

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM PENDINGIN
RUANGAN UNTUK MEMPERTAHANKAN SUHU
DALAM RUANGAN DI KAPAL SHIP 115**

Oleh :

DANIAL MALAWAT

NIS. 01769/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA**

2022

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM PENDINGIN
RUANGAN UNTUK MEMPERTAHANKAN SUHU
DALAM RUANGAN DI KAPAL SHIP 115**

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

Oleh :

**DANIAL MALAWAT
NIS. 01769/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2022**

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

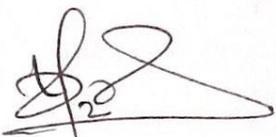


TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : DANIAL MALAWAT
NIS : 01769/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM PENDINGIN
RUANGAN UNTUK MEMPERTAHANKAN SUHU
DALAM RUANGAN DI KAPAL SHIP 115

Pembimbing Materi Jakarta, Maret 2022
Pembimbing Penulisan


Alberto, S.Si.T.,M.Mar.E.,M.A.P
Pembina (IV/a)
NIP. 19760409 200604 1 001


DR. Larsen Barasa, SE, M.MTr
Penata Tk.I (III//d)
NIP. 19720415 199803 1 002

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika


Diah Zakiah, ST, MT
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19790517 200604 2 015

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



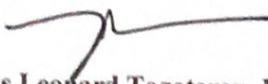
TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : DANIAL MALAWAT
NIS : 01769/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM PENDINGIN
RUANGAN UNTUK MEMPERTAHANKAN SUHU
DALAM RUANGAN DI KAPAL SHIP 115

Penguji I

Penguji II

Penguji III


Agus Leonard Togatorop, M.M

Penata (III/c)

NIP. 19840815 200712 1 002


Ed Kurniawan, S.T., M.M

Penata Muda Tk.I (III/b)

NIP.19800415 200003 1 002


Alberto, S.Si. T., M.Mar.E., M.A.P

Pembina (IV/a)

NIP.19760409 200604 1 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika



Diah Zakiah, ST, MT

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19790517 200604 2 015

KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati, penulis memanjatkan puji serta syukur kehadirat Tuhan yang maha esa, atas berkat dan rahmatnya serta senantiasa melimpahkan anugerahnya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknika Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgreeding ATT-I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

“OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM PENDINGIN RUANGAN UNTUK MEMPERTAHANKAN SUHU DALAM RUANGAN DI KAPAL SHIP 115”

Penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan dalam penyusunan serta penulisan makalah ini, sehingga masih banyak kekurangan-kekurangan dan hasilnya masih belum sempurna.oleh sebab itu penulis membukakan diri untuk menerima kritik serta saran-saran yang positif guna menuju keperbaikan makalah ini. Selanjutnya segala rendah hati, bersama ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar besarnya kepada yang terhormat :

1. Yth. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Yth. Bapak DR. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Yth. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknika Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Yth. Bapak Alberto, S.Si.T.,M.Mar.E.,M.A.P, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistimatika materi yang baik dan benar
5. Yth. DR. Larsen Barasa, SE, M.MTr, selaku dosen pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini

6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.
7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

Akhir kata semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkannya.

Jakarta, Maret 2022
Penulis,

DANIAL MALAWAT
NIS. 01769/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH	2
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	3
D. METODE PENELITIAN	4
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	5
F. SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN	23
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	24
B. ANALISIS DATA.....	25
C. PEMECAHAN MASALAH	29
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	41
B. SARAN	42
 DAFTAR PUSTAKA	 43
DAFTAR ISTILAH	

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Terciptanya udara yang bersuhu normal merupakan suatu usaha untuk memberikan suasana kesegaran pada barang atau benda yang akan kita dinginkan, di lain pihak juga untuk memungkinkan suatu proses berlangsung dengan baik, atau untuk melindungi barang atau benda tertentu supaya tidak cepat rusak. Oleh sebab itu, terutama di daerah beriklim panas atau pelayaran jarak jauh, mesin pendingin merupakan alat yang sangat dibutuhkan. Pada zaman ini mesin pendingin sudah lazim digunakan untuk melayani keperluan gedung-gedung perkantoran, hotel-hotel, gedung pertemuan, rumah sakit, toko-toko, tempat tinggal, kapal-kapal dan sebagainya.

Penggunaan instalasi mesin pendingin di atas kapal, merupakan salah satu kebutuhan yang diutamakan. Dengan demikian pengetahuan tentang mesin pendingin baik secara teori maupun praktek sangat dibutuhkan khususnya para Masinis di atas kapal, supaya Masinis mampu bertindak dan menganalisa untuk Menemukan kerusakan dan memperbaikinya dengan segera sehingga kenyamanan dalam belayar atau kelancaran pengoperasian kapal tidak terganggu, dikarnakan seringkali penulis temukan genangan-genangan air di ruang dingin dan bersamaan bunga-bunga es pada pipa-pipa evaporator yang berakibat terganggunya kinerja mesin pendingin.

