

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



MAKALAH

**OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR LAUT UNTUK
MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN INDUK
MV. SALMA**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Diklat Pelaut I**

Oleh :

**AGUS WIBOWO
NIS. 01450 / T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2018**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : AGUS WIBOWO
NIS : 01450/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR LAUT
UNTUK MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN
INDUK MV. SALMA

Jakarta, Oktober 2018

Pembimbing Materi

Pembimbing Penulisan

Soleh Uddin, MM
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19731127 200812 1 002

Markus Yando, S.SiT
Penata (III/b)
NIP. 19800605 200812 1001

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika

Nafi Almuzani, M.MTr
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19720901 200502 1 001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : AGUS WIBOWO
NIS : 01450/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR LAUT
UNTUK MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN
INDUK MV. SALMA

Penguji I

Penguji II

Penguji III

Budi Purnomo, M.MTr
Penata (III/d)
NIP. 19720510 200502 1 002

M. Ridwan, S.SiT
Penata (III/b)
NIP. 19780707 200912 1 005

Edy Kurniawan, ST
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19800415 200003 1 002

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknika

Nafi Almuzani, M.MTr
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19720901 200502 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia yang telah dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan berjudul : **“OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR LAUT UNTUK MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN INDUK MV. SALMA”**. Sebagai persyaratan untuk memenuhi Kurikulum Program Upgrading ATT-I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.

Penulis menyadari akan keterbatasan waktu dan kemampuan di dalam penyusunan kertas makalah ini, sehingga masih banyak kekurangan dan hasilnya belum sempurna. Oleh karena itu penulis membukakan diri untuk menerima kritik dan saran-saran yang bersifat positif guna perbaikan makalah ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, sehingga makalah ini dapat terwujud terutama kepada yang terhormat :

1. Capt. Marihot Simanjuntak, M.M, selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Nafi Almuzani, M.MTr, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
3. Ibu Vidya Selasdini, M.M.Tr, selaku Kepala Devisi Pengembangan Usaha.
4. Bapak Soleh Uddin, MM, selaku Dosen Pembimbing Materi.
5. Bapak Markus Yando, S.SiT, selaku Pembimbing Penulisan
6. Seluruh rekan-rekan Perwira Siswa ATT-I angkatan XLIX dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu.

Akhir kata, semoga makalah ini dapat membawa manfaat bagi penulis dan para pembaca yang berkenan membacanya.

Jakarta, 12 Oktober 2018

Penulis

AGUS WIBOWO
NIS. 01450 / T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH	2
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	3
D. METODE PENELITIAN	3
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	4
F. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
B. KERANGKA PEMIKIRAN	22
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	23
B. ANALISIS DATA.....	25
C. PEMECAHAN MASALAH	32
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	42
B. SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Gambar Fresh Water Pump Main Engine
- Lampiran 2. Impeller Sea Water Pump
- Lampiran 3. Sea water pump
- Lampiran 4. Shaft Sea Water Pump
- Lampiran 5. Mechanical Seal

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal laut sebagai salah satu moda transportasi sangat dibutuhkan untuk mengangkut manusia, barang, hewan, minyak dan gas alam antar pulau maupun antar negara. Kapal laut merupakan sarana angkutan laut yang paling efisien dan efektif karena mampu mengangkut dalam kapasitas besar dengan biaya yang relatif rendah.

Seiring dengan kemajuan jaman, kapal laut terus mengalami perubahan bentuk, jenis dan teknologinya sesuai dengan muatan yang diangkut oleh kapal tersebut. Dalam pengoperasian kapal sekarang kebanyakan dipakai motor diesel sebagai penggerak utama maupun untuk mesin bantunya karena motor diesel ini sangat efisien dibanding dengan mesin uap dalam pengoperasian armada pelayaran.

Pada waktu mesin diesel bekerja dengan memakai bahan bakar MGO, torak bergerak dalam silinder, panas yang timbul sebagai hasil dari pembakaran bahan bakar didalam silinder, bisa mencapai $500^{\circ}\text{C} - 600^{\circ}\text{C}$, hal itu terjadi dengan terus menerus pada blok mesin tersebut dan bagian-bagiannya akan menjadi panas akibat dari adanya pembakaran di dalamnya sehingga memerlukan pendingin. Sistem pendingin air laut adalah salah satu bagian penting pada sebuah kapal dan memerlukan perhatian yang cukup selain dari sistem pendingin air tawar. Karena lancar tidaknya pengoperasian kapal sangat tergantung pada hasil kerja mesin, sebab dalam mesin diesel dinding silinder selalu dikenai panas dari hasil pembakaran.

Pada saat kapal berlayar dari pelabuhan ke Platform dengan kecepatan penuh mesin mengalami overheating, yaitu temperatur mesin induk naik mencapai 90°C dimana temperatur berkisar antara $65^{\circ}\text{C} - 75^{\circ}\text{C}$. Melihat kejadian tersebut, penulis

mengambil tindakan menurunkan RPM mesin induk guna menghindari terjadinya *black out* pada mesin induk. Dari kejadian tersebut maka penulis memilih judul: **"OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR LAUT UNTUK MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN INDUK MV. SALMA "**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang di atas, maka penulis mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

- a. Pompa pendingin air laut tidak bekerja dengan optimal.
- b. Sistem pendingin air laut tidak bekerja dengan baik.
- c. Terhisapnya gelembung udara oleh pompa.
- d. Saringan air laut buntu.
- e. Terjadinya penyumbatan *tube* pada *LO dan FW cooler* yang disebabkan oleh pasir.

2. Batasan Masalah

Oleh karena luasnya pembahasan mengenai permasalahan yang terjadi pada sistem pendingin air mesin induk, maka agar pembahasannya lebih focus, penulis akan membatasi pembahasan makalah ini hanya pada masalah yang menjadi prioritas, yaitu tentang :

- a. Pompa pendingin air laut tidak bekerja dengan optimal
- b. Sistem pendingin air laut tidak bekerja dengan baik

3. Rumusan Masalah

Agar lebih mudah dicarikan solusi pemecahannya maka penulis perlu merumuskan masalah yang pernah dialami. Berdasarkan uraian identifikasi dan batasan masalah yang tersebut di atas, penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Mengapa pompa pendingin air laut tidak bekerja dengan optimal ?
- b. Mengapa sistem pendingin air laut tidak bekerja dengan baik ?

c.

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui permasalahan utama pada perawatan sistem pendingin air laut di MV. SALMA.
- b. Untuk mengetahui penyebab dari permasalahan berdasarkan landasan teori.
- c. Untuk menganalisis pemecahan masalah pada sistem pendingin air laut berdasarkan landasan teori.

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

Sebagai sumbangan pemikiran bagi studi manajemen perawatan air pendingin, dengan cara mencermati karakteristik yang khas serta untuk mendorong melakukan penelitian tentang perawatan sistem air pendingin dengan cara pandang yang berbeda.

b. Aspek Praktis

Memberikan sumbangan pemikiran kepada rekan-rekan seprofesi, agar bila mendapat masalah yang sama dapat digunakan sebagai acuan sebagai upaya pemecahannya, dalam mengatasi akibat yang ditimbulkan dari sistem pendingin air.

D. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan makalah ini diantaranya yaitu :

1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang penulis gunakan dalam penyusunan penulisan makalah ini adalah menggunakan metode deskripsi kualitatif dimana dalam menemukan kebenaran yang obyektif dari suatu permasalahan yang melalui

penguraian dan penjelasan pemecahan permasalahan melalui tugas-tugas pada setiap bagian dan pelaksanaannya.

2. Teknik pengumpulan data

Dalam penulisan ini makalah ini penulis menggunakan teknik pengumpulan data melalui teknik observasi (pengamatan) langsung di atas kapal tempat penulis bekerja sebelumnya, dan sebagai pelengkap data maka penulis juga menggunakan beberapa buku referensi yang berkaitan dengan pembahasan suku cadang dalam penulisan makalah ini.

3. Subjek Penelitian

Subjek penelitian penyusunan penulisan makalah ini berdasarkan penelitian terlebih dahulu yang dilakukan saat penulis bekerja dan melakukan aktivitas sebagai seorang *chief engineer* di atas MV. Salma dimana kapal dilengkapi 2 unit motor bantu dan 2 motor induk.

4. Teknik Analisis Data

Dalam pengambilan Teknik Analisis Data yang digunakan penulis dalam penyusunan penulisan makalah ini adalah analisis data akar permasalahan yang diuraikan/dibahas berdasarkan data dari pengalaman maupun dari buku-buku referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang dibahas.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dalam penyusunan makalah ini dilakukan saat penulis bekerja di atas MV. Salma sebagai *Chief Engineer* sejak bulan Mei 2016 sampai dengan tanggal Mei 2017.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas MV. Salma yaitu kapal landing craft berbendera UAE dengan berat kotor (GRT) 481 T.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan dibutuhkan dalam penyusunan makalah guna menghasilkan suatu bahasan yang sistematis dan memudahkan dalam pembahasan maupun pemahaman makalah yang disusun, adapun sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan pendahuluan yang mengutarakan latar belakang, identifikasi, batasan dan rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Terdiri dari Tinjauan pustaka yang memaparkan teori-teori untuk menganalisa data-data sebagai referensi untuk mendapatkan informasi. Pada landasan teori ini juga terdapat kerangka pemikiran yang merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisikan uraian tentang data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi, selama penulis bekerja di atas MV. Salma. Hal tersebut digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi. Dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan penutup yang mengemukakan kesimpulan dari perumusan masalah yang dibahas dan saran yang berasal dari evaluasi pemecahan masalah yang dibahas didalam penulisan makalah ini dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini penulis memaparkan teori-teori dan istilah-istilah yang berhubungan dan mendukung dari pembahasan permasalahan yang akan dibahas lebih lanjut pada masalah ini yang bersumber dari referensi buku-buku pustaka yang terkait.

1. Optimalisasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia 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 banyak juga diartikan sebagai ukuran dimana semua kebutuhan dapat dipenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan. Menurut Winardi (2006:363) optimalisasi adalah ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan. Secara umum optimalisasi adalah pencarian nilai terbaik dari yang tersedia dari beberapa fungsi yang diberikan pada suatu konteks.

