**ANALISIS PENGARUH PENDINGIN UDARA MASUK (SCAVEGING) DARI AIR COOLER TERHADAP PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL**

**MT. SUKSES GLOBAL**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan dan Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I

**JUWALDIAN SYAPUTRA**

NIS. 23.11.102.023

AHLI TEKNIKA TINGKAT I

**PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I**

**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR**

**TAHUN 2023**t I

**PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **JUWALDIAN SYAPUTRA**

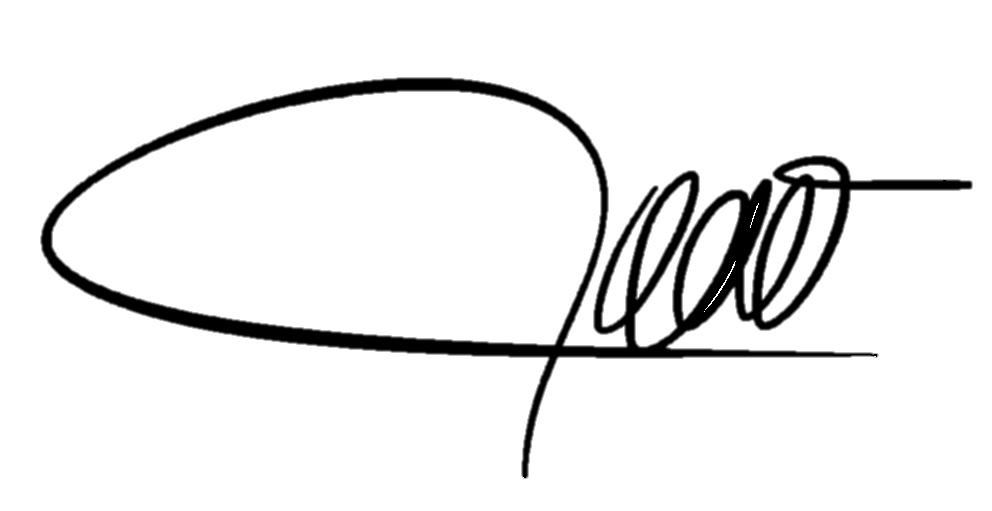
Nomor Induk Siswa : 23.11.102.023

Program Diklat : Ahli Teknika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**ANALISIS PENGARUH PENDINGIN UDARA MASUK (SCAVEGING) DARI AIR COOLER TERHADAP PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL MT. SUKSES GLOBAL** merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, Januari 2024



**JUWALDIAN SYAPUTRA**

**PERSETUJUAN SEMINAR**

**KARYA ILMIAH TERAPAN**

**Judul : ANALISIS PENGARUH PENDINGIN UDARA MASUK (SCAVEGING) DARI AIR COOLER TERHADAP PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL MT. SUKSES GLOBAL**

Nama Pasis : **JUWALDIAN SYAPUTRA**

NIS : 23.11.102.023

Program Diklat : Ahli Teknika Tingkat I



Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.



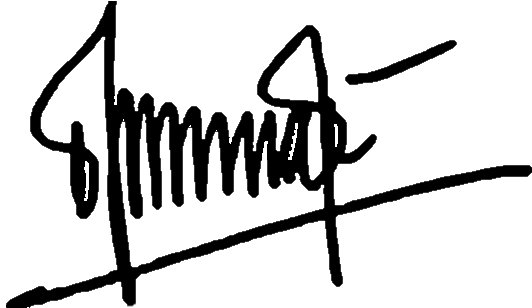
Makassar, Januari 2024

Menyetujui:

|  |  |
| --- | --- |
| Pembimbing I | Pembimbing II |
|  |  |
| **Ir.Muh.Syuaib Rahman,M.T,M. Mar.E**  NIP. 19730319 199803 1 002 | **Arifuddin Danduru,S.Si.T,M.Mar.E**  NIP. |

Manajer Diklat Teknis,

Peningkatan dan Penjenjangan



**Ir. SUYUTI, M.Si, M.Mar.E.**

Pembina TK. I (III/d)

NIP. 19680508 200212 1 002

**ANALISIS PENGARUH PENDINGIN UDARA MASUK (SCAVEGING) DARI AIR COOLER TERHADAP PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL MT. SUKSES GLOBAL**

Disusun dan Diajukan oleh:



**JUWALDIAN SYAPUTRA**

NIS. 23.11.102.023

Ahli Teknika Tingkat I

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada tanggal Januari 2024

Menyetujui,

|  |  |
| --- | --- |
| Penguji I | Penguji II |
|  |  |
| **Alberto, S.Si.T Mar.E.,M.A.P**  NIP. 19760409 200604 1 001 | **Agus Salim,S.Si.T**  NIP. |

Mengetahui:

|  |  |
| --- | --- |
| a.n Direktur  Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar  Pembantu Direktur I  **Capt. IRFAN FAOZUN, M.M.**  NIP. 19730908 200812 1 001 |  |

# **KATA PENGANTAR**

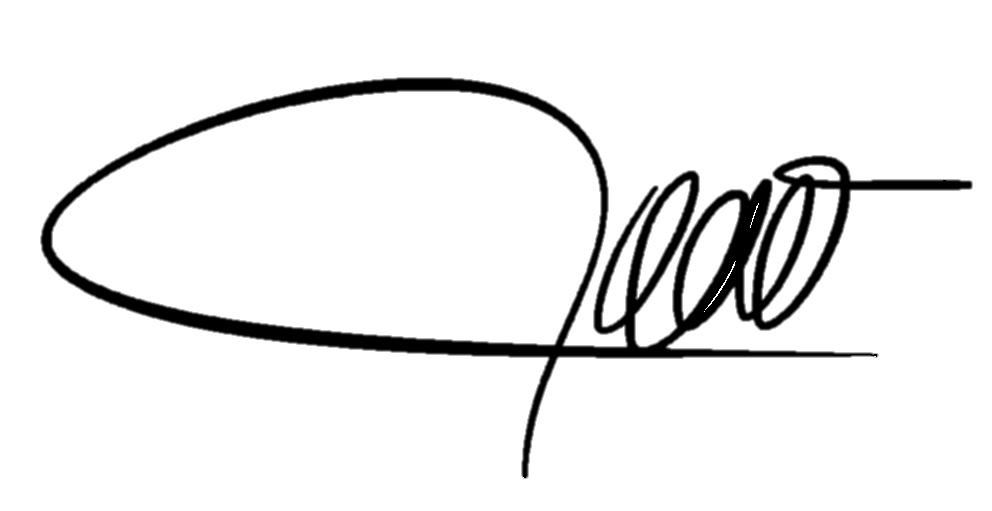
Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah Azza wa Jalla, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan bagi Perwira Siswa Jurusan Ahli Teknika Tingkat I (ATT I) dalam menyelesaikan studinya pada program ATT I di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi tata bahasa, struktur kalimat, maupun metode penulisan.

Tak lupa pada penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Capt. RUDY SUSANTO, M.M., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Capt.IRFAN FAOZUN, M.M., selaku Pudir I Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
3. Dr. Capt. MOH. AZIZ ROHMAN, M.M., selaku Pudir II Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
4. Capt. OKTAVERA SULISTIANA, M.T., M.Mar., selaku Pudir III Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
5. Ir. SUYUTI, M.Si, M.Mar.E. selaku Manager Diklat Teknis Peningkatan dan Penjenjangan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
6. Ir. MUH. SYUAIB RAHMAN, M.T.,M.Mar.E., selaku pembimbing I penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
7. ARIFUDDIN DANDURU,S.Si.T.,M.Mar.E, selaku pembimbing II penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
8. Seluruh Staf Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama mengikuti program diklat ahli Teknika tingkat I (ATT I) di PIP Makassar.
9. Rekan-rekan Pasis Angkatan XXXVI Tahun 2023
10. Istri dan kedua anak ku serta keluarga tercinta yang telah memberikan doa dan dorongan serta bantuan moril dan materi, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini.

Dalam penulisan KIT ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan- kekurangan dipandang dari segala sisi. Tentunya dalam hal ini tidak lepas dari kemungkinan adanya kalimat-kalimat atau kata-kata yang kurang berkenan dan perlu untuk diperhatikan. Namun walaupun demikian, dengan segala kerendahan hati penulis memohon kritik dan saran-saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan makalah ini. Harapan penulis semoga karya tulis ilmiah terapan ini dapat dijadikan bahan masukan serta dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Makassar, Januari 2024

 Penulis,

**JUWALDIAN SYAPUTRA**

# **ABSTRAK**

**JUWALDIAN SYAPUTRA, 2023**, Analisis Pengaruh Pendingin Udara Masuk (scavenging) Dari Air Cooler Terhadap Performa Mesin Induk di Kapal MT. Sukses Global. Dibimbing oleh Bapak 6. Ir. Muh. Syuaib Rahman, M.T.,M.Mar.E., dan Bapak 7. Arifuddin Danduru,S.Si.T.,M.Mar.E

*Air cooler* pada mesin indukdi atas kapal merupakan peralatan yang memiliki peranan yang sangat penting untuk mendinginkan udara dari turbo charger sebelum masuk ke ruang pembakaran main engine, sehingga main engine dapat bekerja dengan optimal dan menghasilkan pembakaran yang baik serta tidak kelebihan panas ketika sedang beroperasi.

Penelitian ini dilakukan di MT. SUKSES GLOBAL. Serta data yang diperoleh langsung dari tempat penelitian dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Dan data sekunder yang diperoleh dari dokumen-dokumen perusahaan dan instansi yang terkait dengan penelitian ini.Listen

Read phonetically

**Dictionary -** [**View detailed dictionary**](http://www.google.com/dictionary?source=translation&hl=en&q=dan%20data%20sekunder%20diperoleh%20dari%20dokumen-dokumen%20perusahaan%20dan%20instansi-insatansi%20yang%20berhubungan%20dengan%20penelitian%20ini&langpair=id%7Cen)

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa masalah dari *kotornya* *air cooler* ini sangat mempengaruhi kinerja dari mesin induk di kapal sehingga proses pembakaran di dalam ruang bakar menjadi tidak optimal, masalah yang terjadi pada *kotornya* *air cooler* sering diakibatkan oleh menumpuknya kotoran/karbon yang menempel pada kisi-kisi udara sehingga menghambat sirkulasi udara pada air cooler juga diakibatkan oleh menumpuknya kotoran pada pipa air laut sehingga mengurangi proses perpindahan panas pada udara dengan dinding pipa air laut.

