



**OPTIMALISASI PENDINGINAN *MAIN ENGINE*  
DENGAN PEMASANGAN *FRESH WATER COOLER* DI  
MT. ANGGRAINI EXCELLENT**

**SKRIPSI**

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

**Oleh :**

**LUQMAN ABDUL KHAMID**

**NIT. 561911227293 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA 1V**

**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN**

**SEMARANG**

**2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**"OPTIMALISASI PENDINGINAN *MAIN ENGINE* DENGAN  
PEMASANGAN *FRESH WATER COOLER* DI MT. ANGGRAINI  
EXCELLENT"**

**DISUSUN OLEH :**

**LUQMAN ABDUL KHAMID**

**NIT. 561911227293 T**

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

Semarang, . . . . ., 2023

Dosen Pembimbing I

Materi



**Dr. DARUL PRAYOGO, M. Pd.**  
Penata Tingkat I (III/d)  
NIP. 19850618 201012 1 001

Dosen Pembimbing II

Metodologi dan Penulisan



**FATIMAH, S. Pd., M. Pd.**  
Penata (III/e)  
NIP. 19750318 200321 2 001

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknika



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

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Optimalisasi pendinginan *main engine* dengan pemasangan *fresh water cooler* di MT. Anggraini Excellent" karya,

Nama : LUQMAN ABDUL KHAMID

NIT : 561911227293

Program Studi : TEKNIKA

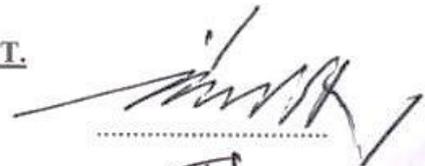
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari WAMIS..., tanggal 13 Juli 2023..

Semarang, 13 Juli 2023.....

### PENGUJI

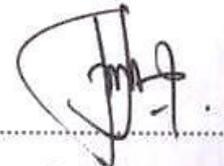
Penguji I : Dr. F. PAMBUDI WIDIATMAKA, M.T.

Pembina (IV/a)  
NIP. 19641126 199903 1 002



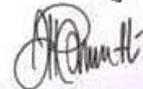
Penguji II : Dr. DARUL PRAYOGO, M.Pd.

Penata Tingkat I (III/d)  
NIP. 19850618 201012 1 001



Penguji III : PRITHA KURNIASIH, M.Sc

Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 19831220 201012 2 003



Mengetahui,

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dr. Capt. TRI CAHYADI, M.H., M.Mar.

Pembina Tingkat I (IV/b)  
NIP. 197307041998031001

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang Bertanda tangan dibawah ini :

Nama : LUQMAN ABDUL KHAMID

NIT : 561911227293 T

Program : TEKNIKA

Skripsi dengan judul “Optimalisasi pendinginan *main engine* dengan pemasangan *fresh water cooler* di MT. Anggraini Excellent”.

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya penelitian 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, 10, 10, 2023

Yang membuat pernyataan,



LUQMAN ABDUL KHAMID  
NIT. 561911217212 T

## HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto :

1. Perubahan tidak akan datang dari kaki yang diam.
2. Jika sudah terbiasa menghadapi badai, mengapa harus mencari tempat teduh hanya karena gerimis kecil.

### Persembahan :

1. Kepada kedua orang tua, Almarhum Bapak Unu Said dan Ibu Siti Fatimah yang senantiasa merawat, mendukung, mendoakan, menasihati, dan mengupayakan apapun termasuk semuanya untuk keberlangsungan kehidupan peneliti dengan baik.
2. Kepada Bapak Amad Narto M. Pd M. Mar. E. selaku Kepala Program Studi Teknika dan selaku Dosen Wali.
3. Kepada Dr. Bapak Darul Prayogo, M. Pd., selaku Dosen Pembimbing Materi dan Ibu Fatimah S. Pd., M. Pd., selaku Dosen Metode Penelitian dan Penulisan.
4. Kepada seluruh rekan angkatan LVI dan senior periode 97 yang selalu memberi semangat dalam penyusunan skripsi.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimalisasi pendinginan *main engine* dengan pemasangan *fresh water cooler* di MT. Anggraini Excellent”. Maksud dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Profesional Sarjana Terapan Pelayaran (S. Tr. Pel) dalam bidang Teknik program D.IV dan Setifikat Kopetensi Ahli Teknik Tingkat III (ATT-III) di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Peneliti berharap semoga skripsi ini berguna bagi pembaca skripsi ini sebaik mungkin.

Dalam penyusunan skripsi ini, peneliti banyak mendapatkan bimbingan, dukungan, dan saran serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini perkenankanlah peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Yth. Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Yth. Bapak H. Amad Narto, M.Pd, M.Mar.E., selaku Ketua Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Yth. Bapak Dr. Darul Prayogo, M. Pd., selaku Dosen Pembimbing Materi Skripsi.
4. Yth. Ibu Fatimah, S. Pd., M. Pd., selaku Dosen Pembimbing Metodologi Penelitian dan Penulisan.

5. Semua Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
  6. Kedua orang tua saya, Ibu Siti Fatimah dan Almarhum Bapak Unu Said serta seluruh keluarga besarku yang sangat aku sayangi dan aku banggakan, terima kasih atas kasih sayangny yang tak terbatas serta doa-doa dan ridhonya.
  7. Yang terhormat Seluruh jajaran direksi dan staff PT. Adovelin Raharja yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan praktek laut.
  8. Teman dan senior periode 97 PIP Semarang khususnya T VIII C yang membantu untuk menyelesaikan skripsi ini.
  9. Serta semua pihak yang telah membantu dan mendukung baik secara moril maupun materil sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
- Akhir kata peneliti berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat serta berguna bagi pembaca. Apabila terdapat kesalahan atau kekurangan dalam skripsi ini penulis mohon maaf yang sebesar – besarnya.

Semarang, 10 Juli, 2023

  
LUQMAN ABDUL KHAMID  
NIT. 561911227293 T

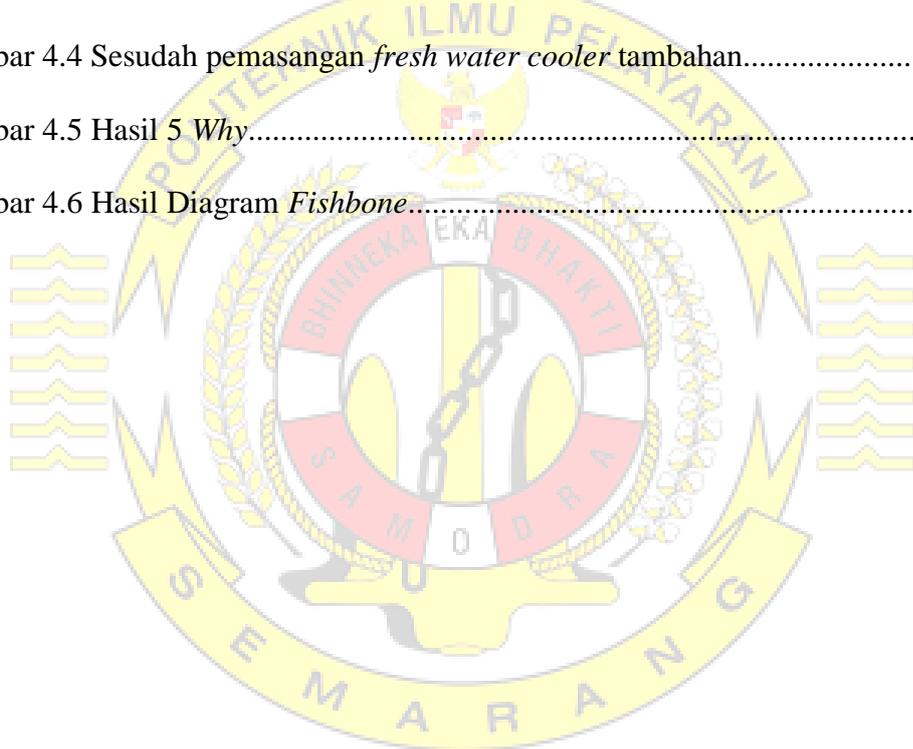
## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAKSI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Fokus Penelitian.....	3
C. Perumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Deskripsi Teori.....	7
B. Kerangka Pikir.....	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Metode Penelitian.....	26
B. Tempat Penelitian.....	27

C. Sampel Sumber Data Penelitian/Informan.....	28
D. Teknik Pengumpulan Data.....	30
E. Instrumen Penelitian.....	33
F. Teknik Analisi Data Kualitatif.....	33
G. Teknik Keabsahan Data.....	38
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Gambaran Konteks Penelitian.....	41
B. Deskripsi Data.....	47
C. Temuan.....	49
D. Pembahasan Hasil Penelitian.....	59
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Simpulan.....	71
B. Keterbatasan Penelitian.....	72
C. Saran.....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>78</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>86</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Pikir Penelitian.....	25
Gambar 3.1 Diagram <i>Fishbone</i> .....	36
Gambar 4.1 Kapal MT. Anggraini Excellent.....	43
Gambar 4.2 <i>Fresh water cooler</i> MT. Anggraini Excellent.....	45
Gambar 4.3 Sebelum pemasangan <i>fresh water cooler</i> tambahan.....	50
Gambar 4.4 Sesudah pemasangan <i>fresh water cooler</i> tambahan.....	53
Gambar 4.5 Hasil 5 <i>Why</i> .....	57
Gambar 4.6 Hasil Diagram <i>Fishbone</i> .....	58



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 <i>Ship Particular</i> MT. Anggraini Excellent.....	44
Tabel 4.2 <i>Ship Particular Machinery</i> MT. Anggraini Excellent.....	45



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Wawancara.....	78
Lampiran 2 Dokumentasi Proses Pemasangan <i>Fresh Water Cooler</i> .....	81
Lampiran 3 <i>Piping Fresh Water Cooler Main Engine</i> .....	84
Lampiran 4 <i>Crew List</i> .....	85



## ABSTRAKSI

**Khamid, Luqman Abdul, 2023.** “*Optimalisasi Pendinginan Main Engine Dengan Pemasangan Fresh Water Cooler Di MT. Anggraini Excellent*”. Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I : Dr. Darul Prayogo, M. Pd., dan Pembimbing II : Fatimah, S. Pd., M. Pd.