2. Sistem Pendingin

a. Definisi Sistem Pendingin

Pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam *cylinder*. Di dalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang

bekerja secara berhubungan antara lain: *cooler*, pompa sirkulasi air tawar, *strainer* pada air laut dan *sea chest*. Apabila salah satu komponen tersebut mengalami gangguan, maka akan berakibat pada kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap Mesin Induk. Air pendingin dalam fungsinya sangat *vital* dalam menjaga kelancaran pengoperasian Mesin Induk. (P. Van Maanen, 2000:82)

Sistem pendingin bertujuan untuk menjaga agar temperatur mesin tetap berada pada batas yang diperbolehkan sesuai dengan kekuatan material, karena kekuatan material akan menurun sejalan dengan naiknya temperatur (*over heating*).

Air adalah bahan pendingin yang sangat baik, karena dapat mengambil 1 kkal pada tiap-tiap kg dan tiap-tiap derajat Celcius, sedangkan volume 1 kg air hanya 1 dm³ (1 liter).

Pada kapal dengan penggerak Mesin Diesel dengan pendingin air, air pendingin dialirkan melalui dan menyelubungi dinding silinder, kepala silinder serta bagian-bagian lain yang perlu didinginkan. Air pendingin akan menyerap panas (*kalor*) dan semua bagian tersebut, kemudian mengalir meninggalkan blok mesin menuju *cooler* atau alat pendingin dan akan menurunkan kembali temperaturnya.

Agar blok Mesin Diesel dapat terpelihara dari tegangan akibat panas, maka panas yang timbul harus dapat dikendalikan. Keadaan tersebut hanya bisa diatasi dengan cara mengedarkan (mensirkulasi) media pendingin dengan tekanan yang konstan ke seluruh komponen Mesin Induk. Sistem ini harus menjadi pengawasan bagi para ABK mesin agar aliran pendingin selalu lancar.

b. Macam-Macam Sistem Pendinginan

Pada umumnya di kapal-kapal berukuran besar ada dua cara untuk mendinginkan mesin utama maupun motor bantu, yaitu :

- 1) Sistem Pendinginan Langsung (Terbuka)

Sistem pendinginan langsung adalah sistem pendinginan yang menggunakan satu media pendingin saja yakni dengan media pendingin air laut. Proses pendinginannya dengan cara air laut diambil dari katup *sea chest* melalui *Strainer* dengan pompa air laut, kemudian air laut disirkulasikan ke seluruh bagian-bagian mesin yang membutuhkan pendinginan melalui pendingin minyak pelumas dan pendingin udara untuk mendinginkan kepala silinder, dinding silinder dan katup pelepas gas kemudian air laut dibuang keluar kapal.

Bila ditinjau dari segi konstruksi sistem pendinginan langsung mempunyai keuntungan yaitu lebih sederhana dan daya yang diperlukan untuk sirkulasi air lebih kecil dibandingkan dengan sistem pendinginan tidak langsung. Selain itu dapat menghemat pemakaian peralatan, karena pada sistem ini tidak memerlukan tangki air dan tidak memerlukan banyak pompa untuk mensirkulasikan air pendingin. Adapun kerugian dari sistem pendinginan langsung ini adalah pada instalasi perpipaannya mudah sekali terjadi pengerakan (karat) karena air laut ini bersifat korosif serta air pendingin sangat terpengaruh dengan temperatur air laut.

Beberapa komponen yang sering dipakai dalam sistem pendinginan langsung (pendinginan terbuka) diantaranya sebagai berikut :

a) *Sea chest*

Sea chest adalah suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang terletak pada sisi dalam dari pelat kulit kapal yang berada dibawah permukaan air dipergunakan untuk mengalirkan air laut kedalam sistem pendingin Mesin kapal sehingga kebutuhan sistem air laut (*Sea water system*) dapat dipenuhi.

Pada kapal-kapal yang berukuran besar, menengah maupun kecil dengan sistem instalasi permesinan dari mesin induk seluruhnya terletak didalam kamar mesin, pada badan kapal bawah air berdasarkan peraturan dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 1996 vol. III sec 11.1 dinyatakan bahwa sekurang-kurangnya harus ada 2 *sea chest* karena dari *sea chest* inilah kebutuhan air laut dalam kapal dapat dipenuhi.

Sebagai lubang pengisapan air laut *sea chest* ditempatkan berdekatan dengan kamar mesin, karena segala sistem yang memerlukan pendinginan berada dalam kamar mesin. Misalnya mesin induk, mesin bantu, pompa-pompa, ketel uap, dan sebagainya.

Untuk mendapatkan air laut yang dapat mencukupi kebutuhan pendinginan mesin kapal, maka perlu dipikirkan tempatnya untuk pemasangan *sea chest* agar tujuan utama dari sistem pendingin air laut dapat tercapai. Karena baik buruknya kinerja pendingin salah satunya tergantung dari suplai air laut yang dihisap melalui lubang *sea chest* yang sesuai dengan kebutuhan.

Pada sebuah kapal umumnya mempunyai minimal 2 (dua) buah *sea chest* terpasang pada lambung kiri dan kanan kapal tepatnya di dasar lambung kapal dan di samping lambung kapal dibawah air, karena mengingat bervariasinya kedalaman perairan yang dilewati.

Pemasangan pada dua tempat yang berbeda ini dimaksudkan agar kinerja *sea chest* sebagai lubang pengisapan berjalan dengan lancar dan sesuai dengan fungsinya. Bila kapal berlayar dilaut yang dalam maka dipakai *sea chest* yang terletak di dasar kapal, sebab kemungkinan terjadinya kotoran, lumpur yang teraduk-aduk akibat gerakan baling-baling kapal tidak akan terjadi dan pada keadaan seperti ini *sea chest* samping tidak dipergunakan. Jika kapal berlayar diperairan yang dangkal dan kemungkinan terjadinya kotoran, lumpur atau pasir yang teraduk-aduk karena gerakan baling-baling kapal yang mungkin dapat masuk ke lubang *sea chest* dasar maka *sea chest* samping yang dipakai sedangkan *sea chest* bawah ditutup.

Dalam penentuan peletakan *sea chest* harus dipertimbangkan bahwa *sea chest* masih berfungsi sebagai lubang pengisapan air laut dengan baik, walaupun kondisi kapal miring sampai 22, 5 derajat dari keadaan vertikal *sea chest* masih tetap bekerja dengan baik dan tidak mengisap udara.

b) Katup (*valve*)

Semua sistem perpipaan dalam kamar mesin selalu dilengkapi dengan *valve* yang berfungsi sebagai pintu untuk membuka dan menutup aliran air laut, sebagai pengaman pula bila suatu saat aliran air harus dipompa karena kebocoran, atau karena untuk pemadam kebakaran dan lain-lain. Untuk ukuran *valve* harus disesuaikan dengan ukuran pipanya.

c) Saringan (*Strainer*)

Strainer adalah suatu alat yang berbentuk silinder dan biasanya dipasang setelah *sea chest*. Alat ini berfungsi sebagai jebakan kotoran yang lolos masuk dari *sea grating* ke dalam *sea chest* dan tertahan didalam *strainer* yang dipasang semacam saringan dengan ukuran lubang yang lebih kecil. Kotoran tersebut bila tidak tersaring dan diendapkan pada *strainer* maka akan masuk kedalam sistem air laut dalam kamar mesin dan lain-lain. Terutama pada pompa-pompa sehingga bisa menyumbat impeller. Pada periode waktu tertentu *strainer* harus dibuka untuk dibersihkan bersama dengan saringannya. Penampang *strainer* kurang lebih 1, 5 sampai dengan 2 kali penampang pipanya.

d) Pompa

Pompa air laut berfungsi untuk menghisap, menyalurkan dan menekan air laut ke dalam sistem sebagai pendingin, selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan ke bagian yang didinginkan. Ada beberapa macam pompa dengan berbagai fungsinya tapi pada umumnya untuk pendingin dikapal menggunakan pompa air laut jenis sentrifugal atau vertical.

2) Sistem Pendinginan Tidak Langsung (Tertutup)

Sistem pendinginan tidak langsung menggunakan dua media pendingin, yang digunakan adalah air tawar dan air laut. Air tawar

dipergunakan untuk mendinginkan bagian-bagian mesin, sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar, setelah itu air laut langsung dibuang keluar kapal dan air tawar bersirkulasi dalam siklus tertutup. Sistem pendinginan ini mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dan dapat mendinginkan bagian-bagian mesin secara merata.

Sistem pendinginan tidak langsung ini memiliki efisiensi yang lebih tinggi daripada sistem pendinginan langsung dan dapat mendinginkan secara merata. Keuntungan lain yang didapat dari sistem pendingin ini adalah kecilnya resiko terjadinya karat.

Kerugian sistem pendinginan tidak langsung adalah terlalu banyak menggunakan ruangan untuk penempatan alat-alat utamanya, sehingga konstruksi menjadi rumit. Daya yang dipergunakan untuk mensirkulasikan air pendingin lebih besar, karena sistem ini menggunakan banyak pompa sirkulasi.

c. Macam-Macam Media Pendinginan

Pada sistem pendinginan mesin dapat dilakukan dengan beberapa media pendingin, yaitu :

1) Media Pendingin Air

Air merupakan media pendingin yang baik karena air dapat mengambil 1 kkal pada tiap kg dan tiap derajat celcius. Sedangkan volume dari 1 kg air hanya 1 dm³.

a) Media pendingin air tawar

Media pendingin dengan menggunakan air tawar ini digunakan pada sistem pendinginan tak langsung. Proses pendinginannya dilakukan dengan proses pendinginan air tawar terlebih dahulu yang terletak di tangki penampung air tawar dengan menggunakan air laut melalui *cooler*. Setelah temperatur air tawar pada tangki penampung menurun selanjutnya air tawar disirkulasikan ke bagian-bagian mesin yang memerlukan

pendinginan, terutama ke bagian yang bergerak yang memiliki resiko kerusakan besar.

Untuk menjaga agar proses pendinginan pada mesin dapat berjalan dengan lancar maka perlu diperhatikan sirkulasi pendinginan tersebut. Biasanya akan terdapat karat yang terjadi akibat dari endapan-endapan mineral yang terkandung di dalam air. Apabila ini dibiarkan terus-menerus, maka seiring berjalannya waktu maka karat tersebut akan menyebabkan tersumbatnya sirkulasi air pendingin.

b) Media pendingin air laut

Media pendingin dengan menggunakan air laut ini digunakan pada sistem pendinginan secara langsung (terbuka). Proses pendinginannya dengan mensirkulasikan air laut secara langsung ke bagian-bagian mesin yang memerlukan pendinginan. Pada sistem pendinginan jenis ini diperlukan bahan pencegah pembentukan korosi terutama pada bagian di dalam blok silinder yang sering disebut *zinc anode*. Karena system ini sangat rentan sekali dengan korosi pada bagian-bagian yang dilalui oleh air laut dan memerlukan perawatan yang baik.