# **ABSTRACT**

**JUWALDIAN SYAPUTRA, 2023**, analysis of the effect of air cooling (scavenging) from air coolers on the performance of the main engine on MT. GLOBAL SUCCESS. Supervised by Mr. Ir. Muh. Syuaib Rahman, M.Mar.E and Mr. Arifuddin Danduru,S.Si.T.,M.Mar.E

The air cooler on the main engine on board is equipment that has a very important role to cool down the air from the turbo charger before entering the main engine combustion chamber, so that the main engine can work optimally and produce good combustion and not overheat when operating.

This research was conducted at MT. SUKSES GLOBAL. As well as data obtained directly from the place of research by direct observation in the field. And secondary data obtained from the documents of companies and agencies related to this research.

The results obtained from this research show that the problem of dirty air cooler greatly affects the performance of the main engine on the ship so that the combustion process in the combustion chamber becomes not optimal, problems that occur in dirty air coolers are often caused by the accumulation of dirt / carbon attached to the air grille so as to inhibit air circulation in the air cooler Also caused by the accumulation of dirt in seawater pipes so as to reduce the heat transfer process in the air with seawater pipe walls.

# **DAFTAR ISI**

Halaman Judul i

Halaman Pernyataan Keaslian ii

Halaman Persetujuan Seminar Karya Ilmiah Terapan iii

Halaman Penyusunan iv

Kata Pengantar v

Abstrak vii

Abstract viii

Daftar Isi ix

Bab I Pendahuluan 1

1. Latar Belakang 1
2. Rumusan Masalah 4
3. Batasan Masalah 4
4. Tujuan 4
5. Manfaat 5
6. Hipotesis 6

Bab II Kajian Pustaka 7

1. Sistem Pendingin 7
2. Faktor Manusia 19
3. Faktor Kapal 20
4. Faktor Perusahaan Pelayaran 22

Bab III Analisis Dan Pembahasan 25

1. Lokasi Kejadian 25
2. Situasi dan Kondisi 25
3. Temuan 27
4. Urutan Kejadian 33
5. Tindakan Perbaikan 36

Bab IV Kesimpulan dan Saran 39

1. Kesimpulan 39
2. Saran 39

Daftar Pustaka 41

Lampiran I 42

Lampiran II 43

Lampiran III 44

Lampiran IV 45

Lampiran V 46

Lampiran VI 47

Lampiran VII 48

**BAB I**

**PENDAHULUAN**

1. **Latar Belakang**

Di Zaman Teknologi ini persaingan bisnis angkutan laut sangat ketat dan meningkat. Dalam hal ini jasa angkutan laut merupakan arus perdagangan dan sebagai mobilitas masyarakat serta sebagai penunjang transportasi laut akan berhasil bila menggunakan armada yang canggih, dan juga dibutuhkan pelaut yang terampil, berpotensi dan bertanggung jawab dengan dedikasi dan disiplin yang tinggi.

Untuk menggerakkan kapal pada masa kini kebanyakan memakai mesin diesel baik untuk mesin penggerak utama maupun untuk mesin bantu. Dalam pengoperasian dan pengupayaannya akan armada pelayaran, maka dibutuhkan kapal yang kondisinya harus siap pakai. Dalam hal ini mesin diesel yang dipakai untuk menggerakkan kapal harus selalu dalam kondisi siap pakai. Sehubungan dengan itu, fungsi mesin diesel yang bekerja dengan langkah piston bergerak turun naik di dalam silinder akan terjadi panas.

Sistem pendingin secara umum berfungsi untuk mendinginkan suhu mesin agar kondisi mesin tetap prima dan mesin dapat berfungsi dengan baik tanpa terjadi kerusakan. Jika mesin mengalami kerusakan maka mesin perlu dilakukan perbaikan pada komponen yang mengalami kerusakan. Pengertian dari perbaikan adalah usaha untuk mengembalikan kondisi dan fungsi dari suatu benda atau alat yang rusak akibat pemakaian alat tersebut pada kondisi semula yang tidak menuntut penyamaan sesuai kondisi awal, yang diutamakan adalah alat tersebut bisa berfungsi normal kembali. Komponen-komponen pada sistem pendinginan mesin yang sering mengalami kerusakan antara lain sistem pendingin udara masuk (scavenging) yang tersumbat oleh kristal garam/sampah pada sisi pipa air laut dan endapan karbon pada sisi kisi-kisi udara danharus selalu dibersihkan, pompa air pendingin yang rusak maka mengganti satu unit pompa, sistem pendingin *water jacket* tersumbat dengan membersihkan endapan kotoran.

Sistem pendingin mesin juga memerlukan perawatan agar kondisi sistem pendingin tetap baik dan berfungsi secara optimal, sehingga mesin tidak mengalami *overheating,* tidak mudah rusak atau cepat berkarat terutama pada komponen air cooler, pompa air dan juga komponen yang lainnya. Jika sudah rusak komponen-komponen yang berkarat sulit untuk diperbaiki sehingga performa mesin akan berkurang dikarenakan kinerja pendinginan mesin tidak optimal, oleh sebab itu pendingin mesin perlu mendapat perawatan yang lebih.

Peran air cooler dalam sistem pendinginan udara masuk sangat penting untuk menjaga suhu udara masuk ke mesin pada tingkat yang optimal, meningkatkan efisiensi pembakaran, dan melindungi mesin dari overheating. Air cooler bertugas untuk mendinginkan udara bertekanan yang dihasilkan oleh turbo charger sebelum masuk kedalam ruang pembakaran di mesin, sehingga memberikan banyak manfaat dalam operasi mesin induk. Dengan memahami peran dan pentingnya air cooler dalam sistem pendinginan mesin induk, kita dapat mengambil tindakan yang tepat untuk memastikan kinerja yang optimal, keandalan, dan keberlanjutan mesin.

Mengingat pentingnya peranan air cooler maka diperlukan perawatan yang didasarkan pada rekomendasi maker agar tetap dapat dioperasikan sebagaimana mestinya dan dapat mengoptimalkan kinerja mesin yaitu dengan mempertahankan suhu kerja mesin induk tetap stabil tidak rendah dan tidak juga terlalu tinggi karena kedua hal tersebut dapat memicu sebuah permasalahan.

Sebagaimana yang pernah penulis alami saat bekerja di MT. SUKSES GLOBAL yang beroperasi di wilayah operasi PT. PERTAMINA PERSERO REGION V (Bali, NTB & NTT) dengan membawa muatan berupa white product oil dari satu lokasi ke lokasi lain yang telah ditentukan. Suatu ketika disaat sedang membawa white product oil dari pelabuhan Manggis (Bali) menuju Kupang (NTT) terjadi penurunan tekanan serta naiknya suhu udara masuk pada inlet manifold dan gas buang pada cerobong asap menjadi hitam gelap yang mengindikasikan bahwa ada permasalahan pada sistem pendingin udara masuk, namun setelah dilakukan identifikasi awal dengan cara pemeriksaan kebocoran pada sistem pendingin, pengecekan visual pada pompa dan sirkulasi air laut tidak terdapat masalah sehingga mengindikasikan permasalahan pada sirkulasi udara yang masuk ke air cooler dari turbo charger.

Berdasarkan pengalaman tersebut penulis memilih judul ini dikarenakan penulis pernah mengalaminya. Jika permasalahan ini tidak di atasi dengan baik, maka akan menyebabkan masalah dalam proses pembakaran serta dapat merusak material dan bagian mesin tersebut. Oleh karena itu sistem pendinginan yang bekerja dengan baik dibutuhkan dalam mengoperasikan mesin induk yang bekerja secara terus-menerus. maka penulis merasa perlu menjabarkan masalah ini dalam sebuah karya ilmiah terapan dengan judul “Analisis Pengaruh Pendingin Udara Masuk (scavenging) Dari Air Cooler Terhadap Performa Mesin Induk di Kapal MT. Sukses Global”

1. **Rumusan Masalah**

Dengan mencermati latar belakang dan judul yang dijelaskan diatas, maka penulis merumuskan masalah mengenai Air Cooler sebagai berikut:

* 1. Apa fungsi air cooler pada sistem pendingin mesin induk.
  2. Seberapa besar pengaruh air cooler sehingga dapat mengakibatkan turunnya tekanan dan naiknya suhu udara masuk pada inlet manifold mesin induk MT. SUKSES GLOBAL.
  3. Bagaimana upaya yang dilakukan untuk mempertahankan kinerja air cooler agar dapat mengoptimalkan proses pendinginan udara masuk ke mesin induk di MT. SUKSES GLOBAL.

1. **Batasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dibahas, perlu ada pembatasan sehingga permasalahan lebih terarah maka penulis membatasi masalah pada terjadinya penurunan tekanan dan naiknya suhu udara masuk pada inlet manifold mesin induk di MT. SUKSES GLOBAL.

1. **Tujuan**

Tujuan penulisan yang dilakukan adalah:

* 1. Untuk mengetahui fungsi air cooler pada sistem pendingin mesin induk sehingga dapat memahami pentingnya alat tersebut dalam proses pendinginan mesin induk.
  2. Untuk mengetahui pengaruh air cooler yang mengakibatkan turunnya tekanan dan naiknya suhu udara masuk pada inlet manifold mesin induk.
  3. Untuk mengetahui upaya dilakukan sehingga kinerja air cooler dapat dipertahankan agar proses pendinginan udara masuk ke mesin induk lebih optimal

1. **Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan karya ilmiah terapan ini adalah :

* 1. Manfaat teoritis
     1. Sebagai bahan referensi atau rujukan untuk lebih mengetahui fungsi dan pengaruh air cooler pada sistem pendingin mesin induk.
     2. Sebagai sarana untuk memudahkan proses kegiatan belajar terutama kegiatan praktikum di PIP Makassar.
  2. Manfaat Praktis
     1. Sebagai bahan rujukan bagi para masinis untuk memahami sistem pendingin terutama pada fungsi dan pengaruh air cooler dalam sistem pendinginan mesin induk serta mencegah terjadinya kejadian yang serupa ketika sedang melaksanakan tugasnya.
     2. Sebagai masukan bagi perusahaan akan pentingnya pelaksanaan perawatan sesuai dengan rekomendasi maker.