Dalam pengoperasian *main engine*, sistem pendinginan memiliki pengaruh yang besar terhadap kinerja *main engine*. Upaya pemasangan *fresh water cooler* sangat penting untuk memaksimalkan pendinginan *main engine*, meningkatkan penyerapan panas pada sistem pendingin dan meningkatkan efisiensi *main engine*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan sebelum pemasangan *fresh water cooler* dan sesudah dilakukan pemasangan *fresh water cooler main engine* dan untuk mengetahui cara memaksimalkan sistem pendinginan pada *main engine*.

Metode penelitian yang digunakan untuk mengkomunikasikan masalah adalah deskriptif kualitatif. Dengan demikian, metode penelitian ini berfokus pada analisis dan pengumpulan informasi. Penelitian kualitatif menggunakan teknik pengumpulan data seperti wawancara, observasi, studi kasus, dan analisis dokumen. Dalam penyampaian masalah, metode analisis data yang penulis gunakan yaitu 2 metode, metode 5 *why* dan metode *fishbone*.

Pemasangan *fresh water cooler* tambahan dapat meningkatkan kapasitas pendinginan dalam sistem dan sebaiknya dalam sistem permesinan lebih diperhatikan lagi terutama pada sistem pendinginan *main engine* karena sebagai sistem pelengkap dalam pengoperasian *main engine*. Diharapkan *crew* mesin untuk meningkatkan pengecekan, pemeliharaan dan perawatan pada sistem pendinginan pada *main engine*. Dengan menjalankan perawatan sesuai *manual book* dengan membersihkan *fresh water cooler* setiap 2 *voyage*, agar komponen sistem pendingin pada *main engine* dapat terjaga dengan aman dan meminimalisir kerusakan merambat lebih luas ke komponen lainnya.

**Kata Kunci** : Optimalisasi, pendinginan, pemasangan, *fresh water cooler*.

## ABSTRACT

**Khamid, Luqman Abdul, 2023.** *“Optimized Installation Of Fresh Water Cooler To Maximize Cooling On The Main Engine At MT. Anggraini Excellent”*. Thesis. Diploma IV Program, Marine Engineering Study Program, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Supervisor I: Dr. Darul Prayogo, M. Pd., and Supervisor II: Fatimah, S. Pd., M. Pd.

In the operation of the main engine, the cooling system significantly influences the performance of the main engine. Efforts to install a freshwater cooler are significant to maximize the cooling of the main engine, increase heat absorption in the cooling system and increase the efficiency of the main engine. The purpose of this study was to find out the differences between installing the fresh water cooler and installing the main engine fresh water cooler and to find out how to maximize the cooling system on the main engine.

The research method used to communicate the problem is descriptive qualitative. Thus, this research method focuses on analysis and information gathering. Qualitative research uses data collection techniques such as interviews, observation, case studies, and document analysis. In addressing the problem, the data analysis method that the author uses is two methods, the five why method, and the fishbone method.

Installing an additional freshwater cooler can increase the cooling capacity in the system. It is better if the machining system pays more attention, especially to the main engine cooling system, because it is a complementary system in the main engine operation. It is expected that the engine crew will improve checking, maintenance, and maintenance of the cooling system on the main engine by carrying out maintenance according to the manual by cleaning the fresh water cooler every two voyages so that the cooling system components on the main engine can be safely maintained and minimize the damage that spreads more widely to other components.

**Keywords:** Optimization, cooling, installing, fresh water cooler.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Pada saat ini, peran kapal dalam jasa pelayaran khususnya angkutan laut menjadi semakin penting. Hal ini disebabkan angkutan laut relatif lebih murah dibandingkan dengan mode transportasi lain. Karena biaya yang lebih murah angkutan laut menjadi pilihan utama baik transportasi untuk penyebrangan maupun pengiriman barang bagi masyarakat Indonesia. Hal ini membuat transportasi laut menjadi sangat penting bagi Indonesia. Kapal menjadi sarana angkutan laut yang terus beroperasi dari satu tempat dan ke tempat lainnya secara berkelanjutan. Untuk itu perlu memastikan angkutan laut yang nyaman, lancar dan aman untuk seluruh awak kapal dan penumpang. Dengan hal ini pentingnya memperhatikan kinerja mesin induk kapal untuk menunjang kelancaran pengoperasian kapal dalam angkutan laut. Mesin induk sebagai penggerak kapal menjadi faktor utama yang sangat mempengaruhi kinerja kapal. Oleh karena itu, performa mesin induk harus dijaga agar dapat digunakan kapanpun dan dimanapun untuk kepentingan angkutan laut. Pada saat mesin induk beroperasi, sistem pendingin berperan sangat penting dalam mengurangi kelebihan panas pada mesin induk (Pratama et al., 2020).

Untuk menghasilkan tenaga penggerak pada kapal dibutuhkan tenaga dari mesin induk. Tenaga yang dihasilkan oleh mesin induk diambil dari hasil pembakaran bahan bakar yang terjadi di ruang bakar mesin. Pembakaran jenis bahan bakar pada mesin induk menghasilkan energi dan panas bersuhu tinggi.

Akibat suhu tinggi yang dihasilkan dari pembakaran di dalam mesin induk, Suhu mesin induk akan meningkat terutama pada komponen yang langsung bersentuhan dengan ruang bakar. Untuk mengurangi panas yang berlebihan diperlukan suatu sistem pendingin (Ziliwu & Tumpu, 2020).

Sistem pendingin pada mesin induk di kapal menggunakan sistem pendingin tidak langsung. Sistem pendingin tidak langsung ini merupakan sistem pendingin mesin yang menggunakan air tawar yang hasilnya untuk mendinginkan mesin induk kemudian air tawar yang didinginkan oleh air laut. Karena mesin induk tidak didinginkan secara langsung oleh air laut, sehingga mesin dapat tahan pada korosi yang diakibatkan oleh air laut. Sistem pendingin ini terdiri dari bagian-bagian yang fungsi utamanya adalah untuk mendinginkan mesin induk. Selain itu, sistem pendingin ini juga mendinginkan *oil cooler* (Subekti et al., 2022).

Menurut (Sroyer et al., 2019), *fresh water cooler* merupakan pesawat bantu yang membantu mengontrol suhu pada sistem pendingin *main engine*, membantu mesin beroperasi secara stabil dan menghindari kerusakan mesin akibat panas yang berlebihan. Mesin induk yang beroperasi dapat menghasilkan panas bersuhu tinggi. Suhu yang sangat tinggi pada mesin induk tidak disarankan, dan jika tidak dilakukan tindakan perbaikan segera, maka kerusakan mesin yang lebih serius akan terjadi.

Dalam pengoperasian *main engine*, sistem pendinginan memiliki pengaruh yang besar terhadap kinerja *main engine*. Pada saat penulis melaksanakan praktik laut, *main engine* di kapal MT. Anggraini Excellent

dioperasikan semaksimal mungkin untuk memenuhi jadwal *berthing time* di *jetty* IWIP Weda, Halmahera. Saat mesin beroperasi secara maksimal sistem pendingin air tawar yang seharusnya setelah didinginkan oleh *fresh water cooler* bersuhu 68-70°C, pendingin air tawar *main engine* melebihi batas maksimal yaitu mencapai 80°C. Karena faktor usia kapal dan kurangnya pemeliharaan rutin pada sistem pendingin *main engine*, dengan izin dari perusahaan dan keputusan bersama dari *crew* mesin KKM (Kepala Kamar Mesin) memutuskan untuk melakukan pemasangan *fresh water cooler* untuk memaksimalkan pendinginan *main engine*, meningkatkan penyerapan panas pada sistem pendingin dan meningkatkan efisiensi *main engine*. Berdasarkan pengalaman penulis dalam praktik laut, penulis tertarik untuk mengambil judul penulisan karya ilmiah ”**Optimalisasi pendinginan *main engine* dengan pemasangan *fresh water cooler* di MT. Anggraini Excellent**”. Upaya pemasangan *fresh water cooler* sangat penting untuk dibahas karena penulis dapat mengetahui seberapa besar peran *fresh water cooler* pada sistem pendinginan *main engine*.

## **B. Fokus Penelitian**

Saat penulisan karya ilmiah ini, penulis dapat mengakumulasi pengalaman dan ilmu yang didapat, namun karena keterbatasan waktu dan materi, maka isi pembahasannya tidak terlalu luas, sehingga penulis hanya fokus pada manfaat pemasangan *fresh water cooler* untuk memaksimalkan sistem pendinginan *main engine* di MT. Anggraini Excellent.

### C. Rumusan Masalah

Untuk mendapatkan efisiensi yang maksimal dari sistem pendingin *fresh water cooler* untuk mendinginkan *main engine*, maka dilakukan modifikasi pada *fresh water cooler* di MT. Anggraini Excellent. Berdasarkan pengalaman saat melakukan praktek laut, penulis dapat menghasilkan karya ilmiah ini. Adapun perumusan masalah yang diperoleh sebagai berikut:

1. Apa perbedaan sebelum pemasangan *fresh water cooler* dan sesudah dilakukan pemasangan *fresh water cooler* pada *main engine* di MT. Anggraini Excellent?
2. Bagaimana cara memaksimalkan sistem pendinginan pada *main engine* di MT. Anggraini Excellent?

### D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dikaitkan dengan rumusan masalah yang jawabannya ditemukan dalam kesimpulan. Tujuan dari penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbedaan sebelum pemasangan *fresh water cooler* dan sesudah dilakukan pemasangan *fresh water cooler main engine* di MT. Anggraini Excellent.
2. Untuk mengetahui cara memaksimalkan sistem pendinginan pada *main engine* di MT. Anggraini Excellent.

