



**IDENTIFIKASI KEGAGALAN SISTEM PENDINGIN PADA MOTOR
BANTU MV. TEMBAGA SEADENGAN METODE HAZOP**

SKRIPSI

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Oleh

HAKIM AL MAJID

NIT. 551811216643 T

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

2023

HALAMAN PERSETUJUAN
IDENTIFIKASIKEGAGALANSISTEMPENDINGINPADAMOTORBANTUMV.
TEMBAGASEADENGANMETODEHAZOP

Disusun oleh:

HAKIM AL MAJID

NIT. 551811216643 T


Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan

Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang,.....

Dosen Pembimbing I

Materi



HERI SULARNO, M.H, M.Mar.E
Pembina (IV/b)
NIP. 19661206 199903 1 001

Dosen Pembimbing II

Metodologi dan Penulisan



Capt. Mustamin, M.Pd, M.Mar.
Pembina (IV/a)
NIP. 19681227 199903 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknika

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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul karya, “**Identifikasi Kegagalan Sistem Pendingin**

Pada Motor Bantu MV. Tembaga Sea Dengan Metode Hazop” karya,

Nama : Hakim Al Majid

NIT : 551811216643 T

Program Studi: Teknika

Telah dipertahankan di hadapan panitia penguji skripsi prodi teknika,
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari, tanggal.....

Semarang,

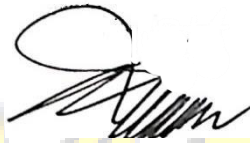
Penguji I

Penguji II

Penguji III



Dr. ALIMUKTAR SITOMPUL, M.T., M.Mar.E
Pembina, (IV/a)
NIP. 19730331 200604 1 001



HARI SULARNO, M.H, M.Mar.E
Pembina (IV/b)
NIP. 19661206 199903 1 001



ELY SULISTYOWATI, S.ST., M.M
Penata Tk. 1(III/d)
NIP. 19780801 200812 2 001

Mengetahui,

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Hakim Al Majid

NIT : 551811216643 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan Judul : “Identifikasi Kegagalan Sistem Pendingin
Pada Motor Bantu MV. Tembaga Sea Dengan
Metode Hazop”

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,



HAKIM AL MAJID
NIT. 551811216643 T

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

1. “Jalanilah apa yang kamu kerjakan tanpa membiarkan pekerjaan itu mempengaruhi, sebab kapal akan tetap berlayar tenang di atas air, tapi ketika air masuk di dalamnya kapal itu akan tenggelam” (Ali bin Abi Thalib)
2. “Syukuri apa yang kau miliki. Jangan iri dengan apa yang orang lain miliki, maka Allah SWT akan memberimu apa yang belum kau miliki” (Habib Umar bin Hafidz)
3. “Takut gagal bukan alasan untuk mencoba sesuatu karena keberhasilan dapat diraih dari pengalaman yang pernah terjadi”

Persembahan:

1. Kedua orang tuaku, Bapak Suparyono dan Ibu Missiyah Ernawati yang senantiasa mendukung dan menjadi panutan pembimbing dalam hidup penulis.
2. Kakak dan Adikku, Nurul Hayyu dan Muhammad Ghani Akbar yang senantiasa membantu, mendukung, dan memberikan semangat kepada penulis.
3. Almamaterku, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Alhamdulillah, Segala puji dan rasa syukur, yang penulis lakukan sebagai bentuk pujian kepada Allah, Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan nikmat, karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan dan menuntaskan penulisan skripsi yang berjudul “Identifikasi Kegagalan Sistem Pendingin Pada Motor Bantu MV. Tembaga Sea Dengan Metode Hazop”. Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam meraih dan memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel) dalam bidang Teknika serta untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV (D. IV) TEKNIKA di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini, penulis mendapat banyak dukungan, bantuan, bimbingan, arahan dan beberapa saran dari beberapa pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, dengan penuh rasa hormat penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Capt. Dian Wahdiana, M.M. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Amad Narto, M.Pd, M.Mar,E. selaku Ketua Program Studi Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Bapak Heri Sularno, M.H, M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing Materi.
Bapak Capt. Mustamin, M.Pd, M.Mar. selaku Dosen Pembimbing

Metodologi dan Penulisan.

6. Bapak, ibu, dan kakak penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi kepada penulis dalam setiap peraih cita-cita yang hendak dicapai.
7. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada penulis selama melaksanakan pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
8. Seluruh staf, pegawai, dan senior yang bekerja di perusahaan PT. Amas Iscindo Utama yang telah membimbing dan membantu penulis dan telah memberikan banyak ilmu pengetahuan serta kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan praktik laut.

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

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Semarang, 2023

Peneliti

HAKIM ALMAJID
NIT. 551811216643 T

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| 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 | 4 |
| C. Perumusan Masalah | 4 |
| D. Tujuan Penelitian..... | 4 |
| E. Manfaat Penelitian..... | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| A. Deskripsi Teori..... | 7 |
| B. Kerangka Pikir | 23 |

| | |
|--|------------|
| BAB III METODE PENELITIAN | 25 |
| A. Metode Penelitian..... | 25 |
| B. Tempat Penelitian..... | 25 |
| C. Sampel Sumber Data Penelitian/Informan..... | 26 |
| D. Teknik Pengumpulan Data..... | 27 |
| E. Instrumen Penelitian..... | 29 |
| F. Teknik Analisis Data Kualitatif..... | 30 |
| G. Teknik Keabsahan Data..... | 32 |
| BAB IV DAN PEMBAHASAN..... | 34 |
| A. Gambaran Konteks Penelitian..... | 34 |
| B. Deskripsi Data..... | 35 |
| C. Pembahasan Hasil Penelitian..... | 56 |
| BAB V PENUTUP..... | 62 |
| A. Simpulan..... | 62 |
| B. Keterbatasan Penelitian..... | 63 |
| C. Saran..... | 63 |
| DAFTAR PUSTAKA | 65 |
| LAMPIRAN | 67 |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | 102 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 4.1. MV. Tembaga Sea..... | 37 |
| Gambar 4.2. MV. Tembaga Sea..... | 37 |
| Gambar 4.3. Sistem Pendingin Tertutup | 43 |
| Gambar 4.4. Strainer Sea Chest | 58 |
| Gambar 4.5. Foto Dokumentasi Fresh Water Cooling Pump | 59 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 4.1. Tabel perbandingan penelitian terdahulu dan sekarang..... | 35 |
| Tabel 4.2. <i>Ship Particular</i> MV. Tembaga Sea | 37 |
| Tabel 4. 3 <i>Crew List</i> MV. Tembaga Sea | 38 |
| Tabel 4.4. Guide-Words Metode Hazop..... | 43 |
| Tabel 4. 5. Parameter proses..... | 44 |
| Tabel 4. 6. Gabungan antara parameter dan guide word metode Hazop..... | 45 |
| Tabel 4. 7. Identifikasi Hazop pada Strainer Sea Chest | 47 |
| Tabel 4. 8. Identifikasi Hazop pada Plate Cooler | 47 |
| Tabel 4. 9. Identifikasi Hazop pada Pompa Air Tawar | 48 |
| Tabel 4. 10. Identifikasi Hazop pada Bearing Komponen Pompa Air Tawar | 49 |
| Tabel 4. 11. Identifikasi Hazop pada Shaft Komponen Pompa Air Tawar | 50 |
| Tabel 4. 12. Identifikasi Hazop pada Impeller Komponen Pompa Air Tawar..... | 50 |
| Tabel 4. 13. Frekuensi Kegagalan Komponen Sistem Pendingin Mesin Bantu..... | 51 |
| Tabel 4. 14. Kriteria Consequence | 52 |
| Tabel 4. 15. Tabel Likelihood..... | 54 |
| Tabel 4. 16. Tabel Skala Matriks | 55 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1 Ship Particular MV. Tembaga Sea | 67 |
| Lampiran 2 Crew List MV. Tembaga Sea | 68 |
| Lampiran 3 Hasil Wawancara | 69 |
| Lampiran 4 Plate Cooler..... | 73 |
| Lampiran 5 Strainer Sea Chest | 74 |
| Lampiran 6 Pergantian Pompa Air Tawar | 75 |
| Lampiran 7 Log Book | 76 |
| Lampiran 4 Plate Cooler..... | 73 |
| Lampiran 5 Strainer Sea Chest | 74 |
| Lampiran 6 Pergantian Pompa Air Tawar | 75 |
| Lampiran 7 Log Book | 76 |
| Lampiran 8 Log Book | 77 |
| Lampiran 9 Log Book | 78 |
| Lampiran 10 Log Book | 79 |
| Lampiran 11 Log Book | 80 |
| Lampiran 12 Log Book | 81 |
| Lampiran 13 Log Book | 82 |
| Lampiran 14 Hasil Turnitin | 83 |
| Lampiran 15 Daftar Riwayat Hidup | 84 |

ABSTRAK

Majid, Hakim Al. 2023. “*Identifikasi Kegagalan Sistem Pendingin Pada Motor Bantu MV. Tembaga Sea dengan Metode Hazop*”, Program Studi Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Heri Sularno, M.H., M.Mar.E. Pembimbing II: Capt. Mustamin, M.Pd., M.Mar.

Sistem pendingin adalah sekumpulan komponen atau media tambahan pada mesin yang berguna untuk mencegah terjadinya *overheat* dan menjaga agar mesin dapat beroperasi dengan maksimal. Tujuan dari *system* pendingin mesin adalah untuk menjaga agar mesin tetap bekerja pada suhu tertentu setelah mesin dihidupkan dan untuk menjaga mesin agar tetap pada suhu operasi.

Dalam penelitian ini, peneliti memilih untuk melakukan penelitian dengan menggunakan metode penelitian kualitatif karena informasi yang diperoleh akan disajikan secara deskriptif. Digunakan teknik analisis data metode Hazop, bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya pada kegagalan sistem air pendingin atau proses operasional yang dapat menyebabkan resiko kerugian terhadap perusahaan.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa penyebab kegagalan sistem pendingin adalah kotor pada *strainer sea chest* dan *plate cooler*, serta tidak berfungsinya pompa air tawar motor bantu. Kerusakan komponen pompa air tawar berdampak pada tidak berputarnya *impeller* sehingga media pendingin tidak bersirkulasi dengan maksimal. Upaya yang dilakukan untuk mencegah hal tersebut adalah melakukan penggantian *sparepart* pompa air tawar sesuai dengan *manual book* serta melakukan *plan maintenance system* secara rutin.