2) Media Pendingin Udara

Udara adalah bahan pendingin yang buruk karena dalam 1 kg udara atau kira-kira 0, 77 m³ udara hanya dapat menerima 1 kJ tiap derajat Celcius. Panas jenis udara $\pm 1 \text{ kJ / kg derajat celcius}$. Oleh karena itu bahan pendingin ini hanya dapat dipergunakan jika :

- a) Udara tersedia dalam jumlah yang besar.
- b) Jumlah panas yang harus dikeluarkan adalah terbatas, seperti pada mesin yang kecil.

Pada umumnya semua mesin dengan pendinginan udara, silinder-silindernya dilengkapi dengan rusuk-rusuk pendingin. Rusuk-rusuk pendingin ini berguna untuk memperbesar luas permukaan yang dapat menyerahkan panas kepada udara pendingin sehingga untuk mendinginkan menjadi lebih cepat.

3) Media Pendingin Minyak

Minyak lumas juga dapat dipakai sebagai pendingin, akan tetapi minyak tersebut hanya dapat mengambil 0,4 kkal pada tiap kg dan tiap derajat celcius. Sehingga kita harus menyediakan minyak yang cukup banyak agar dapat mengeluarkan panas yang besarnya sama dengan media pendingin air. (Romzana, HR, M. Mar. E, 2002)

Pada motor diesel, penggunaan minyak lumas hanya untuk melumasi bagian yang bergesekan seperti gesekan pada torak, poros engkol, bantalan, dan lain-lain. Bila ditinjau dari segi penyerapan panas, maka media pendingin minyak lumas memiliki lebih kecil dan rendah dibanding media pendingin air. Minyak pelumas digunakan sebagai media pendinginan permukaan yang panas dengan cara disemprotkan atau dialirkan pada bagian tersebut. Selain itu juga dapat digunakan untuk melumasi bagian-bagian yang saling bergesekan agar tidak cepat aus.

4. Perawatan Pada Pompa Air Laut Pendingin Mesin Induk

Hadiyanto Gosali menyatakan dalam sebuah artikel yang diakses dari <http://hariyantogasali89.blogspot.co.id/2013/05/menurunnya-tekanan-pompa-air-laut.html> pada tanggal 29 November 2016, bahwa untuk melaksanakan kegiatan perawatan atau pemeliharaan secara fisik terhadap pompa air laut beserta instalasinya, pelaksanaannya dengan menggunakan strategi perawatan yang diantaranya :

a. Perawatan Berencana

- 1) Pemeriksaan pendahuluan sebelum pompa dijalankan pompa yang baru selesai dipasang atau sudah lama tidak dipakai harus terlebih dahulu diperiksa sebelum dijalankan.

a) Pembersihan pada katup hisap dan pipa hisap

Jika selama perawatan instalasi pada pompa terdapat benda asing, kotoran maupun sampah dan segala macam bahan-bahan yang akan menghalangi atau akan merusak jika masuk kedalam pompa, maka harus segera dibersihkan dulu sebelum pompa digunakan.

Kebutuhan air pendingin yang banyak memerlukan suatu instalasi yang baik maka dari itu semua instalasi pendingin harus di rawat sebaik mungkin agar supaya selalu siap jika dibutuhkan.

Walaupun tidak menutup kemungkinan terjadi kerusakan akibat adanya proses kimia didalam pipa tetapi dengan perawatan yang baik dan terencana setidaknya akan memperlambat kerusakan sehingga menambah umur panjang dari instalasi tersebut.

b) Pemeriksaan kelurusan

Kelurusan poros pompa dan motor harus diperiksa. Hal ini diperlukan karena kelurusan dapat berubah oleh berbagai hal sebagai berikut :

- (1) Perubahan rumah pompa karena pemuaian dan pengerutan pipa-pipa.
- (2) Perubahan bentuk struktur bangunan dan kedudukan ketidaklurusan yang terjadi pada pompa dalam jangka panjang akan menimbulkan keausan yang cepat pada bantalan serta getaran yang besar pada pompa dan motornya.

c) Pemeriksaan minyak pelumas bantalan

Gemuk dan minyak untuk bantalan harus diperiksa kebersihan dan jumlahnya secara rutin.

d) Pemeriksaan dengan memutar poros

Poros harus dapat berputar dengan mudah dan halus jika diputar dengan tangan tanpa menggunakan tenaga besar dan pada saat akan berhenti akan ada *balance* dengan berputar kebalikannya kemudian berhenti.

e) Pemeriksaan pipa alat bantu

Semua katup *system* pipa pembantu seperti pipa pendingin harus terbuka penuh, jumlah dan tekanan air pendingin dan air pelumas harus sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

f) Pengisian air (Pancingan)

Pompa harus dipancing dengan mengisi penuh pompa dan pipa hisap dengan air laut melalui pipa dari *sea chest* supaya didalam pompa tidak ada udara yang tersisa.

g) Pemeriksaan arah putaran

Pemeriksaan arah putaran biasanya dilakukan dengan terlebih dahulu melepas kopling yang menghubungkan pompa dan motor penggerak. Motor dihidupkan sendiri dan diperiksa putarannya sesuai dengan arah yang ditentukan. Setelah putaran sesuai maka kopling dipasang kembali. Tapi jika putaran terbalik maka segera periksa sambungan elektrik dari pada elektro motornya.

h) Penanganan katup keluar pada waktu *start*

Pada waktu *start*, katup tekan pada pipa keluar harus dalam keadaan tertutup penuh. Setelah pompa *distart*, katupnya lalu dibuka pelan-pelan dan manometer diamati terus sampai menunjukkan tekanan normal sebagaimana dinyatakan dalam spesifikasi pompa operasi dalam keadaan katup tertutup tidak boleh berlangsung terlalu lama karena zat cair di dalam pompa akan menjadi panas sehingga dapat menimbulkan berbagai kesulitan dalam keadaan katup tertutup pompa tidak boleh dijalankan lebih dari 5 menit.

2) Pemeriksaan pada kondisi operasi

Ada beberapa hal yang perlu diperiksa serta cara penilaian kasar tentang kondisi pompa baik pada waktu uji coba, maupun pada waktu operasi.

a) Pembacaan *pressure gauge*

Tekanan keluar dan tekanan hisap harus sesuai atau mendekati harga yang telah ditentukan atau diperhitungkan sebelumnya, serta tidak boleh berfluktuasi secara tidak normal. Jika ada benda asing yang menyumbat atau ada udara yang terhisap, maka tekanan akan jatuh atau akan berfluktuasi secara tidak normal.

b) Arus listrik yang dikonsumsi harus lebih rendah dari pada yang dinyatakan pada ampermeter, arus ini tidak berfluktuasi secara tidak normal. Jika ada benda asing atau pasir yang terselip pada celah sempit antara *impeller* dan rumah pompa, arus listrik dapat berfluktuasi secara tidak normal sebelum *impeller* macet.

3) Penanganan pompa cadangan

a) Pompa cadangan (*standby pump*) harus dipersiapkan untuk dapat di *start* setiap saat. Untuk pelumasan dan pemeriksaan bantalan, *packing* atau *mechanical seal* harus terpasang dengan baik dengan kata lain tidak ada kebocoran.

b) Pompa cadangan harus dioperasikan secara *periodic* jika tidak pernah dijalankan maka bagian dalam pompa dapat berkarat sehingga tidak dapat berputar. Dalam hal ini perawatan pompa perlu dijalankan sedikitnya sekali sebulan atau sekali seminggu selama kurang lebih 10 menit dalam keadaan normal. Supaya pompa tersebut dapat diketahui kesiapannya.

c) Penanganan pompa yang tidak dipakai dalam jangka waktu yang lama.

Jika pompa tidak akan dioperasikan dalam jangka waktu lama, zat cair di dalam pompa harus dibuang dan pompa dikeringkan. Permukaan-permukaan pada bantalan, poros penekan *packing* dan kopling, harus dilumasi minyak atau zat untuk penahan korosi.

4) Pengelolaan

Ketentuan selanjutnya yang dipakai sebagai dasar pemikiran untuk melaksanakan pemeriksaan rutin adalah menentukan bagian-bagian yang akan diperiksa beserta jangka waktunya. Atas dasar petunjuk ini kondisi mesin pada saat pemeriksaan dibandingkan dengan keadaan standart yang diperoleh dari pemeriksaan-pemeriksaan sebelumnya. Adapun frekuensi tersebut sebagai berikut :

a) Pemeriksaan harian

Hal-hal yang perlu diperiksa setiap hari adalah sebagai berikut :

- (1) *Temperature* pada permukaan rumah pompa harus dapat diraba dengan tangan.
- (2) Tekanan hisap dan tekanan keluar pada petunjuk *pressure gauge* harus dapat dibaca.
- (3) Kebocoran dari kotak *packing* atau *mechanical seal* diamati secara cermat.
- (4) Arus listrik harus dapat dibaca pada *amperemeter*.
- (5) Jumlah aliran pendingin yang ada didalam rumah pompa harus dirasakan dengan tangan, dilihat dan didengarkan.

b) Pemeriksaan bulanan

Setiap bulannya minimal tahanan disolasi pada motor pompa harus diperiksa secara rutin dengan cara di *megger* biasanya tahanan dari motor tidak boleh kurang dari 1 mega ohm ($M\Omega$).

c) Pemeriksaan bantalan

- (1) Jika bantalan yang digunakan memakai cara pelumas cincin maka ini harus dapat berputar secara normal.
- (2) Jika rumah bantalan dipegang dengan tangan harus tidak terasa panas yang berlebihan. Jika diukur dengan *thermometer* biasanya bantalan diangkat normal lihat temperaturnya tidak lebih dari 40°C di atas temperatur udara disekitarnya.

d) Pemeriksaan getaran dan bunyi

- (1) Bila tangan diletakan diatas permukaan rumah pompa, harus tidak ada getaran-getaran yang berlebihan. Untuk pengukuran yang teliti, getaran dapat diukur dengan *vibrometer* pada rumah bantalan dan pada motor. Nilai getaran yang diukur harus kurang dari 30 mm, pada 3000 rpm dan kurang dari 50 mm pada 1500 rpm.
- (2) Tidak boleh ada bunyi yang luar biasa karena kavitasi atau sunging maupun bunyi dari bantalan.
- (3) Pengamanan untuk penghentian pompa.

b. Perawatan Insidentil

Pengadaan perawatan insidentil serta berbagai gangguan pada pompa dan cara mengatasinya.