## E. Manfaat Hasil Penelitian

Menurut penelitian yang dilakukan, ada berbagai manfaat teoritis dan praktis dari penelitian, yang meliputi:

### 1. Manfaat Teoritis

- a. Penulisan ini dapat menambah pengetahuan serta informasi tentang sistem pendingin *fresh water cooler* pada *main engine* di MT. Anggraini Excellent.
- b. Sebagai informasi tambahan bagi para pembaca dan instansi terkait dan semoga bermanfaat bagi pengembangan sumber daya manusia dan individu menghadapi dunia kerja.
- c. Hasil dari penulisan ini semoga bermanfaat untuk memberikan gambaran kepada masyarakat serta dijadikan sebagai referensi literatur khususnya tentang manajemen pelayaran, dan sebagai referensi untuk menulis karya ilmiah lainnya sehingga menjadi yang terbaik.

### 2. Manfaat praktis

- a. Untuk Masinis

Hasil penulisan diharapkan dapat menjadi pedoman mengenai *fresh water cooler* untuk mendinginkan *main engine* dan memudahkan pekerjaan karena *fresh water cooler* bekerja optimal untuk mendinginkan *main engine*.

b. Untuk Penulis

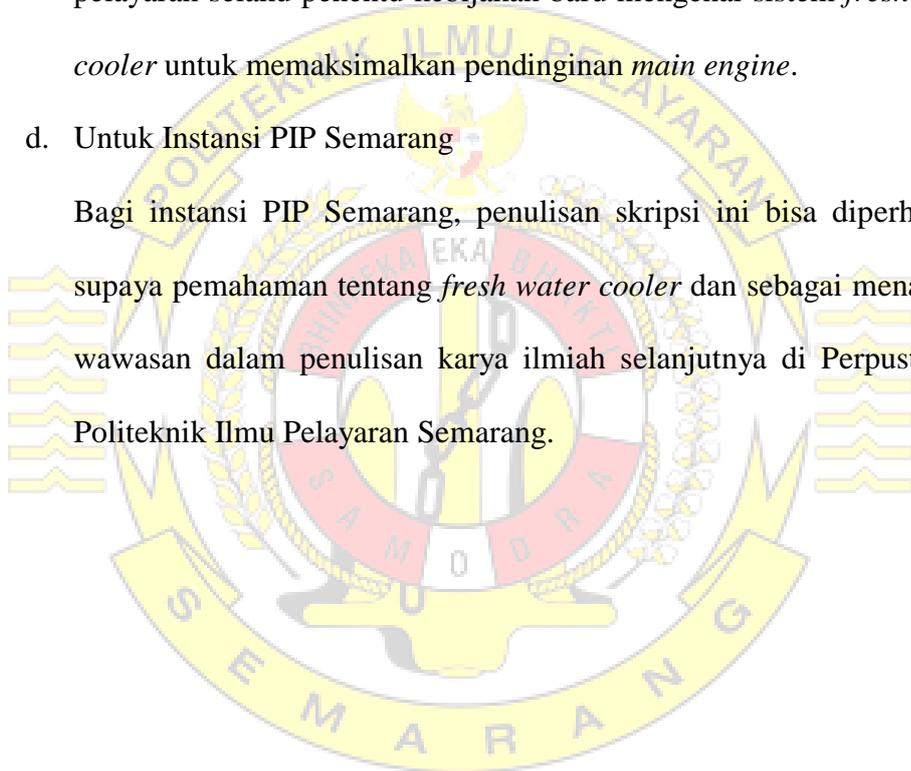
Menambah ilmu serta wawasan dalam *fresh water cooler* dan kemampuan meningkatkan keterampilan dalam penulisan tentang *fresh water cooler* dalam pendingin *main engine*.

c. Untuk Perusahaan Pelayaran

Untuk perusahaan pelayaran hasil ini bisa menjadi acuan perusahaan pelayaran selaku penentu kebijakan baru mengenai sistem *fresh water cooler* untuk memaksimalkan pendinginan *main engine*.

d. Untuk Instansi PIP Semarang

Bagi instansi PIP Semarang, penulisan skripsi ini bisa diperhatikan supaya pemahaman tentang *fresh water cooler* dan sebagai menambah wawasan dalam penulisan karya ilmiah selanjutnya di Perpustakaan Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.



## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **A. Deskripsi Teori**

Deskripsi teori adalah penjelasan yang mendalam dan komprehensif dari berbagai referensi dan uraian yang lengkap. Deskripsi teori mencakup definisi yang jelas dan lengkap mengenai konsep tersebut, serta uraian yang mendalam mengenai elemen-elemen dan karakteristik yang terkait. Sehingga ruang lingkup, letak dan prediksi hubungan antar variabel yang diteliti menjadi lebih jelas dan terarah. Dalam penelitian perlu adanya landasan teori untuk memperkuat pemikiran penulis ketika mempelajari permasalahan yang berhubungan dengan bahan yang akan diteliti.

##### **1. Optimalisasi**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), optimalisasi adalah berasal dari kata dasar optimal yang berarti terbaik, tertinggi, paling menguntungkan, menjadikan paling baik, menjadikan paling tinggi, pengoptimalan proses, cara, perbuatan mengoptimalkan (menjadikan paling baik, paling tinggi, dan sebagainya) sehingga optimalisasi adalah suatu tindakan, proses, atau metodologi untuk membuat sesuatu (sebagai sebuah desain, sistem, atau keputusan) menjadi lebih/sepenuhnya sempurna, fungsional, atau lebih efektif. Optimalisasi adalah pemecahan masalah yang paling baik dengan melihat kendala tertentu untuk meminimalkan faktor yang tidak diinginkan dan memaksimalkan faktor yang diinginkan (Wibowo, 2020).

Optimalisasi disini terdiri dari menemukan hasil terbaik yang dapat dicapai dalam melakukan rencana yang sesuai dengan harapan dan tujuan. Optimal erat kaitannya dengan kriteria untuk hasil yang diperoleh. Optimalisasi melibatkan proses mengidentifikasi dan menerapkan strategi, metode, atau taktik yang paling efektif untuk mencapai hasil yang optimal dalam situasi atau konteks tertentu. Selama proses ini, evaluasi berkelanjutan akan dilakukan untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh memenuhi standar atau kriteria yang telah ditetapkan (Huda, 2018).

Optimalisasi adalah proses peningkatan kinerja atau efisiensi sistem, program, atau proses tertentu dengan mengidentifikasi dan menghilangkan kemacetan atau masalah yang menghambat kinerja optimal. Optimalisasi dapat dicapai dengan melakukan analisis mendalam terhadap sistem, program, atau proses tertentu untuk mengidentifikasi masalah atau hambatan yang menghambat kinerja optimal. Tahap optimalisasi bisa dimulai dari perbaikan atau perubahan, seperti penggunaan teknologi baru, perubahan sistem, atau perbaikan sistem, untuk meningkatkan operasi atau kinerja sistem tersebut. Optimalisasi dicapai dengan mengidentifikasi dan menghilangkan hambatan atau masalah yang menghambat kinerja. Untuk mencapai hasil terbaik, perlu mengidentifikasi hambatan atau masalah yang ada dan kemudian mengambil langkah-langkah untuk menghilangkannya atau meminimalkan dampaknya. Setelah hambatan atau masalah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah mengembangkan

dan menerapkan rencana aksi yang tepat untuk mengatasi atau menghilangkan hambatan tersebut. Perlu dilakukan uji coba atau tes kelayakan untuk mengetahui keefektifan tindakan yang dilakukan. Dengan cara ini, optimalisasi dapat dicapai dengan menghilangkan kendala atau masalah yang menghambat kinerja dan mencapai hasil yang optimal (Rattu et al., 2022).

Optimalisasi bisa direalisasikan dalam hal keteladanan secara baik dan produktif. Optimalisasi disini merujuk pada usaha untuk memaksimalkan efisiensi dan efektivitas dalam mencapai suatu tujuan atau hasil yang diinginkan. Efisiensi mengacu pada kemampuan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan, sedangkan efisiensi mengacu pada penggunaan sumber daya secara optimal untuk mencapai tujuan tersebut. Untuk mencapai tujuan yang diinginkan, optimalisasi harus dilakukan secara tepat dan efektif. Dalam hal ini, penting untuk memperhatikan aspek potensi dan efektivitas pada setiap langkah yang diambil untuk mencapai optimalisasi yang diinginkan (Cahyaningtyas et al., 2020).

Dapat disimpulkan bahwa optimalisasi adalah proses mencapai hasil terbaik dalam mencapai tujuan yang diinginkan. Optimalisasi melibatkan perbaikan atau perubahan sistem untuk mengatasi hambatan dan mencapai standar yang ditetapkan.

## 2. Sistem Pendingin

Menurut (Riko, 2021), sistem pendinginan adalah rangkaian yang mengatasi panas berlebihan pada mesin supaya mesin dapat beroperasi

dengan lancar dan stabil. Panas hasil dari pembakaran di mesin diubah menjadi energi mekanik. Panas yang dihasilkan dari mesin harus segera didinginkan. Oleh karena itu, untuk menjaga suhu mesin supaya stabil memastikan kinerja yang optimal dan untuk mencegah panas berlebih sesuai dengan kekuatan material mesin maka, mesin dilengkapi dengan sistem pendingin.

Sistem pendingin mesin memiliki efek menghilangkan panas yang dihasilkan oleh mesin selama pengoperasian. Panas yang berlebihan dapat merusak komponen mesin dan menurunkan performa mesin. Dengan mendinginkan mesin, sistem pendinginan membantu menjaga mesin dalam kondisi optimal dan meningkatkan umur mesin. Sistem pendinginan juga berperan penting dalam menjaga suhu mesin agar tetap dalam rentang suhu operasi yang ideal. Ketika suhu mesin terlalu rendah, sistem pendinginan membantu mempertahankan suhu yang optimal agar mesin tetap hangat dan dapat beroperasi dengan baik. Dengan menjaga suhu mesin tetap hangat pada suhu operasi idealnya, sistem pendinginan membantu mengoptimalkan kinerja mesin, meningkatkan efisiensi pembakaran, dan mencegah kerusakan yang dapat terjadi akibat suhu mesin yang terlalu rendah. Oleh karena itu, sistem pendingin mesin memegang peranan yang sangat penting dalam menjaga performa dan kehandalan mesin (Feriyanto et al., 2022).

