lack of attention to the Planned Maintenance System (PMS) on the main engine, damage to the main engine o-ring jacket, corrosion on the cooling jacket, rusting of the expansion tank, low water preheating temperature, failure of engine maintenance main cooling system. The main engine cooling performance is not optimal due to damage to the main engine jacket cooling component (o-ring jacket cooling), leakage occurs in the main engine jacket cooling, the main engine cooling circulation is not optimal, damages the quality of jacket cooling water for main engine cooling, unstable exhaust gas temperature main engine, the rising temperature of exhaust gases but not yet occurring (shutdown) of the main engine. To overcome the main engine cooling jacket leak, namely carrying out maintenance and maintenance or planned maintenance of the system according to the time intervals in the manual book, replacing new o-rings, replacing new jacket cooling, administering chemicals according to the dosage and testing water pH levels, routinely checking temperature air conditioning, provide direction regarding maintenance and repair of the main engine according to the manual book.

Keywords: *Analysis, leaks, jacket cooling, MT. Klasogun*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Transportasi laut memainkan peran besar dalam memfasilitasi pergerakan kargo. Kita sudah mengetahui kapal adalah alat transportasi laut yang perannya penting dalam menghubungkan antar pulau, negara dan benua. Untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat, kapal tidak hanya dalam jumlah besar, namun diusahakan siap digunakan. Untuk menjaga performa mesin diesel, seluruh sistem dan komponen perlu dirawat. Salah satunya yakni *jacket cooling main engine*. *Jacket cooling main engine* adalah komponen pendingin antara dinding silinder dan kepala atau blok silinder. Fluida pendingin mengalir ke area ini, diambilnya panas dari dinding silinder selanjutnya tetap bersirkulasi.

Masalah yang ada ketika penulis praktek laut di kapal MT. KLASOGUN ialah persoalan yang ada terhadap *Jacket cooling main engine*. Pada tanggal 5 Februari 2021 ketika kapal melangsungkan pelayaran dari Krueng Raya bertujuan ke Lhokseumawe dengan mendadak terjadi kebocoran terhadap *jacket cooling main engine*, maka mengharuskan kapal untuk menurunkan RPM *main engine* selanjutnya perbaikan. Oleh sebab itu, sangat penting bagi semua masinis di kapal guna mengerti cara mencegah dan memperbaiki kebocoran pada *jacket cooling main engine*, baik dari segi perawatan maupun jika terjadi keterlambatan pengiriman. Masinis satu dan *crew* perlu melakukan perbaikan tanpa penundaan. Jika situasi ini tidak terlesaikan, dapat menyebabkan gangguan serius pada operasi kapal dan masalah yang bisa

memperburuk keadaan mesin utama. Selain itu, masinis satu harus melangsungkan pekerjaan pemeliharaan terhadap *jacket cooling main engine* dengan sesuai jam kerja yang sudah diberlakukan oleh buku pedoman pengoperasian (*instruction manual book*). Penulis mencoba mengatasi sebuah permasalahan yang terdapat pada kapal MT.KLASOGUN selama melakukan pelayaran dengan penyusunan karya ilmiah yang berjudul : **“Analisis Penyebab Kebocoran *Jacket Cooling Main Engine* di MT. Klasogun.”**

Skripsi ini bisa dilihat sebagai analisis kinerja serta bisa mendukung kinerja *main engine* dari pembaca yang khususnya ada dalam lingkungan pelayaran serta pembaca dalam lingkungan kerja memahami pentingnya melangsungkan pemeliharaan secara berkala dan perbaikan menurut *manual book* yang ada di atas kapal yang dijadikan pedoman kerja di atas kapal.

B. Fokus Penelitian

Mengingat pembahasan yang luas dari masalah yang ditemukan dalam penelitian ini, penulis menyadari terbatasnya wawasan dan waktu selama penelitian, dan penulis menyadari ruang lingkup penyebab kebocoran *jacket cooling main engine* MT. Klasogun.

C. Rumusan Masalah

Berlandaskan pengalaman yang sudah didapat ketika praktek laut di kapal MT. KLASOGUN serta keadaan masalah yang sudah dijumpai, yakni penyebab kebocoran *jacket cooling* sendiri sebagai pendingin mesin induk. Kurangnya pemeliharaan rutin dan pemantauan pendinginan terhadap *o-ring jacket cooling main engine* yang tidak memadai bisa menyebabkan kerusakan

o-ring, yang mengakibatkan jam kerja yang tidak lengkap guna tiap sistem pendinginan silinder. Menekankan permasalahan yang dialami penulis ketika mengimplementasikan praktek laut (prala) dan judul yang ada, penulis merumuskan masalah seperti dibawah ini:

1. Faktor apa yang menyebabkan kebocoran *jacket cooling main engine*?
2. Dampak apa yang terjadi karena kebocoran *jacket cooling main engine*?
3. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi kebocoran *jacket cooling main engine*?

D. Tujuan Penelitian

Berikut tujuan penulisan skripsi ini ialah:

1. Untuk mengetahui faktor yang menyebabkan terjadinya kebocoran *jacket cooling main engine*?
2. Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan dari kebocoran *jacket cooling main engine*?
3. Untuk mengetahui upaya yang dilakukan dalam mengatasi kebocoran *jacket cooling main engine*?

E. Manfaat Hasil Penelitian

Penulis berharap beberapa manfaat yang diterima serta dicapai meliputi manfaat teoritis dan praktis serta penjelasannya.

1. Manfaat Secara Teoritis

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan bacaan dan wawasan mengenai pemeliharaan serta perbaikan komponen *main engine* yang

penting bagi industri pelayaran maupun masyarakat umum dan pendidikan.

2. Manfaat Secara Praktis

a. Bagi masinis

Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi acuan bagi para masinis dan dijadikan sebagai acuan dan parameter pemeliharaan *main engine*.

b. Bagi taruna taruni pelayaran

Hasil dari penelitian ini ialah bahan belajar mandiri mengenai permasalahan yang ada di kapal saat menemui masalah pada *main engine* (*jacket cooling*/pendingin mesin induk) atau ketika taruna atau taruni berpikir dan belajar sedikit mengenai masalah tersebut serta bisa dimanfaatkan guna belajar perjalanan dan pemeliharaan *main engine*.

c. Bagi perusahaan pelayaran

Penelitian ini bisa dimanfaatkan oleh perusahaan pelayaran sebagai dasar guna menetapkan kebijakan baru dalam mengelola perawatan dan perbaikan kapal.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Landasan teori dimanfaatkan menjadi landasan penelitian. Sumber-sumber ini membagikan kerangka atau landasan guna mengerti secara sistematis latar permasalahan yang ada. Landasan teori ini penting guna memberikan landasan penelitian supaya tidak menyimpang dari teori yang telah ada dan telah tervalidasi. Sumber teori ini membahas mengenai analisis penyebab kebocoran *jacket cooling main engine* di MT Klasogun.

1. *Main Engine*

a. Pengertian *Main Engine*

Main engine adalah sebuah mesin penggerak utama baling-baling kapal dengan sistem kerja diubahnya energi potensial panas langsung menjadi energi mekanik (*combustion engine system*). *Piston* yang geraknya bolak-balik di silinder memampatkan udara, meningkatkan suhu dan tekanan. Bahan bakar tersebut kemudian diatomisasi melalui *nozzle* ke dalam ruang bakar dimana proses pembakaran berlangsung (*compression ignition engine*). Tahapan pembakaran yang ada di dalam *cylinder liner main engine* menimbulkan panas yang tinggi. Sumber panas ini meningkatkan suhu panas mesin utama, sehingga diperlukan pendingin guna meminimalisir suhu mesin utama. Refrigeran yang diperlukan yakni adalah pendingin tertutup, dalam hal ini pendingin air tawar. (Jusak Johan Handoyo, 2015: 34).