1. **Hipotesis**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas penulis mengambil hipotesis terkait kejadian turunnya tekanan dan naiknya suhu udara masuk pada inlet manifold mesin induk diduga karena:

1. kurang maksimalnya proses pendinginan udara pada air cooler.
2. terjadinya penumpukan kotoran/karbon pada sisi kisi-kisi udara dan sisi pipa air laut pada air cooler.
3. diperlukan pembersihan secara berkala pada komponen air cooler agar proses pendinginan udara lebih maksimal.

**BAB II**

**KAJIAN PUSTAKA**

1. **Sistem Pendingin**
2. Jenis-jenis sistem pendingin

Pada mesin induk kapal, sistem pendinginan digunakan untuk mendinginkan minyak pelumas, jacket water, dan pendingin udara bilas. Secara garis besar, yang dimaksud dengan sistem pendingin adalah sistem dimana terdapat 2 buah temperatur berbeda yang saling bersinggungan di dalam suatu mekanisme heat exchanger. dalam sistem pendingin, hal yang perlu diperhatikan adalah siapa yang didinginkan dan siapa yang mendinginkan, itu saja. misalkan pada jacket water cooler, dapat diartikan fluida air tawar mendinginkan cylinder liner atau cylinder liner di dinginkan oleh air tawar.

Menurut <https://joe-pencerahan.blogspot.com/2011/06/sistem-pendingin-cooling-system.html> (online) yang diakses tanggal 15 desember 2023 sistem pendinginan terbagi ke dalam beberapa jenis sebagai berikut:

1. Sistem Pendingin air laut (sea water cooling system)

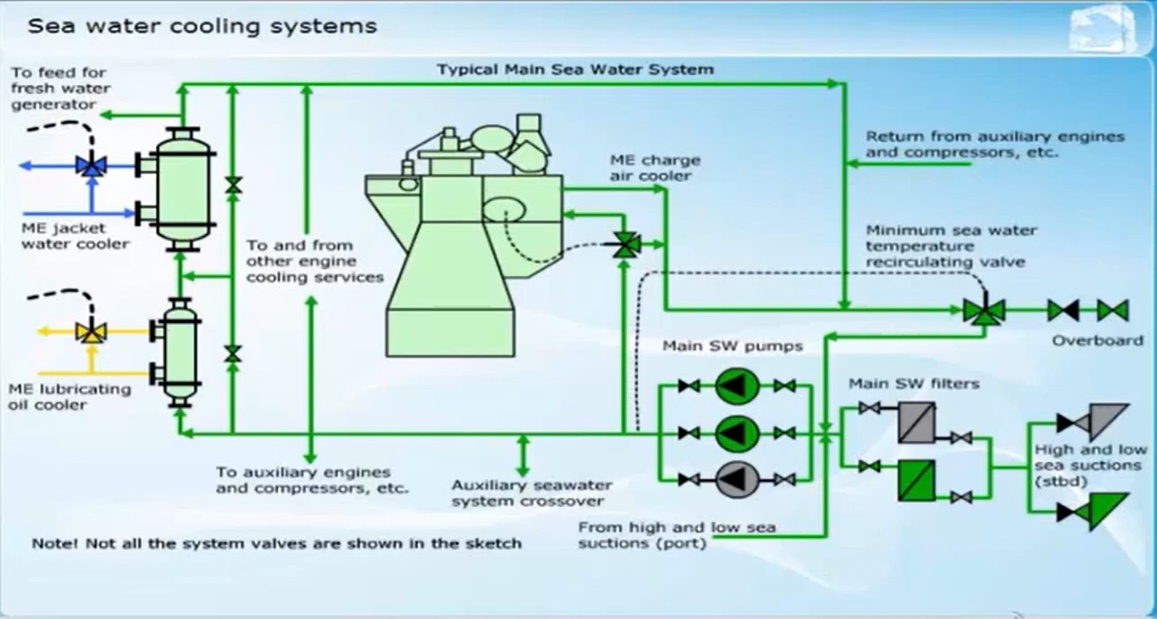
Merupakan sistem pendingin terpisah dalam pengertian masing–masing bagian yang didinginkan disediakan cooler tersendiri, fluida pendinginnya menggunakan air laut. Kerugian pada sistem ini memerlukan material komponen yang tahan korosi, biaya maintenance lebih besar, bila terjadi salah satu komponen mengalami kerusakan akan menyebabkan komponen yang lainnya terganggu fungsinya. Kelebihan sistem jenis ini maintenance lebih mudah dan biaya awal lebih murah.

Sea water cooling system digunakan untuk mendinginkan lubricating oil cooler, silinder jaket water cooler dan scavenge air cooler. Selain itu, sistem pendingin air laut juga digunakan untuk mendinginkangearbox oil cooler. Pada umumnya kapasitas dari sea water pump didasarkan pada temperatur keluaran dari air laut yaitu 350C setelah melewati pendingin (overboard) dengan temperatur masukan 25-280C, dari temperatur tersebut temperatur dapat naik sebesar 7-100C.

Berikut gambaran alur dari sistem pendingin air laut. Air laut dihisap melalui sea chest dan disirkulasikan oleh sea water pump. Air laut yang keluar dari sea water pump disirkulasikan menuju lubricating oil cooler dan sebagian dari air laut yang disirkulasikan diarahkan pada scavenging air cooler pada mesin. Fluida yang melalui lubricating oil cooler menyerap panas dari lubricating oil kemudian diteruskan untuk mendinginkan jacket water cooler. Setelah keluar dari jacket water cooler, sea water dapat dibuang melalui overboard atau disirkulasikan kembali ke dalam sistem.

Katup-katup yang diletakkan dalam sistem dapat mengatur aliran air pendingin dan harus disediakan dalam skala gradual.  Hubungan posisi satu sama lain dalam sistem pendingin tersebut untuk dapat mencapai :

1. Temperatur pendingin yang rendah yang masih memungkinkan untuk mendapatkan pendingin yang lebih murah.  Dilain pihak, dalam rangka untuk mencegah oli pendingin membeku pada kondisi dingin, inlet dari pendingin tidak boleh kurang dari 100C
2. Cooling inlet temperatur pada scavenge air cooler dibuat serendah mungkin, dalam rangka untuk menjaga konsumsi bahan bakar sesedikit mungkin.

Gambar 2.1 Sistem pendingin air laut

Sumber : marine-online.com

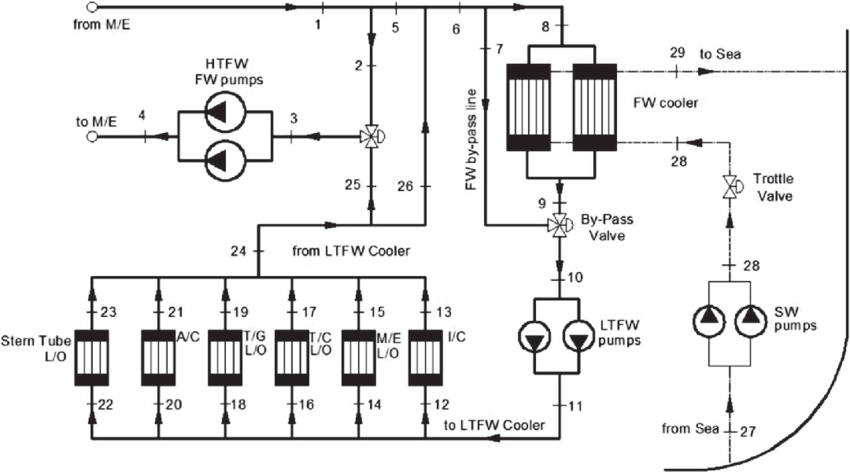
1. Sistem Pendinginan Terpusat *(Central Cooling System)*

Menurut <https://www.marineinsight.com/guidelines/general-overview-of-central-cooling-system-on-ships/> (online) diakses tanggal 15 Desember 2023 Sistem pendingin ini didesain dengan hanya mempunyai satu heat exchanger yang didinginkan dengan air laut, sedangkan untuk cooler yang lain termasuk jacket water, minyak pelumas, udara bilas, didinginkan dengan air tawar yang bertemperatur rendah. Sistem pendingin jenis ini, peralatan yang berhubungan langsung dengan air laut sangat sedikit sehingga resiko terjadinya korosi dapat dikurangi. Sistem pendingin terpusat terdiri atas tiga sirkuit yaitu:

1. *Sea water circuit*, merupakan pendingin dengan fluida air laut yang mendinginkan air tawar Low Temperatur di central cooler (LT), sirkuit ini disuplai dengan pompa sea water pump, air laut diambil dari sea chest pada sisi kapal, output aliran ini akan langsung dibuang keluar melalui overboard yang terletak di bawah sarat air kapal.
2. Fresh water sirkuit, dibagi lagi menjadi 2 yaitu:
   1. High temperature circuit, digunakan untuk mendinginkan jacket cooling main engine, dimana fresh water dialirkan oleh jacket water pump, dan air pendinginnya dialirkan kembali ke FW cooler atau ke FWG.
   2. Low temperature circuit, digunakan untuk mendinginkan Lube oil cooler, Air Cooler, HT FW Cooler dan lain-lain.

Berikut gambaran alur dari sistem pendingin terpusat.

Air laut diambil melalui sea chest dan disirkulasikan oleh sea water pump. Air laut yang keluar dari sea water pump masuk ke central cooler untuk mendinginkan fresh water yang ada di dalamnya, kemudian keluar melalui sea water outlet. Sedangkan fresh water yang telah didinginkan di sentral cooler disirkulasikan ke air cooler, lubricating oil cooler, HT FW cooler dan lain-lain. Setelah mendinginkan cooler, cooling water di sirkulasikan kembali di dalam sistem. sistem pendinginan harus berjalan dengan baik sehingga harus dijaga komponen-komponennya agar tidak terjadi kerusakan baik korosi, fatig, kavitasi, dan scale.