Dapat disimpulkan bahwa sistem pendingin adalah kumpulan komponen yang dirancang untuk mengatasi masalah panas berlebihan

pada mesin. Fungsinya adalah untuk melepas panas yang dihasilkan oleh mesin dengan mentransfernya menuju media pendingin. Dengan melakukan kontrol terhadap suhu mesin, sistem pendinginan membantu mencegah kerusakan yang disebabkan oleh panas berlebih dan juga memperpanjang umur mesin. Dengan demikian, sistem pendinginan berperan penting dalam menjaga kinerja optimal dan kehandalan mesin dalam berbagai aplikasi.

a. Macam-macam sistem pendingin

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

1) Sistem pendingin langsung (terbuka)

Menurut (Ilham, 2022), sistem pendinginan terbuka atau langsung adalah sistem pendinginan yang mengalirkan air laut langsung ke komponen mesin. Air laut yang digunakan sebagai pendingin langsung yang dialirkan dari sea chest kapal kemudian disirkulasikan oleh pompa air laut setelah melakukan pendinginan pada komponen mesin, air laut dibuang ke laut melalui sistem saluran pembuangan. Sistem pendingin langsung biasa digunakan pada kapal dan kapal induk karena air laut tersedia dalam jumlah yang cukup dan dapat digunakan sebagai media pendingin. Sistem ini digunakan dalam komponen *cooler* atau *condensor*.

## 2) Sistem pendingin tidak langsung (tertutup)

Menurut (Yando et al., 2021), sistem pendingin tidak langsung atau tertutup adalah metode pendinginan yang menggunakan cairan pendingin, seperti air tawar atau cairan pendingin khusus, untuk menyerap panas dari mesin. Panas yang diserap kemudian dilepaskan melalui pertukaran panas. Sistem ini sering digunakan pada kendaraan darat, laut, dan udara karena ketersediaan yang lebih mudah daripada air laut. Efisiensi sistem pendingin tertutup dapat mendinginkan semua bagian mesin secara merata. Selain itu, risiko karat pada komponen mesin juga lebih rendah karena tidak ada kontak langsung dengan air laut. Dengan demikian, sistem pendingin tidak langsung menjadi pilihan yang baik untuk menjaga suhu mesin tetap terkendali dan mengoptimalkan kinerja mesin pada berbagai jenis kendaraan.

### b. Prinsip kerja sistem pendingin

Sistem pendingin kapal berfungsi untuk menjaga suhu mesin agar tetap optimal. Prinsip operasinya melibatkan penggunaan air tawar dan air laut sebagai media pendingin yang mengalir melalui pipa-pipa pendingin di dalam mesin. Dengan adanya sistem pompa pendingin yang efektif, suhu mesin dapat terjaga dengan baik, risiko *overheating* dapat dikurangi, dan mesin dapat beroperasi secara efisien dan andal. Hal ini sangat penting dalam menjaga performa dan keandalan kapal saat berlayar di perairan yang beragam suhunya. Saat air tawar

menyerap panas dari mesin, air laut mengalir melalui pendingin air tawar yang sudah didinginkan oleh air laut yang bersirkulasi dari tangki penyimpanan air tawar kapal. Air tawar yang telah didinginkan kembali menyerap panas dari mesin, dan siklus pendinginan terus berlanjut. Sistem pendingin kapal dilengkapi dengan pompa pendingin yang berperan penting dalam menjaga suhu mesin agar tetap dalam batas yang aman dan optimal. Pompa pendingin bertugas memompa air laut dan air tawar untuk memastikan sirkulasi yang lancar di dalam sistem pendingin (Raja, 2021).

### 3. *Main Engine*

*Main engine* atau dalam bahasa Indonesia mesin induk adalah mesin utama kapal yang bertugas untuk mendorong kapal melewati air. Penggerak utama kapal biasanya terdiri dari mesin diesel atau motor listrik yang menghasilkan tenaga untuk menggerakkan baling-baling kapal atau sistem penggerak lainnya. Pada umumnya mesin yang sering digunakan dalam pelayaran menggunakan mesin diesel karena lebih mudah perawatannya dan lebih tahan dalam pengoperasiannya untuk pelayaran jarak jauh. Mesin diesel memiliki perawatan yang relatif lebih mudah dibandingkan dengan jenis mesin lainnya. Mesin diesel memiliki sistem pelumasan yang efisien dan memerlukan sedikit pemeliharaan rutin. Hal ini membuatnya lebih praktis dan dapat diandalkan dalam kondisi perjalanan jarak jauh di laut. Mesin diesel memiliki daya tahan yang baik dan mampu beroperasi dengan baik dalam jangka waktu yang lama. Mesin

diesel dirancang untuk memberikan keandalan dan ketahanan yang tinggi, sehingga cocok untuk pelayaran jarak jauh yang membutuhkan konsistensi dan kestabilan performa mesin. Selain itu, mesin diesel juga memiliki efisiensi bahan bakar yang tinggi. Mesin diesel mampu mengubah bahan bakar menjadi energi mekanik dengan efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan jenis mesin lainnya. Hal ini berarti penggunaan bahan bakar lebih efisien dan menghasilkan lebih sedikit emisi, menjadikannya pilihan yang ramah lingkungan. Mesin diesel beroperasi dengan cara mengubah energi termal yang dihasilkan dari reaksi kimia antara bahan bakar dan udara menjadi energi mekanik. Proses ini terjadi dalam ruang bakar mesin diesel. Udara yang sudah dikompresi secara tinggi oleh piston memasuki ruang bakar. Kemudian, bahan bakar diesel disemprotkan ke dalam ruang bakar dengan tekanan yang tinggi. Pembakaran bahan bakar bisa terjadi karena tingginya tekanan udara di dalam ruang bakar yang di kompresi oleh piston. Selain itu, bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar untuk menghasilkan tenaga mekanik pada piston kemudian mendorong poros engkol (*crankshaft*) (Stefanus Pangandaheng, 2022).

Mesin induk adalah jenis mesin yang mengoperasikan piston sebagai komponen penggerak utama. Dalam mesin ini, panas dan tekanan yang dihasilkan oleh proses pembakaran di dalam silinder dikonversi menjadi energi mekanik melalui gerakan bolak-balik piston. Gerakan ini kemudian ditransformasikan menjadi energi putar melalui mekanisme poros engkol,

yang terdiri dari batang penghubung dan engkol, yang terhubung dengan gaya yang dihasilkan oleh piston. Dalam proses kerjanya, mesin induk menghasilkan gerakan piston yang berulang kali naik turun dalam silinder, dan gerakan ini dikendalikan oleh poros engkol. Gerakan bolak-balik piston menghasilkan gerakan putar pada poros engkol, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan bagian-bagian mesin lainnya, seperti baling-baling atau sistem penggerak lainnya. Dengan memanfaatkan energi termal yang dihasilkan oleh proses pembakaran, mesin induk mampu mengkonversi energi panas menjadi energi mekanik dengan efisiensi yang baik. Gerakan piston yang terjadi secara teratur dan terkendali menjaga kelancaran operasi mesin induk, sehingga mesin ini digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk kapal-kapal, untuk menghasilkan daya yang diperlukan dalam menggerakkan berbagai komponen atau sistem. Mesin induk pada kapal umumnya menggunakan bahan bakar fosil, seperti solar atau minyak berat, sebagai sumber energi untuk menghasilkan tenaga mekanik. Tenaga mekanik tersebut digunakan untuk menggerakkan baling-baling kapal. Baling-baling kemudian menciptakan daya dorong yang diperlukan agar kapal dapat bergerak di dalam air (Andi Santoso, 2021).

Dalam pembakaran, ada dua jenis mesin utama yang berbeda dalam cara menghasilkan tenaga untuk menggerakkan baling-baling kapal yaitu:

- 1) Mesin induk pembakaran dalam (*internal combustion*)

Mesin pembakaran dalam merupakan jenis mesin yang menggunakan bahan bakar cair atau gas, seperti diesel atau gas alam, untuk menghasilkan energi mekanik yang digunakan untuk menggerakkan baling-baling kapal. Energi yang dihasilkan dari proses pembakaran digunakan untuk menggerakkan piston dalam silinder, yang kemudian menghasilkan tenaga mekanik yang ditransfer melalui mekanisme penggerak ke baling-baling kapal. Mesin ini dirancang untuk memberikan daya yang cukup besar dengan ukuran dan berat yang relatif kecil, sehingga memungkinkan kapal untuk beroperasi dengan lebih efisien dan ekonomis. Efisiensi ini berarti bahwa mesin pembakaran dalam mampu mengkonversi sebagian besar energi yang dihasilkan dari pembakaran menjadi energi mekanik, sehingga meminimalkan pemborosan energi. Bahan bakar yang digunakan, seperti diesel atau gas alam, umumnya lebih ekonomis dan tersedia secara luas. Hal ini mengurangi biaya operasional kapal dan membuat mesin pembakaran dalam menjadi pilihan yang lebih hemat biaya dalam jangka panjang. Contoh: mesin bensin, mesin turbin, mesin diesel dan lain-lainya.

2) Mesin induk pembakaran luar (*external combustion*)

Mesin pembakaran luar menggunakan bahan bakar padat atau cair, seperti kayu atau minyak, untuk menghasilkan energi panas melalui proses pembakaran. Energi panas ini kemudian

digunakan untuk menghasilkan energi mekanik yang menggerakkan baling-baling kapal. Mesin pembakaran luar umumnya digunakan pada kapal-kapal penumpang dan kapal-kapal barang pada abad ke-19 dan awal abad ke-20. Mesin ini telah memberikan dorongan besar dalam mengubah industri perkapalan dengan meningkatkan efisiensi dan kecepatan kapal. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi, mesin pembakaran dalam yang lebih efisien dan canggih telah menggantikan mesin pembakaran luar sebagai sumber daya utama dalam kapal modern. Contoh: mesin uap, turbin uap dan lain-lainnya.

#### 4. Sistem pemasangan

Menurut (Persada, 2018), pemasangan (*installation*) adalah proses atau suatu pekerjaan memperbaiki atau memasang sesuatu. Instalasi dapat mencakup beberapa tahap, seperti perencanaan, pemasangan, pengujian dan pengoperasian. Setiap tahap harus dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan instalasi dapat berjalan dengan lancar dan berfungsi dengan baik setelah pemasangan. Dengan melakukan pemasangan yang benar dan hati-hati, peralatan atau sistem yang terpasang dapat berfungsi dengan baik dan membantu meningkatkan efisiensi atau performa kerja. Seperti alat atau sistem dengan menyatukan dan membangun objek tertentu sebagai referensi dan mempunyai nilai fungsi.