Kata Kunci: Identifikasi, Sistem Pendingin, Motor Bantu, Hazop, Kapal

ABSTRACT

Majid, Hakim Al. 2023. *“Identify the cooling system failure in the MV. Tembaga Sea With Hazop Method”*, Diploma IV Study Program, Polytechnic of Shipping Sciences Semarang, Supervisor I:: Heri Sularno, M.H., M.Mar.E. Supervisor II: Capt. Mustamin, M.Pd., M.Mar.

The cooling system is a set of components or additional media in the engine that is useful for preventing overheating and keeping the engine operating optimally. The purpose of the engine cooling system is to keep the engine running at a certain temperature after the engine is started and to keep the engine at operating temperature.

In this study, researchers chose to conduct research using qualitative research methods because the information obtained will be presented descriptively. The data analysis technique used is the Hazop method, which aims to identify hazards in cooling water system failures or operational processes that can cause a risk of loss to the company.

According to the findings of this study, the causes of cooling system failure are dirty sea chest strainers and plate coolers, as well as a malfunctioning auxiliary motor fresh water pump. Damage to the fresh water pump component causes the impeller to stop rotating, causing the cooling media to circulate inefficiently. Efforts are being made to prevent this by replacing fresh water pump spare parts in accordance with the manual and carrying out routine system maintenance plans.

Kata Kunci: Identification, Cooling Systems, Auxiliary Motors, Hazops, Ship

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas yang didapatkan dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam *cylinder*, untuk itu pendingin sangat diperlukan untuk menjaga kondisi mesin dalam keadaan prima. Sistem pendingin adalah sekumpulan komponen atau media tambahan pada mesin yang berguna untuk mencegah terjadinya *overheat* dan menjaga agar mesin dapat dapat beroperasi dengan maksimal. Tujuan dari *system* pendingin mesin adalah untuk menjaga agar mesin tetap bekerja pada suhu tertentu setelah mesin di hidupkan dan untuk menjaga mesin agar tetap pada suhu operasi.

Didalam teknik pengumpulan data kegagalan sistem air pendingin mesin bantu ini, peneliti menggunakan Metode *Hazard and Operability Study*, juga dikenal sebagai metode hazop. Memahami prosedur adalah teknik standar yang digunakan untuk menyiapkan perangkat keselamatan untuk *system* baru atau perubahan potensi bahaya atau masalah. Gunakan untuk mengidentifikasi dan menilai bahaya dalam proses yang direncanakan atau yang sudah ada serta menerapkan dengan cara yang paling efisien, ekonomis, dan tepat waktu, dengan mempertimbangkan semua pertimbangan dan kendala yang relevan

Dengan menggunakan Metode Hazop ini dan bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya pada kegagalan sistem air pendingin atau proses operasional yang dapat menyebabkan resiko kerugian terhadap perusahaan. Setelah 6 bulan menjalani praktek di atas kapal, tepatnya pada tanggal 16

Agustus 2021, saat kapal sedang OHN *cast off* dari kapal MV.Nashalina terjadi kenaikan temperatur pada sistem pendingin generator. Gejala yang ditemukan didalam pengamatan tersebut adalah suhu temperatur air pendingin mesin bantu yaitu 83°C dimana pada suhu normal temperatur air pendingin mesin bantu diantara 60-70°C. Untuk tekanan pompa air tawar yang pada tekanan normalnya berkisar antara 3-4,5 kg/cm³. Penyebab dari kegagalan sistem air pendingin mesin bantu yaitu tidak berfungsinya pompa air tawar pada mesin bantu

Malfungsi yang terjadi pada pompa air tawar sistem air pendingin tersebut disebabkan oleh karat. Hal ini terjadi karna kurangnya kesadaran *crew engine* dalam pemeliharaan kualitas air yang bersirkulasi didalam sistem pendingin air tawar. Didalam perawatan kualitas air tersebut hal yang perlu di perhatikan yaitu kita harus memastikan kandungan *Nitrite*, *Cloride*, dan *Ph* dalam keadaan normal.

Karena terjadinya kenaikan suhu sistem pendingin tersebut, seluruh *engine crew* mengambil langkah cepat dengan menghidupkan *emergency generator* dan mematikan generator nomor satu yang mengalami kenaikan temperatur. Selanjutnya *crew* menganalisa apa yang menyebabkan temperatur sistem pendingin naik tersebut beserta cara meminimalisir kegagalan dan juga *crew* mesin kapal dapat memahami jika dalam pengoperasional kapal terjadi masalah naiknya panas berlebih pada sistem pendingin generator agar dapat di tangani dengan cepat.

Dalam pengoperasian generator ini terjadi kegagalan pada bagian *system* pendingin motor bantu. Maka dari itu *crew* kapal terkhusus anggota di kamar mesin harus tanggap demi kelancaran operasional kapal, sehingga dalam operasional kapal tidak mengalami kegagalan pada sistem air pendingin air tawar seperti yang di alami peneliti pada saat melaksanakan praktek laut dimana terjadi kenaikan panas berlebih pada sistem pendingin generator.

Selama pelaksanaan dinas jaga, seluruh awak kapal harus melaksanakannya dengan penuh tanggung jawab. Inspeksi selama jam kerja sangat penting karena jika anomaly terdeteksi, tindakan segera diambil untuk mencegah kerusakan serius. Jika terjadi kerusakan parah, seluruh awak mesin harus bekerja lembur dan biaya produksi serta perawatan kapal terbuang sia-sia. Untuk menghindari kerusakan komponen yang akan diservis untuk mendukung kinerja mesin dan menjaga kebutuhan daya operasional onboard

Berdasarkan pengalaman yang dialami peneliti saat melaksanakan praktek laut di MV. Tembaga Sea bertujuan untuk mengkaji dan mengetahui tentang apa saja yang menyebabkan kendala tersebut terjadi agar kebutuhan pasokan listrik akibat naiknya suhu pada sistem pendingin generator tetap optimal. Berdasarkan pada pengalaman peneliti, sehingga peneliti mengambil judul, sehingga peneliti dalam penelitian ini mengambil judul: “IDENTIFIKASI KEGAGALAN SISTEM AIR PENDINGIN PADA MOTOR BANTU MV. TEMBAGA SEA DENGAN METODE HAZOP ‘’.

B. Fokus Penelitian

Fokus penelitian yang digunakan peneliti bertujuan untuk memfokuskan kajian kualitatif dalam memilih data yang objektif dan penting untuk dijadikan dasar penelitian. Tingkat nalar, urgensi dan ketelitian sebagai dasar batasan penelitian kualitatif. Peneliti memfokuskan kegiatan penelitian yang berjudul “Identifikasi Kegagalan Sistem Air Pendingin Pada Motor Bantu MV. Tembaga Sea Dengan Metode Hazop”

C. Perumusan Masalah

Rumusan masalah bekerja sedemikian rupa sehingga peneliti dapat dengan mudah menjawab pertanyaan rumusan masalah dan mengumpulkan informasi yang sesuai dengan pemahaman dan pengetahuan peneliti. Topik yang akan dibahas dalam penyusunan skripsi adalah tentang pengaruh perawatan mesin bantu di MV. TEMBAGA SEA. Memperhatikan batasan yang muncul pada generator di MV. TEMBAGA SEA kemudian melakukan beberapa upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah :

1. Faktor apa yang menyebabkan kegagalan sistem air pendingin pada mesin bantu MV. Tembaga Sea ?
2. Bagaimana mengatasi terjadinya kegagalan sistem air pendingin pada mesin bantu MV. Tembaga Sea dengan metode hazop ?

D. Tujuan Penelitian

Ketika peneliti melakukan penelitian dengan cara yang akan bermanfaat bagi peneliti dan pembaca, tujuan penelitian adalah hal-hal yang ditujukan untuk memahami isi penelitian, berikut tujuan penelitian ini :

1. Untuk mengenal penyebab terjadinya kegagalan sistem air pendingin pada mesin bantu.
2. Untuk mengetahui cara mengatasi terjadinya kegagalan sistem air pendingin pada mesin bantu yang bertujuan untuk menjaga performa mesin dalam menunjang operasional kapal.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian yang dilakukan tentunya bermanfaat bagi peneliti, melalui penelitian ini dapat menambah pemahaman dan pengetahuan tentang penggunaan, pengoperasian dan pemeliharaan dari mesin bantu.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Peneliti memiliki penelitian atau tesis yang mampu membahas informasi tambahan, informasi dan rancangan awal tentang perawatan mesin bantu, penyebab kegagalan *system* air pendingin pada mesin bantu dan memproses informasi yang diperoleh selama penelitian di MV. Tembaga Sea.

b. Bagi Institusi PIP SEMARANG

Menjadi pemandu bacaan di perpustakaan taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Selain itu, dapat memberikan pengetahuan kepada taruna yang melakukan praktek laut tentang pengoperasian dan pemeliharaan mesin bantu serta dapat menjadi referensi bagi siapa saja yang membutuhkan.

c. Bagi Pembaca

Meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang perawatan dan penanganan pendinginan mesin bantu di kapal untuk mencegah masalah ini sebelum terjadi kerusakan yang lebih serius.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

Untuk mendukung pembahasan tentang identifikasi kegagalan sistem pendingin pada mesin bantu MV. Tembaga Sea dengan metode hazop, teori-teori pendukung yang peneliti ambil dari berbagai sumber yang berkaitan dengan bahan pembahasan harus diketahui dan dijelaskan untuk lebih menyempurnakan karya ini.

Semua perlengkapan kapal biasanya disertai dengan petunjuk atau manual baik untuk pengoperasian maupun pemeliharaan dan perbaikan. Bahasa yang digunakan dalam manual adalah bahasa Inggris, Bahasa internasional digunakan untuk memudahkan kru dalam memahami maksud dan tujuan dari buku tersebut

Menurut Agung Laksono dan Dwi Setiono (2021: 8) Sistem pendingin adalah seperangkat komponen sistem tambahan yang mencegah mesin dari panas berlebih. Dengan sistem suhu mesin tetap terjaga sehingga tidak terjadi *overheat*. Namun saat ini dilapangan *system* pendinginnya sendiri sering mengalami *overheat*, hal ini disebabkan oleh beberapa bagian beban yang rusak pada *system* pendingin tersebut seperti connecting rod, cylinder liner, valve, fan belt, radiator, water pump, filter, piston hose.