Gambar 2.2 Central Cooling system

Sumber: www.researchgate.net

1. Prinsip Sistem Pendingin

Adapun faktor penunjang sumber daya manusia sebagai seorang engineer harus mengenal dan mengerti tentang sistem instalasi permesinan yang berkaitan dengan sistem pendingin.

Menurut <https://www.teknisime.com/2023/04/sistem-pendinginan-mesin-diesel.html> (online) yang diakses tanggal 16 desember 2023 Sistem pendinginan adalah suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya *overheating* (panas yang berlebihan) pada mesin agar mesin bisa bekerja secara stabil. Fungsi dari sistem pendinginan pada mesin dapat dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. Mencegah terjadinya *over heating*. Panas yang dihasilkan oleh pembakaran campuran bahan bakar dengan udara di ruang bakar. Panas yang cukup tinggi ini dapat merusak logam atau bagian lain yang digunakan pada mesin, hal ini disebabkan karena logam dan minyak pelumas pada suhu yang tinggi akan merusak komponen pada mesin dan apabila tidak dilengkapi dengan sistem pendinginan dapat merusak bagian- bagian dari motor tersebut.
2. Mempertahankan temperatur mesin. Temperatur mesin harus dipertahankan, agar selalu pada temperatur kerja yang efisien. Hal ini dapat dilakukan dengan menyerap panas yang dihasilkan oleh proses pembakaran dan gesekan komponen mesin, dengan mensirkulasikan air pendingin di dalam mesin untuk menyerap panas yang dihasilkan oleh mesin.
3. Mempercepat motor mencapai temperatur kerja. mempermudah pencapaian suhu kerja pada awal pengoperasian mesin.
4. Siklus Sistem Pendingin udara (air cooler)

Air laut dari sea chest sebelum dipompa oleh sea water pump akan masuk ke sea water strainer selanjutnya air laut tersebut dipompa menuju air cooler untuk mendinginkan udara yang berasal dari turbo charger sebelum masuk ke ruang bakar mesin, selanjutnya air laut yang telah mendinginkan udara tersebut akan dibuang kembali ke laut melalui katup overboard.

Pada beberapa sistem pendinginan mesin, air laut yang keluar dari air cooler akan dimasukkan ke lubricating oil cooler dan cylinder jacket water cooler sebelum dibuang kembali ke laut.

1. Komponen Sistem Pendingin mesin

Adapun komponen yang dimaksud beserta fungsinya sebagai berikut.

* 1. Expansion Tank

Expansion tank berfungsi sebagai tempat penampungan air pendingin dan berfungsi sebagai air breathing untuk membuang udara yang terperangkap di dalam sistem pendingin.

* 1. Pompa pendingin air tawar

berfungsi untuk mensirkulasikan pendingin air tawar di dalam mesin.

* 1. Pompa pendingin air laut

Berfungsi untuk mensirkulasikan air laut kedalam sistem cooler.

* 1. Cooler

Cooler berfungsi sebagai alat pemindah panas untuk mendinginkan udara, minyak pelumas dan air tawar menggunakan air laut sebagai media pendinginnya.

* 1. Thermostatic valve

Thermostatic valve adalah alat yang digunakan untuk mengendalikan suhu kerja permesinan dengan mengatur aliran air pendingin di dalam mesin.

* 1. Pipa-pipa Saluran

Berfungsi sebagai tempat mengalirnya air pendingin didalam mesin

* 1. Thermometer

Thermometer berfungsi untuk membaca suhu pendingin di dalam mesin.

* 1. Coolant/air pendingin

Berfungsi sebagai media pendingin untuk menyerap panas di dalam mesin.

1. Marine air cooler
   * 1. Sejarah marine air cooler

Menurut <https://www.vestas-aircoil.com/products/charge-air-cooler/explained> (online) yang diakses tanggal 17 desember 2023 marine diesel charge air cooler pertama kali dibuat dan diperkenalkan oleh perusahaan dari denmark Vestas aircoil A/S yang diminta oleh perusahaan Burmeister and Wain (B&W) yang berbasis di kopenhagen pada tahun 1956.

Dimana perusahaan pada saat itu B&W membuat permintaan kepada perusahaan Vestas aircoil A/S apakah dapat memproduksi pendingin udara (air cooler) untuk diesel marine engine jika B&W mengirimkan semua desain/gambar yang diminta oleh B&W. Menantu Peder hansen yang seorang insinyur Laurids Knudsen ditanya apakah dia tertarik untuk bergabung dengan perusahaan keluarga dan mulai memproduksi alat pendingin udara untuk mesin kapal laut (marine air charge cooler) bersama dengan dukungan teknis dari Burmeister dan Wain (B&W), inilah awal diproduksinya pendingin udara untuk mesin kapal laut (marine air charge cooler).

* + 1. Fungsi air cooler

Fungsi air cooler adalah untuk mendinginkan udara dari turbo charger sebelum udara tersebut masuk kedalam ruang bakar sehingga udara yang masuk tersebut menghasilkan pembakaran yang baik untuk meningkatkan performa mesin.

* + 1. Komponen-komponen pada air cooler

Adapun komponen-komponen air cooler yang dimaksud beserta fungsinya sebagai berikut:

1. Sea water cooling pump

Sea water cooling pump berfungsi untuk memompa air dari sea chest menuju ke sistem pendingin mesin.

1. Sea water strainer

Sea water strainer berfungsi untuk menyaring kotoran/sampah pada air laut dari sea chest.

1. Air cooler housing

Air cooler housing berfungsi sebagai rumah/body cooler yang blok pipa air laut dan kisi-kisi udara.

1. Pipa air laut (sea water tube)

Pipa air ini berisi air laut yang berfungsi untuk menyerap panas pada udara yang berasal dari turbo charger sebelum masuk kedalam ruang pembakaran.

1. Kisi-kisi udara

Kisi-kisi udara berfungsi untuk mengarahkan aliran udara dari turbo chareger ke dinding luar pipa air laut sehingga proses penyerapan panas pada pipa air laut lebih efektif.

1. Manometer

Manometer berungsi untuk mambaca tekanan udara yang masuk maupun yang keluar dari air cooler.

1. Thermometer

Thermometer berfungsi untuk membaca temperatur air dan udara yang masuk maupun yang keluar dari air cooler.

1. Thermostatic (bypass valve)

Thermostatic valve berfungsi untuk mengatur aliran air laut masuk kedalam air cooler untuk menjaga suhu pendinginan tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah.

1. Overboard valve

Overboard valve berfungsi untuk mengeluarkan air laut yang telah digunakan untuk mendinginkan cooler kembali ke laut.

Gambar 3.1 air cooler



*Sumber: en-academic.com*

* + 1. Cara Kerja air cooler

Menurut <https://fastnlow.net/sebenarnya-apa-sih-fungsi-intercooler-itu/> (online) yang diakses tanggal 18 Desember 2023. udara terkompresi yang dihasilkan oleh turbo charger yang semula bersuhu panas (tinggi) kemudian dialirkan kedalam kisi kisi udara air cooler ini. Selanjutnya udara yang mengalir didalam kisi kisi ini akan didinginkan oleh air laut yang melewati pipa-pipa air cooler Sehingga udara yang semula panas menjadi dingin karena perpindahan panas pada dinding pipa air laut, dengan demikian partikel udara yang telah didinginkan ini menjadi lebih padat sehingga sewaktu udara ini dimasukkan kedalam ruang bakar, kompresi yang dihasilkan akan jauh lebih tinggi dibandingkan udara dari turbo charger yang tidak didinginkan menggunakan air cooler.

Dengan tingginya kompresi mesin membuat tenaga yang dihasilkan menjadi jauh lebih besar lagi sehingga efisiensi bahan bakar juga menjadi meningkat, serta mesin akan menghasilkan sedikit gas polutan karena kompresi yang tinggi ini membuat proses pembakaran menjadi lebih sempurna, artinya tidak ada sisa bahan bakar yang tidak terbakar karena kebutuhan oksigen didalam mesin untuk proses pembakaran tercukupi.

* + 1. Cara pemeriksaan kondisi air cooler

Selain mengecek kondisi visual dengan melakukan pembongkaran pada bagian dalam air cooler, pemeriksaan kondisi air cooler juga dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu.

1. Melakukan pengecekan dengan memperhatikan tekanan udara dari turbo charger apabila terjadi perbedaan tekanan masuk dan keluar dari air cooler yang berbeda jauh (lebih dari 1 bar) maka kemungkinan terjadi penumpukan kerak/karbon pada kisi-kisi udara sehingga udara yang melewati kisi-kisi udara tersumbat/terhalang oleh kotoran tersebut.
2. Melakukan pengecekan dengan memperhatikan temperatur udara dan air laut yang masuk dan keluar dari air cooler apabila temperature tidak normal maka kemungkinan terjadi penyumbatan pada pipa air laut oleh kotoran/sampah maupun kristal garam sehingga proses perpindahan panas pada dinding pipa menjadi tidak optimal.
3. Apabila terjadi kenaikan suhu gas buang yang tinggi kemungkinan proses pendinginan pada air cooler tidak efektif sehingga gas buang menjadi tinggi dan pada beberapa kasus akan menyebabkan terjadinya exhaust manifold menjadi membara.
   * 1. Perawatan pada air cooler

Menurut manual book mesin induk ZECHAI L250 series, produsen mesin tidak memberikan rekomendasi spesifik untuk jadwal melakukan perawatan/pembersihan air cooler namun pada manual book tersebut menyarankan jika air cooler sudah menunjukkan tanda mengalami penyumbatan maka harus dilakukan pembersihan dengan segera, sesuai dengan pengalaman penulis di kapal sebelumnya maka perawatan dilakukan setiap 1000 jam kerja atau setiap tiga bulan sekali dan penggantian komponen dilakukan setiap 24000 jam atau dilakukan saat kondisi komponen air cooler harus diganti.

Menurut manual book mesin induk ZECHAI L250 series standar temperatur mesin yang direkomendasikan untuk menjaga agar performa mesin dapat dipertahankan.