Proses pemasangan terdiri dari langkah-langkah menyatukan komponen dengan benar dan memastikan semuanya berfungsi dengan baik setelah pemasangan. Komponen harus dipasang dengan benar, mengikuti petunjuk yang diberikan dan memastikan sambungan antar komponen terpasang dengan benar. Setelah dilakukan pemasangan, harus dilakukan pengujian fungsi dari sistem untuk memastikan semuanya bekerja dengan baik dan sesuai kebutuhan. Dengan ini, pemasangan dapat meringankan sistem dalam mencapai tujuan dan meningkatkan efisiensi dan produktivitas sistem. Untuk proses pemasangan dapat dilakukan oleh seorang profesional atau oleh individu dengan keterampilan dan pengetahuan yang dimiliki untuk melakukan tugas tersebut (Faruq et al., 2022).

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa pemasangan adalah proses memperbaiki atau memasang sesuatu dengan hati-hati dan benar. Setelah pemasangan selesai, pengujian fungsi sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai yang diharapkan.

#### 5. *Fresh water cooler*

##### a. Pengertian *fresh water cooler*

*Fresh water cooler* dapat disebut juga pendingin air tawar merupakan bagian dari mesin induk berfungsi sebagai sistem pendingin. *Fresh water cooler* yaitu pesawat bantu untuk menurunkan panas/suhu yang tinggi menjadi suhu yang rendah dan media yang didinginkan tidak berubah wujud. Dalam pengoperasiannya, *fresh*

*water cooler* menggunakan air atau cairan lain sebagai media pendinginnya, mengalir melalui pipa atau saluran yang terhubung dengan media yang akan didinginkan. Proses pendinginan dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti konduksi, konveksi atau radiasi, tergantung dari jenis sistem pendingin dan media yang akan didinginkan. Selama proses pendinginan, *fresh water cooler* harus beroperasi dengan benar dan teratur, dengan mempertimbangkan suhu cairan pendingin, laju aliran cairan pendingin, dan suhu media yang didinginkan. Hasilnya, pendingin air bersih membantu memperpanjang umur alat berat dan sistem, meningkatkan produktivitas, dan mengurangi biaya perawatan. Selain itu juga bertujuan untuk menjaga suhu mesin dalam batas yang diperbolehkan berdasarkan ketahanan bahan mesin, karena ketahanan bahan akan menurun seiring dengan kenaikan suhu (*overheating*) (Irfan, 2021).

Menurut (Hanafi et al., 2019), *fresh water cooler* berfungsi untuk mendinginkan air tawar yang digunakan dalam mesin melalui pipa atau saluran yang terhubung ke pendingin air tawar. Air tawar yang menyerap panas dari dalam mesin atau sistem dan kemudian didinginkan oleh air laut yang mengalir melalui pendingin air tawar. Sesudah melalui proses pendinginan, air tawar masuk kembali ke mesin untuk melakukan pendinginan kembali pada mesin. Sistem pendingin ini mendinginkan suhu media ke tingkat yang lebih rendah tanpa mengubah bentuk media.

Menurut (M Abbhi Seka Reynaldi, 2022), *fresh water cooler* adalah salah satu cairan yang berfungsi menyerap panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di dalam silinder. Pendinginan mesin dilakukan untuk menjaga kestabilan temperatur di seluruh komponen mesin, agar temperatur tidak menghasilkan panas terlalu tinggi akibat pembakaran bahan bakar di dalam silinder dan terjadinya gesekan.

Kesimpulan dari penjelasan diatas yaitu *fresh water cooler* adalah perangkat yang mendinginkan air tawar dari mesin melalui pipa dan didinginkan oleh air laut. Dengan menjaga suhu media rendah tanpa mengubah bentuknya.

b. Cara kerja *fresh water cooler*

Sistem pendingin air tawar pada mesin kapal bekerja dengan cara memindahkan panas dari air tawar yang digunakan untuk mendinginkan mesin ke air laut atau air sungai yang digunakan untuk mendinginkan air tawar. Perpindahan panas ini terjadi melalui pipa-pipa kecil yang dilengkapi dengan banyak sirip pembatas yang terpasang pada pipa-pipa tersebut. Sistem ini dimulai dari tangki penyimpanan air tawar yang mengisi *expansion tank*. *Expansion tank* berfungsi mengisi air tawar ke sistem pendingin *main engine* bila terjadi pengurangan/penguapan. Kemudian air tawar melalui *fresh water cooler pump* dipompa menuju *main engine*, kemudian masuk ke *jacket cooling* dan kemudian naik ke *cylinder head* dan katup buang.

Air tawar tersebut berfungsi sebagai media pendingin yang menyerap panas hasil pembakaran dan kompresi pada *main engine*. Setelah mendinginkan *main engine*, air tawar masuk kedalam *fresh water cooler* untuk didinginkan di dalam pipa-pipa kapiler dengan media pendingin air laut berada diluar pipa-pipa kapiler. Setelah air tawar tersebut mencapai suhu yang didinginkan, air tersebut masuk kembali ke *main engine* untuk melakukan pendinginan kembali (Pongkessu et al., 2018).

Air tawar yang mengalir ke *fresh water cooler* melalui pompa yang akan keluar menuju ke bagian mesin lalu air tawar melewati *block* silinder, kepala silinder, dan silinder *liner* kemudian menuju rongga-rongga yang terdapat di *water jacket* untuk menetralkan suhu mesin yang panas akibat pembakaran dan gesekan di dalam mesin pembakaran. Setelah air tawar bersirkulasi melewati bagian dalam mesin, air tawar kembali masuk kedalam *fresh water cooler* yang akan di dinginkan oleh air laut, air laut yang masuk ke *fresh water cooler* akan mengalir dan seterusnya (Ziliwu & Tumpu, 2020).

c. Bagian-bagian *fresh water cooler*

Sebuah *fresh water cooler* terdiri dari beberapa bagian seperti berikut:

1) *Tube*

*Tube* pada *cooler* adalah pipa-pipa kecil yang berfungsi sebagai tempat mengalir air laut yang selanjutnya akan mendinginkan air

tawar yang mengalir di sekitarnya. Pipa-pipa ini berbahan dasar logam aluminium atau tembaga yang bersifat baik untuk memindahkan panas dan tahan terhadap korosi. Untuk memaksimalkan proses pertukaran panas maka pipa-pipa kecil ini dibuat dengan ukuran yang sesuai kebutuhan *cooler*. Dalam penggunaan *fresh water cooler* jarak antara pipa-pipa, jumlah pipa dan diameter pipa yang dipilih berdasarkan kapasitas pendinginan dan jumlah air yang akan didinginkan. *Tube* pada *cooler* adalah komponen utama yang berfungsi dalam proses pertukaran panas pada *fresh water cooler* (Irfan, 2021).

## 2) *Shell*

*Shell* pada *cooler* berfungsi sebagai tempat untuk memindahkan panas dari air tawar ke *tube* atau pipa-pipa kecil yang berisi air laut. *Shell* pada *fresh water cooler* terbuat dari bahan logam seperti aluminium atau baja yang kuat dan tahan lama untuk menampung aliran air tawar. Proses pendinginan dalam *shell fresh water cooler* melibatkan aliran air laut dari pompa ke dalam pipa-pipa kecil atau *tube* yang terdapat di dalam *shell*. Selama air laut mengalir melalui pipa-pipa kecil atau *tube* dalam sistem pendingin, terjadi pertukaran panas antara air laut dan air tawar yang mengalir di sekitarnya. Dengan demikian, melalui proses aliran air laut dari pompa ke dalam pipa-pipa kecil atau *tube* yang terdapat pada *shell*, *shell fresh water cooler* memainkan peran yang penting dalam

sistem pendinginan kapal untuk menjaga suhu mesin tetap terkendali dan optimal (Prasetyo, 2019).