Menurut Julianto (2019) Sistem pendingin merupakan suatu sistem yang tersusun dari berbagai komponen yang berfungsi sebagai pendingin mesin,

mesin utama dan mesin bantu agar sistem dapat beroperasi secara kontinyu sesuai dengan struktur yang diinginkan. Sistem pendingin ini tidak hanya berfungsi sebagai pendingin mesin, tetapi juga mendinginkan LO, scavenge air, dan jacket water.

Menurut Mia Elg, dkk (2014: 765) Dimensi komponen sistem pendingin sedemikian rupa sehingga sistem mampu mentransfer semua panas peralatan saat sebagian besar peralatan digunakan dengan daya penuh. Dalam kondisi desain diatas semua ini, margin pengotoran atau keamanan tertentu ditambahkan. Oleh karena itu, sistem ini seringkali berdimensi lebih bahkan untuk operasi konstan dalam kondisi desain karena beban rata-rata mesin dan peralatan lainnya biasanya jauh lebih rendah dari 100%.

Menurut pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa sistem pendingin sekumpulan komponen tambahan yang berfungsi sebagai pencegah, pendingin dan penansfer dari suatu panas yang diakibatkan oleh gesekan pada mesin. Kegagalan dalam sistem pendingin dapat disimpulkan akibat dari tidak berfungsinya komponen dari sistem pendingin itu sendiri.

Setiap mesin pembakaran internal beroperasi dengan prinsip mengubah energi panas menjadi kerja mekanis. Selama pembakaran bahan bakar di dalam silinder mesin, panas dilepaskan. Ini juga memiliki efek negatifnya; satu terlalu panas dari silinder mesin dan mesin pada umumnya. Karena bagian-bagian mesin terbuat dari logam dengan karakteristik termalnya sendiri, suhu optimal harus dicapai untuk melindungi komponen dari panas berlebih dan, dengan demikian, akibat panas berlebih yang tidak diinginkan. Untuk tujuan ini, media pendingin digunakan sebagai alat untuk mempertahankan suhu optimal.

Menjaga sistem berfungsi selama mungkin dan meminimalkan kemungkinan penyimpangan adalah tugas yang sangat kompleks dan sulit. Kompleksitas sistem pendingin laut membutuhkan penemuan mode operasi yang optimal, yang menghasilkan peningkatan penggunaan model simulasi. Mensimulasikan peristiwa tertentu dengan cara yang sangat realistis dan dapat diterima secara ekonomis untuk mencegah konsekuensi negatif bagi seluruh sistem kelautan. Dinamika sistem menjadi segmen yang sangat diperlukan dalam merancang berbagai sistem serta sistem (Tatjana Stanivuk, 2021:112).

Sistem pendinginan mesin diesel diimplementasikan dalam dua sistem, yaitu sistem pendinginan tertutup dan sistem pendinginan terbuka. Tujuan dari sistem pendinginan ini adalah untuk mencegah keletihan material akibat panas berlebih yang dapat mengakibatkan penurunan kinerja mesin. Kegagalan dalam memelihara air pendingin engine bantu dan pesawat bantu lainnya dapat berakibat fatal dan serius. Agar air mengalir dengan lancar dari sistem pendingin, hal-hal seperti bagian-bagian mesin yang didinginkan, pipa pendingin, pompa air laut, *sea chest*, perlu perhatian serius. Menurut temuan para peneliti, sistem pendingin mesin bantu merupakan sistem pendingin tertutup.

Sistem pendingin tertutup adalah sistem yang media pendinginnya menggunakan air tawar yang disirkulasikan secara konstan untuk mendinginkan mesin. Jadi sebelum dialirkan kembali ke mesin, air tawar yang telah didinginkan dimasukkan ke dalam penukar panas yang disebut pendingin air tawar untuk membawa media air tawar ke suhu 60-70 °C. Ketika perangkat perpindahan panas menggunakannya untuk menyerap, air tawar yang hangat

adalah lingkungan air laut, yang segera membuang air tawar yang didinginkan ke laut..

Air tawar digunakan dalam beberapa sistem tertutup untuk mendinginkan mesin di ruang mesin. Air tawar kembali dari radiator setelah mesin didinginkan, yang kemudian didinginkan oleh air laut dalam pendingin air laut. Air bersih yang mendinginkan mesin terus disirkulasikan dalam sistem pendingin tertutup ini. Karena pendingin air tawar dalam sistem berkurang, gravitasi meningkat dari tangki ekspansi, yang terletak di dek atas atau lebih tinggi dari mesin bantu. Saat kapal bergerak dan mesin bantu bekerja, air tawar ini mengalir ke setiap silinder dan keluar ke radiator pada suhu 60-70 °C, di fresh water cooler. Pompa memutar ulang air tawar tersebut, yang kemudian digunakan kembali untuk mendinginkan mesin bantu. Karena pendinginan air tawar bersirkulasi terus menerus, ini disebut pendinginan tertutup. Saat mesin bantu bekerja, pengemudi yang bertugas biasanya harus memeriksa tangki ekspansi agar jika ada anomali dan kebocoran pada sistem pendingin dapat segera diketahui.

Sistem pendingin tertutup menggunakan dua pendingin bekas, air tawar dan air laut, air tawar digunakan untuk mendinginkan bagian-bagian mesin sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar melalui pendingin pesawat. Air laut kemudian segera dikeluarkan dari kapal dan air tawar terus disirkulasikan untuk mendinginkan mesin secara merata.

Komponen sistem pendingin tidak langsung atau tertutup pada dasarnya sama dengan komponen sistem pendingin langsung atau sistem pendingin

terbuka, hanya digunakan beberapa komponen lagi karena disesuaikan dengan jenisnya. media yang digunakan untuk pendinginan yaitu air laut dan air tawar..

Beberapa komponen tambahan yang termasuk dalam pendinginan tidak langsung atau tertutup tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Tangki Persediaan Air Tawar (Tangki Ekspansi)

Air dalam sistem pendingin mengembang ketika suhu naik, sehingga air terlalu banyak, dan kelebihan air ini ditempatkan pada titik tertinggi saluran air pendingin, sehingga tekanan dalam sistem selalu konstan, mencegah terbentuknya uap. kantong atau udara dalam sistem pendingin.

2. Alat Penukar Panas (Heat Exchanger)

Alat ini berfungsi sebagai termometer yang dapat menggunakan atau menyerap panas untuk mendinginkan air tawar yang bersirkulasi di dalam sistem pendingin. Pada mesin diesel yang digunakan di kapal, alat pendingin air tawar biasanya didesain sebagai tube bundle dengan air laut sebagai media pendinginnya.

3. Pompa Sirkulasi Air Tawar

Pompa ini mengambil air bersih dan mengompresnya untuk mengalirkannya ke dalam sistem pendingin. Pompa yang biasa digunakan adalah pompa sentrifugal. Pompa ini bekerja berdasarkan prinsip gaya sentrifugal yaitu gaya yang diarahkan keluar dari pusat lintasan lengkung bekerja pada benda bergerak melengkung. Besar kecilnya gaya sentrifugal yang dihasilkan

bergantung pada massa benda, kecepatan gerak benda, dan jari-jari kelengkungan lintasannya. Secara umum pompa sentrifugal terdiri dari beberapa bagian penting yaitu :

a. Casing

Bagian penting pertama dari pompa sentrifugal adalah pompa. Rumah pompa sentrifugal dirancang sebagai diffuser yang mengelilingi *impeller* pompa. Diffuser ini umumnya dikenal sebagai volute. Sesuai dengan pengoperasian diffuser, volute mengurangi laju aliran (flow) fluida yang masuk ke pompa. Volute yang menghadap ke sisi pelepasan pompa membentuk corong yang mengubah energi kinetik menjadi tekanan dengan mengurangi kecepatan dan meningkatkan tekanan, yang juga membantu menyeimbangkan tekanan hidrolik pada poros pompa..

b. *Impeller*

Impeller adalah bagian yang berputar dari pompa sentrifugal yang fungsinya untuk mentransfer energi dari putaran mesin ke cairan yang dipompa yang mempercepatnya dari pusat *impeller* ke bagian luar *impeller*. Poros pompa adalah bagian yang menggerakkan putaran sumber gerak, seperti mesin. B. motor listrik, menuju ke pompa. Kita harus memastikan bahwa dengan pompa sentrifugal beroperasi pada efisiensi terbaiknya,

gaya tekuk poros didistribusikan dengan sempurna ke seluruh bagian impeler pompa.

c. Poros (*Shaft*)

Poros pompa adalah bagian yang berputar dari pompa sentrifugal yang fungsinya untuk mentransfer energi dari putaran mesin ke cairan yang dipompa yang mempercepatnya dari pusat *impeller* ke bagian luar *impeller*. Poros pompa adalah bagian yang menggerakkan putaran sumber gerak, seperti mesin, motor listrik, menuju ke pompa. Kita harus memastikan bahwa dengan pompa sentrifugal beroperasi pada efisiensi terbaiknya, gaya tekuk poros didistribusikan dengan sempurna ke seluruh bagian impeler pompa.

d. Bearing

Bantalan pompa membatasi posisi rotor relatif terhadap stator, tergantung pada jenis bantalan yang digunakan. Bantalan yang digunakan pada pompa adalah bantalan yang menahan gravitasi dan gaya sejajar gravitasi, dan bantalan dorong yang menahan gaya aksial pada poros pompa relatif terhadap stator pompa.

e. Kopling

Pada dasarnya, kopling menghubungkan dua poros, satu poros penggerak dan yang lainnya poros penggerak. Sakelar yang digunakan dalam pompa bergantung pada

struktur sistem dan pompa itu sendiri. Berbagai jenis sambungan yang digunakan dalam pompa dapat berupa sambungan kaku, sambungan fleksibel, sambungan kisi, sambungan bergigi, sambungan elastomer, dan sambungan pelat. Sistem Packing

f. Sistem Packing

Sistem penyegelan pompa dirancang untuk mengontrol kebocoran cairan yang dapat terjadi pada sisi batas antara bagian pompa yang berputar (poros) dan stator. Segel mekanis dan segel flensa adalah sistem penyegelan yang banyak digunakan dalam pompa sentrifugal.

g. Sistem Lubrikasi

Sistem pelumasan pompa mengurangi koefisien gesekan antara dua permukaan kontak, sehingga mengurangi risiko keausan. Pelumasan pompa terutama digunakan pada bantalan. Sistem dapat berupa oli pelumas atau gemuk tergantung dari struktur pompa itu sendiri.