- 1) Pompa sukar di *vacum*
 - a) Apakah katup isi tersumbat sampah atau benda asing bersihkan benda-benda asing tersebut.
 - b) Apakah dudukan katup tidak rapat atau aus : perbaiki katup atau ganti yang baru.
 - c) Apakah ada kebocoran pada pipa isap, segera perbaiki.
 - d) Apakah *packing* atau *mechanical seal* pada pompa dalam keadaan bocor, segera perbaiki atau ganti.
 - e) Apakah dalam pompa terdapat udara : *drain* udara sampai habis.
- 2) Pompa tidak berputar setelah tombol start ditekan
 - a) Apakah alat sekringatau komponen listrik bekerja dengan baik?

Ganti sekring jika putus. Jika pemutus sirkuit terbuka tutup kembali, jika ada komponen lain yang tidak bekerja dengan semestinya, perbaiki dan ganti atau cari sebab-sebab lain pada komponen listrik dan perbaiki kalau ada penyimpangan tersebut.
 - b) Apakah pompa dapat diputar dengan tangan ? periksa *packing* atau *mechanical seal*, *bearing* maupun koupling beri pelumasan jika ada yang rusak salah satunya segera ganti.

- c) Apakah ada benda asing tersangkut didalam pompa ?
Keluarkan benda asing tersebut.
 - d) Jika motor terbakar atau putus lilitannya : segera ganti motor.
- 3) Motor mengalami pembebanan lebih :
- a) Apakah tegangan jala-jala terlalu rendah : periksa tegangan jala-jala.
 - b) Apakah penekan *packing* menekan terlalu keras : kendorkan penekan *packing*.
 - c) Apakah ada benda asing yang menyumbat bagian yang berputar :
Keluarkan benda asing.
 - d) Apakah Ball Bearing rusak : segera ganti.
- 4) Bunyi dan getaran terlalu berlebihan
- a) Apakah kelurusan kopling berubah : perbaiki kelurusan.
 - b) Apakah pondasi atau penumpu pipa kurang kokoh : periksa kembali pondasi dan bila perlu diperkuat.
 - c) Apakah ada udara masuk : kencangkan sambungan pipa dan jika ada kebocoran pada pipa segera perbaiki.
 - d) Apakah ada benda asing tersangkut di dalam pipa : keluarkan benda asing.
 - e) Apakah bagian tidak berputar karena *impeller* aus : seimbangkan kembali *impeller* atau ganti dengan yang baik.
- 5) Kebocoran pada *mechanical seal*
- a) Apakah *mechanical seal* bocor: segera ganti.
 - b) Apakah *mechanical seal* sesuai ukurannya : samakan jika ganti dengan yang baru.
 - c) Apakah kualitas *mechanical seal* baik : pastikan yang akan dipasang berkualitas baik.
- 6) Kebocoran dan pemanasan *packing*
- a) Air bocor dari *packing* tekan.

- (1) Apakah penekan *packing* cukup tekanannya : kencangkan tekanan *packing* sampai air yang bocor dari kotak *packing* mengecil dan menetes dari jumlah yang memadai.
- (2) Apakah *packing* terlalu pendek sehingga celah terlalu besar : ganti dengan *packing* yang panjangnya sesuai.
- (3) Apakah *packing* sudah buruk dan selubung poros aus : ganti *packing* yang anti selubung poros.

b) *Packing* tekan terlalu panas

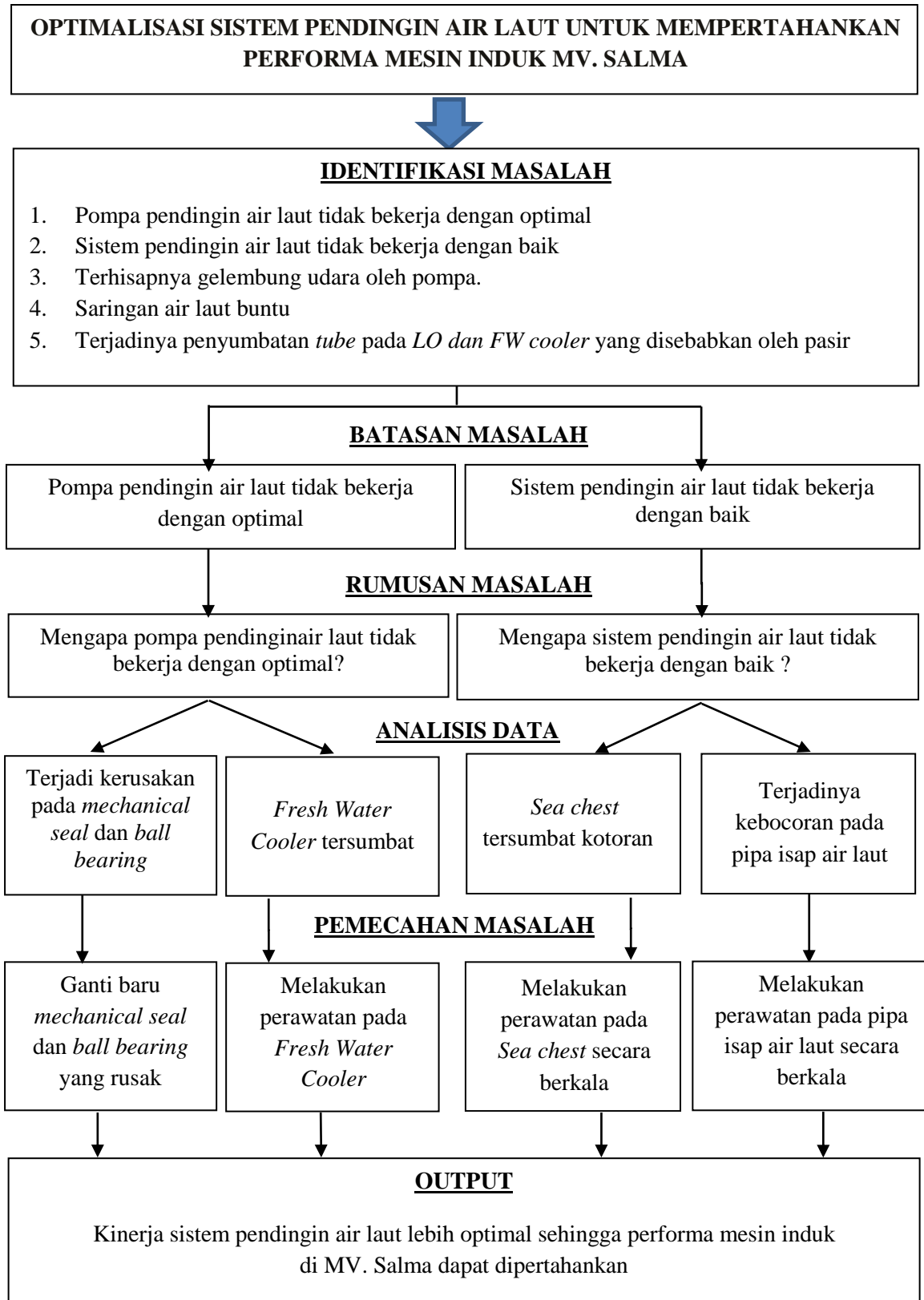
- (1) Apakah penekan *packing* dikencangkan secara berlebihan setelah penekan *packing* tidak ada yang menetes keluar dari kotak *packing*.
- (2) Apakah tekanan dalam pompa terlalu tinggi untuk *packing* yang ada ganti *packing* dengan jenis yang sesuai untuk tekanan tinggi.

c) Air bocor dari *shaft* pompa

- (1) Apakah permukaan yang saling bergesek menjadi cacat karena kemasukan benda asing permukaan dirasakan dan dihaluskan dengan lap atau ganti baru.
- (2) Apakah *shaft* pompa sudah aus karena gesekan : segera ganti dengan yang baru sebab bias merusak pada yang lain.
- (3) Apakah *packing* pada bagian perapat rusak ganti *packing*.

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Agar lebih mudah dipahami berikut penulis tuangkan kerangka pemikiran makalah ini dalam bentuk gambar :



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Adapun fakta kondisi yang terjadi di atas kapal MV. Salma sejak bulan Mei 2016 sampai dengan tanggal Mei 2017 diantaranya yaitu :

1. Pompa Pendingin Air Laut Tidak Bekerja Dengan Optimal

Pada saat MV. Salma saat sedang beroperasi di perairan Abu Dhabi tiba-tiba tekanan pada pompa pendingin air laut masuk *cooler* turun dari batas normal yaitu : 3,92 bar menjadi 1,96 bar sehingga suhu / temperatur air tawar pendingin mesin induk kiri menjadi panas 90°C yang dimana suhu normalnya antara 50°C-60°C untuk Mesin Induk dan 60°C-70°C untuk generator. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan ternyata pada pompa pendingin Mesin induk kiri dan generator No. 1 mengeluarkan air dari tempat *mechanical seal* dan bunyi yang keras serta getaran pada badan pompanya pada saat dibuka ditemukan banyak sampah menutupi lubang *impeller* dan saringannya juga banyak sampah akibat dari kotornya alur pelayaran yang dilalui karena memasuki daerah perairan laut dangkal (*Low Water*).

Semua penyebab di atas akan mengurangi masuknya air laut kepompa, dengan berkurangnya air laut masuk maka tekanan airpun otomatis akan turun dan mengakibatkan suhu air pendingin mesin induk menjadi panas melewati batas yang diijinkan dikarenakan kinerja pompa pendingin mesin induk maupun pompa pendingin generator tidak bekerja dengan optimal. Kejadian ini sering terjadi karena daerah – daerah yang dilalui adalah daerah dekat laut dangkal (*Low water*) yang selalu ada sampah rumput laut maupun lumpur dan pasir sehingga saringan induk air laut cepat kotor dan tersumbat dengan sampah maupun ranting tersebut dan selalu ada yang terisap oleh pompa sehingga menutupi sudu-sudu *impeller* dan sebagian sampah kecil masuk ke pipa – pipa pendingin dan plat *cooler* air tawar maupun lubang-lubang yang terdapat pada

LO cooler sehingga lambat laun menumpuk menutupi permukaan *cooler* yang berakibat penyerapan panas akan berkurang. Perlu diketahui bahwa pompa pendingin air laut Mesin Induk di atas MV. Salma terdiri dari 3 unit, 2 diantaranya untuk Mesin Induk kiri dan kanan sedangkan yang 1 sebagai pompa cadangan bilamana ada salah satu dari pompa bermasalah maka pompa yang cadangan dijalankan. Sedangkan pompa pendingin air laut untuk generator ada 3 pompa masing-masing 1 pompa dengan posisi dari pipa isap sangat dekat dengan *strainer*. Oleh sebab itu jika *strainer* kotor maka pompa generatorlah yang paling dulu turun tekanannya.