### 3) *Baffle*

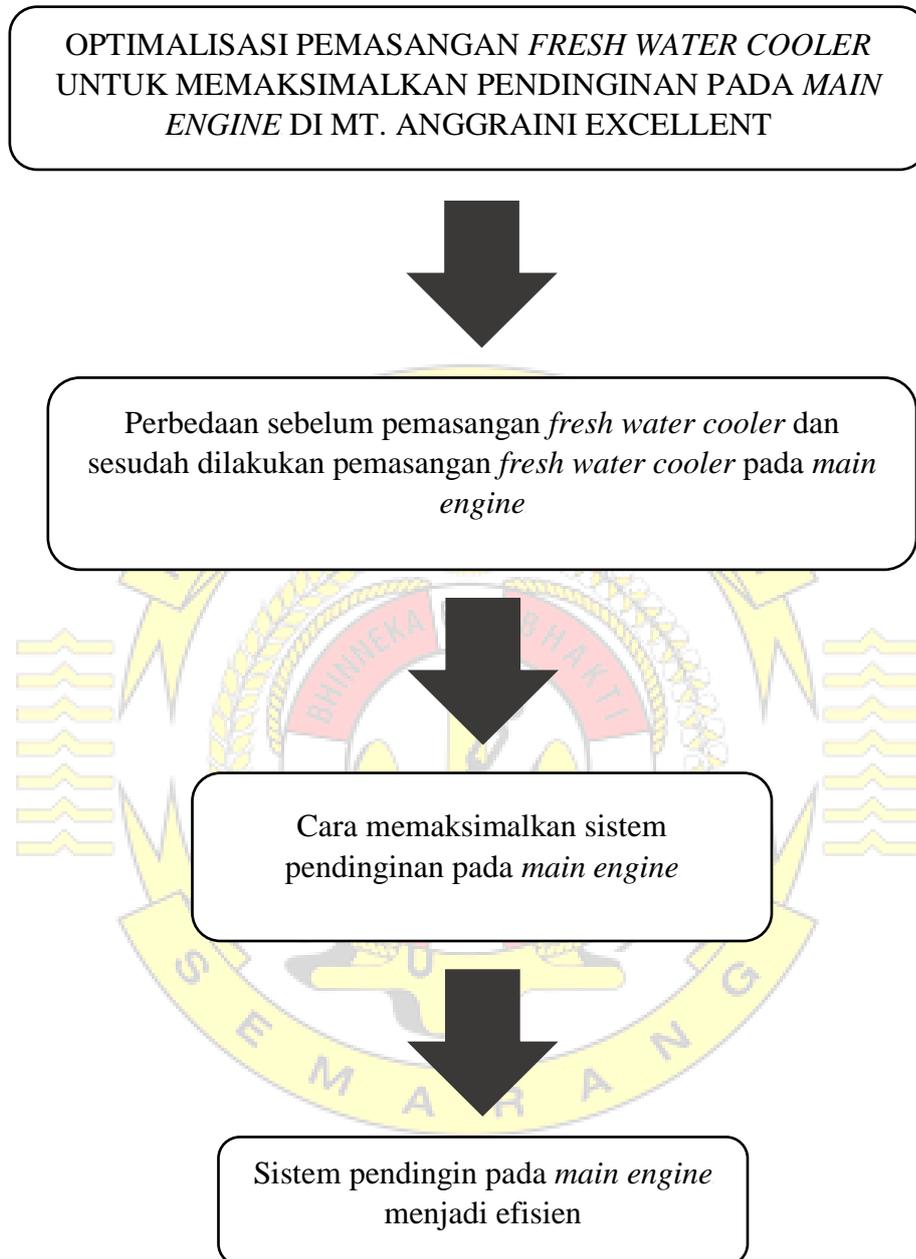
*Baffle* sebagai pembatas berbentuk plat datar yang mengarahkan aliran air tawar yang bersentuhan dengan tube atau pipa-pipa kecil sehingga terjadi perpindahan panas. Komponen ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi perpindahan panas antara air tawar yang mengalir melalui pipa dan udara yang mengalir di sekitarnya. *Baffle* dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mengarahkan air tawar untuk mengubah arah dan menciptakan turbulensi pada aliran. Dengan turbulensi aliran air tawar, kontak antara air dan permukaan pipa akan meningkat, dan perpindahan panas antara air dan udara akan lebih efisien. Oleh karena itu, dengan menggunakan sekat, efisiensi pendinginan pendingin dapat ditingkatkan dan suhu air bersih yang keluar dari pendingin dapat lebih rendah. Komponen ini terbuat dari bahan yang tahan korosi dan tahan panas, seperti logam atau plastik. *Baffle* juga dapat dirancang dalam berbagai ukuran dan bentuk tergantung pada konfigurasi elemen pendingin yang digunakan pada mesin tertentu (Ayu Fatikha Sari, 2019).

#### d. Prinsip kerja *fresh water cooler*

Dalam hukum termodinamika, jika dua permukaan saling bersentuhan, maka akan ada perpindahan panas yang terjadi

secara konduksi. Dalam *fresh water cooler* ini berkaitan dengan pertukaran panas antara air laut atau air tawar yang bersirkulasi di sekitar *tube* atau tabung dengan air dingin yang bersirkulasi di dalam *tube* atau tabung tersebut. Proses pendinginan dimulai dengan memompa air laut ke dalam pipa-pipa kecil. Selama air laut mengalir melalui pipa-pipa kecil tersebut, panas dari air tawar yang mengalir di serap oleh pipa-pipa kecil. Kemudian air laut yang sudah menyerap panas kembali ke laut, sistem pendingin air tawar biasanya dipasang pada jalur sirkulasi cairan pendingin utama yang mengalir dari mesin melalui pompa cairan pendingin dan ke bagian-bagian mesin yang perlu didinginkan. Pendinginan air tawar melalui pendingin air tawar membantu menurunkan suhu cairan pendingin utama sebelum kembali ke mesin, membantu menjaga suhu mesin pada suhu ideal (Subekti et al., 2022).

## B. Kerangka Penelitian



Gambar 2.1 Kerangka Pikir Penelitian

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Berdasarkan masalah yang telah dibahas dan hasil dari penelitian tentang optimisasi pemasangan *fresh water cooler* untuk meningkatkan pendinginan pada *main engine* di MT. Anggraini Excellent, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perbedaan sebelum pemasangan *fresh water cooler* dan sesudah dilakukan pemasangan *fresh water cooler* pada *main engine*, yaitu sebelum pemasangan *fresh water cooler* tambahan pada *main engine*, kinerja *fresh water cooler* tidak optimal yang mengakibatkan tingginya suhu pendingin pada *main engine* dan kinerja mesin tidak optimal. Sesudah dilakukan pemasangan *fresh water cooler* tambahan pada *main engine*, sistem pendingin pada *main engine* lebih meningkat dan operasional *main engine* lebih efisien.
2. Cara memaksimalkan sistem pendinginan pada *main engine*, yaitu dengan melakukan pemasangan *fresh water cooler* tambahan pada sistem memiliki manfaat dalam menjaga kerja mesin utama dan mencegah risiko *overheating*. Dengan melaksanakan perawatan membersihkan *fresh water cooler* setiap 2 *voyage* sesuai jadwal yang telah ditetapkan, dapat mengoptimalkan kerja *main engine* dan meningkatkan sistem pendinginan pada *main engine*.

## B. Keterbatasan Penelitian

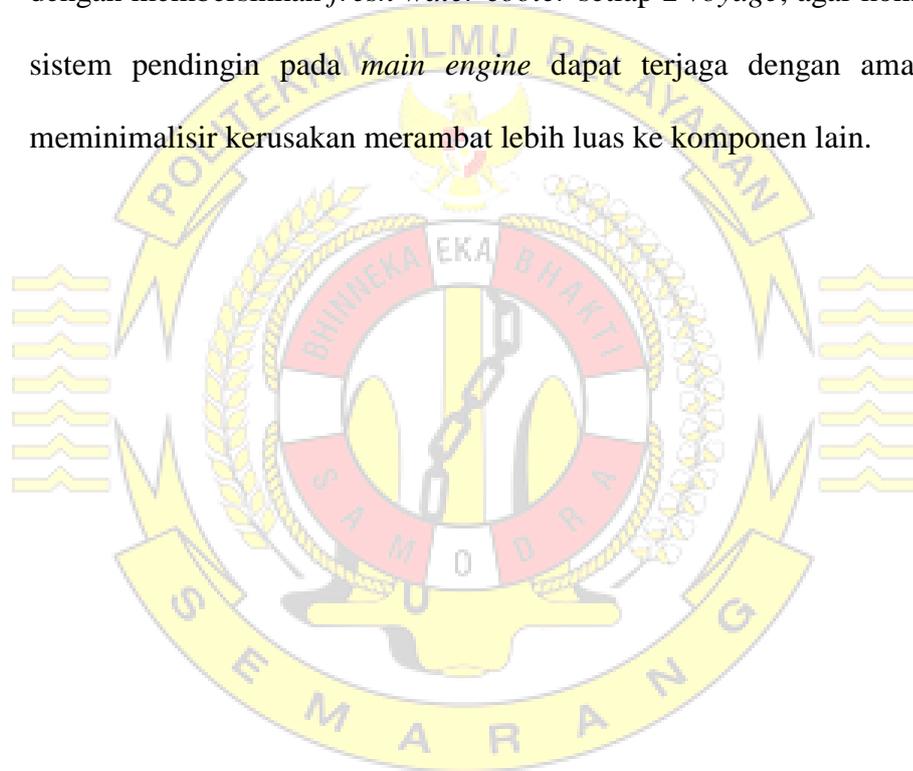
Selama pelaksanaan penelitian ini, terdapat beberapa keterbatasan yang dapat dijadikan acuan bagi peneliti berikutnya untuk memperoleh hasil penelitian yang lebih baik. Selain itu, diperlukan upaya maksimal dalam mencari sumber informasi yang relevan. Berikut adalah keterbatasan dalam melakukan observasi:

1. Penulis melakukan penelitian ini hanya terfokus pada pemasangan *fresh water cooler* tambahan dan cara yang dilakukan untuk memaksimalkan sistem pendingina pada *main engine*.
2. Penulis melakukan penelitian tentang pentingnya pemasangan *fresh water cooler* dalam sistem pendinginan pada *main engine* berdasarkan sumber dari wawancara dan terbatasnya referensi serta pengumpulan data secara observasi.
3. Penelitian yang dilakukan terbatas karena sarana prasara yang kurang memadai.

## C. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah disusun peneliti, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan terkait dengan permasalahan yang dibahas sebelumnya. Tujuan dari saran ini adalah agar permasalahan serupa di atas kapal dapat segera diselesaikan dan saran ini dapat digunakan sebagai pedoman atau petunjuk untuk mencegah terjadinya permasalahan yang terjadi kemudian. Adapun saran yang ingin disampaikan penulis sebagai berikut:

1. Sebaiknya dalam sistem permesinan lebih diperhatikan lagi terutama pada sistem pendinginan *main engine* karena sebagai sistem pelengkap dalam pengoperasian *main engine*.
2. Diharapkan *crew* mesin untuk meningkatkan pengecekan, pemeliharaan dan perawatan pada sistem pendinginan pada *main engine*.
3. Sebaiknya menjalankan perawatan yang sesuai dengan *manual book* dengan membersihkan *fresh water cooler* setiap 2 *voyage*, agar komponen sistem pendingin pada *main engine* dapat terjaga dengan aman dan meminimalisir kerusakan merambat lebih luas ke komponen lain.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alfansyur, Andarusni. & Mariyani, (2020). *Seni Mengelola Data : Penerapan Triangulasi Teknik , Sumber Dan Waktu pada Penelitian Pendidikan Sosial. HISTORIS: Jurnal Kajian, Penelitian & Pengembangan Pendidikan Sejarah*, 5(2), 146–150.
- Cahyaningtyas, Intan. (2020). *Optimalisasi Sistem Gas Lembang Untuk Penanganan Muatan Crude Oil di MT. Galunggung*. In Meteor STIP Marunda (Vol. 13, Issue 1). <https://doi.org/10.36101/msm.v13i1.114>
- Coccia, Mario. (2018). *The Fishbone Diagram to Identify, Systematize and Analyze the Sources of General Purpose Technologies*. 4(4), 291–303.
- De Fretes, Richard. (2022). *Analisis Penyebab Kerusakan Transformator Menggunakan Metode Rca (Fishbone Diagram and 5-Why Analysis) Di PT. PLN (Persero) Kantor Pelayanan Kiandarat*. 16(2), 117–124. <https://doi.org/10.30598/arika.2022.16.2.117>
- Faruq, Abdul Hafih A., Sutrisno, Imam., Iskandar., Suwondo, Lie. & Wiratno, Daviq. (2022). *Optimalisasi Pemasangan Radar Untuk Memperbaiki dan Mengurangi Bahaya Kegagalan Navigasi di Atas Kapal*. Jurnal Kewarganegaraan.
- Hanafi, Fikri. (2019). *Dampak Menurunnya Tekanan Pompa Pendingin Air Laut Terhadap Fresh Water Cooler Dampak Menurunnya Tekanan Pompa Pendingin Air Laut Terhadap Fresh Water Cooler*.
- Harahap, Nursapia. (2020). *Penelitian Kualitatif*.
- Huda, Mohammad Nurul. (2018). *Optimalisasi Sarana dan Prasarana dalam*

- Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa*. *Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 6(2), 59.
- Irfan. (2021). *Perawatan Dan Perbaikan Fresh Water Cooler Untuk Menunjang Kinerja Mesin Induk Di Kapal Tb. Asl Progress*. 1(69), 5–24.
- Kawasati, Iryana Risky. (2019). *Teknik Pengumpulan Data Metode Kualitatif*. *Ekonomi Syariah Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Sorong*, 21(58), 99–104.
- Persada, Nyoman Gema Endra. (2018). *Seni Instalasi Utilitas Ekspos Pada Bangunan Bertema Industrial*. *SENADA (Seminar Nasional Desain Dan Arsitektur)*, 1, 456–463.
- Pongkessu, Paulus., Pesulima, Yopie., Nari, Henny Pasandang. & Sirman, Adnan Mahadir. (2018). *Analisis Pengaruh Perubahan Temperatur Air Pendingin Terhadap Kinerja Fresh Water Cooler Pada Mesin Induk Di Kapal MV. Kalla Lines XV*. *Jurnal VENUS*, 6(12), 94–109.
- Prasetyo, Aji. (2019). *Optimalisasi Sistem Pendingin Air Tawar Pada Mesin Induk Km. Sinar Papua Di Pt. Janata Marina Indah*. *The Russian Union Catalog of Scientific Literature (Russian)*, 19(6), 1020–1026.
- Pratama, Edgar., Nasri, & Ritonga, Ali Imron. (2020). *Optimalisasi Kinerja MGPS Pada Sistem Pendinginan di Kapal MT. Ketaling*. *Dinamika Bahari*, 1(1), 71–78. <https://doi.org/10.46484/db.v1i1.172>
- Rattu, Praysi N., Pioh, Novie R. & Sampe, Stefanus. (2022). *Optimalisasi Kinerja Bidang Sosial Budaya Dan Pemerintahan Dalam Perencanaan Pembangunan (Studi Di Kantor Badan Perencanaan Pembangunan*,

- Penelitian Dan Pengembangan Daerah Kabupaten Minahasa*). *Jurnal Governance*, 2(1), 1–9.
- Reynaldi, M. Abbhi Seka. (2022). *Pengaruh Fresh Water Cooler Sebagai Penunjang Kinerja Mesin Induk KM Kendhaga Nusantara 9*. *Angewandte Chemie*, 2013–2015.
- Rijali, Ahmad. (2019). *Analisis Data Kualitatif*. 17(33), 81.  
<https://doi.org/10.18592/alhadharah.v17i33.2374>
- Santoso, Riko Andy. (2021). *Penyebab Mesin Induk MTU 4000m93 Tidak Berputar Ketika Udara Pejalan Sudah Di Supply Di Kapal KN*. *Alugara P*. 114 KPLP TANJUNG PRIOK.
- Sari, Ayu Fatikha. (2019). *Shell and Tube Heat Exchanger Design pada Heater dengan Pemanas Steam pada Ethanolamine Plant*.
- Sroyer, Demianus W., Zaki, M., Abrori, Latif., Sidhi, Sigit D. P. (2019). *Perawatan Fresh Water Cooler Pada Sistem Pendinginan Mesin Diesel Penggerak Generator Listrik Di Kapal Navigasi Milik Distrik Navigasi Kelas I Ambon* *Fresh Water Cooler Treatment in the Diesel Engine Cooling System of Electric Generator in Navigation Ship*. *Aurelia Journal*, 1(1), 1–11.
- Subekti, Joko., Wibowo, Waris., Ningrum, Astriawati. & Fadholi, Muhammad Hamzah. (2022). *Optimalisasi Perawatan Sistem Pendingin Mesin Utama Tipe Hansin GLU28AG Pada Kapal*. *Dinamika Bahari*, 3(1), 60–68.  
<https://doi.org/10.46484/db.v3i1.303>
- Sutriani, Elma. & Octaviani, Rika. (2019). *Analisis Data Dan Pengecekan Keabsahan Data*. *INA-Rxiv*, 1–22.

Wibowo, Bagus Ajie. (2020). *Optimalisasi Hatch Cover Macgregor Terhadap Kegiatan Bongkar Muat Di Mv Kt 02.*

Ziliwu, Bobby Wisely. & Tumpu, Mula. (2020). *Perawatan Sistem Pendingin.*  
Akselerator : Jurnal Sains Terapan Dan Teknologi, 1(1), 11–19.



## LAMPIRAN I

### 1. Wawancara 1 dengan KKM

Peneliti : "Selamat sore *chief*, mohon ijin bertanya *chief* tentang pemasangan *fresh water cooler* tambahan pada *main engine*. Mohon ijin bagaimana pendapat anda tentang hal ini *chief*?"

KKM : "Pendapat saya tentang pemasangan *fresh water cooler* tambahan ini sangat penting untuk menjaga kinerja optimal dan keandalan *main engine* pada kapal. Pemasangan *fresh water cooler* tambahan juga menjaga agar suhu mesin tetap stabil, *fresh water cooler* tambahan digunakan untuk mendinginkan air tawar yang berfungsi sebagai pendingin mesin."

Peneliti : "Ijin bertanya *chief*, apakah ada manfaat lain yang bisa didapatkan dengan pemasangan *fresh water cooler* tambahan pada *main engine*?"

KKM : "Ya, ada beberapa manfaat tambahan yang dapat diperoleh. Salah satunya adalah peningkatan keandalan dan masa pakai mesin. *Fresh water cooler* tambahan membantu menjaga kualitas air pendingin dengan meminimalisir kontaminasi dan kerusakan pada komponen-komponen mesin. Dengan adanya sistem pendinginan yang baik, kita dapat memperpanjang masa pakai mesin dan mengurangi

masa pakai mesin dan mengurangi risiko kerusakan yang dapat mengganggu operasional kapal."

Peneliti : "Ijin *chief*, mengapa bisa terjadi kenaikan suhu pada *fresh water cooler*?"

KKM : "Karena kurangnya perawatan akibat jadwal operasional yang harus dipenuhi, mengakibatkan keterbatasan waktu untuk melakukan perawatan dan pelaksanaan PMS."

Kepala Kamar Mesin



Ali Kodiri

## 2. Wawancara 2 dengan Masinis 1

Peneliti : "Selamat siang bas, ijin bertanya bas mengenai kenaikan suhu pada *fresh water cooler main engine* bas. Bagaimana menurut pandangan anda sehingga hal itu bisa terjadi?"

Masinis 1 : "Penyebab terjadinya terjadi kenaikan suhu pada *fresh water cooler main engine* yang seharusnya 68-70°C menjadi 80°C akibat kurangnya perawatan akibat dari jam operasional kapal yang harus dipenuhi."

Peneliti : "Ijin bas, apa dampak yang ditimbulkan dari kurangnya perawatan pada *fresh water cooler*?"

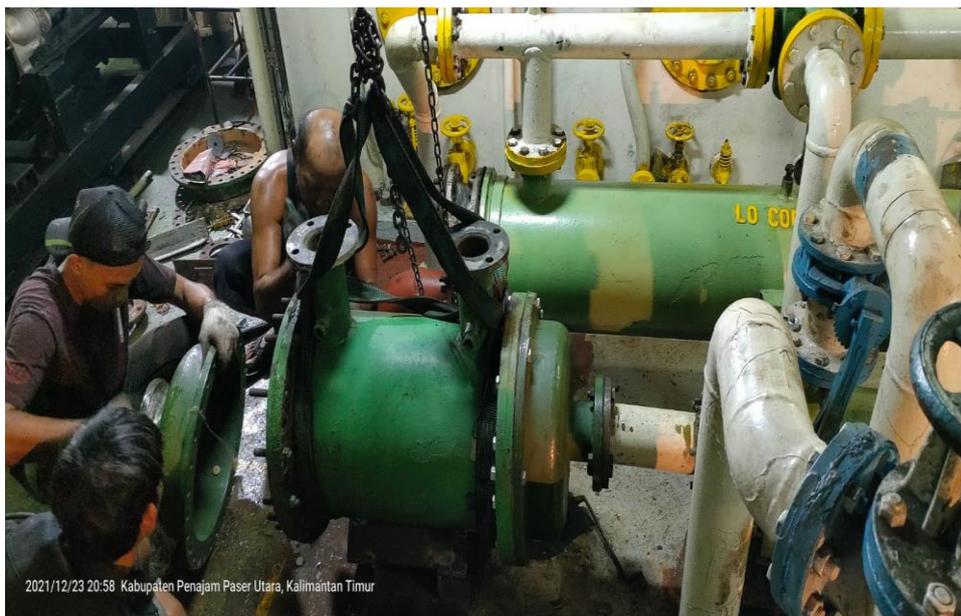
Masinis 1 : "Dampak yang ditimbulkan dari kurangnya perawatan pada *fresh water cooler* dapat memiliki dampak yang serius. Seperti terjadi penurunan kinerja mesin, *overheating* dan risiko kegagalan sistem pada mesin."