4. Pipa Saluran Air Pendingin

Setiap saluran air pendingin menggunakan pipa saluran baja, pipa saluran ini menerima tekanan dari pipa suplai air pendingin, tekanan yang diterima tergantung dari luas penampang pipa

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk memudahkan pengoperasian mesin bantu kapal, diantaranya adalah cairan pendingin, karena pada pembahasan ini cairan pendingin yang digunakan untuk mendinginkan mesin bantu kapal adalah air tawar. Untuk kelancaran proses pendinginan diperlukan perangkat atau komponen yang diuraikan sebagai berikut :

a. Pompa sirkulasi air tawar

Pompa ini mengalirkan air pendingin di dalam sistem, atau suatu pesawat yang bisa memindahkan cairan dari suatu tempat ketempat lain berdasarkan perbedaan tekanan. Sebagian besar motor diesel menggunakan pompa sentrifugal untuk sirkulasi air tawar pendingin pada motor bantu di atas kapal, dimana pompa tersebut digerakkan dengan motor listrik.

b. Instalasi pipa pipa

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

c. Tangki ekspansi

Tangki ekspansi berfungsi sebagai tangki penampungan air tawar (fresh water) dan untuk menambah bila ada kekurangan di dalam sistem. Tangki ini ditempatkan pada tempat yang lebih tinggi dari saluran pipa. Sehingga bisa memelihara tekanan konstan dalam sistem dan mencegah adanya udara atau uap didalamnya. Tangki ekspansi ini dibuat dari baja galvanis yang baik untuk mencegah terjadinya karat (korosi), dan ukurannya tergantung pada kapasitas air. Juga sistem keseluruhan, termasuk ruang air dalam jacket pendingin motor bantu.

d. Fresh water Cooler

Mendinginkan mesin bantu menggunakan media air laut dari air pendingin yang telah menyerap panas. Di kapal yang peneliti gunakan tubular heat exchanger. Pada tipe ini, air laut yang menyerap panas dari air pendingin segar mengalir di pipa yang berbeda dan medium yang didinginkan mengalir di pipa yang berbeda

e. Pengukur suhu (Thermometer)

Alat ini apat digunakan untuk mengukur temperatur air pendingin yang masuk dan keluar mesin bantu. Biasanya, suhu air pendingin diukur dengan termometer air raksa, sepotong kaca biasa yang dibungkus dengan kertas logam untuk melindungi kaca agar tidak mudah pecah.

Jika dinding silinder tidak didinginkan saat digunakan, dinding silinder bekas akan kehilangan kekuatan yang dibutuhkan. Terjadinya masalah pada sistem pendingin mesin bantu karena tekanan pompa yang tidak normal yang disebabkan oleh pemeliharaan media pendingin dan air pendingin yang tidak memadai serta peralatan sistem pendingin yang tidak beroperasi secara normal. Akibatnya, suhu (temperatur) air pendingin seringkali melebihi batas maksimum bahkan pada putaran mesin minimum (rendah).

Air pendingin sangat penting dalam pengoperasiannya, untuk menjaga kelancaran pengoperasian mesin bantu, untuk menjaga suhu pendinginan agar sesuai dengan petunjuk di manual. Kebutuhan untuk mendinginkan mesin bantu saat sedang berjalan sering terganggu, dalam hal ini pendinginan menjadi tidak normal, mengakibatkan peningkatan suhu air tawar. Hal ini disebabkan kerusakan pada pompa pendingin air tawar, mencegah air di tangki percikan bersirkulasi dengan baik. Tujuan pendinginan ini yaitu:

- Menjaga agar mesin mampu bekerja terus menerus.
- Mencapai tenaga yang optimal.
- Mengurangi terjadinya kerusakan mesin.
- Mempertahankan temperatur agar bekerja dalam kondisi normal.
- Daya tahan mesin atau bahan material lebih lama.

Selain itu, agar kondisi mesin bantu dapat bekerja secara normal maka harus dilakukan perawatan air pendingin dan perawatan komponen sistem pendingin. Pengoperasian komponen sistem pendingin yang tidak tepat jelas akan mempengaruhi kinerja mesin bantu. Segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem harus dilayani dan dipelihara oleh seluruh awak pesawat. Pada

dasarnya pemeliharaan setiap mesin memiliki tujuan yang sama, yaitu antara lain :

- Memperpanjang usia pakai.
- Memberi kenyamanan awak kapal dalam menjalankan tugasnya.
- Mencegah kerusakan yang berakibat fatal.

Perawatan harus terencana dan teratur, artinya kita harus memilih waktu yang tepat dan perawatan seperti apa yang akan dilakukan pada mesin bantu. Model perawatan dapat berupa perawatan pada saat mesin bantu tidak bekerja. Selain itu, ketersediaan suku cadang harus diperhatikan. Ada dua jenis perawatan yang dilakukan di atas kapal: perawatan terencana dan perawatan acak. Pemeliharaan terjadwal dapat dibagi menjadi dua (dua), yaitu pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif kapal.

Prosedur perawatan yang direkomendasikan instruksi manual untuk mesin MAN D2866, antara lain tersebut dibawah ini:

1. Pemeriksaan rutin

Pemeriksaan ini dilakukan setiap hari ketika melaksanakan jaga dikamarmesin secara teratur. Hal-hal yang perlu diperiksa diantaranya:

- Temperatur pendingin air tawar.
- Temperatur air laut.
- Temperatur fresh water jacket.

2. Perawatan fresh water cooler

Agar pengoprasian mesin bantu selalu dalam kondisi normal, perlu adanya perawatan dan pembersihan dengan jarak waktu

yang teratur. Perawatan dan pembersihan pertama kali sebaiknya dilakukan setiap bulan. Periksa bagian plat heat exchanger pada fresh water cooler apakah terdapat adanya kerak atau kotoran dan kerusakan seal pada plat heat exchanger. Perawatan dan pembersihan dilakukan sesuai dengan *manual book* dan sesuai dengan kondisi temperatur pendingin air tawar mesin bantu. Namun dianjurkan untuk dilakukan dengan jarak waktu setaip minggu karena perawatan atau pembersihan yang terlalu lama dapat menyebabkan kurang maksimalnya pendinginan pada mesin bantu karena kotoran yang ada di plat heat exchanger dapat menyebabkan gangguan berkurangnya pendinginan pada mesin bantu.

3. Overhaul

Hal ini dilakukan jika terjadi meningkatnya suhu pendingin air tawar pada mesin bantu. Lakukan pembersihan plat heat exchanger atau penggantian suku cadang jika diperlukan. Dianjurkan overhaul secara menyeluruh untuk pemeriksaan dilakukan sedikitnya setiap 2 tahun (paling lama).

Menurut Frank Crawley dan Brian Tyler (2015:2) Hazop (Hazard and Operability) adalah analisis terstruktur dari suatu *system* operasi produk yang informasi desain terperinci serta melakukan pemeriksaan tahap demi tahap dari desain untuk operasi. Hazop adalah teknik kualitatif berdasar kan paduan kata yang dilakukan oleh tim Hazop selama rangkaian pertemuan. Hazop pertama kali dikembangkan oleh perusahaan kimia ICI di Inggris, oleh karena itu Hazop

lebih sering digunakan pada industri kimia, namun seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan teknik analisis bahaya, beberapa industri lain seperti makanan, farmasi dan pertambangan juga sudah mulai sering digunakan. menggunakan metode Hazops..

1. Teknik dasar dan tujuan dari Hazop

Menurut Frank Crawley dan Brian Tyler (2015:18) prinsip dasar dari teknik Hazop adalah untuk membenarkan atas dasar kompleksitas, bahaya yang melekat, atas kerja sama operasi. Teknik ini berdasar pada kombinasi menerapkan pengalaman, menerima apa yang terjadi. mempersiapkan checklist suatu barang yang memungkinkan terjadi kesalahan dalam suatu kegiatan dan penyimpangan.

Tujuan lain dari penggunaan Hazop itu sendiri adalah untuk meninjau proses atau operasi pada sistem secara sistematis, untuk menentukan apakah proses penyimpangan dapat mendorong kearah kejadian atau kecelakaan yang tidak diinginkan.

Pembelajaran. Hazop learning sebaiknya dilakukan sedini mungkin pada tahap desain agar dampak dari desain dapat terlihat. Dalam penelitian hazop diperlukan gambaran atau desain yang lebih komprehensif. Hazop biasanya dilakukan sebagai pemeriksaan akhir ketika detail desain selesai. Itu juga dapat dilakukan pada perangkat yang ada untuk mengidentifikasi perubahan yang perlu dilakukan untuk mengurangi masalah dan fungsionalitas.

2. Prosedur Hazop (Hazard and Operability)

Prosedur Hazop adalah pemeriksaan prosedur operasi yang ada atau yang direncanakan untuk mengidentifikasi bahaya dan penyebabnya untuk masalah operasional, masalah kualitas, dan penundaan. Prosedur Hazop Menurut Frank Crawley dan Brian Tyler (2015:79) terdiri dari mengevaluasi kosekuensi masalah pengumpulan gambar selengkaplengkapnya setiap proses yang ada dalam sebuah kapal pemilihan titik studi yang ingin diteliti memaparkan desain sistem titik studi yang ingin diteliti, pemilihan proses parameter, menggabungkan kombinasi yang relevan antara guide-words dan parameter untuk membentuk deviation menentukan penyebab terjadinya deviation (penyimpangan), menentukan consequences (konsekuensi), tindakan yang diambil berdasarkan 5W 1H, pendataan dan pencatatan informasi.