Kejadian yang terus menerus ini akan mengakibatkan kerusakan pada pompa-pompa terutama *mechanical seal*, *impeller*, *bearing* maupun pada badan pompa dikarenakan terjadinya gesekan karena putar tidak setabil.

2. Sistem Pendingin Air Laut Tidak Bekerja Dengan Baik

Pada tanggal 24 Januari 2017 bahwa penulis pernah mengalami terjadinya kebocoran pada sistem pendingin air laut untuk mesin induk, kejadian ini dapat diketahui dengan penuhnya *bilge* kamar mesin sehingga *High Level Alarm* kamar mesin berbunyi, dimana setelah diperiksa ada kebocoran pada pipa isap air laut. Dengan adanya kebocoran tersebut kinerja pompa menjadi tidak optimal dilihat dari *pressure gauge* yang naik turun disebabkan pompa kadang isap kadang tidak jika keadaan ini tidak segera perbaiki maka pompa tidak bisa bekerja dengan sempurna untuk mendinginkan bagian-bagian yang seharusnya didinginkan.

Di Kapal MV. Salma terdapat 2 Mesin Induk pada posisi kiri dan kanan sedangkan sea chest terdapat 4 buah yang utama ada 2 yaitu posisi *sea chest* bawah (*Low*) berada di sebelah kiri untuk dipergunakan di daerah perairan yang dalam dan posisi *sea chest* atas (*High*) berada di sebelah kanan untuk dipergunakan di daerah yang dangkal seperti di sungai-sungai, dan posisi *sea chest* tengah (*center*) untuk keperluan *ballast* sedangkan *sea chest* di bagian belakang dipergunakan untuk keperluan *Emergency Fire Pump*.

Disini penulis mengalami kejadian yaitu pompa pendingin air laut terutama untuk pompa pendingin generator 1, 2 dan 3 tidak bisa menghisap air

laut dikarenakan di dalam sistem pompa tersebut terdapat banyak udara yang bisa diketahui dengan membuka pipa *pressure gauge* dan yang keluar bukanlah air laut melainkan udara yang terus menerus.

Kejadian ini selalu terulang manakala pada saat kapal dalam keadaan kosong atau tanpa muatan ditambah jika tangki air ballast belakang tidak terisi penuh dan *Draft* belakang kapal kurang dari 4 meter. Untuk perlu diketahui keseluruhan tangki *ballast* di kapal yaitu : 4 tangki kiri, 4 tangki kanan dan 1 tangki tengah (*Center*).

Kejadian terhisapnya gelembung udara penulis perkirakan seperti ini, apabila Kapal dalam keadaan tanpa muatan dan tangki ballast tidak terisi penuh maka badan kapal akan terangkat separuh dari garis sarat kapal yang mana konstruksi dari bawah badan kapal datar tetapi pada lambung bagian belakang yang terletak lubang *sea chest* tidak datar melainkan melengkung yang mungkin menjadi penyebab kurang optimalnya tekanan air laut masuk.

Ketika kapal olah gerak pada saat baling-baling Mesin Induk berputar mundur penuh dalam waktu yang cukup lama sehingga putaran baling-baling tersebut akan menimbulkan gelembung udara yang cukup banyak. Dikarenakan gelembung tersebut kearah belakang yang dimana terdapat lubang *sea chest* sehingga gelembung udara langsung masuk dan terjebak didalam *sea chest*. Walaupun dalam ruang *sea chest* terdapat lubang pipa pembuangan udara tapi tidak mampu untuk mendorong mengeluarkan semua gelembung udara tersebut secara keseluruhan dalam waktu yang singkat sedangkan gelembung udara terus terkumpul melewati lubang *sea chest* tersebut sehingga udara yang tak sempat terbuang itu sebagian masuk ke *strainer* dan kedalam system pipa, dikarenakan posisi pipa isap pompa pendingin generator sangat dekat dengan *strainer* maka otomatis gelembung udara tersebut akan langsung terisap dan mengakibatkan pompa tidak dapat mengisap air.

B. ANALISIS DATA

Dari rumusan masalah yang penulis uraikan pada bab diatas maka penulis menganalisis data dengan mencari penyebab permasalahan untuk menemukan pemecahannya diantaranya yaitu :

1. Pompa Pendingin Air Laut Tidak Bekerja Dengan Optimal

Penyebabnya adalah:

a. Terjadi Kerusakan Pada *Mechanical Seal* Dan *Ball Bearing*

Pada pompa pendingin air laut terdapat *mechanical seal* yang terdiri dari dua permukaan kontak, yang satu diam dan melekat pada rumah pompa terbuat dari bahan keramik, dan lainnya terbuat dari bahan karbon yang berputar melekat pada poros, kedua kontak permukaan berfungsi untuk mencegah kebocoran antara rumah pompa dan poros yang berputar. Kebocoran pada *mechanical seal* akan mengakibatkan air laut keluar dari pompa pada saat mesin induk berputar dan dengan otomatis tekanan pada pompa akan berkurang sehingga sistem pendinginan kurang bekerja secara normal. Kebocoran pada *mechanical seal* dapat juga disebabkan oleh pemakaian *spare part* yang tidak asli dan pemasangan yang kurang baik yang menyebabkan kedua permukaan kontak yang selalu bergesekan menjadi panas, dan mengakibatkan kedua permukaan *seal* menjadi aus dan terjadi pengurangan tekanan sistem pendingin yang diakibatkan dari kebocoran.

Pada rumah *bearing* juga terdapat *seal* karet (*oil seal*) yang fungsinya sama seperti *mechanic seal* untuk mencegah kebocoran, namun pada *seal* karet harus mendapatkan pelumasan. Kurang atau tidak adanya pelumasan pada *seal* karet akan menyebabkan panas karena gesekan, dan ini akan menyebabkan karet memuai atau menjadi lunak dan terjadi kebocoran. Selain itu usia daripada pemakaian barang yang melebihi batas waktu menyebabkan *seal* karet tidak elastis lagi dan dapat mengakibatkan kebocoran.

Pada pompa *centrifugal* (sentrifugal) salah satu komponen yang penting adalah *bearing* sebagai penumpu poros untuk menggerakkan *impeller* pada pompa *centrifugal* (sentrifugal), agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Akibat adanya gaya-gaya yang timbul sebagai akibat dari putaran pompa timbul gaya aksial dan menghasilkan getaran yang menyebabkan *bearing* tidak dapat mengatasi gaya-gaya yang timbul tersebut, yang mengakibatkan *bearing*

mudah mengalami kerusakan, kerusakan *bearing* akan menahan putaran pompa menjadi tersendat.

Adapun faktor–faktor menyebabkan kerusakan *bearing* pada pompa pendingin air laut, yaitu :

1) Adanya poros yang tidak lurus.

Dimana dudukkan poros pompa tidak lurus dan mengakibatkan getaran yang sangat tinggi (*Vibration*), pemasangan yang tidak lurus tersebut akan menimbulkan getaran pada saat berputar yang dapat merusak *bearing*. Kemiringan dalam pemasangan *bearing* tidak menumpu poros dengan baik, mengakibatkan timbulnya getaran yang akan merusak *bearing* tersebut.

2) Tidak seimbangya *impeller*.

Pada bagian pompa yang berputar seperti *impeller* dan kopling yang tidak seimbang (*Balance*) atau salah satu titik pada bagian yang berputar memiliki berat yang tidak seimbang, sehingga pada waktu berputar mengakibatkan putaran mengalami perubahan gaya disalah satu titik putaran, yang lama kelamaan akan merusak *bearing* tersebut.

3) Kurangnya pelumasan pada *bearing*

Bearing yang berputar harus mendapatkan pelumasan untuk memperkecil gesekan, karena kebocoran pelumasan dari *seal bearing* menyebabkan pelumas atau *stemplet (Grease)* terbuang yang mengakibatkan *bearing* kurang atau tidak adanya pelumasan. Dan kebocoran pada *seal* tersebut juga menyebabkan terkontaminasinya minyak lumas oleh air laut bilamana *mechanic seal* bocor, hal tersebut dapat merusak *bearing* dengan cepat.

4) Adanya kerusakan pada *Impeller* pompa

Impeller adalah salah satu bagian pompa yang berputar dan berfungsi mengalirkan air laut dalam sistem, dimana sistem pendingin

dialirkan ke mesin induk dengan tekanan yang dihasilkan dari pompa melalui *impeller*. Kerusakan pada *impeller* dapat mengganggu kurangnya tekanan pada sistem pendingin, kerusakan pada *impeller* sering terjadi adanya pengikisan atau keretakan pada dudukkan *impeller* hingga patah. Kebanyakan kerusakan tersebut diakibatkan dari getaran (*Vibration*) dan tidak seimbangannya putaran *impeller* pada pompa atau jam kerja pompa sudah melampaui batas yang ditentukan.

Penulis pernah mengalami pada saat pompa dijalankan terdapat bunyi, getaran dan putaran yang tidak normal, setelah dicek ternyata sumber dari suara dan getaran tersebut adalah diakibatkan oleh *bearing* yang rusak. Akibatnya kinerja dari *impeller* pada pompa tidak stabil yang dapat mengakibatkan getaran pada pompa dikarenakan terjadinya gesekan sehingga mengakibatkan bagian dari pompa menjadi ikut terpengaruh oleh getaran gesekan tersebut, sehingga pompa tidak dapat bekerja secara optimal dan menyebabkan produksi dari pompa menurun. Air laut yang telah masuk kedalam ruang *impeller* akan ditekan keluar oleh pompa dengan tenaga penggerak motor listrik disini Air laut akan ditekan keluar oleh *impeller* akibat gaya sentrifugal dengan dihubungkan satu poros dengan motor listrik melalui saluran keluar yang berbentuk *konis*. Permulaan dari rumah keong adalah bagian yang sempit, kemudian melebar semakin jauh semakin lebar dan akhirnya keluar dari bagian ini adalah bagian yang paling lebar dan cairan itu akan bergerak dan menuju ke arah keluar dari pompa menuju *cooler*.

b. *Fresh Water Cooler Kotor (Tersumbat)*

Cooler adalah suatu alat pemindah panas yang gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari motor induk. Apabila dalam pipa-pipa *cooler* terdapat kotoran seperti lumpur atau tersumbat akan mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang / terhalang, sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *cooler* tersebut tetap tinggi. Maka hal ini dinamakan proses pendinginan tidak sempurna.