Peran utama pendingin air tawar yakni membuang atau meminimalisir panas yang diwujudkan oleh tahapan pembakaran bahan bakar guna menaikkan daya dorong kapal. Sistem pendingin air tawar ialah guna didinginkannya *cylinder liner main engine*, dan ketika suhu sistem pendingin air tawar naik, sistem pendingin air tawar harus didinginkan dengan sistem pendingin air laut (Peter Boy 2009: 21).

b. Pengertian Umum Mesin Diesel

Mesin diesel juga dikenal mesin pemicu kompresi. Mesin diesel awalnya dikenalkan pada tahun 1892 oleh ilmuwan Jerman Rudolf Diesel. Mesin diesel ialah mesin pembakaran dalam sebab bahan bakar dinyalakan dengan disemprotnya bahan bakar ke udara pada tekanan dan suhu tinggi. Ada beberapa proses kompresi yang mempengaruhi kinerja mesin diesel seperti ukuran rasio kompresi, derajat homogenitas campuran bahan bakar-udara serta sifat bahan bakar (*cetane number*). kapasitas bahan bakar itu sendiri (Boentarto, 1994).

c. Klasifikasi motor bakar

Kristanto, 2015 biasanya motor bakar dibagi menjadi 2 kelompok utama yakni:

1) Motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*)

Dalam mesin pembakaran dalam, bahan bakar dihasilkan di dalam mesin sehingga panas dari pembakaran langsung dapat mengubahnya menjadi energi mekanik. Struktur dan desain mesin menjadi lebih kecil dan sederhana, seperti mesin diesel yang mengulang siklus di lingkungan bersuhu tinggi dan mesin pembakaran dalam yang banyak

dimanfaatkan guna memperoleh performa bertenaga dan andal selain bahan bakar. Konsumsi menjadi lebih hemat dan hemat.

2) Motor pembakaran luar (*external combustion engine*)

Pada mesin pembakaran luar, tahapan pembakaran terjadi di luar mesin, panas dari bahan bakar tidak mengubahnya ke energi mekanik, namun media perantara terlebih dahulu diubah menjadi energi mekanik. Misalnya mesin uap, turbin.

d. Jenis-Jenis Mesin Diesel

Heywood, 1998 Jenis mesin diesel kapal dibagi menjadi 2 yaitu:

1) Mesin diesel 2 tak (*two stroke*) dengan satu siklus tugas. Di sisi lain, setiap tahapan memerlukan setengah putaran engkol. Oleh karena itu, dapat diucapkan bahwa prinsip kerja mesin diesel dua langkah ialah mesin yang mengubah energi panas (kimia) menjadi energi kinetik dengan satu putaran engkol. Energi panas diwujudkan oleh pembakaran solar dan oksigen terkompresi. Pembakaran menghasilkan pemuai yang menggerakkan gerakan piston.

2) Mesin diesel 4 tak (*four stroke*) Mesin empat langkah ialah mesin yang mentuntaskan satu siklus pembakaran dalam empat langkah piston atau dua putaran poros engkol, dan dalam satu siklus kerja proses supercharging, kompresi, dan penyalaan.

e. Prinsip Kerja Motor Diesel

Menurut Amad narto (83: 2017) langkah pengoperasian motor diesel didasari oleh dua langkah yang berbeda yakni langkah 4 tak dan 2 tak.

Biasanya motor penggerak poros baling-baling kapal memanfaatkan motor diesel.

Motor diesel 4 tak (langkah)

Mesin diesel 4 tak yakni mesin yang langkah kerjanya membutuhkan 4 langkah piston guna berpindah dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah) dan mewujudkan keluaran sebesar 1 tenaga guna dua putaran poros engkol. TMA (Titik Mati Atas) atau TDC (*Top Dead Center*) keberadaan piston di bagian atas silinder mesin, atau titik terjauh piston dari poros engkol (*crankshaft*). TMB (Titik Mati Bawah) atau BDC (*Bottom Dead Center*) keberadaan piston berada di bagian bawah silinder mesin atau piston yang paling dekat dengan poros engkol. Prinsip kerja mesin diesel 4 tak:

1) Langkah Hisap (*Intake*)

Piston berubah dari TMA ke TMB, keberadaan katup masuk terbuka dan katup keluar tertutup, gerakan ini akan membesarkan *volume* di silinder, maka udara dari luar masuk ke dalam ruang bakar.

2) Langkah Kompresi (*compression*)

Piston berubah dari TMB ke TMA, menutup posisi katup masuk dan tertutup, mengurangi *volume* di ruang bakar, mengkompresi udara, dan meningkatkan suhu udara di ruang bakar..

3) Langkah Usaha (Pembakaran/*combustion*)

Langkah usaha ialah tahapan pembakaran di dalam mesin. Minyak solar diinjeksikan ke ruang bakar melalui injektor. Saat udara dikompresi lebih lanjut, suhunya meningkat. Pada saat piston

mencapai PMS, udara sudah mencapai titik terpanasnya (di atas titik solar). Akibatnya, terjadi pembakaran, menciptakan gaya ekspansi. Gaya ekspansif ini mendorong piston ke bawah menuju TMB.

4) Langkah Buang (*Exhaust*)

Piston berubah dari TMB ke TMA, menutup posisi katup masuk dan membuka katup buang, menyebabkan piston mendorong gas sisa pembakaran ke dalam katup buang, yang membuka dan mengarahkannya ke port buang.

2. Bagian-Bagian *Main Engine*

Penelitian ini membahas elemen dari *main engine*, guna penjabaran bagian *Main engine* bisa diketahui sebagai berikut:



Gambar 2.1 Konstruksi *Main Engine*

Sumber: Manual Book Niigata Power System Co., Ltd.,

Adapun komponen yang menunjang dalam proses pendinginan *main engine*, yaitu:

a. *Jacket cooling*



Gambar 2.2 *Jacket Cooling*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Jacket cooling harus bertindak seperti selimut liner silinder, memanfaatkan air tawar pada suhu tertentu guna menyerap panas yang diwujudkan oleh panas pembakaran di dalam silinder. Hal ini dimaksudkan supaya tahapan pendinginan mesin berjalan dengan optimal. *Water jacket* berupa lubang-lubang pada blok silinder yang dikelilingi *jacket*.

Jacket cooling di MT. Klasogun memiliki diameter 420 mm dan tebal 32 mm dibuat dari besi tuang atau *cast iron*. Besi cor biasanya besi dengan kandungan karbon 2,5% sampai 4%. Besi tuang dengan kandungan karbon 2,5% hingga 4% karenanya sulit atau sulit untuk dilas. Karbon dalam besi umumnya disebut sementit (Fe_3C) atau karbon bebas (gravit). Harus juga diperhatikan bahwa kandungan fosfor dan belerang pada bahan ini sangat tinggi dibandingkan dengan baja.

Ada berbagai jenis besi cor:

1) Besi tuang putih (*white cast iron*)

Semua karbon dalam besi tuang berbentuk sementit, yang memiliki kandungan silikon rendah dan laju pendinginan yang cepat, memberikan sifat keras dan rapuh. Struktur mikronya terdiri dari karbida yang memberikan warna putih.

2) Besi tuang mampu tempa (*malleable cast iron*)

Besi cor jenis ini diperoleh dengan melangsungkan kembali *heat treatment* yang bermaksud guna melepaskan semua aglomerat grafit (Fe_3C) yang terurai menjadi matriks ferit, perlit, dan martensit dengan sifat yang mirip dengan baja.

3) Besi tuang kelabu (*grey cast iron*)

Jenis besi tuang ini sering dijumpai (sekitar 70% besi tuang berwarna abu-abu). Mempunyai *graphit* yang berbentuk *flake*. Sifat dari besi tuang ini kekuatan tarikannya tidak tinggi dan keuletannya rendah. Material dari *jacket cooling* di MT. Klasogun termasuk jenis besi tuang putih. Menempel pada bagian *cylinder liner* dan yang bagian atas menempel pada *cylinder head*. Air pendingin dipasok dari bagian bawah *jacket cooling* pada *liner*, air langsung menuju kebagian atas *jacket cooling* melewati lubang pendingin dari atas *jacket cooling*, air mengalir melalui sambungan ke *jacket cooling* di bagian bawah penutup *cylinder*.

b. *O-ring*



Gambar 2.3 *O-ring*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

O-ring ialah potongan wujudnya cincin yang sangat lembut yang terbuat dari bahan alami, karet sintetis atau plastik. Selama penggunaan, *O-ring* biasanya dikompresi sebagai segel antara dua permukaan. *O-ring* sering dimanfaatkan sebagai seal statis dengan fungsi yang sama seperti gasket datar. Untuk penyekat pada aplikasi yang bertekanan tinggi diatas 5500 kPa (800 psi) sering *o-ring* ditambahkan dengan *back up o-ring* yang berfungsi untuk mencegah kebocoran yang ditimbulkan oleh adanya celah antara dua permukaan *pressure back up ring* biasanya terbuat dari bahan plastik yang berfungsi untuk memperpanjang usia *o-ring*.