Hazop didefinisikan sebagai sistem dan format untuk mengevaluasi desain, proses, atau operasi yang ada dengan tujuan mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko terkait individu atau peralatan. Prinsip di balik pendekatan ini adalah mengidentifikasi bahaya menggunakan "kata kunci" untuk memeriksa berbagai tujuan sistem dan komponennya.

Konsepnya mencakup studi tentang tujuan desain. Dalam proses identifikasi masalah pembelajaran Hazop, solusinya dicatat sebagai bagian dari hasil Hazop, namun harus berhati-hati

untuk tidak mencoba menemukan kenyataan, karena tujuan utama Hazop adalah untuk mengidentifikasi masalah.

Pengamatan dan pendalaman dari pengetahuan yang ada, dimulai dari masalah utama yang muncul, membaca kumpulan data yang disusun berdasarkan teori yang dapat memberikan solusi terbaik dari masalah tersebut, sehingga masalah yang muncul dapat diselesaikan dengan solusi.

Langkah selanjutnya adalah langkah dimana kita harus menganalisis dan mempertimbangkan risiko bahaya dari katup trip dan menentukan tingkat risiko berdasarkan kriteria yang disebutkan dalam daftar identifikasi bahaya sebelumnya. Probabilitas dan konsekuensi harus ditemukan dan dikalikan bersama dan diterapkan pada skala risiko yang digunakan untuk menentukan prioritas utama dari daftar identifikasi bahaya yang disiapkan..

Penilaian resiko adalah suatu proses penggabungan yang meliputi mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, memantau dan meninjau risiko sebelum melakukan penilaian risiko (Erick Galante,2014:31), kita dapat mengukur konsekuensi dalam beberapa bagian dalam skala kualitatif sebagai berikut:

- a. Serious (fatal), yaitu dalam skala yang berarti frekuensi tersebut beresiko sangat fatal dalam menimbulkan suatu resiko bahaya.

- b. Major (besar), yaitu skala yang berarti frekuensi tersebut beresiko besar dalam menimbulkan suatu resiko bahaya.
- c. Moderate (menengah), yaitu skala yang berarti frekuensi tersebut beresiko menengah dalam menimbulkan resiko bahaya.
- d. Minor (kecil), yaitu skala yang berarti frekuensi tersebut kecil dalam menimbulkan suatu resiko bahaya.

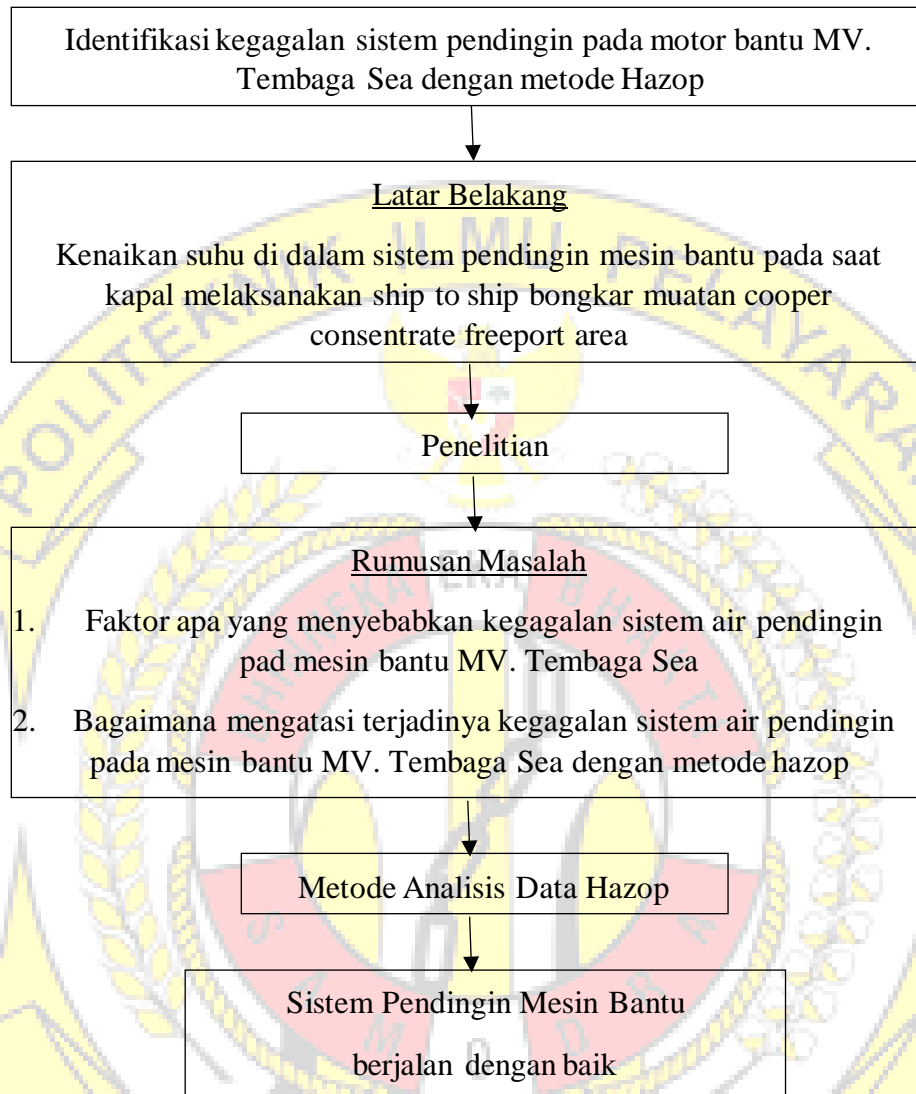
Penilaian resiko menggunakan metode kualitatif sangat bergantung pada pengalaman dari mereka yang terlibat dalam melakukan penilaian dan pengenalan konsep matriks resiko telah memastikan bahwa hasil konsisten lebih dapat diperoleh. Metode penilaian resiko kualitatif memberikan penilaian cepat tingkat resiko bahaya dan hasilnya akan menjadi panduan yang berguna untuk manajemen keselamatan.

B. Kerangka Penelitian

Peneliti membenarkan pemilihan judul skripsi Identifikasi Kegagalan Sistem Pendingin Pada Motor Bantu MV. Tembaga Sea Dengan Metode Hazop. Berdasarkan data-data, latar belakang dan landasan teori kegagalan sistem pendingin mesin bantu mengalami kendala yang menyebabkan temperature mesin meningkat.

Peneliti langsung mencatat permasalahan yang ditemui pada praktek kelautan, kemudian membuat flowchart dari permasalahan yang dihadapi, mengumpulkan informasi tentang penyebab kenaikan suhu pada sistem pendingin mesin bantu dan pemeliharaan awak kapal. Adapun kerangka

penelitian yang peneliti lakukan untuk memecahkan permasalahan karya tersebut adalah sebagai berikut :





BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang diperoleh dengan cara observasi, wawancara dan dokumentasi dengan menggunakan metode pembahasan analisis data *HAZOP*, dengan judul Identifikasi Kegagalan Sistem Pendingin Pada Motor Bantu MV Tembaga Sea Dengan Metode Hazop. Peneliti dapat menarik kesimpulan yang berhubungan dengan terjadinya masalah yang di bahas pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Faktor dari beberapa penyebab gagalnya *system* pendingin mesin bantu adalah karena terjadi kotor pada *strainer sea chest* dan *plate cooler* serta tidak berfungsinya pompa air tawar dikarenakan terjadi kebocoran pada seal pompa dan berimbas ke bearing, greas menjadi terkontaminasi dengan air menyebabkan *shaft* tidak presisi. Putaran *shaft* yang tidak aturan menyebabkan *shaft* terbentur kerumah pompa dan *impeller* menjadi tidak berputar .
2. Dampak keseluruhan yang ditimbulkan dari faktor penyebab kegagalan *system* pendingin mesin bantu dengan metode HAZOP di MV. Tembaga Sea adalah pendinginan pada mesin menjadi tidak berjalan dan mengakibatkan mesin *overheat*.
3. Upaya yang dilakukan guna mengatasi masalah berdasarkan faktor penyebab kegagalan sistem pendingin motor bantu MV Tembaga Sea

adalah, dengan rutin melakukan perawatan pada mesin terutama pada bagian-bagian mesin rawan terjadi kerusakan, melakukan *routine inspection* pada mesin mesin bantu sesuai dengan *plan maintenance system*, melakukan *overhaule* dengan tepat dan benar.

B. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan dari pengalaman peneliti pada saat melakukan penelitian, terdapat faktor-faktor yang menjadi penyebab keterbatasan dan juga kekurangan dari penelitian yang dilakukan pada saat praktek laut. Faktor-faktor keterbatasan serta kekurangan berdasarkan penelitian yang dilaksanakan salah satunya yaitu : waktu yang sangat terbatas saat peneliti melaksanakan penelitiannya, minimnya pengalaman untuk mengobservasi penelitian lebih dalam dan fasilitas sarana prasarana yang kurang mendukung, serta wawasan pengetahuan dalam mempelajari permesinan yang masih banyak keterbatasan.

C. Saran

Mengingat pentingnya kinerja dari mesin bantu guna menunjang operasional di kapal maka kondisi serta performa mesin bantu harus terjaga dengan sebaik mungkin. Karena itu, dari hasil yang telah terobservasi berdasarkan wawancara dan dokumentasi yang dilaksanakan oleh peneliti menyarankan kepada pembaca penelitian ini agar dengan permasalahan yang terjadi pada *system* pendingin mesin bantu agar tidak lagi terulang kembali, adapun saran yang peneliti sarankan antara lain:

1. kepada taruna untuk dapat melaksanakan observasi serta penelitian dengan pembahasan yang sama di kapal yang berbeda kemudian

menggunakan metode yang sama agar mendapatkan perbandingan. Dapat melakukan penelitian dengan topik serta pembahasan yang sama namun menerapkan metode yang berbeda.

2. kepada masinis diatas kapal unruk dapat melaksanakan perawatan, perbaikan sesuai *plan maintenance system* secara teratur maupun berkala, serta mesin bantu dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan ketentuan prosedur *manual book*.
3. kepada perusahaan agar bisa lebih meningkatkan komunikasi antar *crew* kapal, seperti *engineer* yang berkaitan dengan laporan agar terpenuhinya kebutuhan *spare part* diatas kapal.