Cooler merupakan bagian yang penting dalam hal untuk kelancaran air pendingin karena sesuai dengan fungsinya yaitu sebagai alat penukar panas. Pendingin dari sistem pendingin motor dan peralatannya dipasang untuk menjamin bahwa temperature air pendingin yang telah ditentukan dapat diperoleh pada berbagai jenis kondisi. Pada Instalasi pipa dilengkapi dengan jalur *Bypass* bilamana terjadi gangguan pada *cooler* untuk menjaga kelangsungan operasi sistem. Pada ujung saluran pipa air tawar dekat tutup *cooler* dipasang *thermometer* dengan skala derajat *Celcius* dan juga pada bagian keluarnya dipasang juga *thermometer* dengan skala derajat *Celcius*. Maksud dari pemasangan ini adalah sebagai alat control suhu pada air pendingin.

Jadi air laut dari pompa akan dipompa masuk *cooler* dan air akan mengalir melalui *flat element* yang jumlahnya ± 180 lembar. Dan air laut itu akan menyerap panas pada *cooler* terus keluar melalui saluran pada pipa bagian atas saluran kemudian air keluar ke laut. Sedangkan untuk air tawarnya berlawanan dengan arah aliran air lautnya.

Banyaknya panas dari air tawar yang masuk *cooler* akan diambil sebagian oleh air laut. Air laut akan menjadi panas, karena hal itu *cooler* disebut juga alat penukar panas. *Cooler* bekerja normal bila perbedaan suhu air tawar masuk dan keluar *cooler* $\pm 10^{\circ}\text{C}$. Dan apabila suhu mesin terlalu panas yang disebabkan oleh *cooler* kotor maka diadakan pemeriksaan pada *flat element* dengan membuka *cooler* nya dibersihkan dengan cara menyikat dan menyemprot air sambil memperhatikan *seal* nya agar tidak rusak/robek.

2. Sistem Pendingin Air Laut Tidak Bekerja Dengan Baik

Penyebabnya adalah:

a. *Sea Chest* Tersumbat Kotoran

Sea chest ini sangat penting sekali karena sebagai jalan utamanya air laut masuk untuk pendinginan mesin. Sering terjadi penyumbatan pada *sea chest* bisa diakibatkan oleh adanya kerak-kerak yang menutupi kisi-kisi saringan sehingga menghalangi aliran air laut masuk ke *sea chest* tersebut.

Penyumbatan juga dapat disebabkan oleh plastik atau sampah-sampah yang besar dan lumpur yang agak tebal dan ini sering terjadi pada kapal-kapal yang sering masuk ke sungai-sungai atau alur pelayaran yang dangkal.

Untuk *sea chest* tersebut sudah menjadi perhatian khusus bagi ABK bagian mesin. Mengingat semua pesawat yang ada seperti *diesel generator*, *air conditioner* dan *main engine* memerlukan pendinginan air laut untuk mendinginkan *cooler* dan *condensor*, yang mana bila air laut tersebut *sea chest*-nya buntu bisa mengakibatkan *air conditioner* atau *diesel generator black out* (mati secara otomatis) karena temperatur air tawar pendingin menjadi panas yang disebabkan tekanan air laut sebagai media air pendingin berkurang. Untuk itu perawatan pembersihan perlu dilakukan secara rutin dengan cara menyemprotkan angin melalui pipa yang telah tersedia.

b. Terjadinya Kebocoran Pipa Isap Air Laut

Perpipaan pada sistem pendingin air laut di atas kapal sangat rentan terhadap kebocoran yang diakibatkan kurangnya perawatan. Pipa air laut mengalami *perforasi* (perlubangan kecil) sehingga menipis dan menyebabkan kebocoran, *fluid* yang mengalir pada sistem pendingin air laut diusahakan semaksimal mungkin agar stabil pada tekanan 2.0 bar sesuai dengan kebutuhan sirkulasi pada sistem pendingin. Pemeriksaan terhadap pipa-pipa sangat diperlukan agar aliran dari air laut dan air tawar dalam sirkulasi tidak berkurang alirannya dan lancar. Sesuai dengan fungsinya sistem pipa pendingin adalah sebagai sarana untuk mensirkulasikan air tawar dan air laut dalam sistem. Jadi jika ada kebocoran pada pipa secepatnya diatasi baik untuk sementara ataupun dengan mengadakan penggantian pipa yang baru, karena kalau hal ini sampai berlangsung lama, maka akan mengurangi tekanan pada sistem pendingin.

Pada pipa-pipa air laut selain memiliki kelemahan-kelemahan oleh karena bawaan material pipa itu sendiri yang cacat produksi faktor lain yang menyebabkan pipa bocor adalah terjadinya proses korosi pada pipa.

Untuk memahami lebih jauh tentang jenis-jenis korosi, mekanisme terjadinya proses korosi suatu logam dapat di pelajari di ilmu-ilmu kimia.

Pada analisa ini secara garis besarnya atau umum yang dikenal mengenai korosi yaitu dimana terjadi peristiwa perusakan atau degradasi material logam akibat bereaksi secara kimia dengan lingkungan. Sesuai pengamatan di lapangan dimana korosi terjadi pada bagian dalam pipa pendingin air laut, maka dari beberapa jenis korosi yang diklasifikasi menurut bentuknya yang perlu dipahami dan yang terjadi di pipa-pipa pendingin air laut antara lain;

- 1) Korosi merata (*uniform corrosion*) yaitu korosi yang terjadi pada suatu permukaan logam akibat reaksi kimia karena PH air yang lembab, sehingga makin lama logam makin menipis. Biasanya terjadi pada pelat baja.
- 2) *Erosion corrosion* yaitu korosi yang ditimbulkan gerakan cairan atau paduan antara bahan kimia yang terkandung pada air laut dan gesekan mekanis fluida. Korosi ini terjadi pada pipa dan *impeller*.
- 3) *Galvanic corrosion* terjadi bila dua logam yang berbeda berada dalam satu larutan elektrolit.
- 4) *Crevice corrosion* adalah korosi yang terjadi pada celah-celah yang sempit.
- 5) *Pitting corrosion* adalah permukaan pelat terjadi lubang yang semakin lama akan bertambah dalam dan akhirnya dapat menembus pelat.

Kebocoran akibat *erosion corrosion* sering ditemukan pada pipa-pipa setelah pompa air laut sedangkan kebocoran pada pipa isapan pompa air laut adalah karat bakteri atau karat yang disebabkan adanya bakteri di dalam rongga-rongga pipa. Karat bakteri atau karat akibat mikroorganisme laut yang terdapat pada pipa yaitu keberadaan bakteri tertentu yang hidup dalam kondisi tanpa zat asam akan mengubah garam sulfat menjadi asam yang reaktif dan menyebabkan karat, namun secara umum jika terdapat zat asam maka laju pengkaratan pada besi relatif lambat namun pada kondisi seperti di atas pengkaratan masih terjadi dan dalam kasus ini sering terjadi pada pipa-pipa air laut khususnya pipa isap pompa. Kejadian ini sesuai dengan penulis alami yaitu apabila rongga

rongga pipa dibersihkan dari karat dan kotoran yang ada di dalam maka timbul bau busuk dari pipa sehingga disimpulkan bahwa karat dan kotoran yang menyatu pada bagian dalam pipa mengandung bakteri yang merusak pipa, sebab setelah pipa bersih maka kondisi pipa semakin menipis dan kadang-kadang kalau membersihkannya dengan benda tajam seperti *wire brush* maka pipa dapat bocor dengan mudah tanpa ada tekanan pada permukaan yang dibersihkan.

C. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan analisis data yang telah membahas penyebab permasalahan, maka penulis mencari pemecahan perawatan sistem pendingin air Laut untuk peningkatan kinerja mesin Induk MV. Salma, diantaranya yaitu:

1. Alternatif Pemecahan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada analisis data di atas, maka alternatif pemecahan dari masing-masing masalahnya yaitu :

a. Pompa Pendingin Air Laut Tidak Bekerja Dengan Optimal

Alternatif pemecahan masalahnya adalah :

a. Ganti Baru *Mechanical Seal* Dan *Ball Bearing* Yang Rusak

Mechanical seal yang aus atau rusak harus diganti dengan suku cadang yang baru dan berkualitas agar kedap udara kembali. Jadi pada waktu pompa air laut bekerja tidak menghisap udara luar. Apabila udara masuk lewat *Mechanical Seal* ini, maka pompa kerja tidak normal. Dalam penggantian *bearing* dan *mechanic seal* pompa harus dalam keadaan “STOP“, buka kopling pompa lepas *neeples* pendingin dan buka baut penahan rumah *mechanic seal* serta *bolt body* pompa kemudian lepas rumah pompa dan keluarkan *shaft* pompa, kemudian lepas ikatan *impeller* dan keluarkan *mechanic seal* beserta *bearing*-nya ganti dengan *sparepart* yang ada dikapal lalu pasang kembali.

Sedangkan *Ball Bearing* mempunyai peranan, karena jika *bearing* ini rusak sebaiknya cepat dilakukan penggantian dengan yang baru dan berkualitas karena dapat merusak bagian lain dari

pompa seperti *impeller* atau kipas akan menjadikan gerakannya tidak stabil yang mengakibatkan *impeller* atau kipas bergesekan dengan rumah pompanya. Oleh karena itu harus dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1) Pengecekan terhadap material *Bearing* pompa air laut

Untuk pengecekan terhadap bahan material *bearing* bisa dilihat dari bentuk *bearing* dan bisa dicek visual dengan cara memutar *bearing* pada *shaft*, apabila masih dalam keadaan bagus, maka *bearing* tersebut akan berputar dengan halus, dan untuk *mechanic seal* bisa dicek dari bentuk pegas (*spring*) masih bekerja atau tidak, untuk permukaan karbon yang selalu bergesekan juga dicek ada atau tidaknya karbon yang tidak rata begitu pula dengan karet *sealnya* masih elastis atau tidak.

2) Penggantian *bearing* pompa air laut.