Tabel 2-1 Parameter Operasi Mesin

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| S/N | Measuring (recording) parameters | Control scope | Remarks |
| 1 | Exhaust temperature before turbine T (℃) | < 550 | Standard condition |
| 2 | Engine outlet water temperature (℃) | 70-85 | Standard condition |
| 3 | Oil temperature of main oil passage (℃) | 75-90 | Standard condition |
| 4 | Air Charging pressure (MPa) | 0.24 | Standard condition |
| ±0.02 | Idling |
| 5 | Inlet air temperature after air cooling (℃) | 50-60 | Standard condition |

Sumber: Manual Book ZECHAI L250 series

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa kondisi standar temperatur kerja air cooler yaitu interval 50-60oC dalam kondisi ini dinyatakan bahwa air cooler dalam kondisi yang normal, jika terjadi penurunan atau peningkatan suhu dan tekanan maka akan menimbulkan permasalahan seperti yang terjadi di kapal MT. SUKSES GLOBAL yaitu terjadi penurunan tekanan dan kenaikan suhu udara masuk pada inlet manifold sehingga menimbulkan tingginya suhu gas buang (membara) yang menyebabkan kerusakan pada flexible joint exhaust manifold yang mengarah ke turbo charger serta asap yang dikeluarkan dari cerobong menjadi hitam dan tebal. Disinilah fungsi dari sebuah air cooler yaitu untuk menjaga agar kondisi temperatur udara masuk ke mesin sesuai dengan rekomendasi manual book atau maker.

1. **Faktor Manusia**

Pengetahuan dan keterampilan kru kapal sangat penting dan harus sesuai dengan STCW 1995 Amandemen Manila 2010 (IMO, 2017), untuk menjamin terlaksananya sistem perawatan di atas kapal demi kelancaran operasional kapal. Pengetahuan dan keterampilan kru sepenuhnya diharapkan agar dapat menerapkan :

1. Ketentuan-ketentuan yang berlaku dari MARPOL 74/78 (beserta amandemen-amandemennya)
2. Dasar-dasar dari manajemen sumber daya di atas kapal.
3. Prosedur untuk menanggulangi kesalahan-kesalahan pada sistem dan situasi-situasi darurat.
4. Panduan-panduan IMO untuk penataan kamar mesin, desain serta penataan yang benar.
5. Dalam ISM Code (*International Safety Management Code*) yang telah di amandemen pada tahun 2002 elemen 1.4 yang secara jelas menghimbau perusahaan pelayaran untuk membuat sistem untuk membuat sistem manajemen keselamatan untuk dijadikan standar perawatan kapal dan pencegahan polusi serta keselamatan manusia di laut. Hal ini dimaksudkan agar dalam suatu pelayaran sebuah kapal dapat beroperasi dengan baik, aman dan tanpa halangan apapun.

Dengan Memberikan pelatihan-pelatihan keterampilan kepada engine crew, mengenai penggunaan suatu bahan, prinsip kerjanya dan perawatan pada konstruksi permesinan yang berhubungan dengan penggunaan sistem pendingin air laut sebagai media utama pendinginan. Dimana beberapa penyebab terjadinya kegagalan dari kinerja air laut, yaitu adanya kotoran atau sampah, kebocoran, timbulnya kristal garam serta korosi. Dalam hal sumber daya manusia yang memenuhi syarat sebagai seorang operator dimana tidak hanya mengetahui cara pengoperasiannya saja, namun disini juga diharapkan mengetahui tentang penyebab dan penanggulangan terjadinya korosi, kebocoran, dan membersihkan kotoran atau sampah yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan pompa pendingin air laut sehingga tidak menghambat operasional kapal.

1. **Faktor Kapal**

Menurut Assauri (2012) “kualitas merupakan faktor-faktor yang terdapat dalam suatu barang atau hasil yang menyebabkan barang atau hasil tersebut sesuai dengan tujuan untuk apa barang atau hasil itu dimaksudkan”. Menurut Syukron dan Kholil (2012) menyebutkan beberapa definisi kualitas antara lain: 1). Kualitas berarti layak digunakan. Ada dua aspek dari definisi ini yaitu quality of design and quality of performance. Quality design adalah level dari kualitas, yaitu spesifikasi produk yang dibuat berdasarkan keinginan dari konsumen, sedangkan quality of performance adalah seberapa baik suatu produk dalam memenuhi spesifikasi dari permintaan dengan desainnya. 2). Kualitas adalah berbanding terbalik dengan variabilitas artinya kualitas produk akan meningkat jika variabilitas dalam karakteristik penting suatu produk menurun.

Menurut Assauri (2012) “bahan baku merupakan semua bahan yang digunakan dalam perusahaan manufaktur, kecuali untuk bahan yang secara fisik dikombinasikan dengan produk yang diproduksi oleh perusahaan manufaktur ini”. Menurut Handoko (2005) “kualitas merupakan suatu kondisi dari sebuah barang berdasarkan pada penilaian atas kesesuaiannya dengan standar ukur yang telah ditetapkan”. Menurut Wibowo (2007) “bahan baku meliputi semua barang dan bahan yang dimiliki perusahaan dan digunakan untuk proses produksi”.

Kualitas atau mutu adalah tingkat baik buruknya atau taraf atau derajat sesuatu. Istilah ini banyak digunakan dalam dunia bisnis, rekayasa, dan manufaktur dalam kaitannya dengan teknik dan konsep untuk memperbaiki kualitas produk atau jasa yang dihasilkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas antara lain adalah bahan baku, peralatan, teknologi dan sumber daya manusia. Perbedaan arti kata antara bahan baku dan bahan mentah dapat mempunyai arti sebagai sebuah bahan dasar yang berada di berbagai tempat, yang mana bahan tersebut dapat digunakan untuk diolah dengan suatu proses tertentu ke dalam bentuk lain yang berbeda wujud dari bentuk aslinya.

Ada beberapa hal yang diperlukan dalam teknik perawatan antara lain :

1. Berpikir sebelum bertindak

Sebelum melakukan suatu perawatan atau perbaikan, sebaiknya perhatikan gejala atau tanda-tanda kerusakan dengan teliti, jangan tergesa-gesa atau ceroboh tetapi harus direncanakan terlebih dahulu apa yang harus dikerjakan.

1. Menjaga kebersihan

Sebagai seorang Engineer serta anak buah kapal (ABK) mesin, apabila melakukan suatu pekerjaan pembongkaran suatu mesin maka kebersihan adalah salah satu faktor yang harus diperhatikan.

1. Pekerjaan yang sempurna

Pada saat melakukan kegiatan perawatan atau perbaikan,gunakanlah peralatan sesuai dengan fungsinya, tidak merusak, tidak mencelakakan serta pekerjaan selesai dengan mudah cepat dan sempurna.

Faktor sistem instalasi pendingin air laut juga dapat memberikan kekurangan dalam hal terjadinya kristalisasi air laut di dalam sistem yang dilewati air laut tersebut sehingga proses penyumbatan dan korosi yang terjadi pada komponen yang terkena oleh air laut sangat tinggi.

Hal ini mengingat dalam sistem pendingin udara masuk (air cooler) ini terdiri dari berbagai macam komponen, komponen yang saling berinteraksi dan membutuhkan perawatan untuk memaksimalkan kinerjanya

1. **Faktor Perusahaan Pelayaran**

Secara umum, pengertian manajemen perusahaan adalah serangkaian unsur dalam perusahaan sebagai proses memimpin, mengarahkan dan mengadministrasikan sumber daya yang dimiliki perusahaan. Dari definisinya tersebut kita dapat melihat bahwa manajemen adalah unsur penting yang harus dimiliki oleh sebuah perusahaan atau bisnis. Dalam sebuah perusahaan, manajemen merupakan komponen penting yang harus dimiliki perusahaan untuk mewujudkan [visi dan misi](http://lp2m.uma.ac.id/) yang ingin dicapai.

Manajemen untuk perusahaan telah dijelaskan oleh beberapa ahli manajamen, seperti George R. Terry, ia mendefenisikan manajemen di perusahaan adalah suatu proses yang berbeda terdiri dari perencanaan (*planning*), penyusunan (*organizing*), pengarahan (*actuating*), dan pengendalian (*controlling*) dimana dilakukan untuk mencapai tujuan utama perusahaan dengan melibatkan manusia dan sumber daya lainnya.

Management adalah suatu seni yang produktif yang didasarkan pada sebuah pemahaman ilmu dimana ilmu dan seni tersebut tidak bertentangan, namun keduanya saling melengkapi. Sedangkan menurut Wilson Bangun, manajemen perusahaan adalah serangkaian tindakan dan upaya anggota perusahaan untuk mencapai sasaran atau target bisnis yang dinaungi perusahaan tersebut dimana proses tersebut dicapai melalui aktivitas yang sistematis.

Company management adalah proses dalam membuat suatu perencanaan, penyusunan, pengendalian, serta memimpin berbagai usaha dari anggota entitas atau organisasi dengan menggunakan semua sumber daya yang dimiliki untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan dan menurut Lawrance A. Appley, company management adalah sebuah seni untuk mencapai sebuah tujuan yang dinginkan dan dilaksanakan dengan usaha orang lain.

Seberapa penting manajemen di dalam sebuah perusahaan? Dari penjelasan definisinya di atas, kita dapat memahami bahwa manajemen perusahaan dalam sebuah perusahaan atau organisasi memiliki beberapa fungsi penting, yaitu:

1. Memimpin (Leading)

Seorang manajer perusahaan bertindak sebagai pemimpin agar tujuan perusahaan dapat tercapai. Adapun beberapa tugas seorang manajer dalam perusahaan, yaitu:

1. Mengambil keputusan
2. Melakukan komunikasi
3. Memberi motivasi
4. Menentukan sumber daya manusia untuk masuk divisi tertentu
5. Pengembangan SDM melalui penilaian terhadap hasil kinerja dengan memberikan saran maupun promosi.
6. Merencanakan (Planning)

Manajemen di dalam perusahaan berfungsi sebagai perencana kegiatan dan aktivitas seperti apa yang akan dilakukan anggota perusahaan.