Demikian dapat diambil kesimpulan yang telah peneliti rangkum dan saran guna memberikan pemahaman kepada seluruh pembaca berkaitan dengan penelitian ini, meskipun terdapat ketidak sempurnaan pada penelitian ini dan masih banyak keterbatasan tetapi harapannya bisa menjadi bahan acuan guna melaksanakan perawatan serta perbaikan pada mesin bantu yang sangat berpengaruh dalam kegiatan operasional kebutuhan kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2019). *Prosedur Penelitian*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Crawley, Frank., & Brian, T. (2015). *HAZOP: Guide To Best Practice*. Elsevier Science.
- Galante, Erick., Danielle, H., Marcele, N. (2014). Risk assessment methodology: Quantitative HazOp. *Journal of Safety Engineering*, 31-36. Doi: 10.5923/j.safety.20140302.01
- M. Elg, M. Kuosa, M. Lampinen, R. Lahdelma, P. Mäkipeska, J. Raita, Z. Guangrong, K. Tammi. (2015). "Advanced auxiliary cooling system for energy efficient ships," dalam 9th Internasional Conference on Energy Efficiency in Motor Driven Systems (EEMODS-15), pp. 762-772, doi : 10.2790/903731
- Julianto. (2019). Pemanfaatan perbedaan temperatur pada main engine cooling system sebagai energi alternatif untuk pembangkit listrik di kapal. *Jurnal teknik ITS*, 1-4.
- Laksono, A., & Dwisetiono. (2021). Penyebab kegagalan sistem pendingin mesin kapal ikan (engine cooling system) di kabupaten Lamongan. *Jurnal Universitas Hang Tuah Surabaya*, 8-15.
- Stavinuk, T., Branko, L., Jenela, Z., Marco, S. (2021). Simulation modelling of marine diesel engine cooling system.
- Hardani. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Pustaka Ilmu*, Bandung.

LAMPIRAN 1

VESSEL PARTICULAR MV. TEMBAGA SEA

| Wallem Shipmanagement Limited | | | | | | | |
|---|--|------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------|--|--------|
| SHIP'S PARTICULARS | | | | | | | |
| SHIP'S NAME | TEMBAGA SEA | | | | | | |
| PREVIOUS NAME | OSLO BULK 11 | | | | | | |
| OFFICIAL No. | | | | | | | |
| IMO No. | 9410070 | | | | | | |
| TYPE OF VESSEL | CARGO VESSEL | | | | | | |
| OWNER | PT. AMASISONDO UTAMA | | | | | | |
| MANAGER | Artha Graha Building 27 th Suite 2701, Gudimman Central Business District Lot.25 J. Jendral Sudirman Kav.52/63 Jakarta 12180 Indonesia Wallem Shipmanagement Singapore Pte Ltd 601 Alexandra Road, #02-04/05 Singapore 119602 | | | | | | |
| BUILDERS | Jiangsu Yangzijiang Shipbuilding CO LTD China | | | | | | |
| Date Of Delivery | 2008 | | | | | | |
| Port Of Registry | Jakarta | | | | | | |
| Flag | Indonesia | | | | | | |
| Class | BKI and ABS | | | | | | |
| Main Engine | MAK 6M32 C 2399KW | | | | | | |
| Aux. Engine | Diesel Generator-6N21AL-U/ 900KVA (720KV) 900 RPM AC 450V, 3Phase, 60HZ, 3 Sets | | | | | | |
| No. of Holds/Hatch/Decks | 3 cargo hold | | | | | | |
| Cargo Capacity/No. of Cars | 10244.9 cbm | | | | | | |
| Bow Thruster | 1 | SUEZ CANAL ID | | | | | |
| Stern Thruster | NA | PANAMA CANAL ID | 3010454 | | | | |
| PRINCIPAL DIMENSIONS | | | | | | | |
| L.O.A. | 108.23 Mtrs | | | | | | |
| L.B.P. | 104.11 Mtrs | | | | | | |
| Moulded Breadth | 18.2 Mtrs | | | | | | |
| Moulded Depth | 9.000 Mtrs | | | | | | |
| Height above Keel | 9.015 Mtrs | | | | | | |
| Air draft | 32.15 | | | | | | |
| TONNAGES | | | | | | | |
| | International | Suez | Panama | Japanese | | | |
| Gross | 5629 | 5669 | 7010 | N/A | | | |
| Net | 2677 | 5409 | 4791 | N/A | | | |
| DRAFT / FREEBOARD / DISPLACEMENT / DEADWEIGHT (In Meters) | | | | | | | |
| Zone | Draft (Ext) | Freeboard | Displacement | DWT | | | |
| Tropical FW | 7.369 Mtrs | 1.668 M | 11819 MT | 8612 MT | | | |
| Fresh Water | 7.212 Mtrs | 1.804 M | 11346 MT | 8339 MT | | | |
| Tropical | 7.204 Mtrs | 1.812 M | 11328 MT | 8322 MT | | | |
| Summer | 7.057 Mtrs | 1.958 M | 11057 MT | 8051 MT | | | |
| Winter | 6.911 Mtrs | 2.104 M | 10805 MT | 7799 MT | | | |
| Light Ship | 3006.7 mt | | | | | | |
| Summer TPC | 18 Vcm | | | | | | |
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: 0;"> <tr> <td style="text-align: center;">M.V. TEMBAGA SEA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Master</td> </tr> </table> | | | | | M.V. TEMBAGA SEA | | Master |
| M.V. TEMBAGA SEA | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Master | | | | | | | |

LAMPIRAN 2

CREW LIST MV. TEMBAGA SEA



CREW LIST

D-9
Tech/Rev. 1-KKD/05-05
117.1

| | | <input type="checkbox"/> Arrival. <input type="checkbox"/> Departure. | | Page No. | | |
|-------------------------|------------------------------|---|------------------|--|---------------|-----------|
| 1. Name of Ship. | | 2. Port of arrival / departure. | | 3. Date of arrival / departure. | | |
| MV. Tembaga Sea | | Amamapare, Indonesia | | 14-Oct-2021 | | |
| 4. Nationality of ship. | | 5. Port arrived from. | | 6. Nature & no. of identity document of seaman's passport (PP) & seaman's book (SB). | | |
| Indonesia | | Amamapare, Indonesia | | | | |
| 7. No. | 8. Family name, given names. | 9. Rank or rating. | 10. Nationality. | 11. Date and place of birth. | | |
| 1 | Zulfikar | Master | Indonesia | 21 Juli 1977, Banda Aceh | PP: B 5292851 | 22-May-22 |
| | | | | | SB: F 227755 | 5-Mar-22 |
| 2 | Arifin K | Chief Officer | Indonesia | 05 January 1978, Tidore | PP: B 6974014 | 26-Apr-22 |
| | | | | | SB: F 240885 | 13-Jun-22 |
| 3 | Maulana Aditya Aksen | Second Officer | Indonesia | 23 Juni 1991, Bandung | PP: B 8837539 | 12-Jan-23 |
| | | | | | SB: F 241060 | 12-Jun-22 |
| 4 | Rendhy Christian | Third Officer | Indonesia | 24 November 1993, Jayapura | PP: B 7676659 | 20-Jul-22 |
| | | | | | SB: F 002308 | 14-Jun-22 |
| 5 | M Ali Akbar | Chief Engineer | Indonesia | 27 November 1967, Ujung Pandang | PP: B 8306017 | 3-Oct-22 |
| | | | | | SB: G 104677 | 24-Oct-21 |
| 6 | Nugroho Septrianto | Second Engineer | Indonesia | 21 September 1989, Pekalongan | PP: C 7037130 | 24-Jun-25 |
| | | | | | SB: E 148753 | 2-Feb-24 |
| 7 | Daniel Tandil Gessa | Third Engineer | Indonesia | 12 September 1983, Sereale | PP: C 4120562 | 9-Dec-24 |
| | | | | | SB: F 342879 | 7-Apr-23 |
| 8 | Amran | Electrician | Indonesia | 25 April 1970, Belawan | PP: B 8849791 | 29-Dec-22 |
| | | | | | SB: F 314693 | 13-Jan-23 |
| 9 | Janudin | Bosun | Indonesia | 18 October 1982, Palimanan | PP: C 6789238 | 16-Jun-25 |
| | | | | | SB: E 117435 | 16-Sep-21 |
| 10 | Saeful Rohman | AB 1 | Indonesia | 20 September 1988, Cirebon | PP: C1379231 | 2-Oct-23 |
| | | | | | SB: F083828 | 20-Aug-23 |
| 11 | Tesalon Tonsu Tololiu | AB 2 | Indonesia | 07 January 1995, Manado | PP: C 2849765 | 28-Dec-23 |
| | | | | | SB: F 233168 | 16-Sep-22 |
| 12 | Didin Kurniadin | Motorman | Indonesia | 20 March 1984, Subang | PP: C 7307724 | 17-Jul-25 |
| | | | | | SB: E 141274 | 11-Jan-22 |
| 13 | Djunaid Ibrahim | Cook | Indonesia | 4 March 1974, Poso | PP: B 5601377 | 20-Jul-22 |
| | | | | | SB: G 040252 | 16-Dec-23 |
| 14 | Georgius Aldebaran T S | Deck Cadet | Indonesia | 22 April 1999, Banyuwangi | PP: C 6460603 | 6-Mar-25 |
| | | | | | SB: G 011820 | 6-Jul-23 |
| 15 | Hakim Al Majid | Engine Cadet | Indonesia | 24 November 1997, Grobogan | PP: C 6460471 | 5-Mar-24 |
| | | | | | SB: G 012030 | 9-Jul-23 |
| 16 | Eko Trianto | Filter | Indonesia | 07 April 1978, Metro | PP: B 8514552 | 4-Apr-23 |
| | | | | | SB: F 341508 | 12-Mar-23 |

12. Date and signature by master, authorized agent or officer.

M.V. TEMBAGA SEA

 Zulfikar
 Master of Tembaga Sea

LAMPIRAN 3

HASIL WAWANCARA

Hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti pada saat praktek laut di MV. Tembaga Sea dengan narasumber *chief engineer* serta masinis 2 agar dapat mengetahui Identifikasi kegagalan system pendingin pada motor bantu MV Tembaga Sea.