Untuk penggantian *bearing* bisa dilakukan jika *Shaft* pompa dicek sudah dalam keadaan goyang dan bila pompa dijalankan akan terjadi getaran dan suara yang kencang itu merupakan salah satu tanda *bearing* rusak. Penggantian dilakukan dengan cara membuka rumah *bearing* dari rumah *impeller* pompa selanjutnya baut *impeller*, *mechanical seal*, kopling pompa dan *cover bearing* kemudian *shaft* pompa dikeluarkan. Setelah dilepas buka *bearing* yang rusak dan ganti dengan baru lalu pasang kembali sesuai urutannya.

3) Pengecekan dan pergantian apabila poros pompa tidak lurus (*Misalignment*)

Bila melakukan pengecekan atau pergantian poros pompa (*Shaft pump*) yang tidak lurus biasanya dibawa ke darat atau bengkel untuk diperbaiki dengan menggunakan mesin bubut untuk dilakukan penyenteran poros pompa dengan alat (*Alignment dial indicator*), bila poros pompa tidak lurus (sudah tidak dapat dipakai) ganti poros pompa dengan suku cadang yang baru.

- 4) Pengecekan dan penggantian apabila *impeller* tidak seimbang (*Unbalance*)

Pengecekan *impeller* secara visual biasanya dilihat dari bentuk *impeller* apabila *body impeller* terkikis, maka putaran *impeller* tidak seimbang, putaran yang tidak seimbang akan berpengaruh terhadap putaran *bearing* dan poros, *impeller* yang seperti ini sudah tidak dapat dipakai lagi dan harus diganti dengan yang baru. Karena jika dipakai akan mengirangi daya isap maupun tekan disamping itu yang paling merusak pada komponen lain seperti bearing maupun badan pompa akibat gesekan.

b. Melakukan Perawatan Pada *Fresh Water Cooler*

Cooler adalah suatu alat pemindah panas yang gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari motor induk. Air tawar ini masuk ke dalam *cooler* didinginkan oleh air laut yang ditekan masuk ke dalam *cooler* oleh pompa sirkulasi dan kemudian setelah mendinginkan air tawar tersebut melalui saluran pipa saluran *flat element* yang dibatasi oleh *seal* agar cairan tidak tercampur, terus air laut dibuang ke laut.

Air tawar yang keluar dari *cooler* air tawar suhunya berkisar $55^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$, agar temperatur yang dikehendaki tercapai maka *cooler* harus dirawat dengan rutin supaya bersih dan agar tekanan serta volume air laut yang mengalir selalu normal.

Apabila dalam *flat cooler* terdapat kotoran seperti lumpur atau tersumbat akan mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang karena terhalang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *cooler* tersebut tetap tinggi. Maka hal ini namanya proses pendinginan tidak sempurna. Untuk mengatasi *fresh water cooler* yang sering buntu / kotor maka perawatan *sea chest* dilakukan perawatan sekali tiap 6 bulan sesuai PMS atau disesuaikan dengan kondisi suhu air tawar pada mesin induk.

Untuk pengecekan dan pembersihan secara keseluruhan maka setiap dua tahunnya MV. Salma melaksanakan *docking* untuk mengganti pipa – pipa air laut dan air tawar serta instalasi *cooler* yang sudah keropos dan melakukan penggantian *packing-packing*. Maupun terhadap rumah saringan induk air laut yang mengalami keropos.

Ini menjadi tugas para masinis kapal agar selalu melakukan pemeriksaan baik dari tekanan pompa yang masuk ke dalam sistem maupun perawatan terhadap pompa itu sendiri, akibat seringnya kapal masuk pada pelayaran dangkal seperti penulis alami yaitu di Das Island Area location area offshore (Abu Dhabi) karena berdasarkan pasang surut air laut.

b. Mengenai Sistem Pendingin Air Laut Tidak Bekerja Dengan Baik

Alternatif pemecahan masalahnya adalah :

a. Melakukan Perawatan Pada *Sea chest*

Di atas kapal MV. Salma terdapat 4 (empat) buah *sea chest* dimana 3 (tiga) buah untuk isapan dasar dan 1 (satu) buah untuk isapan dari samping atau lambung. Saluran *sea chest* ini ditempatkan di sekitar kamar mesin dan ruang pompa *cargo* yang digunakan untuk *ballast*.

Pada isapan dari *sea chest* dasar yaitu di bagian kiri yang digunakan untuk di perairan dalam dan *sea chest* samping atau lambung berada dibagian kanan yang digunakan untuk perairan yang dangkal seperti sungai. Bila kapal berlayar di perairan dalam sebaiknya *sea chest* lambung ditutup guna menghindari kotoran (sampah) atau dipakai isapan hanya untuk sementara bila akan membersihkan *sea chest* dasar yang berada di sebelah kiri dan sebaliknya jika berlayar di alur perairan yang dangkal maka *sea chest* dasar sebaiknya ditutup karena dikhawatirkan lumpur akan masuk dan terisap oleh pompa.

Jika kapal sedang di dermaga dilakukan penghembusan dengan udara dari kompresor untuk menekan keluar jika ada kotoran yang menempel atau menyangkut pada kisi-kisi *sea chest* (*sea grating*).

Penyemprotan dilakukan pada saat sirkulasi air laut dalam keadaan berhenti atau tertutup. Tutup kran pipa udara untuk pemakaian di *deck* dan buka kran udara yang masuk *sea chest*. Kemudian kran udara yang dari kompresor dibuka untuk penghembusan agar kotoran-kotoran yang penempel atau menyangkut bisa terlepas dari kisi-kisi.

Perhatikan diluar lambung apakah ada gelembung-gelembung udara yang keluar dari lambung kapal. jika ada gelembung udara yang timbul di lambung kapal besar, maka kisi-kisi itu terbebas dari kotoran. Akan tetapi jika penyumbatan terjadi oleh kerak-kerak karang maka harus diadakan penyelaman (penyekrapan) sebagai upaya pembersihan dan setelah itu baru dihembus dengan udara kompresor.

Perlindungan dengan *Zinc Anode protection* sangat diperlukan untuk perlindungan pengkaratan secara aktif maksudnya adalah menggunakan proses kimiawi dimana lambung kapal sebagai katodanya, anodanya merupakan lempengan logam *non ferro* sedangkan air laut adalah *electrolit* sehingga jika berlayar terjadi aliran listrik dimana ion-ion logam akan tertarik dan menempel pada plat kapal sehingga proses pengkaratan jadi terhambat. Disekitar *sea chest* harus dipasang *Zinc Anode* dengan mutu yang memenuhi dan jumlah yang dapat bekerja dengan aktif sebagai pelindung sekurang-kurangnya 24 bulan atau 2 (dua) tahun, *Current Dencity* yang digunakan 65 mA/m dan jumlah *Zinc Anode* yang dipakaikan pada *Sea Chest* sekitar 6 (enam) buah.

Jika pipa pembuangan udara pada *sea chest* diperkirakan kurang mencukupi atau tidak mampu menanggulangi pembuangan udara maka diusahakan pembuatan pembuangan udara tambahan ditempat yang sekiranya udara itu tersisa seperti pada *strainer*. Kalau sekiranya Draft belakang dari kapal juga mempengaruhi sistem maka ketika

dalam keadaan tanpa muatan diusahakan tangki *ballast* diisi sampai draft belakang kapal sesuai yang diperlukan dan pada saat olah gerak kapalpun diusahakan seminimal mungkin ketika mesin kapal bergerak mundur.

b. Melakukan Perawatan Pada Pipa Isap Air Laut Secara Berkala

Pada pipa sistem pendingin berguna untuk sarana jalannya air laut dalam sirkulasi sehingga aliran air dalam sirkulasi diharapkan tidak banyak hambatan maupun gesekan. Pipa-pipa ini penting untuk mendapat perawatan agar supaya banyaknya air masuk dan juga tekanannya yang disirkulasikan tetap stabil. Terutama hambatan air dalam sirkulasi adalah terdapatnya kerak-kerak yang menumpuk pada pipa-pipa instalasi yang mengakibatkan terganggu dan terhambatnya kelancaran sirkulasi air untuk penyerapan panas.

Dalam sistem ini juga sering ditemukan korosi ataupun kebocoran pada pipa. Untuk mencegah dan mengurangi kerak-kerak dan korosi pada pipa ialah dengan memasang *zinc anode* di dalam *strainer* sebagai jalan masuk pertama sebelum pipa, atau jika ada pergantian pipa dengan yang baru, maka pipa tersebut harus diberi cat dasar dulu dan setelahnya dicat untuk mengurangi dan memperlambat terjadinya korosi.

Perawatan pada sistem pipa pendingin ataupun penggantian pipa yang mengalami kebocoran diusahakan dengan memakai pipa yang kualitasnya lebih baik. Dengan harapan bisa dipergunakan dalam jangka waktu yang lama.

Seperti diketahui bahwa pipa air laut bocor dapat diakibatkan oleh korosi. Untuk mengurangi laju korosi pada pipa-pipa pendingin air laut adalah dengan menggunakan metode-metode pengendalian korosi antara lain :

a) Perlindungan mekanis

Perlindungan mekanis atau pengendalian korosi dengan lapisan penghalang dengan cara di cat menggunakan cat *anti fouling* (*anti*

foulant paint) pada pipa yang baru di ganti, untuk mencegah agar permukaan logam tidak bersentuhan dengan udara dan air laut sehingga reaksi kimia reduksi untuk terjadinya pembentukan korosi dapat dihindari.

b) *Tin Plating* (Pelapisan dengan Timah)

Pelapisan dilakukan dengan cara *electrolysis*, yang disebut *electroplating*. Besi yang dilapisi timah tidak mengalami korosi karena tidak ada kontak dengan *oksigen* (udara) akan tetapi lapisan timah hanya melindungi besi selama lapisan utuh. Apabila lapisan timah tergores, maka justru mendorong atau mempercepat korosi besi hal itu terjadi karena potensial reduksi besi lebih negative daripada timah. Oleh karena itu, besi yang dilapisi timah akan membentuk suatu sel elektrokimia dengan besi sebagai anode.

c) *Galvanisasi* (pelapisan dengan *zinc*)

Berbeda dengan timah *zinc* dapat melindungi besi dari korosi sekalipun lapisannya tidak utuh. Hal ini terjadi suatu mekanisme yang disebut perlindungan katode. Oleh karena potensial reduksi besi lebih positif dibandingkan *zinc*, maka besi yang kontak dengan *zinc* akan membentuk elektrokimia dengan besi sebagai katode. Dengan demikian, besi terlindungi dari *zinc* yang mengalami oksidasi.

d) *Cromium Plating* (Pelapisan dengan kromium)

Besi atau baja juga dapat dilapisi dengan kromium untuk memberikan lapisan perlindungan. Kromium plating juga dilakukan dengan elektrolisis sama seperti *zinc*. Kromium dapat memberikan perlindungan sekalipun lapisan kromium itu ada yang cacat atau rusak.

e) Menggunakan *sacrificial zink anode* yang ada sertifikatnya.