3. Sistem Pendingin

a. Pengertian sistem pendingin

Pendinginan ialah cara menyerap panas. Panas diperoleh kembali dari pembakaran bahan bakar di dalam silinder, dan sistem pendinginan mesin dirancang sedemikian rupa sehingga begitu mesin dihidupkan, mesin bekerja pada suhu yang disetel dan mesin terus bekerja pada suhu pengoperasian. Sistem pendinginan engine menggunakan prinsip konduksi, konveksi, dan perpindahan panas radiasi. Panas diserap dengan konduksi dari logam yang mengelilingi silinder ke pendingin melalui katup kepala silinder. Permukaan logam yang mengandung air pendingin mentransfer panas secara konveksi, dan air pendingin bersentuhan dan mentransfer panas, sehingga air di kantong air pendingin di blok silinder memanas. Maka sebab itu, sistem pendingin diperlukan guna menjauhi kerusakan pada bagian mekanis. Meski demikian, temperatur dan bagian-bagian mesin dijaga dalam batas tertentu agar bagian-bagian mesin bisa berfungsi dengan baik. (Nuruzzaman, 2003)

Perpindahan Panas (kalor)

Terdapat tiga langkah perpindahan panas yakni:

Perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi.

1) Konduksi

Ini adalah bagian penting dari perpindahan panas melalui dinding logam dan lapisan tipis gas dan air berhenti bersentuhan dengan dinding (perpindahan panas melalui medium).

2) Konveksi

Ketika ada perbedaan suhu dalam cairan, kerapatan bagian bersuhu tinggi menjadi lebih kecil daripada bagian bersuhu rendah di sekitarnya, dan bagian bersuhu tinggi dari cairan meningkat.

3) Radiasi

Elemen memiliki sifat memancarkan energi termal mereka sendiri sebagai gelombang radio magnetik sesuai dengan suhu objek, menyerap dan memancarkan panas dan menyimpannya sebagai energi panas. Perpindahan panas secara radiasi dan penyerapan panas disebut perpindahan panas radiasi. Akibat pembakaran bahan bakar di dalam silinder, temperatur mencapai ± 2500 °C. Ketika tahapan ini berulang, dinding silinder, kepala silinder, piston, katup, dan banyak bagian lainnya menjadi panas. Beberapa oli pelumas, terutama yang membasahi dinding silinder, menguap dan akhirnya terbakar bersama bahan bakar. Oleh karena itu, bagian tersebut harus cukup didinginkan untuk menjaga suhu dalam kisaran yang dapat diterima.

b. Pentingnya pendingin pada mesin induk

Ketika mesin bekerja menghasilkan energi, serta dari energi itu muncul apa yang disebut tenaga. Tenaga ini difungsikan guna untuk memutar poros baling-baling. Tahapan ini menghasilkan panas. Sistem pendingin mencegah panas yang diwujudkan melebihi ambang batas dan pendinginan berlangsung. Sisa panas bisa mengakibatkan kerusakan. Kerusakan termal antara lain rusaknya dinding ruang bakar, rusaknya katup, serta tersumbatnya *piston* dan ring *piston*. Selain itu, pelumas menguap dan terbakar, yang menyebabkan piston dan dinding silinder

cepat aus. Kerusakan ini menyebabkan mesin utama tidak dapat beroperasi secara optimal. Pendinginan sangat penting, tetapi juga ditinjau dari sudut pandang penggunaan energi panas, meminimalkan energi panas yang diserap oleh radiator dan mencari suhu silinder yang ideal. Oleh karena itu, konsep pendinginan merupakan upaya untuk menjaga agar suhu mesin induk tetap stabil. Kekuatan bahan mesin berkurang dengan meningkatnya suhu. Pendinginan diperlukan untuk menstabilkan suhu ini.

c. Bahan pendingin

Menjadi bahan pendingin guna mesin induk dimanfaatkan media yaitu:

1) Air laut

Air laut mudah ditemukan di dekat kapal. Keluarkan segera setelah dingin dan biarkan dingin. Air laut umumnya memiliki konsentrasi garam yang lebih tinggi daripada air tawar, sehingga air laut jarang dimanfaatkan langsung guna pendinginan mesin.

Sistem kerja air laut yaitu:

Air laut yang dihisap oleh *seawater pump* dikirim ke L.O (*cooler*) guna mendinginkan oli pelumas mesin utama, selanjutnya dialirkan melalui *intercooler* guna didinginkan udara pembakaran mesin utama, dan pompa air laut juga membuang air laut guna menaikkan *fresh water cooler*. Selanjutnya air dingin guna mendinginkan pendingin air tawar. Air laut kemudian dilepaskan ke laut dan tahapan ini berlanjut.

2) Air tawar

Air tawar di atas kapal selalu diupayakan guna dimanfaatkan secara tertutup supaya bisa difungsikan kembali. Di sisi lain, harganya yang mahal dapat menahan korosi pada dinding besi dan pembentukan kerak.

Sistem kerja air tawar yaitu:

Expantion tank bermanfaat sebagai penampung air segar jika mesin utama gagal karena kebocoran penguapan atau *jacket cooling*. Air segar dari *expantion tank* mengalir melalui pompa pendingin air segar ke mesin utama. Pada mesin utama, air tawar digolongkan antara masing-masing silinder bawah, air tawar mendinginkan silinder liner dan menjaga kepala silinder (*Cylinder Head*) tetap dingin. Sesudah keluar dari mesin induk, air tawar masuk ke pendingin air tawar dan didinginkan di dalam tabung kapiler, media pendingin di luar tabung kapiler yakni air laut. Didinginkan kembali mesin induk setelah air tawar mencapai ketetapan yang berlaku.

Keuntungan pendinginan tertutup:

- a) Menggunakan media air tawar bisa mencegah dan menghindari resiko korosi.
- b) Pengelolaan suhu masuk dan keluar air dingin bisa dengan mudah disesuaikan pada *cooler*.
- c) Dapat yakin bahwa air yang masuk ke mesin induk selalu bersih dan bebas dari lumpur dan kotoran. Oleh karena itu, aman dan tidak mudah tersumbat.
- d) Pemeliharaannya mudah.

Kerugian melalui pendinginan tertutup:

- a) Kerugiannya yakni tergantung pada sumber pendingin air tawar (*fresh water generator*).
- b) Sistem perpipaan tambahan, keberadaan pompa air bersih guna sirkulasi pendingin meningkatkan biaya.
- c) Struktur yang rumit dan biaya perawatan yang tinggi karena kebutuhan akan perangkat ekspansi tangki dan pendingin.

d. Macam-Macam Sistem Pendingin

1) Sistem Pendinginan Langsung (Terbuka)

Metode pendinginan langsung merupakan metode pendinginan yang hanya memanfaatkan air laut sebagai media pendingin. Sistem ini memfungsikan air laut yang masuk guna mendinginkan komponen yang akan didinginkan. Sistem pendingin langsung secara struktural lebih sederhana daripada sistem pendingin tidak langsung dan memiliki kelebihan memerlukan lebih sedikit energi guna mensirkulasikan air. Selain itu, sistem ini tidak memerlukan tangki air atau banyak pompa guna mensirkulasikan air pendingin, sehingga menghemat konsumsi peralatan. Kerugian dari sistem pendinginan langsung ini ialah air laut sangat korosif, dan air pendingin sangat dipengaruhi oleh suhu air laut, sehingga peralatan pemipaan rentan terhadap korosi (karat).