Nama : Ali Akbar
 Posisi : *Chief Engineer* MT. Senipah
 Transkrip wawancara :

Cadet : Selamat siang *chief*, mohon maaf mengganggu. Ijin mau bertanya *chief*.

Chief : Iya det, ada apa det ?

Cadet : ijin mau bertanya, perihal kerusakan *auxiliary engine* kemarin pada saat berlayar itu *chief*, itu disebabkan oleh apa *chief* ?

Chief : Masalah kerusakan apa det ?

Cadet : Masalah kegagalan cooling sistem pada *auxiliary engine* itu *chief* ?

Chief : Kalau masalah itu disebabkan oleh pompa air tawarnya rusak det. Gara-gara itu maka media pendingin tidak bersirkulasi

Cadet : Ijin *chief* apa cuma gara-gara itu saja yang mengakibatkan itu terjadi ?

Chief : Ada det, kemarin kan pada saat *overhaul auxiliary engine* itu kondisi *Liner* juga bocor det.

Cadet : Jadi Cuma dua faktor itu *chief* ?

Chief : Ya ada banyak det. Kemarin kan kita membuka *L.T cooler* ternyata sangat kotor, sehingga air yang masuk ke dalam AE tidak maksimal dalam mendinginkan. Ada juga faktor lain seperti halnya dalam segi *PMS* yang tidak berjalan, kesalahan pengoperasian, terus pendinginan pada *strainer sea chest* tidak maksimal, *spare part* yang kurang. Semua itu juga dapat mempengaruhi kerusakan *auxiliary engine* det.

Cadet : Dengan faktor itu chief. Terus dampaknya apa chief ?

Chief : Kalau dari itu det, air yang kotor menyebabkan tidak maksimalnya sistem pendingin det. Ditambah dengan pompa air tawar yang rusak

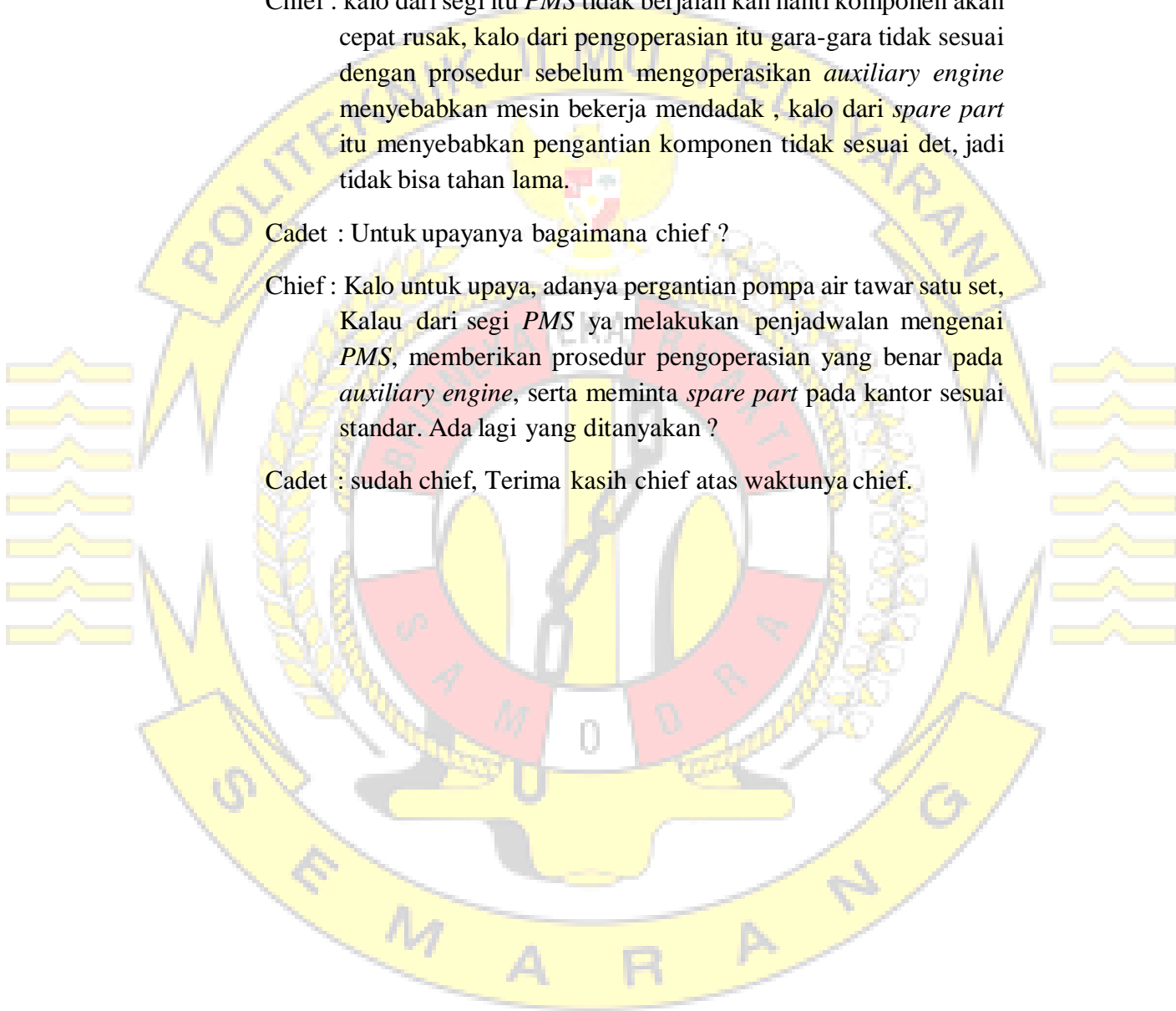
Cadet : Untuk yang *PMS*, pengoperasian dan juga *spare part* chief, itu menyebabkan apa chief ?

Chief : Kalau dari segi itu *PMS* tidak berjalan kan nanti komponen akan cepat rusak, kalau dari pengoperasian itu gara-gara tidak sesuai dengan prosedur sebelum mengoperasikan *auxiliary engine* menyebabkan mesin bekerja mendadak, kalau dari *spare part* itu menyebabkan penggantian komponen tidak sesuai det, jadi tidak bisa tahan lama.

Cadet : Untuk upayanya bagaimana chief ?

Chief : Kalau untuk upaya, adanya pergantian pompa air tawar satu set, Kalau dari segi *PMS* ya melakukan penjadwalan mengenai *PMS*, memberikan prosedur pengoperasian yang benar pada *auxiliary engine*, serta meminta *spare part* pada kantor sesuai standar. Ada lagi yang ditanyakan ?

Cadet : Sudah chief, Terima kasih chief atas waktunya chief.



Nama : Oyong Wijaya

Posisi : Masinis 3 MT. Senipah

Transkrip wawancara :

Cadet : Selamat siang bass, Ijin mau bertanya bass.

Bass 2 : Iya det, kenapa ?

Cadet : ijin bertanya, perihal kerusakan *auxiliary engine* kemarin pada saat berlayar itu bass, itu disebabkan oleh apa bass ?

Bass 2 : Masalah kenaikan *temperature* kemaren det?

Cadet : iya bass.

Bass 2 : Kalau yang kemaren itu gara- gara pompa air tawarnya rusak det, tapi sebenarnya waktu saya dock itu det,linernya itu sudah las lasan det, jadi itu juga menjadi factor yang penting

Cadet : Jadi kemarin gara-gara itu bass ?

Bass 2 : Ada lagi det, kemaren pas kita *overhaul* ternyata pada saqat pengecekan oli warnanya berubah det, dan tercampur air.

Cadet : Terus dari semua faktor itu bass, itu dampaknya apa bass ?

Bass 2 : Gara- gara pompa nya ga sirkulasi det. Jadi imbasnya media pendingin jagi tidak mengalir terus efeknya ke naik temperature dan kebocoran pada liner Kalo dari *PMS* itu menyebabkan komponen lainnya bermasalah, pengoperasian yang salah mengakibatkan mesin kaget karena tidak menjalankan *priming* sebelum dioperasikan, *spare part* yang tidak ada mengakibatkan kita mencari atau membuat sendiri sehingga kualitas tidak memenuhi lama-kelamaan cepat rusak det.

Cadet : Untuk penanganannya bagaimana bass ?