Perencanaan tersebut meliputi:

1. Menentukan jenis kegiatan
2. Menetapkan waktu pelaksanaan kegiatan
3. Membuat target atau sasaran dari setiap kegiatan
4. Mengatur jadwal (scheduling)
5. Mengendalikan biaya agar tidak overbudget
6. Membuat standar operasional prosedur dari setiap kegiatan
7. Menyusun (Organizing)

Company management dapat berperan sebagai pengatur dan penghubung antar divisi pekerjaan sehingga pelaksanaan setiap tanggungjawab lebih efisien dan efektif, seperti:

1. Membuat desain struktur organisasi
2. Menentukan job description
3. Mendelegasikan tanggung jawab
4. Menetapkan hubungan yang membedakan antara atasan dan staff
5. Pengawasan (Controlling)

Setiap kegiatan dan tanggung jawab masing-masing divisi di dalam perusahaan perlu dilakukan pengawasan guna pengendalian jika sewaktu-waktu terjadi penyimpangan dari suatu divisi. Manajer perusahaan berkewajiban untuk mengarahkan, memberi saran dan menentukan keputusan seperti apa yang harus diambil jika terjadi penyimpangan. Kegiatan pengawasan, pengendalian dan pengamatan meliputi:

1. Perkembangan pekerjaan
2. Pengukuran hasil pekerjaan
3. Melakukan tindakan koreksi dan perbaikan terhadap kesalahan.

**BAB III**

**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

1. **Lokasi Kejadian**

Adapun lokasi kejadian yaitu di kapal MT. SUKSES GLOBAL milik PT. REZEKI ENERGI NAUTIKA yang dicarter oleh PT. PERTAMINA Persero, pada saat sedang berlayar dari Pelabuhan manggis (Bali) menuju Kupang (NTT) dengan kondisi full muatan berupa white product oil. Penulis di kapal ini bekerja sebagai second engineer.

1. **Situasi dan Kondisi**
   1. Kegiatan rutin

Meningkatnya temperatur exhaust gas mesin di kapal MT. SUKSES GLOBAL terindikasi saat terjadi alarm high temperature exhaust gas, hal ini diketahui berdasarkan pemeriksaan rutin pada temperatur mesin yang dilakukan setiap jam jaga.

Setiap akan melaksanakan kegiatan di MT. SUKSES GLOBAL selalu melakukan safety meeting (toolbox meeting) yang bertujuan untuk mengingatkan kembali hal-hal yang menjadi tanggungjawab setiap crew, membahas tentang resiko pekerjaan (risk assessment) sampai dengan pembagian tugas.

Sistem perawatan diatas kapal MT. SUKSES GLOBAL mengikuti PMS yang dibuat perusahaan yang disesuaikan dengan rekomendasi maker, perawatan ini dilakukan secara rutin dan berkesinambungan termasuk dalam melaksanakan kegiatan perawatan sistem pendingin udara masuk (air cooler).

* 1. Mesin kapal

Kapal MT. SUKSES GLOBAL merupakan kapal milik PT. REZKI ENERGI NAUTIKA, mesin induk yang digunakan di kapal ini adalah mesin diesel ZECHAI type LC8250ZLC-4 produksi ZECHAI POWER,.LTD salah satu produsen mesin yang berbasis di ZIBO China. Mereka mengkhususkan diri dalam merancang, mengembangkan, dan memproduksi berbagai jenis mesin, termasuk mesin diesel untuk berbagai aplikasi seperti kendaraan komersial, konstruksi, perkapalan, dan industri lainnya.

ZECHAI telah menjadi salah satu produsen mesin terkemuka di China dan memiliki reputasi yang baik di industri mesin. Mereka fokus pada inovasi teknologi, efisiensi, dan harga yang kompetitif. Mesin ZECHAI banyak digunakan di berbagai sektor dan telah diekspor ke berbagai negara di seluruh dunia.

Diketahui bahwa kualitas mesin ZEHCAI jauh di bawah merek-merek ternama lainnya seperti Yanmar, Mitsubishi, Cummins, caterpillar dan lain lain, dan yang menjadi catatan disini yaitu mesin ini banyak digunakan karena harganya yang lebih murah dibanding mesin yang lain, untuk memaksimalkan kinerja mesin diperlukan perawatan sesuai rekomendasi maker karena kualitas bahan yang digunakan berbeda dari mesin yang disebutkan diatas.

* 1. Ship Particular

Untuk menjelaskan kapal MT. SUKSES GLOBAL terkait dengan kondisi kapal akan dijelaskan dalam ship particular berikut ini:

**SHIP’S PARTICULAR**

Name Of Ship : MT.SUKSES GLOBAL

Call Sign : P M O C

Official Number : 2 4 5 8 0 8 0 7

IMO Number : 9 0 9 9 3 6 5

Port Registry : JAKARTA

Owner : PT.PELAYARAN REZEKI ENERGI NAUTIKA

Operator : PT.PERTAMINA ( PERSERO )

Gross Tonnage : 2.234 Tons

Nett Tonnage : 1.233 Tons

L.O.A : 91.13 Meters

L.B.P : 84.80 Meters

Breadth : 13.60 Meters

Depth : 6.40 Meters

Height : 27.00 Meters

Date Of Keel Laid : April 13th 2005

Date Of Launching : January 05th 2007

Date Of Delivery : Augustus 15th 2007

Kind Of Ship’s : PRODUCT TANKER

Type : WHITE PRODUCT TANKER

Classification : B K I

Main Engine : ZECHAI LC8250ZLC-4 / 1043 KW / 600 RPM

Max.Trial Speed : 11.00 Knots

Cargo Tank Capacity :

COT No.1 P/S = 850.941 m3 COT No.2 P/S = 912.811 m3

COT No.3 P/S = 977.646 m3 COT No.4 P/S = 922.671 m3

COT No.5 P/S = 908.439 m3

Total Cargo = 4.572.508 m3 – (90 %)=115.257 m3

Slop Tank P/S Capacity : 165.992 m3

Ballast Tank Capacity : 927.610 m3

Email : sherin\_indoshipping@yahoo.com

1. **Temuan**

Dalam kejadian di kapal MT. SUKSES GLOBAL meningkatnya temperatur gas buang pada mesin induk dari suhu normal 360 - 420℃ menjadi rata rata suhu gas buang yang keluar dari silinder head mencapai 500℃ dan akumulasi suhu pada gas buang sebelum masuk turbo charger mencapai 560℃ yang menyebabkan terjadinya alarm exhaust gas high temperature. Banyak hal yang menyebabkan hingga terjadi kenaikan temperatur gas buang mesin induk salah satunya ialah kurangnya kuantitas/jumlah serta tingginya suhu udara yang masuk kedalam ruang pembakaran yang pada akhirnya mengakibatkan optimalisasi mesin induk kurang maksimal.

Adapun permasalahan yang ditemui adalah menurunnya tekanan dan naiknya suhu udara masuk setelah air cooler diatas kapal MT. SUKSES GLOBAL Ada beberapa macam permasalahannya antara lain adalah sebagai berikut :

1. Kualitas bahan atau material yang rendah

Setiap mesin memiliki standar yang berbeda terkait dengan alarm tergantung dari jenis mesin yang digunakan. Mesin induk ZECHAI yang diproduksi oleh china ini alarm high temperature exhaust gas akan berfungsi jika temperatur exhaust mesin mencapai 530oC. indikator dari peningkatan temperatur ini dapat disebabkan oleh tersumbatnya udara yang masuk kedalam kisi-kisi udara pada air cooler, hal ini juga dapat dikarenakan kotornya air cooler disebabkan adanya penumpukan karbon/sampah dan kristalisasi air laut pada sisi pipa air laut sehingga proses pendinginan udara dari turbo charger tidak maksimal. Hal ini dapat mengakibatkan air cooler melakukan proses perpindahan panas yang tidak maksimal sehingga tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya.

Kondisi bahan juga dapat mempengaruhi terjadinya peningkatan pada temperatur mesin sebagaimana diketahui kualitas bahan yang digunakan oleh produsen mesin china ini berkualitas rendah sehingga lebih mudah mengalami kerusakan.

Kualitas bahan mesin memainkan peran penting dalam kinerja, daya tahan, dan efisiensi mesin. Berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas bahan mesin.

* 1. Pemilihan bahan dasar yang tepat sangat penting. Bahan yang umum digunakan dalam pembuatan mesin adalah logam seperti baja, besi cor, aluminium, dan paduan khusus. Keunggulan dan kelemahan masing-masing bahan akan mempengaruhi kualitas mesin secara keseluruhan.
  2. kandungan air dan minyak pada udara yang dihisap oleh turbo charger juga sangat mempengaruhi terjadinya pembentukan kerak karbon pada kisi-kisi udara dimana pada saat udara dikompres pada kipas blower maka molekul udara terpecah dan menyebabkan uap air dan minyak menempel pada kisi-kisi dan saat terkena panas yang berlebih maka air dan minyak ini berubah menjadi kerak karbon dan menghalangi udara yang masuk ke air cooler.
  3. Ketahanan terhadap korosi dan keausan, Kualitas bahan mesin juga terkait dengan kemampuan mereka untuk menahan korosi dan keausan. Bahan yang memiliki sifat anti-korosi dan tahan terhadap keausan akan menjaga kinerja mesin dalam jangka waktu yang lebih lama.
  4. Kestabilan dimensi Bahan mesin harus memiliki stabilitas dimensi yang baik untuk mempertahankan bentuk dan ukuran yang diperlukan dalam operasi mesin. Bahan yang memiliki kestabilan dimensi yang rendah dapat menyebabkan masalah keselarasan, kebocoran, atau kerusakan pada komponen mesin.
  5. Proses manufaktur Kualitas bahan mesin juga dipengaruhi oleh proses manufaktur yang digunakan. Proses seperti penuangan, penempaan, pemesinan, dan perlakuan panas harus dilakukan dengan tepat untuk memastikan bahan memiliki sifat yang diinginkan.

Penting untuk diingat bahwa setiap aplikasi mesin mungkin memiliki persyaratan khusus terkait dengan bahan mesin. Produsen mesin yang terpercaya seringkali melakukan penelitian dan pengembangan untuk memilih bahan yang paling cocok untuk aplikasi tertentu dan menguji bahan tersebut secara ketat untuk memastikan kualitasnya.

Kualitas bahan mesin berperan dalam menentukan performa, keandalan, dan umur mesin. Oleh karena itu, penting untuk mempercayai produsen mesin yang terpercaya dan menggunakan suku cadang yang asli untuk memastikan kualitas bahan mesin yang baik.