Keuntungan pendinginan terbuka:

- a) Sistem sederhana tidak membutuhkan tangki ekspansi, *cooler* sehingga dana yang dikeluarkan minim.

- b) Media pendingin atau air laut selalu ada.

Kerugian pendinginan terbuka:

- a) Dalam suhu lebih dari 50°C akan adanya kerak garam yang akan dipersempitnya pipa.
- b) Resiko kepada korosi sangat besar selanjutnya motor akan cepat rusak.

2) Sistem Pendinginan Tidak Langsung (tertutup)

Sistem pendingin tidak langsung memanfaatkan dua media pendingin: air tawar dan air laut. Air tawar dimanfaatkan guna mendinginkan bagian-bagian mesin dan air laut dimanfaatkan guna mendinginkan air tawar. Sistem pendingin ini sangat efisien dan bisa mendinginkan bagian mesin dengan merata. (Ardiansyahab 2009 dalam Prasetyo 2019)

Keuntungan pendinginan tertutup:

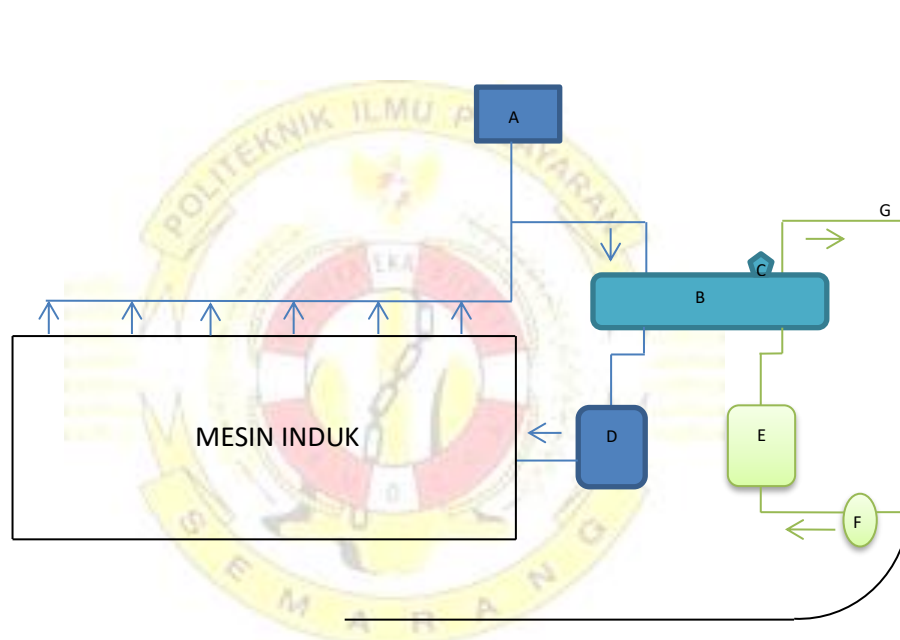
- a) Menggunakan media air tawar bisa mencegah dan menghindari resiko korosi.
- b) Pengelolaan suhu saluran masuk air pendingin dan suhu saluran keluar bisa dengan mudah disesuaikan pada *cooler*.
- c) Bisa diyakinkan bahwa air yang masuk ke mesin induk selalu bersih dan bebas dari lumpur dan kotoran. Maka dari itu, aman dan tidak mudah tersumbat.
- d) Pemeliharaannya mudah.

Kerugian pendinginan tertutup:

Kerugiannya tergantung pada adanya air tawar pendingin (*Fresh Water Generator*).

- a) Biaya lebih mahal dengan bertumbuhnya sistem pengelolaan pipa, terdapat pompa air tawar guna sirkulasi pendingin.
- b) Konstruksi rumit sebab membutuhkan peralatan ekspansi tank ataupun *cooler* sehingga tarif pemeliharaan mahal.

e. Sistem Pendingin



Gambar 2.4 Sistem Pendingin Tertutup di MT. KLASOGUN

Sumber: Manual Book Taisei Kogyo.Co.,Ltd

Gambar di atas menunjukkan sistem pendingin pada *main engine* di MT.

Klasogun, berikut pemaparan dari sistem pendingin:

1) *Expantion tank*

Expantion tank disini bermanfaat menjadi tangki penyediaan air tawar jika adanya meminimalisir motor induk yang disebabkan penguapan atau kebocoran terhadap *jacket cooling* mesin induk.

2) *Fresh water cooler*

Fresh water cooler ialah bagian dari *heat exchanger*. Perpindahan panas dari satu media ke media yang lain terjadi kepada *heat exchanger*. Dengan penukar panas permukaan, panas permukaan medium dipisahkan oleh dinding bagian dalam penukar panas sehingga dua aliran massa tidak bercampur. Penularan terjadi secara radiasi, konduksi dan konveksi, perpindahan panas terjadi pada daerah kontak tubuh.

3) *Thermostat*

Thermostat ialah bagian dari elemen di dalam sistem pendingin yang bermanfaat guna mengatur sirkulasi cairan pendingin mesin. Katup yang akan membuka dan menutup saluran sistem pendingin dari *water jacket* (dalam mesin) ke dalam sistem pendingin dengan otomatis sehingga mencegah mesin *overheat*.

4) *Fresh water pump*

Sebuah pompa air tawar menarik air tawar dan mendorongnya melalui sistem, meningkatkan tekanan air. Hambatan aliran diatasi dengan peningkatan tekanan air. Kemudian diedarkan guna memungkinkan pendinginan.

5) *Sea water pump*

Pompa air laut bermanfaat guna terhisapnya air laut dari *strainer* dan memompa air laut supaya dapat bersirkulasi ke *cooler* mendinginkan air tawar dan kembali keluar *over board*.

6) *Strainer sea chest*

Strainer ialah alat yang berfungsi memecahkan dan menyaring serpihan dari suatu aliran, sehingga serpihan tidak masuk ke sistem atau perlengkapan mekanis. Sebab aliran air laut tidak selalu bersih.

7) *Over board*

Over board adalah sebuah konstruksi perpipaan yang langsung keluar dari kapal menuju laut berfungsi sebagai saluran keluar air laut setelah bersirkulasi dari sistem pendingin.

4. *Heat Exchanger*

a. Pengertian *Heat Exchanger*

Menurut Yunus A. Cengel (dalam *Heat Transfer : A Practical Approach 2nd ed.*, 2003: 667) *Heat exchanger* ialah perlengkapan yang bisa dipergunakan dipindahkannya panas antara dua cairan pada suhu yang beda tanpa menyatukan satu cairan dengan cairan lainnya. Tahapan ini dimanfaatkan guna memindahkan panas dari fluida panas ke fluida dingin dalam suatu sistem, biasanya bertindak menjadi pendingin atau pemanas. Perpindahan panas yang ada pada penukar panas umumnya yakni perpindahan panas konvektif antara satu fluida dengan fluida lainnya dan perpindahan panas konduktif yang terjadi pada dinding pemisah kedua fluida. Besar perpindahan panas yang terjadi antara dua fluida dalam suatu fase pada *heat exchanger* ditentukan berdasarkan besarnya perbedaan temperatur. Pada fase tersebut, yang mana bervariasi sepanjang siklus yang terjadi didalam *heat exchanger*. Dengan menggunakan metode *logarithmic mean temperature difference (LMTD)*,

maka dapat dihitung rata-rata perbedaan temperatur keseluruhan antara dua fluida didalam *heat exchanger*.

b. Prinsip Kerja *Heat Exchanger*

Instrumen penukar kalor yakni dipindahkannya panas dari dua cairan terhadap suhu beda dimana transmisi panas bisa dilangsungkan dengan langsung atau tidak langsung:

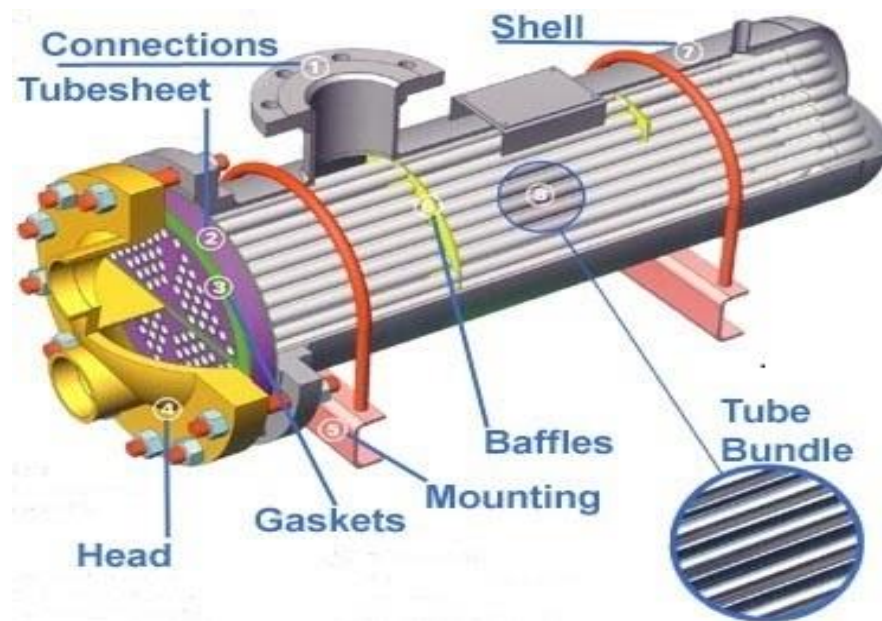
1) Secara kontak langsung

Panas dipindahkan antara cairan panas dan dingin dengan permukaan kontak langsung. Artinya, tidak ada dinding di antara kedua cairan tersebut. Perpindahan panas terjadi melintasi antarmuka/sambungan antara dua cairan. Misalnya aliran uap yang bersentuhan langsung, partikel padat dari dua cairan yang tidak bercampur (*immiscible*), gas dan cairan, dan kombinasi cairan.

2) Secara kontak tak langsung

Dipindahkannya panas antar fluida panas dan dingin terjadi dengan sekat. Pada sistem ini, kedua fluida mengalir sedemikian rupa sehingga tidak terjadi kontak langsung antara fluida yang dipakai sebagai media pemanas dan pendingin selama tahapan perpindahan panas. (Kern, 1965)

c. *Heat Exchanger* Tipe Tabung (*Shell & Tube*)



Gambar 2.5 Heat Exchanger tipe (*Shell & Tube*)

Sumber: (<http://www.secshellandtube.com>)

Gambar di atas menunjukkan pendingin tipe *shell & tube*, berikut adalah penjelasan bagian-bagian dari komponen tersebut:

1) *Connections*

Komponen perpipaan yang berfungsi sebagai penghubung pipa saluran pendingin dengan bodi (*shell*) dan sebagai tempat menempelnya gasket serta terdapat lubang-lubang baut untuk pengikat pipa dengan *shell*.

2) *Tubesheet*

Bermanfaat guna area yang menyusun ujung *tube* sehingga menjadi satu yang disebut *tubehandle*. *Tubesheet* tercipta dari material dengan tebalnya dan jenisnya tergantung dari macam fluida yang mengalir terhadap perlengkapan tersebut.

3) *Gaskets*

Gaskets adalah suatu komponen yang dipasang diatas permukaan dua objek yang berbeda berfungsi dalam merapatkan atau menempelkan kedua objek tersebut sehingga terhindar dari kebocoran.

4) *Mounting*

Mounting adalah komponen yang berfungsi sebagai dudukan *heat exchanger* sehingga mampu menyangga sekaligus pengikat *body shell*.

5) *Baffles*

Baffles adalah sekat-sekat pada *heat exchanger* yang biasanya dipakai untuk melakukan pengaturan aliran melalui *shell*, untuk menghasilkan turbulensi tinggi. Kondisi kecepatan aliran baik dalam *shell* maupun *tube* dapat diatur oleh *baffles*. Dapat menahan struktur pada *tube bundle*, dan menahan sekaligus mencegah getaran yang terjadi pada *tube*.

6) *Tube Bundle*

Adalah pipa berukuran kecil dan tersusun di bagian dalam *shell*. Dimana aliran pada *tube* biasanya dibuat melintas hingga lebih dari sekali dengan tujuan agar meningkatkan atau memperbesar koefisien transfer panas pada lapisan film fluida yang ada dalam *tube*.

7) *Shell*

Struktur *shell* ini ketergantungan terhadap keadaan pipa yang tersusun di dalam *shell* dan temperatur fluida yang mengalir di dalam *shell*. Kompensator bisa ada guna suhu yang sangat tinggi. *Shell* di dalam

penukar panas umumnya berwujud silinder memanjang yang isinya bundel tabung dan bejana guna aliran material atau fluida.

d. Tipe Aliran dalam *Heat Exchanger*

Peralatan *heat exchanger* ada tiga jenis aliran dalam peralatan penukar panas, yakni:

1) *Counter current flow* (berlawanan arah)

Counterflow ialah aliran lawannya beda, dengan satu fluida masuk pada salah satu ujung *heat exchanger* dan fluida yang lain masuk pada ujung *heat exchanger* lainnya, tiap fluida mengalir dengan arah yang berlawanan. Jenis aliran balik ini membagikan panas yang lebih baik daripada dengan aliran langsung atau paralel. Jumlah pass juga mempengaruhi efisiensi *heat exchanger* yang digunakan,.

2) *Parallel flow / co-current* (searah)

Parallel flow atau *co-current* ialah aliran yang arahnya sama, kedua fluida masuk di ujung penukar panas yang sama serta beraliran ke ujurnh penukar panas lainnya.

3) *Cross flow* (silang)

Cross flow atau sering disebut dengan aliran silang adalah fluida-fluida yang mengalir sepanjang permukaan bergerak dalam arah saling tegak lurus (Kern, 1965).

e. Pemeliharaan *Heat Exchanger*

Pembersihan *heat exchanger* dihitung berlandaskan faktor pengotoran sesudah waktu tertentu. Bila mendekati titik tersebut, dinding *shell* dan *tube* akan menjadi kotor dan *heat exchanger* tidak akan bekerja secara

optimal. Hal ini bisa diatasi dengan mematikan sementara *heat exchanger* kemudian membersihkannya dengan tujuan guna menjaga dan melestarikan mesin supaya performa lebih baik dan umur pakai mesin lebih lama. Kami menawarkan pemeliharaan termasuk pemeriksaan harian, rutin dan jangka panjang. (Kern, 1965).

Prinsip dari *maintenance* bisa digolongkan menjadi dua yakni *planned maintenance* dan *unplanned maintenance*. Berikut macam *maintenance* bisa dikelompokkan seperti dibawah ini:

1) *Preventive Maintenance*

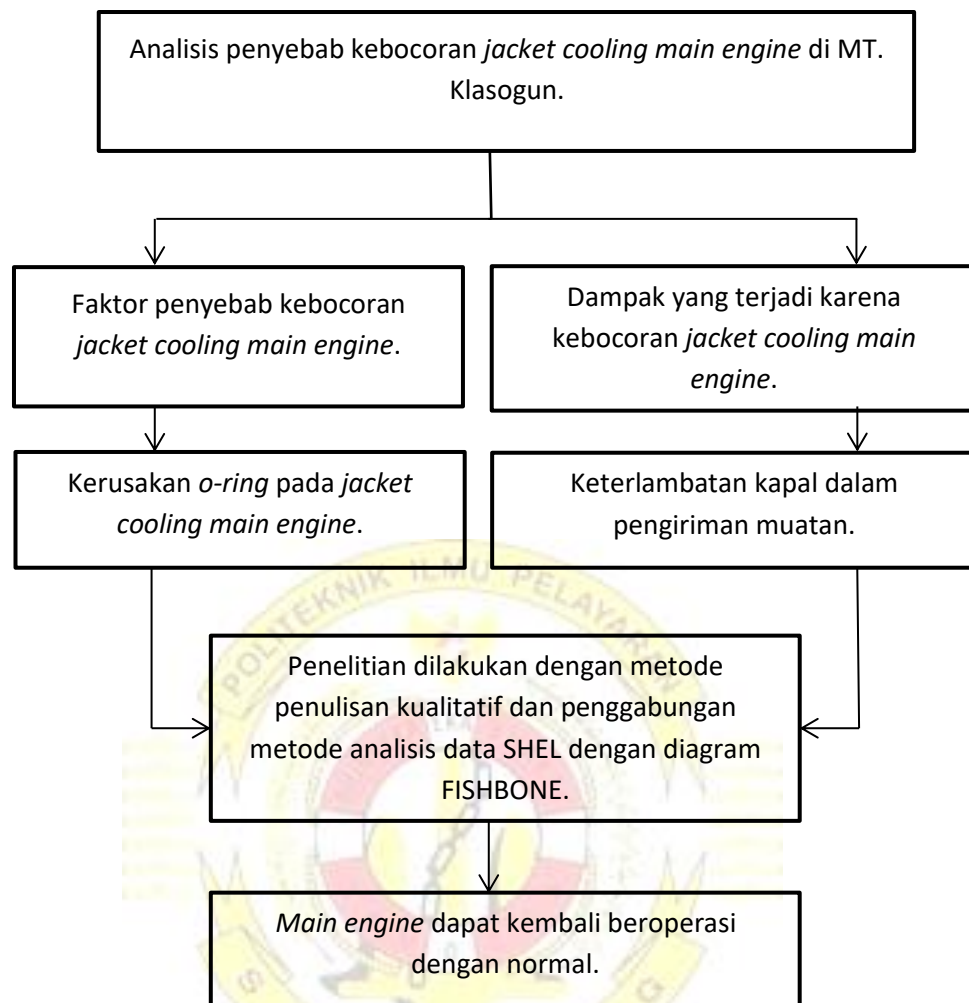
Tindakan pemeliharaan berkala guna menjaga supaya peralatan bebas dari kerusakan dan malfungsi, sehingga kondisi mesin dapat dicek secara berkala. Maka dari itu, tindakan ini bermaksud guna menekan keadaan yang memperlihatkan tanda-tanda kerusakan sebelum perangkat dialaminya kerusakan parah, sehingga memperpanjang masa pakainya.

2) *Corrective Maintenance*

Perilaku korektif atau perbaikan tidak sekedar memperbaiki kerusakan, namun paling utama menyelidiki penyebabnya dan mempertimbangkan apa yang dapat dilakukan untuk mencegah supaya kerusakan tidak terulang kembali dan mengembalikan fungsi normal. Frekuensi remediasi sangat dipengaruhi oleh seberapa banyak pencegahan yang dilakukan.

B. Kerangka Penelitian

1. Kerangka Pikir



Tabel 2.1 Kerangka Pikir Penelitian

Didasari oleh kerangka pikir di atas, kita bisa memaparkan topik yang sedang dibahas, yakni penyebab kebocoran *jacket cooling main engine* MT. Klasogun, berlandaskan topik ini, penulis ingin melihat faktor penyebab masalah dan dampak yang ditimbulkan dari faktor-faktor tersebut, maka saya akan berusaha untuk mengidentifikasi masalah yang menyebabkan kebocoran *jacket cooling main engine*.

Apabila telah melihat apa yang harus dilangsungkan, kembangkan rasional berdasar pertanyaan di atas dan analisis hasilnya dengan observasi

data, kajian pustaka, dan wawancara dengan peneliti. Maka Anda tahu penyebab kebocoran pada jaket pendingin mesin utama. Lalu dari faktor-faktor utama yang diteliti, ditariknya simpulan dan saran guna mesin utama berpendingin *jacket cooling main engine*.

2. Peneliti Terdahulu

Nama Peneliti	Ahmad Muchlisin
Judul Skripsi	Penyebab retaknya <i>jacket cooling</i> di <i>cylinder cover main engine</i> MT. Sei Pakning
Tahun Pembuatan	2018
Metode Penelitian	<i>Strenght, Weakness, Oppertunities, Threats</i> (SWOT) Matrik SWOT
Tujuan Penelitian	Untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi keretakan <i>jacket cooling main engine</i>
Perbedaan	Pada peneliti terdahulu meneliti faktor yang menyebabkan terjadinya keretakan <i>jacket cooling</i> , sedangkan peneliti sekarang yakni meneliti mengenai kerusakan bagian objek atau komponen pendukung <i>jacket cooling main engine</i>

Persamaan	Untuk persamaannya pada bagian unitnya yaitu <i>main engine</i> dan juga persamaan yang dibahas pada penelitian terdahulu pada bagian <i>jacket cooling main engine</i>
-----------	---

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu



BAB V

SIMPULAN DA SARAN

A. SIMPULAN

Dari hasil temuan dan pembahasan yang sudah dijabarkan dan memiliki keterkaitan antara satu dengan lainnya tentang penyebab kebocoran *jacket cooling main engine* pada MT. Klasogun dapat di Tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor apa yang mengakibatkan kebocoran *jacket cooling main engine* yaitu kurang diperhatikanya *planned maintenance system* (PMS) pada *main engine*, kerusakan *o-ring jacket cooling main engine*, korosi pada *jacket cooling*, berkaratnya tangki ekspansi, suhu *preheating* air yang rendah, kurangnya perawatan sistem pendingin *main engine*.
2. Dampak yang ditimbulkan dari faktor kebocoran *jacket cooling main engine* yaitu terjadinya kerusakan komponen *jacket cooling main engine* (*o-ring jacket cooling*), terjadi kebocoran pada *jacket cooling main engine*, sirkulasi pendinginan *main engine* tidak maksimal, merusak kualitas air pendingin (air tawar) *jacket cooling* untuk pendingin *main engine*, tidak stabilnya temperatur *exhaust gas main engine*, Naiknya temperatur gas buang namun belum sampai terjadi (*shutdown*) *main engine*, maka penurunan RPM *main engine* dilakukan sehingga menambah waktu *voyage* dan menambah pemakaian bahan bakar.

3. Usaha yang diupayakan guna menanggulangi kebocoran *jacket cooling main engine* ialah melaksanakan pemeliharaan dan perawatan atau *planned maintenance system* sesuai interval waktu dalam *manual book*, mengganti *o-ring* baru, penggantian *jacket cooling* baru, pemberian *chemical* sesuai dosis dan pengetesan kadar pH air, rutin melakukan pengecekan temperatur air pendingin, melakukan pengarahan mengenai perawatan dan perbaikan *main engine* sesuai *manual book*.

B. Keterbatasan Penelitian

Diketahui dari hasil penelitian yang sudah dilaksanakan yakni masih terbatasnya dan tidak mencakup dengan menyeluruh terkait dengan *main engine*. Maka dari itu keterbatasan penelitian ini hanya membahas tentang terjadinya kebocoran *jacket cooling main engine*, penelitian yang diimplementasikan penulis hanya berlandas *manual book*, observasi, wawancara dan studi pustaka. Terbatasnya peneliti melakukan penelitian dengan cara praktek laut, tidak berfokus pada *main engine* saja, melainkan ke semua permesinan di kapal.

C. Saran

Berlandaskan dari penelitian yang telah dipaparkan di atas, peneliti ingin membagikan saran guna pencegahan adanya masalah penyebab kebocoran *jacket cooling main engine*. Saran dari peneliti sebagai berikut:

1. Untuk pemeliharaan, perbaikan dilaksanakan sesuai dengan PMS dan *instruction manual book main engine*, serta menambahkan dokumentasi yang sudah dilaksanakan, untuk bukti.

2. Terkait dengan penggantian *spare part o-ring* baru, masinis harus membuat *requisition* untuk permintaan cadangan, agar jika terjadi masalah tidak menghambat masinis dalam melakukan perbaikan.
3. Untuk perusahaan supaya melangsungkan *training* ke *crew* kapal sesuai standar yang semestinya, supaya ketika bekerja bisa profesional dan kompeten.



DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2019). *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka cipta.
- Boentarto. (1994). "Dasar-dasar Otomotif bagi pemula". Solo : CV ANEKA
- Cengel, Yunus A, 2003. *Heat Transfer a Practical Approach*. New York: Mc Graw Hill.
- Handoyo, Jusak Johan, 2014, *Mesin Penggerak Utama Turbin Uap*, CV. Budi Utama, Yogyakarta.
- Heywood, V (1998) *Advance Fitness Assessment & Exercise Prescription*, 3rd Ed. Leeds: Human Kinetics.
- Kelembagaan Riset Dikti. 2003. *Undang-Undang dan Peraturan Pemerintah RI tentang Sistem Pendidikan Nasional*.
- Kern, Donald. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York : Mc Graw-Hill. Book Company.
- Moleong, L. J. 2010. *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung: Remaja Rosda karya.
- Narto, Ahmad. 2017. *Pengendalian Sistem Permesinan Kapal*. Semarang: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Noor, Juliansyah, 2011. *Metode Penelitian, Skripsi, Tesis, Disertasi, Dan Karya Ilmiah*, Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Nuruzzaman, 2003, *Sistem-pendingin motor diesel*, KPI Jakarta, Jakarta.

- Phillip Kristanto, 2015, Sistem Kelistrikan Otomotif, Yogyakarta: Garaha IlmuPrasetyo,
- Aji (2019) *Optimalisasi Sistem Pendingin Air Tawar Pada Mesin Induk Km. Sinar Papua Di Pt. Janata Marina Indah*. Karya Tulis.
- Rohmadi, Muhammad dan Yakub Nasucha. 2015. Dasar-Dasar Penelitian. Surakarta: Pustaka Brilliant.
- Sugiyono (2011). Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. Alfabet
- Sugiyono (2015). Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods). Bandung: Alfabeta
- Sugiyono (2019). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung : Alfabet.
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.CV
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.CV
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung : Alfabeta, CV.
- Sugiyono. (2018). Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods). Bandung: CV Alfabeta
- Sugiyono. 2008. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung : ALFABETA
- Zakaria, M. Askari, Dkk. (2020). Metodologi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Action Research, Research and Development. Sulawesi: Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka.

LAMPIRAN I

WAWANCARA

Wawancara Narasumber 1

- Teknik Wawancara : Wawancara tidak terstruktur
- Engine Cadet : Banu Pradipta
- Narasumber 1 : Mohammad Irfan Djoni (*Chief Engineer*)
- Tempat : MT. Klasogun
- Waktu : 06 Februari 2021
- Cadet : "Selamat malam *Chief*, mohon ijin boleh minta waktunya sebentar untuk wawancara?"
- Chief engineer : "Silahkan det, mau bertanya apa?"
- Cadet : "Menurut *Chief* apakah pelaksanaan PMS pada *jacket cooling main engine* di MT. Klasogun sudah berjalan dengan baik dan benar?"
- Chief engineer : "Selama saya di sini ya det, menurut saya pelaksanaan PMS pada *jacket cooling main engine* masih kurang diperhatikan meskipun sudah dilakukan perawatan pada saat saat tertentu.
- Cadet : "Lalu apa saja yang perlu diperhatikan dalam perawatan *jacket cooling main engine Chief*?"
- Chief engineer : "Hal utama yang perlu perhatikan dalam perawatan *jacket cooling* adalah pengecekan komponen *jacket cooling*, apakah kondisinya baik atau terjadi kebocoran. Kedua pengecekan kualitas air pendingin *jacket cooling* (air tawar) pada tangki ekspansi, lakukan penambahan *chemical water cooling*, pengetesan kadar *pH* air pendingin dan bersihkan tangki ekspansi jika terdapat endapan kotoran. Ketiga menjaga temperatur air pendingin tetap stabil antara 65%-70% pada saat *main engine* sebelum beroperasi ataupun

sesudahnya, lakukan pengecekan setiap 15 menit pada suhu preheating air pendingin *main engine*, semua kegiatan ini harusnya dilakukan konsisten sesuai interval waktu yang sudah ditentukan dan juga berdasarkan panduan manual book”

- Cadet :”Apa penyebab dari naiknya temperatur gas buang sehingga kapal harus melakukan penurunan RPM chief?”
- Chief engineer :”Naiknya temperatur gas buang disebabkan proses penyerapan panas pada ruang bakar *main engine* oleh air pendingin pada *jacket cooling* tidak berjalan maksimal, disebabkan terjadinya kebocoran pada *jacket cooling main engine*. Hal itu jika kapal dibiarkan pada RPM tinggi maka bisa terjadi *shutdown* dikarenakan temperatur gas buang akan terus naik. Maka dilakukan penurunan RPM *main engine*”.
- Cadet :”Siap *chief*, terimakasih banyak atas penjelasan dan ilmunya”.
- Chief engineer :”Iya, sama-sama det”.

Engine Cadet



(Banu Pradipta)

Chief Engineer



LAMPIRAN II

WAWANCARA

Wawancara Narasumber 2

- Teknik Wawancara : Wawancara tidak terstruktur
- Engine Cadet : Banu Pradipta
- Narasumber 2 : Dwi Andi Priyono (*Second Engineer*)
- Tempat : MT. Klasogun
- Waktu : 07 Februari 2021
- Cadet : "Selamat sore bas, mohon ijin boleh minta waktunya sebentar untuk wawancara?"
- 2/E : "Silahkan det"
- Cadet : "Terkait dengan terjadinya kebocoran pada *jacket cooling main engine cyl no.3* kemarin itu apa ya bas yang menjadi penyebabnya?"
- 2/E : "Kemarin kan kita *overhaul main engine* dan *jacket cooling cyl no.3* det, setelah saya amati kebocoran terjadi karena faktor *o-ring jacket* yang rusak serta terdapat korosi yang sedikit mengikis material bagian dalam *jacket cooling* det".
- Cadet : "Apakah kalau tidak dilakukan perbaikan, *main engine* terus dipaksa beroperasi berbahaya bas?"
- 2/E : "Ya tentu berbahaya det, karena jika dipaksa beroperasi dengan kondisi *jacket cooling* mengalami kebocoran air ekspansi akan habis, tidak ada proses pendinginan pada *main engine*. Hal ini akan menyebabkan *main engine*

- mengalami *overhead* dan bisa merusak komponen-komponen yang lain”.
- Cadet :”Apa penyebab rusaknya *o-ring* dan terjadinya korosi pada *jacket cooling* ya bas?”.
- 2/E :”Kerusakan *o-ring* disebabkan karena sering tidak stabilnya temperatur air pendingin pada saat pemanasan awal (*preheating*) sehingga *o-ring* bisa mengecil dan rentan rusak, bisa juga karena faktor air pendingin yang kotor sehingga terdapat kerak karat yang mengendap masuk kesela-sela *o-ring* dan merusak bahan *o-ring*. Korosi yang terjadi pengaruh dari kualitas air pendingin yang tidak bagus dalam tangki ekspansi bersirkulasi terus-menerus dalam *jacket cooling*, sehingga lama-kelamaan menimbulkan korosi dan dapat mengikis material *jacket cooling main engine*”.
- Cadet :”Siap bas, terimakasih banyak atas penjelasannya. Besok kalau ada hal yang belum mengerti saya ijin bertanya lagi bas”.
- 2/E :”Iya silahkan, sama-sama det”.

Engine Cadet



(Banu Pradipta)

Second Engineer



LAMPIRAN III

WAWANCARA

Wawancara Narasumber 3

Teknik Wawancara : Wawancara tidak terstruktur

Engine Cadet : Banu Pradipta

Narasumber 2 : Tisna (*Electrician*)

Tempat : MT. Klasogun

Waktu : 07 Februari 2021

Cadet : "Selamat malam pak *elect*, mohon ijin boleh minta waktunya sebentar untuk wawancara?"

Elect : "Iya silahkan det"

Cadet : "Saya mau bertanya pak *elect*, terkait dengan sering rendahnya temperatur preheating air pendingin main engine itu apa ya pak yang menjadi penyebabnya?"