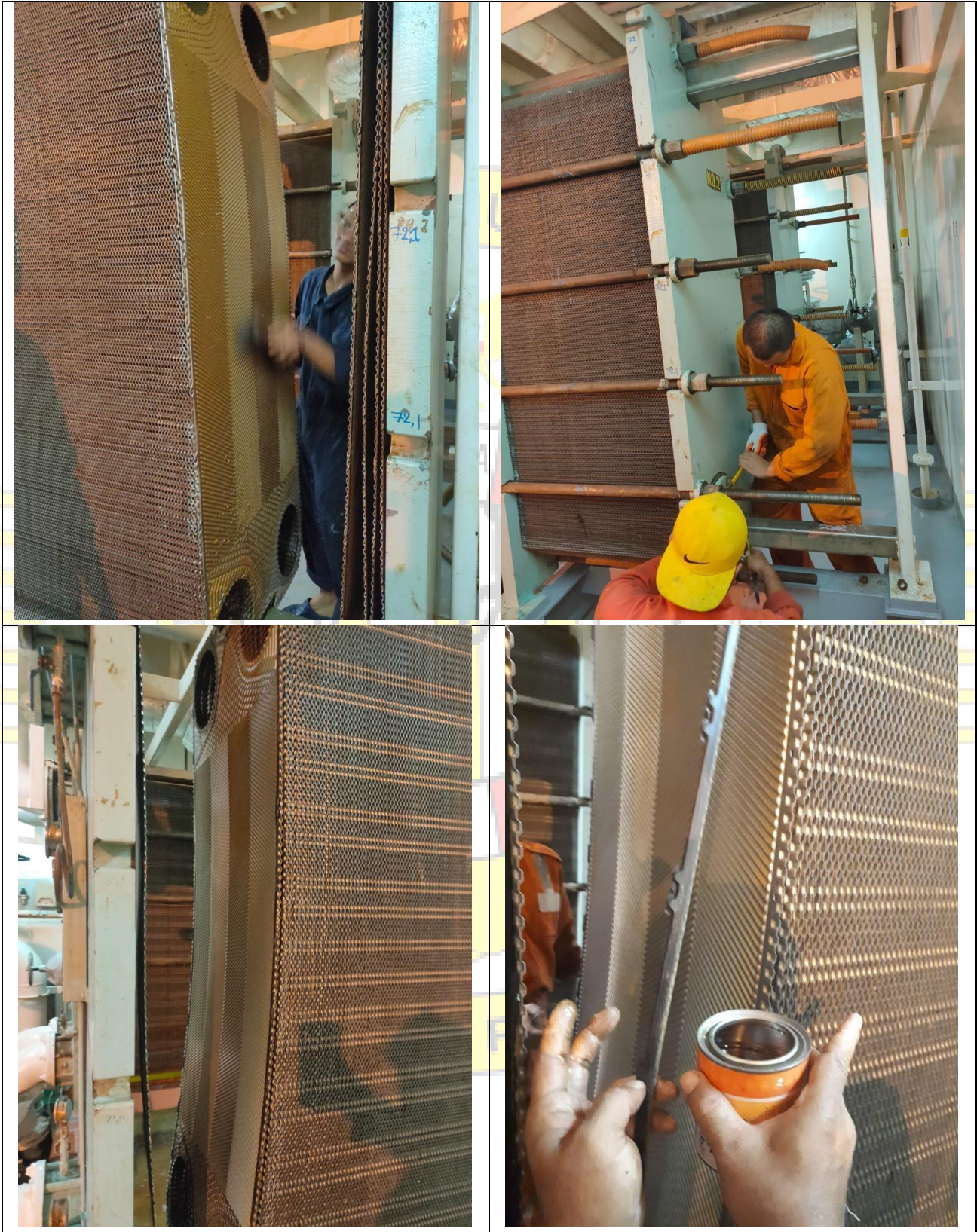
Bass 2 : pompa air tawar kita ganti satu st dan liner kita ganti det kemarin karena sebelumnya waktu dock di China itu kan Cuma di las saja jadi ya mumpung ada spare kita ganti sekalianlah itu. Untuk *PMS* harus dilakukan mulai dari awal sehingga *PMS* dapat kembali berjalan, untuk pengoperasian itu kemarin dibuatkan prosedur pengoperasian yang benar sesuai dengan *manual book* yang ditempel pada panel mesin, untuk *spare part* kita mintakan keperluan dengan melakukan emergency request det. Apa lagi yang mau ditanyakan det ?

Cadet : sudah bass, Terima kasih bass.

Bass 2 : sama-sama det



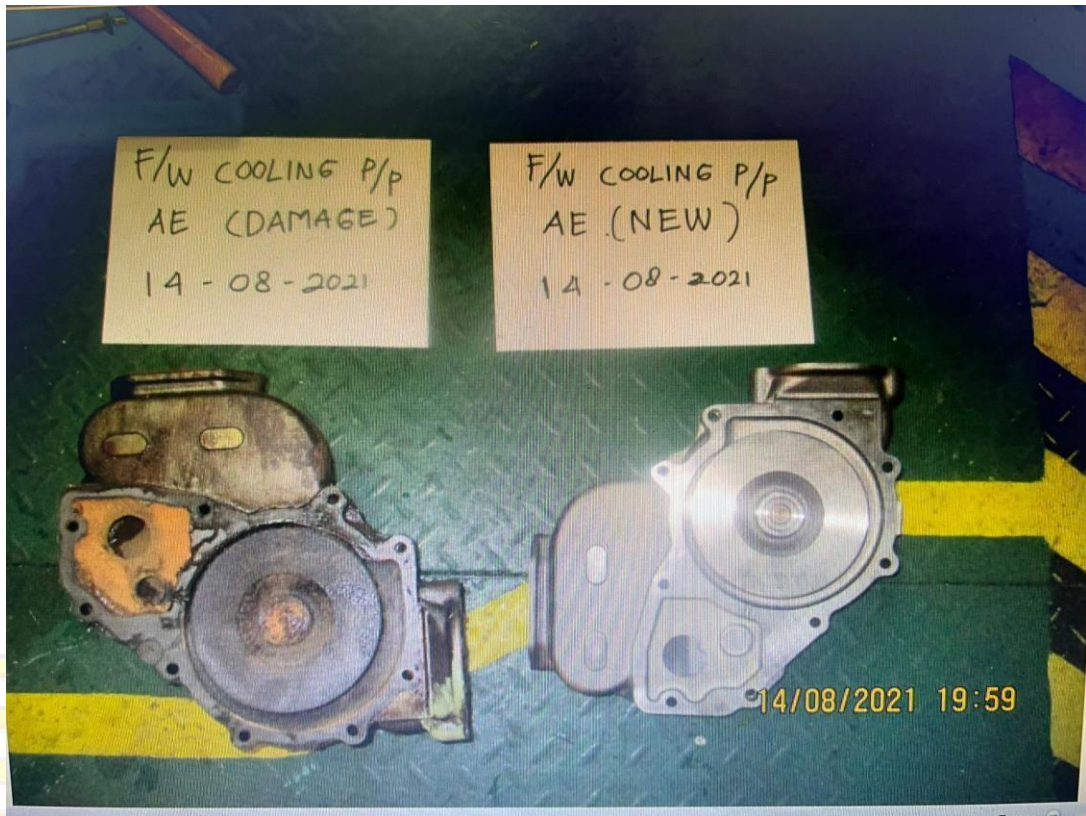
LAMPIRAN 4 PLATE COOLER



LAMPIRAN 5
STRAINER SEA CHEST



LAMPIRAN 6
PERGANTIAN POMPA AIR TAWAR



LAMPIRAN 11 LOG BOOK

Berlayar di WONOREJO dari ... ke ...
 Tanggal 9 JUNE 2021

Nama Kapal ...
 Nama Komandan ...
 Nama Mekanik ...

Jumlah jam putaran motor pada jam 12.00 tengah hari
 Total running hours of engine at 12.00 hours

| Malam - Hari First watch 20.00 - 24.00 | Petang - Hari Six watch 16.00 - 20.00 | Siang - Hari Afternoon watch 12.00 - 16.00 | Pagi - Hari Forenoon watch 08.00 - 12.00 | Dini - Hari Morning watch 04.00 - 08.00 | Larut - Malam Middle watch 00.00 - 04.00 |
|--|---|--|--|---|--|
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

| Waktu - Jaga watch hours | Jam kerja motor induk main engine running hours | Putaran / menit rotation per minute | Penunjukan Putaran rotation counter | Posisi handel bahan bakar fuel handel position | PENDINGIN | | | | | | GAS BUNTING | | | | | |
|-----------------------------|--|--|--|---|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|---|----|----|----|
| | | | | | masuk inlet | keluar outlet | masuk inlet | keluar outlet | masuk inlet | keluar outlet | masuk inlet | keluar outlet | | | | |
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 |
| | | | | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

DISTRIBUSI CAKUPAN
 OHTD : 05.45 FJDE : 09.15
 GYADUP : 06.10
 SHADUP : 06.30

INJECTOR
 INJECTOR
 INJECTOR

FJDE : 21.44

Jumlah jam putaran motor pada jam 12.00 tengah hari
 Total running hours of engine at 12.00 hours

| Malam - Hari First watch 20.00 - 24.00 | Petang - Hari Six watch 16.00 - 20.00 | Siang - Hari Afternoon watch 12.00 - 16.00 | Pagi - Hari Forenoon watch 08.00 - 12.00 | Dini - Hari Morning watch 04.00 - 08.00 | Larut - Malam Middle watch 00.00 - 04.00 |
|--|---|--|--|---|--|
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

| TAKANAN pressure | MOTOR BUNTING/GENERATOR auxiliary engine | MOTOR JAGA engine on duty | Pemanasan dalam 24 jam consumption in 24 hours | | |
|---------------------|---|------------------------------|---|-----------------------|------------------------|
| | | | Stok Bahan Bakar Fuel Oil | Mining Lunas Water | Tempat Stok Storage |
| | | | ML | 0.68 | 7.60 |
| | | | ML | 0.63 | 3.1 |
| | | | ML | 50.950 | 6001 |
| | | | ML | 6001 | 665 |

Keterangan: ...
 KETERANGAN LAIN-LAIN
 ...

LAMPIRAM 14
HASIL TURNITIN

SURAT KETERANGAN HASIL CEK SIMILIARITY
NASKAH SKRIPSI/PROSIDING
No. 1156/SP/PERPUSTAKAAN/SKHCP/02/2023

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

Nama : HAKIM AL MAJID
NIT : 551811216643 T
Prodi/Jurusan : TEKNIKA
Judul : IDENTIFIKASI KEGAGALAN SISTEM PENDINGIN PADA MOTOR BANTU MV. TEMBAGA SEA DENGAN METODE HAZOP

Menyatakan bahwa naskah skripsi/prosiding tersebut telah diperiksa tingkat kemiripannya (*index similarity*) dengan skor/hasil sebesar 27%* (Dua Puluh Tujuh 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, 6 Februari 2023
KEPALA UNIT PERPUSTAKAAN & PENERBITAN



ALEI MARYATI, SH
NIP. 19750119 199803 2 001

*Catatan:

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

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Hakim Al Majid
NIT : 551811216643 T
Tempat/Tanggal lahir : Grobogan, 24 November 1997
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : JL. Mahesa Selatan V/No.583, Kec.
 Pedurungan, Kota Semarang



Nama Orang Tua

Nama Ayah : Suparyono
Nama Ibu : Missiyah Ernawati
Alamat : JL. Mahesa Selatan V/No.583, Kec.
 Pedurungan, Kota Semarang.

Riwayat Pendidikan

1. SDN 02 PALEBON SEMARANG : Lulus tahun 2010
2. SMPN 34 SEMARANG : Lulus tahun 2013
3. SMKN 01 SEMARANG : Lulus tahun 2016
4. PIP Semarang : Masuk tahun 2018

Pengalaman Praktek Laut

1. PT. Amas Iscindo Utama
2. Nama Kapal : MV. Tembaga Sea
3. Masa Praktek : 14/02/2021 – 14/12/2021