1. Menurunnya Kinerja dari air cooler

Fungsi air cooler adalah untuk mendinginkan udara dari turbo charger sebelum udara tersebut masuk kedalam ruang bakar sehingga udara yang masuk tersebut mempunyai kualitas dan kuantitas yang tinggi sehingga menghasilkan pembakaran yang baik untuk meningkatkan performa mesin.

Pada beberapa sistem pendingin air laut, jalur pipa pendingin air laut dilengkapi dengan katup thermostat (bypass valve) yang berfungsi untuk menjaga suhu udara masuk agar tidak terlalu panas dan tidak terlalu dingin. Secara garis besar cara kerjanya sebagai berikut :

* 1. Saat Mesin Dingin (awal start)

Pada saat mesin baru dinyalakan maka thermostat akan menutup sepenuhnya. Hal ini dikarenakan wax belum mengalami pemuaian yang akan menyebabkan terbukanya katup thermostat. Oleh karena itu air pendingin dari dari sea water pump hanya bersirkulasi di luar air cooler dan kembali lagi ke laut (overboard).

Sementara itu udara yang berasal dari turbo charger belum didinginkan karena suhu udara masih rendah. Dengan sistem ini maka temperatur kerja mesin akan cepat tercapai sehingga kinerja mesin akan maksimal.

* 1. Pada Temperatur Kerja

Setiap jenis mesin tentunya memiliki temperatur kerja yang berbeda-beda tergantung merk dan tipe mesin. Namun pada umumnya temperatur kerja air cooler yaitu 45-50 derajat celcius. Saat temperatur udara dari turbo charger sudah mencapai temperatur kerja tersebut maka wax akan mengembang. Pengembangan wax akan mendorong piston untuk melawan pegas. Gaya dorong pada piston lebih kuat dibanding pegas, hal ini yang menyebabkan katup thermostat terbuka.

Pembukaan katup thermostat ini menyebabkan air akan mengalir masuk menuju ke pipa pipa air laut pada air cooler. Air laut yang masuk ke pipa pipa air laut akan menyerap panas pada udara dari turbo charger kemudian mengalir kembali ke laut (overboard). Begitu seterusnya sirkulasi dari air laut selama mesin berjalan. Hal ini yang menyebabkan temperatur mesin tetap terjaga.

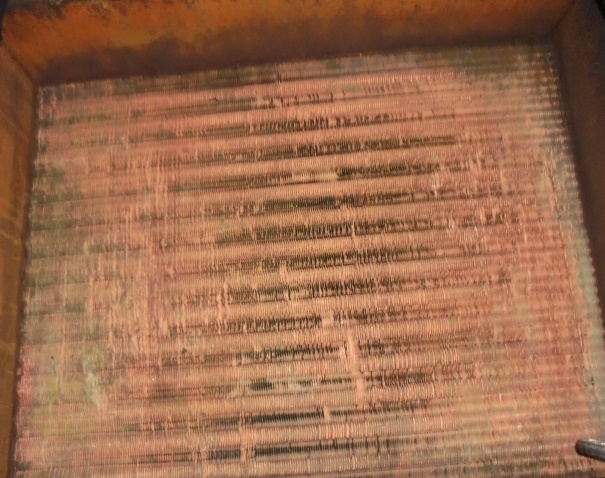
Aliran sirkulasi udara dan air laut di dalam air cooler sangat mempengaruhi proses perpindahan panas antara udara dan air laut pada air cooler. Hal ini yang akan mencegah terjadinya overheating atau panas berlebihan pada mesin dan menurunnya kualitas pembakaran bahan bakar didalam ruang bakar. Overheating sendiri dapat menyebabkan berbagai masalah yang fatal yang menyebabkan harus perawatan dan perbaikan yang cukup mahal pada air cooler.

Namun, terdapat beberapa masalah yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi pada air cooler, seperti:

1. Menumpuknya karbon pada kisi-kisi udara yang disebabkan karena udara di kamar mesin memiliki kandungan uap minyak dan air yang tinggi sehingga udara yang terkompresi di turbo charger memecah molekul udara, air dan minyak tersebut yang menyebabkan kandungan minyak dan air membentuk kerak karbon dan menempel pada kisi-kisi udara.
2. Menumpuknya kotoran/sampah pada pipa-pipa air laut disebabkan kotoran/sampah masuk ke dalam sistem air laut serta terjadinya kristalisasi garam oleh penguapan air laut yang menyebabkan aliran air laut yang masuk ke pipa-pipa air laut tersumbat sehingga proses perpindahan panas antara udara dan air laut tidak maksimal.
3. Terjadinya korosi dapat menyebabkan kurang efektifnya perpindahan panas pada air cooler karena terjadinya kebocoran dan penyumbatan pada komponen air cooler yang disebabkan perubahan struktur pada komponen air cooler.
4. Thermostat tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan aliran air laut tidak efektif masuk kedalam air cooler sehingga proses pendinginan udara tidak maksimal dalam menyerap panas.

Kegagalan fungsi air cooler dapat memiliki konsekuensi serius pada mesin, termasuk risiko overheating, kerusakan pada komponen mesin, dan penurunan kinerja secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting untuk memeriksa dan memastikan air cooler berfungsi dengan baik secara teratur. Jika ada kecurigaan terhadap kegagalan fungsi air cooler, disarankan untuk segera membersihkan atau memperbaikinya.

Gambar 3.1 air cooler sebelum dan setelah dibersihkan



Air cooler sebelum dibersihkan

Air cooler setelah dibersihkan

Sumber : MT. SUKSES GLOBAL

1. **Urutan Kejadian**

Adapun urutan kejadian meningkatnya suhu dan menurunnya tekanan udara masuk ke inlet manifold pada saat kapal berlayar menuju kupang (NTT) berawal dari informasi yang diberikan kepada nakhoda bahwa tanggal 23 Maret 2021 jam 17.30 wita kapal akan berlayar dari pelabuhan manggis (Bali) menuju pelabuhan kupang (NTT).

Pada jam 16.30 seluruh crew di perintahkan untuk stand by karena akan dilakukan OHN. Setelah selesai dan dinyatakan kapal dan crew sudah siap. Kapal MT. SUKSES GLOBAL langsung diberangkatkan menuju kupang (NTT) yang dapat ditempuh kurang lebih 76 Jam (3 hari).

Selama pelayaran indikasi menurunnya tekanan dan naiknya suhu udara masuk sudah mulai diidentifikasi oleh crew jaga namun masih pada level yang di toleransi yaitu tekanan 0.17 MPa dan suhu udara mencapai 61°C serta exhaust manifold sudah terlihat membara, keputusan untuk tetap melanjutkan perjalanan di ambil oleh KKM karena mengingat kapal di bawah carteran PT. PERTAMINA Persero yang mana apabila kapal terlambat tiba di pelabuhan tujuan sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan oleh pencarter maka kapal tersebut akan off hire dan pemutusan kontrak. Namun sampai dengan kurang lebih tiga jam sebelum tiba di pelabuhan kupang terjadi alarm high temperature exhaust gas dan kebocoran asap pada flexible joint exhaust manifold hal tersebut kemudian dilaporkan pada perwira jaga di kamar mesin kemudian diteruskan laporan tersebut ke Nakhoda, KKM dan perusahaan, penulis selaku second engineer berkoordinasi dengan KKM dan mengambil keputusan untuk menurunkan RPM mesin induk dan perjalanan tetap dilanjutkan mengingat jarak pelabuhan tujuan tinggal tiga jam dan menunggu kapal sandar di pelabuhan baru dilaksanakan kegiatan perbaikan sesuai dengan persetujuan dari port engineer (perusahaan).

Setelah kapal sandar di pelabuhan mesin induk dimatikan dan pompa pendingin air laut dan air tawar tetap dijalankan agar mesin cepat dingin, kemudian dilakukan identifikasi awal dengan cara pemeriksaan kebocoran pada sistem pendingin, pengecekan visual pada tekanan pompa air laut dan pompa air tawar serta sirkulasi air laut tidak terdapat masalah sehingga mengindikasikan permasalahan pada sirkulasi udara yang tersumbat saat masuk ke air cooler, hasil pengecekan dilaporkan pada Nakhoda dan selanjutnya melaporkan ke perusahaan terkait temuan tersebut dan meminta waktu untuk dapat melakukan perbaikan pada air cooler mesin induk saat sandar di pelabuhan.

Sekitar 1 jam setelah mesin induk dimatikan dan mesin sudah mulai dingin Penulis selaku second engineer melalui koordinasi dengan KKM meminta izin memeriksa blok air cooler untuk memastikan sumber permasalahan dengan cara melepas sambungan antara air cooler dan inlet manifold dan didapatkan kisi-kisi udara tersumbat oleh kotoran/karbon. Mengetahui hal tersebut KKM langsung memerintahkan untuk mengeluarkan blok kisi-kisi udara dari housing air cooler dan menginstruksikan untuk membersihkan bagian-bagian pada air cooler tersebut.

Setelah dilakukan pembersihan kotoran baik pada sisi kisi-kisi udara maupun sisi pipa air laut maka dilakukan pemasangan kembali komponen air cooler dan dilakukan tes kebocoran pada sistem pendingin air laut dan di dapatkan hasilnya normal tanpa kebocoran.

Setelah dilakukan pengecekan awal pada sistem mesin maka dilakukan pengetesan dengan menjalankan mesin induk dan dilakukan pengamatan menyeluruh pada indikator permesinan selama beberapa jam dan di dapatkan mesin kembali bekerja dengan optimal.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **DATE / TIME** | **ENGINE RPM** | **INLET AIR TEMP (ºC)** | **CHARGE AIR PRESS (MPa)** | **AVERAGE EXH GAS TEMP (ºC)** |
| 23/03/2021  20:00 | 500 | 52 | 0.22 | 490 |
| 25/03/2021  20:00 | 500 | 61 | 0.17 | 530 |
| **26/03/2021**  **18:30** | **400** | **65** | **0.15** | **560** |
| 27/03/2021  15:00 | 500 | 48 | 0.25 | 480 |

Tabel 3.1 Urutan Kejadian Berdasarkan Waktu

Sesuai dengan tabel diatas diketahui telah terjadi high temperatur di inlet air manifold terjadi pada tanggal 26/03/2021 jam 18.30 dan setelah dilakukan identifikasi ditemukan permasalahan pada Air Cooler yang tidak dapat bekerja normal. Setelah dilakukan pembersihan pada Air Cooler yang selanjutnya dilakukan pengetesan atau running free ditemukan mesin dalam kondisi normal dengan temperatur 48 ºC.