Peneliti : "Ijin bas, apa yang dapat dilakukan untuk menghindari kenaikan suhu pada *fresh water cooler*?"

Masinis 1 : "Untuk menghindari kenaikan suhu pada *fresh water cooler* dapat dilakukan pemeliharaan rutin dan memeriksa sistem dan komponen pada *fresh water cooler*."



## LAMPIRAN II



Gambar proses pemasangan *fresh water cooler* tambahan.



Gambar proses pemasangan *fresh water cooler* tambahan.



Gambar *fresh water cooler* tambahan setelah dipasang.



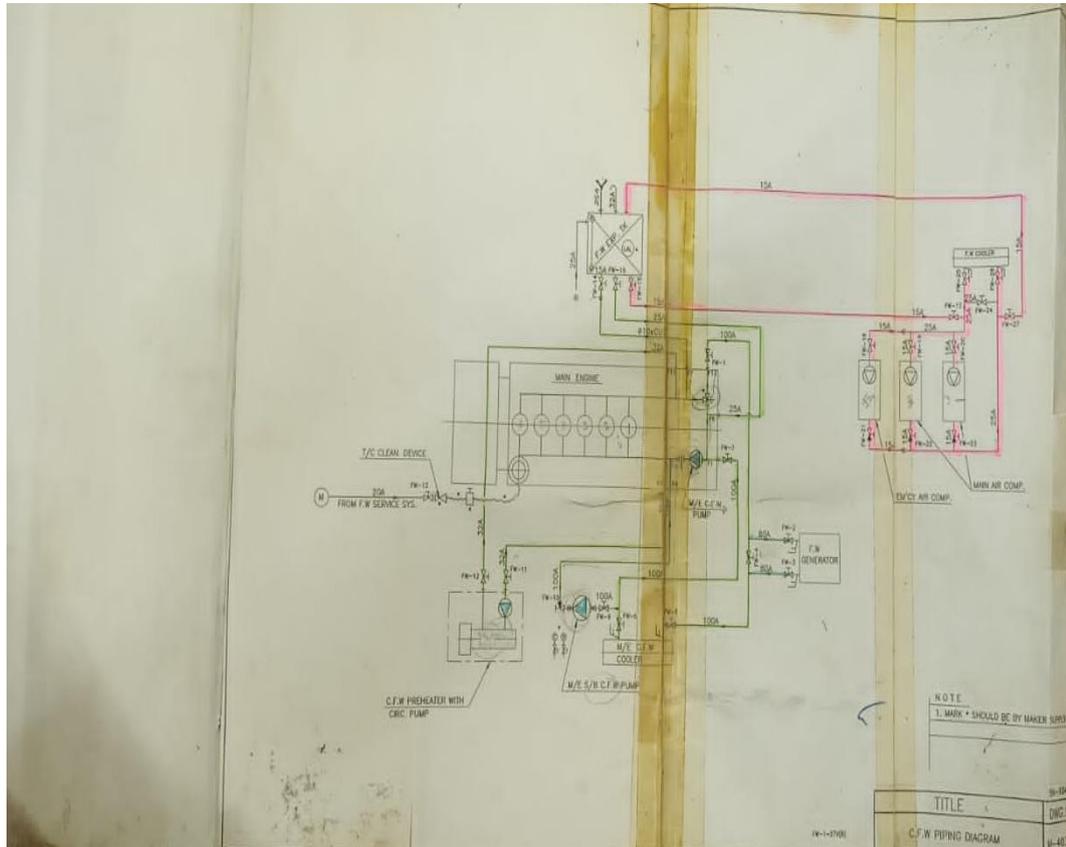
Gambar pengecatan dasar *fresh water cooler* tambahan.



Gambar *fresh water cooler* setelah dicat.



## LAMPIRAN III



Gambar Piping Diagram Fresh Water Cooler Main Engine.

## LAMPIRAN IV


**PERUSAHAAN PELAYARAN  
PT. ADOVELIN RAHARJA**


Member of INSA No. 1511/INSA/X/2004  
Jl. Pk. Mardasirata No. 10, Palembang 30116 Telp. (0711) 212253 (H) Fax. (0711) 212527 E-mail: Emailrahara@ptadovelin.com

### C R E W L I S T

Ship / Call Sign : MT.ANGGRAINI EXCELLENT / PNDK  
Nationality / Type : Indonesia/ Tanker Oil  
GRT/ HPI/ IMO : 2600 T/ 2000 BHP/ 9183544  
Owners/ Agent : PT. Adovelin Raharja/ PT. Wasesa Line

No	Name	Rank	Sex	Place / Date of birth	Certificate of Competency	Smn.Book	Exp.Date	Sign-On	P
1	Achmad Nur Udiyanto	Master	M	Magelang 08-Jan-66	ANT-II 6200001478N20316	E 154592	24-Mei-22	18-Jan-22	290/1/22
2	Juli Safrinal	Ch.Off	M	Palembang 28-Jul-92	ANT-III 6201482222N30219	F 198378	23-Nov-21	10-Des-20	AL 524508/IKSOP-CRB-2020
3	Anggi Gunawan	2nd Off	M	Tesikmalaya 16-Agust-94	ANT-III 6211592040NC0119	E 118131	04-Okt-23	15-Jul-21	AL 524177/IKSOP-TGL-2021
4	Felisia Yanuar Primadhani	3rd Off	F	Banyumas 24-Jan-99	ANT-III 6211903480N30121	F 250234	10-Jul-22	14-Okt-21	AL 524070/IKSOP-CBN-2021
5	Fery Setiawan	4th Off	M	Kudus 20-Apr-99	ANT-III 6211716942N30321	F 241524	21-Mei-24	25-Jan-22	290/1/22
6	Ali Kodin	Ch. Eng	M	Magelang 19-Agust-64	ATT-II 6200067577T20310	F 032452	24-Jul-22	04-Feb-22	73/2/22
7	Kusworo	2nd Eng	M	Kasegeran 17-Jan-74	ATT-II 6200510103T20214	F 251392	17-Jul-22	04-Feb-22	74/2/22
8	M. Chotibul Umam	3rd Eng	M	Rembang 16-Mei-93	ATT-III 6211422380T30318	E 141500	07-Jul-22	15-Jul-21	AL 524180/IKSOP-TGL-2021
9	Yunus Efendi	4th Eng	M	Banyumas 21-Jun-94	ATT-III 62002237289T20310	D 040929	10-Agust-24	14-Okt-21	AL 524370/IKSOP-CBN-2021
10	Suryo Budi Hardono	Bosun	M	Banjarmasin 08-Mar-90	RASD 6201198152340717	F 082448	13-Des-22	10-Des-20	AL 524566/IKSOP-CRB-2021
11	Murtaji	A.B	M	Trenggalek 10-Agust-89	RSAD 6201332452340510	D 080987	08-Jun-22	10-Des-20	AL 5245010/IKSOP-CRB-2020
12	Didik Endro Wibowo	A.B	M	Semarang 07-Jun-88	RSAD 620652399340321	F 162813	09-Agust-23	16-Jun-21	AL 524390/IKSOP-TGL-2021
13	Aldi Wahyu Sintara	A.B	M	Rembang 04-Jul-99	RSAD 6211747426340321	F 090813	30-Jan-23	16-Jun-21	AL 524400/IKSOP-TGL-2021
14	Yulianto	Foreman	M	Banyumas 22-Jul-68	RASE 6200250954420116	F 213393	24-Jan-24	20-Okt-20	AL 5242218/IKSOP-CBW-2020
15	Eko Andi Wibowo	Oiler	M	Cilacap 03-Jul-88	RASE 6201317720420716	F 195207	22-Jan-24	10-Des-20	AL 5245013/IKSOP-CRB-2020
16	Fery Adi Wiyandoko	Oiler	M	Jakarta 25-Feb-92	RASE 6211407173420120	F 016535	17-Apr-24	14-Okt-21	AL 5243717/IKSOP-CBN-2021
17	Sugiyarto	Oiler	M	Blora 06-Nop-96	RASE 6211524391420321	D 081061	10-Jun-22	16-Jun-21	AL 524411/IKSOP-TGL-2021
18	Ruslan	Cook	M	Banyumas 11-Sep-66	BST 6200190477010117	F 096906	05-Jan-23	03-Sep-21	AL 524480/IKSOP-CRB-2021
19	Aqshai Windu Mas Ananta S	D/Cadet	M	Semarang 14-Nop-00	BST 6212016189010320	G 059352	19-Apr-24	09-Agu-2021	-
20	Yanuar Ramadhan	D/Cadet	M	Temanggung 01-Jan-00	BST 6212016692010320	G 059341	19-Apr-24	20-Agu-2021	-
21	Lukman Abdul Khamid	E/Cadet	M	Semarang 01-Mar-00	BST 6212014165010320	G 094032	05-Mei-24	20-Agu-2021	-
22	Riesky Yoga Angga P	E/Cadet	M	Ngawi 19-Jan-01	BST 6212017398010320	G 094009	05-Mei-24	04-Feb-22	-

Total Crew : 22 person



Jakarta, 05 Agustus 2022  
Capt. Achmad Nur Udiyanto  
Master

Gambar Crewlist MT. Anggraini Excellent.

## RIWAYAT HIDUP



1. Nama : Luqman Abdul Khamid
2. Tempat, Tanggal Lahir : Kab. Semarang, 01 Maret 2000
3. NIT : 561911227293 T
4. Agama : Islam
5. Jenis Kelamin : Laki-laki
6. Golongan Darah : O
7. Alamat : RT 11 RW 01 Desa Reksosari, Kec.  
Suruh, Kab. Semarang
8. Nama Orang tua :  
Ayah : Siti Fatimah  
Ibu : Unu Said (Alm.)
9. Alamat : RT 11 RW 01 Desa Reksosari, Kec.  
Suruh, Kab. Semarang
10. Riwayat Pendidikan :  
SD : SD N 1 Reksosari  
SMP : SMP N 1 Suruh  
SMA : SMK N 1 Tenganan  
Perguruan Tinggi : PIP Semarang
11. Praktek Laut :  
Perusahaan Pelayaran : PT. Adovelin Raharja  
Divisi / Bagian : Engine  
Masa Praktik : 20 08 2021 – 23 08 2022