Elect : "Iya det, terkait masalah temperatur *preheating* terlalu rendah itu setelah saya amati dan saya cek ternyata disebabkan karena elemen yang berada pada heater tidak berfungsi maksimal. Jadi itu akan berpengaruh pada saat proses pemanasan air pendingin berlangsung, mengakibatkan air pendingin yg keluar dari heater temperaturnya terlalu rendah dan tidak stabil det".

Cadet : "Apakah itu juga salah satu faktor penyebab dari rusaknya *o-ring jacket cooling main engine* pak *elect*?"

Elect : "Iya det, karena temperatur pemanasan awal air pendingin

terlalu rendah dan pada saat *main engine* sudah beroperasi air pendingin dalam *jacket cooling* mengalami perubahan temperatur panas secara cepat yang langsung mengenai *o-ring*, Jika hal itu terus-menerus terjadi akan menyebabkan *o-ring* rusak”.

Cadet :”Lalu upaya apa yang dilakukan untuk menjaga supaya *o-ring* lebih awet pak *elect*?”.

Elect :”Upaya yang dilakukan yaitu pengecekan elemen pada heater pemanas air pendingin, jika terdapat elemen yang sudah tidak bekerja maka dilakukan perbaikan/penggantian komponen elemen heater yang baru, supaya proses *preheating* air pendingin berjalan maksimal dengan temperatur sesuai ketentuan”.

Cadet :”Siap pak *elect*, terimakasih banyak atas penjelasannya. Besok kalau ada hal yang belum mengerti saya ijin bertanya lagi pak”.

Elect :”Iya det, sama-sama”.

Engine Cadet



(Banu Pradipta)

Electrician



LAMPIRAN IV

CREW LIST

Crew Attending List			
Ship Name: MT. KLASOGUN / PMHS		Type of Drill / Exercise :	
		1. Abandon Ship Drill 2. Fire Drill 3. Oil Spill Drill 4. Enclosed Space Rescue raining 5. Use of Life Raft Training 6. Use of Fixe Fire Fighting Equipment 6. Operational of Emergency Quick Closing Valve	
NO	NAMA	RANK	REMARKS
1	Anung Nugroho	Master	
2	Rezki Nurcahyo	Chief Officer	
3	Wira Hartaman	2 nd Officer	
4	Hariadi SH Efendi	3 rd Officer	
5	M. Irfan Djoni	Chief Engineer	
6	Dwi Andi Priyono	2 nd Engineer	
7	Mochamad Suhartanto	3 rd Engineer	
8	Ahmad Fauzi	4 th Engineer	
9	Tisna	Electrician	
10	Aswin Arief	Boatswain	
11	Suhartono	Pump Man	
12	Ahmil Sidiq	Able Seaman 1	
13	Muhammad Haris	Able Seaman 2	
14	Syaifudin Kamsia	Able Seaman 3	
15	Triwidodo Haryono	Ordinary Sailor 1	
16	Dadan Daniawan	Ordinary Sailor 2	
17	Masri	Ordinary Sailor 3	
18	Gidion Tarigan	Foreman	
19	Aris Sulistyowibowo	Oiler 1	
20	Muhammad Hasan	Oiler 2	ON Duty
21	Jamalian	Oiler 3	
22	Rudi Hariyanto	Cook	
23	Ma'sum	Messboy	
24	M. Akmal Fauzan	Deck Cadet 1	
25	Raihan Rahim	Deck Cadet 2	
26	Efrian Massa	Engine Cadet 1	
27	Banu Pradipta	Engine Cadet 2	



LAMPIRAN V

SHIP PARTICULAR



MT. KLASOGUN

SHIP PARTICULAR

IMO NUMBER	9179907
MMSI CODE	525008053
VESSEL TYPE	PRODUCT OIL TANKER
CALL SIGN	P M H S
BUILDER	PT. DOK & PERKAPALAN SURABAYA – JAWA TIMUR
HULL NO.	N.571
YOB	1999
FLAG	INDONESIA
OWNER	PT PERTAMINA (PERSERO)
CLASS	BKI (6907)



VESSEL DETAIL

CLASS NOTATION	A100 OIL TANKER (ESP, FP ≤ 60°C)	
SPEED	SERVICE SPEED	10.00 Knot
DIMENSION	LOA	105,00 m
	LBP	99,30 m
	BREADTH MOULDED	18,80 m
	DEPTH MOULDED	9,50 m
	MAX DRAFT	6,00 m
TONNAGE	GROSS TONNAGE	5271
	NET TONNAGE	1579
	DEADWEIGHT TONNAGE	6505 LTDW
CAPACITIES	CARGO TANK CAPACITY	7500 m ³ (90%)
	SLOP TANK CAPACITY	293,676 m ³ (100%)
	BALLAST TANK CAPACITY	4300 m ³ (100%)
PUMPS	CARGO PUMP	3 x 300 m ³ /h, Head 90 m, 105 KW (KVAERNER PUMP)
	STRIPPING PUMP	2 x 50 m ³ /h, Head 90 m, 37 KW (KVAERNER PUMP)
	BALLAST PUMP	2 x 150 m ³ /h, Head 20 m, 25 KW (KVAERNER PUMP)
MAIN ENGINE (1 Unit)	MAKER	NIIGATA ENGINEERING CO.,LTD
	TYPE	6 M 42 T, 4 Tak Kerja Tunggal
	ENGINE POWER	MCR 3500 HP, 230 Rpm
AUXILIARY ENGINE (3 Unit)	CYLINDER	6 CYLINDER / MDO - HSD
	MAKER	CUMMINS ENGINE CO.,LTD
	TYPE	KTA 19-D (M), 609 HP
CREW	RATE OUTPUT	440 V / 250 KW
	COMPLIMENT	25 PERSON



LAMPIRAN VI

OVERHAUL CYLINDER HEAD & JACKET COOLING





LAMPIRAN VII

TANGKI EXPANSI JACKET COOLING MAIN ENGINE



LAMPIRAN VIII

PENGETESAN AIR JACKET COOLING MAIN ENGINE



LAMPIRAN IX

PREHEATER AIR JACKET COOLING MAIN ENGINE



LAMPIRAN X**HASIL TURNITIN****SURAT KETERANGAN HASIL CEK SIMILIARITY
NASKAH SKRIPSI/PROSIDING
No. 1171/SP/PERPUSTAKAAN/SKHCP/02/2023**

Petugas cek *similarity* telah menerima naskah skripsi/prosiding dengan identitas:

Nama : BANU PRADIPTA
NIT : 551811236929 T
Prodi/Jurusan : TEKNIKA
Judul : ANALISIS PENYEBAB KEBOCORAN *JACKET COOLING*
MAIN ENGINE DI MT. KLASOGUN

Menyatakan bahwa naskah skripsi/prosiding tersebut telah diperiksa tingkat kemiripannya (*index similarity*) dengan skor/hasil sebesar 19%* (Sembilan Belas Persen).

Hasil cek *similarity* yang terdata di atas semata-mata hanya untuk mengecek duplikasi tulisan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 8 Februari 2023

KEPALA UNIT PERPUSTAKAAN & PENERBITAN



ADEI MARYATI, SH
NIP. 19750119 199803 2 001

*Catatan:

> 30 % : "Revisi (Konsultasikan dengan Pembimbing)"

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama : Banu Pradipta
2. Tempat, Tanggal lahir : Boyolali, 28 Oktober 1995
3. Alamat : Ketoyan rt02/rw01, Ketoyan, Wonosegoro, Boyolali.
4. Agama : Islam
5. Nama orang tua
 - a. Ayah : Wahyu (Alm)
 - b. Ibu : Widiyah
6. **Riwayat pendidikan**
 - a. SD Negeri 01 Ketoyan Lulus Tahun 2007
 - b. SMP Muhammadiyah 05 Wonosegoro Lulus Tahun 2010
 - c. SMK Negeri 01 Wonosegoro Lulus Tahun 2013
 - d. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
7. **Pengalaman Praktek Laut (PRALA)**

KAPAL : MT. Klasogun

PERUSAHAAN : PT. PERTAMINA

ALAMAT : JL. Yos Sudarso No. 32 Tanjung Priok, Jakarta Utara.