Berdasarkan kejadian ini penulis menyimpulkan bahwa terjadinya high temperature dan menurunnya tekanan udara masuk pada mesin induk dipicu karena kegagalan fungsi air cooler untuk mendinginkan udara yang masuk ke inlet manifold yang mana terjadi penumpukan kotoran/karbon pada kisi-kisi udara sehingga udara yang masuk ke dalam inlet manifold tersumbat dan proses pendinginan udara tidak maksimal sehingga memicu peningkatan temperatur exhaust gas pada mesin induk.

1. **Tindakan Perbaikan**

Jika terjadi penurunan tekanan dan naiknya suhu udara masuk pada inlet manifold atau terjadinya kenaikan suhu mesin yang tidak normal, langkah-langkah berikut ini dapat diambil:

1. Periksa indikator tekanan pada mesin induk seperti tekanan minyak lumas (LO), air pendingin (FW & SW), bahan bakar (FO), serta udara masuk (SCAVENGING). apabila indikator mesin tersebut mengalami kelainan dari keadaan normal maka segera mengambil tindakan untuk menurunkan RPM ataupun mematikan mesin untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan.
2. Periksa kebocoran apakah ada tanda-tanda kebocoran pada sistem pendingin seperti tumpahan/rembesan air pendingin atau jejak kelembaban di sekitar komponen sistem pendingin. Jika ada kebocoran, perbaiki atau ganti komponen yang bocor.
3. Periksa thermostatic valve, Thermostat yang rusak dapat mengganggu aliran air pendingin pada sistem pendingin. Jika thermostat macet atau terjebak dalam posisi terbuka atau tertutup, maka aliran air laut yang masuk ke air cooler akan terhambat sehingga harus memperbaiki atau mengganti thermostat yang rusak.
4. Periksa pompa air pendingin Pastikan pompa air pendingin berfungsi dengan baik dan mengalirkan air pendingin dengan lancar melalui sistem pendingin. Jika pompa air bermasalah, seperti bocor atau tidak berputar dengan baik, pertimbangkan untuk menggantinya.

Untuk membersihkan kisi-kisi udara pada air cooler dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Setelah mengeluarkan blok kisi-kisi udara dari housing air cooler maka blok kisi-kisi udara tersebut kemudian ditempatkan pada kotak rendaman yang berisi air dan campuran carbon remover, blok direndam dulu selama ±30 menit untuk melunakkan karbon yang menempel pada kisi-kisi udara.
2. Setelah dilakukan perendaman maka blok kisi-kisi udara dikeluarkan dari kotak rendaman dan dilakukan pembersihan kisi-kisi udara menggunakan air bertekanan (water jet) untuk membersihkan karbon yang menempel.
3. Setelah dibersihkan dengan water jet kisi-kisi udara kembali di semprot menggunakan udara bertekanan dari botol angin guna mengeringkan sisa air yang menempel pada kisi-kisi udara.
4. Pembersihan juga dilakukan pada sisi pipa air laut dari kotoran/sampah ataupun lumpur yang menyumbat pipa menggunakan tube brush sehingga pipa air laut bersih dari kotoran, lumpur dan kristal garam.
5. Periksa rubber seal dan packing pada komponen air cooler bila terjadi kerusakan atau bocor maka lakukan pergantian.

Perawatan air cooler pada sistem permesinan merupakan langkah penting untuk menjaga kinerja mesin yang optimal. Berikut ini beberapa tips perawatan untuk air cooler:

1. Periksa secara visual dengan memeriksa kondisi fisik air cooler. Pastikan tidak ada retakan, keausan, atau kerusakan pada bagian luar housing air cooler. Jika terdapat kerusakan/kebocoran, pertimbangkan untuk malakukan perbaikan atau menggantinya.
2. Periksa Saat pengoperasian mesin berjalan, perhatikan apakah air cooler berfungsi dengan baik. Pastikan bahwa air cooler udara sesuai dengan parameter standar yang ditetapkan pada manual book. Jika terjadi masalah seperti kenaikan suhu atau penurunan tekanan pada inlet manifold, pertimbangkan untuk membersihkannya.
3. Bersihkan air cooler secara teratur untuk menghilangkan kotoran atau residu yang mungkin menempel. Gunakan sikat kawat dan water jet untuk membersihkan kotoran yang menempel pada kisi-kisi udara maupun pipa air lautnya. Pastikan untuk tidak merusak bagian internal air cooler saat membersihkannya.
4. Periksa sambungan/flange pipa Pastikan flanges pipa pendingin tidak terjadi kebocoran dan tidak ada korosi atau kerusakan pada flanges. Jika diperlukan, bersihkan atau ganti flanges yang rusak.
5. Gunakan carbon remover saat melakukan soot blowing untuk membersihkan kisi-kisi udara dari karbon yang menempel sebelum mesin dimatikan.

Pastikan untuk selalu mengacu pada panduan pengguna atau manual book yang disediakan oleh produsen mesin terkait perawatan air cooler yang spesifik untuk model yang Anda gunakan. Jika Anda tidak yakin atau mengalami masalah dengan air cooler, disarankan untuk berkonsultasi dengan mekanik yang terlatih atau layanan teknis yang kompeten.

**BAB IV**

**KESIMPULAN DAN SARAN**

1. **Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya bahwa di kapal MT. SUKSES GLOBAL telah terjadi penurunan tekanan dan naiknya suhu udara masuk pada inlet manifold yang diakibatkan oleh tidak optimalnya kinerja air cooler yang berfungsi sebagai pendingin udara masuk ke mesin induk sehingga menjadi pemicu high temperature exhaust gas karena kotoran yang terdapat pada kisi-kisi udara dan pipa air laut pada air cooler. Adapun kesimpulan dari karya ilmiah terapan ini sebagai berikut:

1. Fungsi air cooler terhadap sistem pendingin mesin induk sangat vital karena merupakan tempat mendinginkan udara yang masuk ke mesin sebelum udara tersebut masuk ke dalam ruang pembakaran mesin induk
2. Pengaruh air cooler dalam mempertahankan suhu gas buang sangat besar karena jika air cooler bekerja secara normal maka ia dapat mendinginkan udara yang masuk ke ruang pembakaran, udara yang dingin tentunya mempunyai kuantitas/jumlah yang besar sehingga menghasilkan pembakaran yang lebih baik di dalam mesin.
3. Upaya yang dilakukan agar kinerja air cooler tetap stabil dapat dilakukan dengan peningkatan perawatan dan pembersihan pada air cooler dan selalu melakukan pemeriksaan rutin terhadap kondisi air cooler.
4. **Saran**

Dari kesimpulan diatas berikut ini saran yang penulis berikan untuk mencegah permasalahan naiknya suhu dan turunnya tekanan udara masuk pada inlet manifold yang diakibatkan oleh air cooler yang tidak dapat bekerja secara maksimal yaitu:

1. Mengingat fungsi dari air cooler yang sangat vital maka sebaiknya perawatan lebih mengikuti rekomendasi maker.
2. Sebaiknya dilakukan pengecekan rutin pada air cooler untuk memastikan apakah kondisinya masih bagus atau perlu dilakukan penggantian karena tidak adanya rekomendasi untuk perawatan air cooler secara khusus.
3. Mesin yang digunakan merupakan mesin Weichai buatan china yang diketahui memiliki ketahanan rendah untuk itu perawatan perlu dilakukan sesuai rekomendasi maker dan menggunakan suku cadang asli, yang pada intinya perawatan pada mesin Weichai lebih intens dibanding merek lainnya.
4. Penulis juga menyarankan dirubahnya sistem pendingin pada mesin yang semula menggunakan sistem pendingin air laut menjadi sistem pendingin central cooling dimana penulis berpendapat bahwa bila menggunakan sistem central cooling maka komponen mesin yang kontak langsung dengan air laut dapat terhindar dari korosi dan kotoran yang terkandung pada air laut sehingga proses perawatan dapat lebih mudah dan proses perpindahan panas didalam air cooler lebih optimal.

**DAFTAR PUSTAKA**

ADMINLP2M (2022) <https://lp2m.uma.ac.id/2022/05/13/mengenal-manajemen-perusahaan-definisi-fungsi-serta-tujuannya/>

Adrenal ken gunadarma (2018) <https://fastnlow.net/sebenarnya-apa-sih-fungsi-intercooler-itu/>

Anish (2019)  <https://www.marineinsight.com/guidelines/general-overview-of-central-cooling-system-on-ships/>

<https://www.vestas-aircoil.com/products/charge-air-cooler/explained>

IMO 2011 Standard Training Certification and Watchkeeping 2010

International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) 74/78 and Amandement

Jauhar (2011) <https://joe-pencerahan.blogspot.com/2011/06/sistem-pendingin-cooling-system.html>

TeknisiME (2023) <https://www.teknisime.com/2023/04/sistem-pendinginan-mesin-diesel.html>

The International Safety Management (ISM) Code

 Wang zhixioning (2000) Instruction manual book ZECHAI L250 series

LAMPIRAN

MT. SUKSES GLOBAL

Sumber : MT. SUKSES GLOBALGambar : ME LC8250 ZLC-4



A machine with many switches and buttons

Description automatically generated

Sumber : MT. SUKSES GLOBAL

Gambar: ASAP YANG KELUAR DARI CEROBONG

Sumber : MT. SUKSES GLOBAL

Gambar : FLEXIBLE EXH GAS MANIFOLD YANG BOCOR

A stack of fabric wrapped material

Description automatically generated with medium confidence

Close-up of a pipe with a blue and black handle

Description automatically generated

Sumber : MT. SUKSES GLOBAL

Gambar : BLOK AIR COOLER YANG KOTOR



BLOK AIR COOLER DI KELUARKAN DARI HOUSING



Sumber : MT. SUKSES GLOBAL

PROSES PEMBERSIHAN AIR COOLER



Sumber : MT. SUKSES GLOBAL

PEMBERSIHAN AIR COOLER



AIR COOLER SETELAH DIBERSIHKAN



Sumber : MT. SUKSES GLOBAL