Telah disebutkan juga sebelumnya fungsi penggunaan *anode* korban. Penggunaan logam aluminium yang lebih aktif akan

bertindak sebagai *anode* yang teroksidasi dan besi pipa akan menjadi katode (*cathode*) dimana reduksi oksigen berlangsung, bahan ini sengaja dikorbankan (habis termakan korosi) untuk melindungi besi pipa yang dilalui air laut yang korosif.

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

Berdasarkan alternatif pemecahan masalah di atas, maka evaluasinya adalah sebagai berikut :

a. Pompa pendingin air laut tidak bekerja dengan optimal

Evaluasi pemecahan masalahnya adalah sebagai berikut :

1) Ganti baru *mechanical seal* dan *ball bearing* yang rusak

Dalam penggantian *mechanical seal* yang aus atau rusak harus menggunakan suku cadang yang baru dan berkualitas. Tujuannya yaitu agar *mechanical seal* kedap udara kembali. Jadi pada waktu pompa air laut bekerja tidak menghisap udara luar. Sedangkan pada *Ball Bearing* mengingat peranannya yang sangat penting, karena jika *bearing* ini rusak dapat merusak bagian lain dari pompa seperti *impeller* atau kipas akan menjadikan gerakannya tidak stabil yang mengakibatkan *impeller* atau kipas bergesekan dengan rumah pompanya. Adapun kelebihan dan kekurangan dari penggantian *mechanical seal* dan *bearing* dengan suku cadang yang asli yaitu :

a) Kelebihan / Keuntungannya :

Mechanical seal dan *bearing* dapat berfungsi dengan baik sehingga kerja pompa pendingin air lebih maksimal.

b) Kekurangan / Kerugiannya :

Penggantian *mechanical seal* dan *bearing* dengan suku cadang baru dan *genuine part* membutuhkan biaya perawatan yang cukup besar.

2) Melakukan perawatan pada *Fresh Water Cooler*

Perawatan dengan cara membersihkan *cooler* dilaksanakan setiap enam bulan secara rutin. Ini perlu diperhatikan agar tidak merusak bagian – bagian dari *cooler* tersebut. Adapun keuntungan dan kerugian dari perawatan pada *fresh water cooler* diantaranya yaitu :

a) Kelebihan / Keuntungannya :

Fresh water cooler yang terawat (bersih dari kotoran) dapat mencegah terjadinya *overheating* pada mesin induk, sehingga performa mesin induk dapat dipertahankan.

b) Kekurangan / Kerugiannya :

Membutuhkan waktu untuk melakukan perawatan.

b. Sistem pendingin air laut tidak bekerja dengan baik

Evaluasi pemecahan masalahnya adalah sebagai berikut :

1) Melakukan perawatan pada *Sea chest* secara berkala

Perawatan pada *sea chest* dilakukan saat kapal sedang sandar di dermaga dengan cara menghembuskan dengan udara bertekanan dari kompresor untuk menekan keluar kotoran yang menempel atau menyangkut pada kisi-kisi *sea chest* (*sea grating*). Penyemprotan dilakukan pada saat sirkulasi air laut dalam keadaan berhenti atau tertutup. Adapun kelebihan dan kekurangan dari perawatan *sea chest* secara berkala yaitu :

a) Kelebihan / Keuntungannya :

Dengan perawatan *sea chest* secara berkala sehingga air laut masuk untuk pendinginan mesin induk tidak terhambat (lancar).

b) Kekurangang / Kelebihannya :

Membutuhkan waktu dan kedisiplinan crew mesin dalam melakukan perawatan.

2) Melakukan perawatan pada pipa isap air laut secara berkala

Untuk mencegah dan mengurangi kerak-kerak dan korosi pada pipa yaitu dengan memasang *zinc anode* di dalam *strainer* sebagai jalan masuk pertama sebelum pipa, atau jika ada pergantian pipa dengan yang baru, pipa tersebut diberi cat dasar dulu dan setelahnya dicat untuk mengurangi dan memperlambat terjadinya korosi. Adapun keuntungan dan kerugian dari perawatan pipa isap air laut yaitu :

a) Kelebihan / Keuntungannya :

Dengan perawatan pipa isap air laut maka sirkulasi air laut untuk pendinginan berjalan lancar.

b) Kekurangang / Kelebihannya :

Membutuhkan waktu untuk perawatan.

3. Pemecahan Masalah Yang Dipilih

Berdasarkan alternatif dan evaluasi pemecahan masalah di atas, maka diketahui bahwa untuk mengoptimalkan sistem pendingin air laut guna mempertahankan performa mesin induk MV. Salma, dapat dilakukan dengan cara :

- a. Ganti baru *mechanical seal* dan *ball bearing* yang rusak
- b. Melakukan perawatan pada *Fresh Water Cooler*
- c. Melakukan perawatan pada *Sea chest* secara berkala
- d. Melakukan perawatan pada pipa isap air laut secara berkala

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan pada bab sebelumnya tentang terjadinya kenaikan temperatur air pendingin Mesin Induk maupun generator utamanya adalah dari Sistem pendingin air laut yang tidak bekerja secara optimal untuk mendinginkan *Cooler* maka penulis dapat menyimpulkan terkait dengan kinerja system pendingin air laut, sebagai berikut:

1. Pompa pendingin air laut tidak bekerja dengan optimal disebabkan oleh :
 - a. Kerusakan pada *mechanical seal* dan *ball bearing* sehingga menyebabkan pompa pendingin air laut tidak bekerja dengan maksimal.
 - b. *Fresh Water Cooler* tersumbat (kotor) menyebabkan penyerapan panas terhadap air tawar berkurang / terhalang, sehingga temperature air tawar yang keluar dari *cooler* tersebut tetap tinggi.
 - c. *Sea chest* tersumbat oleh kerak-kerak yang menutupi kisi-kisi sehingga menghalangi aliran air laut masuk ke dalam *sea chest* dan dari posisi penempatan lubang *sea chest* yang kurang sesuai sehingga system air laut tidak bekerja dengan baik.
 - d. Terjadinya kebocoran pipa isap air laut sehingga system pendinginan air laut tidak bekerja dengan baik.
2. Saat pendingin air laut tidak bekerja dengan baik disebabkan oleh :
 - a. Pompa pemdingin air laut tidak maksimal
 - b. Ada kebocoran pada pipa air laut
 - c. Filter sea chest mampet / kotor

B. SARAN

Berdasarkan uraian kesimpulannya agar kinerja sistem pendingin Mesin Induk dapat maksimal maka penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Perawatan pompa pendingin air laut harus dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan.
2. Melakukan perawatan pada *Fresh Water Cooler* agar temperature air tawar yang keluar dari *cooler* tetap terjaga sesuai dengan batas normal (tidak lebih dari 60°C)
3. Melakukan perawatan pada *Sea chest* dan pipa pembuangan udaranya dengan membersihkan dari kerak-kerak yang menutupi kisi-kisi agar aliran air laut masuk lancar. (dengan melakukan penyelaman)
4. Melakukan perawatan pada pipa isap air laut secara berkala agar system pendingin air laut dapat bekerja dengan baik, dengan cara menflashing pipa air laut dengan tekan pompa air laut.

DAFTAR PUSTAKA

Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 1996 vol. III sec 11.1

Maanen, P. Van. (2000). *Motor Diesel Kapal*. Jilid 1. Nautech.

Romzana, HR. (2002). *Motor Diesel*. Jakarta : BP3IP

Sumber dari internet

<http://hariantogasali89.blogspot.co.id/menurunnya-tekanan-pompa-air-laut.html>

diakses pada tanggal 28 Agustus 2018

[www. academia. edu/9027468/jenis-jenis_korosi](http://www.academia.edu/9027468/jenis-jenis_korosi) diakses pada tanggal 09 agustus 2017

DAFTAR ISTILAH

<i>Cooler /Plate</i>	: Alat pemindah panas untuk menurunkan temperatur air tawar.
<i>Heat Exchanger</i>	
<i>Fresh Water Pump</i>	: Pompa pendingin air tawar dipakai untuk menekan dan menyalurkan air ke system.
<i>Filter</i>	: Suatu alat untuk menyaring kotoran pada aliran zat cair, udara atau gas.
<i>Gland Packing</i>	: Suatu bahan Untuk menahan kebocoran air laut melalui <i>shaft</i> pompa
<i>High Fresh Water Temperature</i>	: Suatu keadaan dimana suhu system pendingin air tawar sangat tinggi (melebihi batas normal).
<i>High Level Alarm</i>	: Suatu alat untuk mendeteksi jika terjadi kebocoran air / minyak di kamar mesin.
<i>Impeller</i>	: Semacam piringan berongga dengan terdapat sudu-sudu melengkung di dalamnya dan dipasang pada ujung poros pompa yang digerakkan oleh motor listrik.
<i>Mechanical Seal</i>	: Suatu alat mekanis yang berfungsi untuk mencegah kebocoran cairan dari ruang pompa yang melewati poros berputar.
<i>Over heating</i>	: Suhu mesin yang melebihi batas normal sehingga mengakibatkan panas yang berlebihan.
<i>Overload</i>	: Kelebihan beban
<i>PMS (Planned Maintenance System)</i>	: Suatu system perencanaan pemeliharaan kapal yang berisi hal-hal yang harus dilakukan dalam perawatan dan pemeliharaan kapal.
<i>Sea Chest</i>	: Tempat isapan air laut sebelum diisap oleh pompa
<i>Sea Water Pump</i>	: Pompa pendingin air laut yang digunakan untuk

menekan dan menyalurkan air ke sistem pendingin

Strainer : Saringan pencegah kotoran

Vibration : Getaran

Vibra Meter : Alat pengukur getaran.

Zinc Anode : Bahan dari timah atau almunium yang digunakan untuk melindungi besi dari korosi.

Gambar Fresh Water Pump Main Engine



Cover impeller fresh water pump



Impeller Fresh Water
tidak jalan (Tidak bekerja
optimal)

Impeller fresh water pump

Impeller Sea Water Pump



Baut Impeller Loss (Aus)

Sea water pump



Lampiran 4

Shaft Sea Water Pump

JPR-C3800



Mechanical Seal