Perawatan mesin pendingin ruangan yang tepat dan terencana akan menghasilkan efisiensi atau kinerja yang maksimal dari sistem pendingin ruangan tersebut. Terutama di daerah beriklim panas atau tropis, sistem pendingin ruangan merupakan alat kebutuhan yang utama untuk kenyamanan dalam operasional kapal. Begitu juga penggunaan mesin pendingin udara di atas kapal, merupakan salah satu aturan SOLAS yang harus dipenuhi. Dengan demikian pengetahuan tentang mesin pendingin, baik secara teoritis maupun prakteknya, sangat di butuhkan, khususnya

bagi para Masinis di atas kapal. Dengan demikian Masinis dapat menganalisa, untuk menemukan kerusakan dan memperbaikinya dengan tepat. Oleh karena itu perlu dilaksanakan perawatan sistem pendingin ruangan (*Air Conditioner System*) oleh ABK mesin, sehingga kenyamanan awak kapal lebih terjamin.

Fakta yang penulis temui di atas kapal SHIP 115 saat kapal dalam pelayaran di laut Jambi, terjadi gangguan pada instalasi mesin pendingin udara. Hal ini dikarenakan kinerja kompresor yang tidak optimal. Setelah dilakukan pengecekan, gangguan tersebut disebabkan adanya kerusakan pada kompresor. Adapun spesifikasi kompresor AC di atas kapal SHIP 115 yaitu *compressor unit model SMC 1065 revolution 1220 rpm volume 275 m³/h*. Selain masalah tersebut, penulis juga menemukan bahwa *thermostat* sudah melebihi *running hours*. Akibat kerusakan pada kompresor tersebut, suhu pada ruang akomodasi tidak mencapai suhu yang diinginkan, sehingga mengganggu kenyamanan crew kapal.

Masalah lain yang penulis temui yaitu perawatan berkala atau *planned maintenance system (PMS)* terhadap sistem pendingin ruangan tidak terimplementasi dengan baik, udara yang mengalir kurang dingin dan juga perawatan pipa-pipa kondensor kurang diperhatikan. Adanya masalah tersebut menyebabkan suhu dalam ruangan tidak mencapai suhu yang diharapkan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis tertarik untuk mengemukakan judul : **“OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM PENDINGIN RUANGAN UNTUK MEMPERTAHANKAN SUHU DALAM RUANGAN DI KAPAL SHIP 115”**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka penulis dapat mengidentifikasi beberapa masalah yang terjadi di atas kapal SHIP 115 sebagai berikut :

- a. Kinerja kompresor tidak optimal
- b. *Thermostat* sudah melebihi *running hours*
- c. PMS tidak terimplementasi dengan baik

- d. Udara yang mengalir kurang dingin
- e. Perawatan pipa-pipa kondensor kurang diperhatikan

2. Batasan Masalah

Dalam lingkup bahasan, penulis memberikan batasan-batasan khususnya yang ada kaitannya dengan mesin pendingin *Sabroe Aarhus Denmark type SMC1065 volume 275 m³/h rpm 1220* yang digunakan di atas kapal SHIP 115. Adapun batasan masalahnya yaitu :

- a. Kinerja kompresor tidak optimal.
- b. *Thermostat* tidak berfungsi dengan baik (rusak)

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah di atas, maka penulis dapat merumuskan pembahasan masalah yang akan dibahas pada bab selanjutnya, sebagai berikut :

- a. Mengapa kinerja kompresor tidak optimal ?
- b. *Thermostat* tidak berfungsi dengan baik (rusak)

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui penyebab kinerja kompresor tidak optimal dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.
- b. Untuk menganalisis penyebab *thermostat* tidak berfungsi dengan baik (rusak) dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

- 1) Diharapkan dapat menambah pemahaman bagi penulis sendiri tentang pengoperasian sistem pendingin ruangan dan cara perawatannya.
- 2) Diharapkan makalah ini dapat memperkaya pengetahuan bagi Perwira Siswa di STIP Jakarta untuk mengetahui bagaimana cara merawat dan

mempertahankan mesin pendingin ruangan (*air conditioner*) dengan baik dan benar.

b. Aspek Praktis

- 1) Diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan bagi ABK Mesin dalam melakukan perawatan sistem pendingin ruangan.
- 2) Diharapkan makalah ini dapat memberi sumbang saran kepada kawan-kawan seprofesi dan juga pihak perusahaan dalam meningkatkan perawatan mesin pendingin ruangan (*air conditioner*) secara maksimal.

D. METODE PENELITIAN

Dalam penyusunan makalah ini penulis memerlukan data yang relefan agar dapat memperoleh hasil penulisan yang baik untuk mengumpukan dan tersebut penulis menggunakan metode-metode sebagai berikut :

1. Metode Pendekatan

Di dalam penulisan makalah ini metode pendekatan yang digunakan sebagai berikut :

- a. Berdasarkan pengalaman dan pengamatan langsung pada mesin pendingin ruangan (*air conditioner*) di atas kapal SHIP 115.
- b. Berdasarkan metode perpustakaan (*library research*) yaitu informasi dari perpustakaan dan dari buku panduan (*instruction manual book*).
- c. Studi kasus yaitu menganalisa suatu masalah untuk mencari solusi yang tepat dan dapat digunakan kembali pada persoalan yang sama.

2. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperkuat kebenaran data dan usaha penyelesaian atas masalah yang diangkat maka diperlukan informasi yang lengkap, objektif dan dapat dipertanggung jawabkan berdasarkan data dan fakta yang ada. Kemudian informasi yang diperoleh diolah dan dianalisis menjadi suatu acuan yang

mendukung penyajian makalah ini sesuai permasalahan yang akan dibahas. Maka penyusun makalah ini teknik pengumpulan data yang digunakan adalah :

a. Teknik Pengamatan / Observasi

Penulis melakukan pengamatan / observasi secara langsung atas fakta yang dijumpai ditempat obyek penelitian pada saat bekerja di atas kapal SHIP 115.

b. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan adalah penelitian yang mengumpulkan data dan informasi dengan bantuan bermacam-macam sumber bacaan yang terdapat di ruang perpustakaan. Pada hakikatnya data yang diperoleh dengan studi kepustakaan dapat dijadikan landasan dasar dan alat utama dalam penelitian ini. Dalam hal ini penulis mengumpulkan data-data dan informasi dari beberapa sumber bacaan yang erat kaitannya dengan perawatan mesin pendingin ruangan di atas kapal.

c. Teknik Dokumentasi

Merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membaca atau melihat dokumen-dokumen kapal yang berhubungan dengan mesin pendingin ruangan (*air conditioner*).

3. Subyek Penelitian

Dalam penelitian ini yang menjadi subjek penelitian adalah perawatan sistem mesin pendingin di atas kapal SHIP 115 untuk menjaga suhu ruang akomodasi agar tetap nyaman.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu Penelitian dilaksanakan selama penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* di atas kapal SHIP 115 periode 23 Maret 2021 sampai dengan 13 Desember 2021 yaitu kegiatan yang dilakukan dalam meneliti permasalahan yang terjadi

pada mesin pendingin ruangan, juga digunakan untuk melaksanakan tugas dan tanggung jawab sebagai *Chief Engineer* sesuai dengan jabatan.

2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal SHIP 115 milik perusahaan FSO Scarlet Ltd yang dioperasikan oleh perusahaan International Andromeda Shipping dengan alur pelayaran domestik.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci. Makalah ini terbagi dalam 4 (empat) bab sesuai dengan urutan penelitian ini. Adapun sistematika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang informasi umum yaitu latar belakang penelitian, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian serta sistematika penulisan. Latar belakang sebagai alasan penulis memilih judul tersebut dan mendeskripsikan permasalahan pendinginan pada kinerja kompresor AC menurun. Identifikasi masalah yang menyebutkan poin permasalahan di atas kapal. Batasan masalah, menetapkan batas-batas permasalahan dengan jelas dan menentukan ruang lingkup pembahasan di dalam makalah. Rumusan masalah merupakan permasalahan yang paling dominan terjadi di atas kapal dalam bentuk kalimat tanya. Tujuan dan manfaat merupakan sasaran yang akan dicapai atau diperoleh beserta gambaran kontribusi dari hasil penulisan makalah ini. Metode penelitian merupakan cara metode yang penulis ambil dalam penelitian ini. Waktu dan tempat penelitian dilakukan serta sistematika penulisan yang merupakan prosedur penyusunan dalam penelitian ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tinjauan pustaka, yang diambil dari beberapa kutipan buku dan kerangka pemikiran. Tinjauan pustaka membahas beberapa teori yang berkaitan dengan rumusan masalah dan dapat membantu untuk mencari solusi atau pemecahan yang tepat. Kerangka pemikiran merupakan skema atau alur inti dari makalah ini yang bersifat argumentatif, logis dan analitis berdasarkan kajian teoritis, terkait dengan objek yang akan dikaji.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan deskripsi data yang merupakan data yang diambil dari lapangan berupa spesifikasi kapal dan pekerjaannya, pengamatan pada fakta yang terjadi di atas kapal sesuai dengan permasalahan yang dibahas. Fakta dan kondisi disini meliputi waktu kejadian dan tempat kejadian yang sebenarnya terjadi di atas kapal berdasarkan pengalaman penulis. Analisis data adalah hasil analisa faktor-faktor yang menjadi penyebab rumusan masalah, pemecahan masalah di dalam penulisan makalah ini mendeskripsikan solusi yang tepat dengan menganalisis unsur-unsur positif dari penyebab masalah.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan yang merupakan pernyataan singkat dan tepat berdasarkan hasil analisis dan sehubungan dengan faktor penyebab pada rumusan masalah. Serta saran yang merupakan pertanyaan singkat dan tepat berdasarkan hasil pembahasan sebagai solusi dari rumusan masalah yang merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini penulis menguraikan teori-teori yang berhubungan dengan optimalisasi kinerja mesin pendingin ruangan sesuai dengan *Planned Management System* (PMS). Adapun teori yang penulis ambil yaitu tentang :

1. Optimalisasi

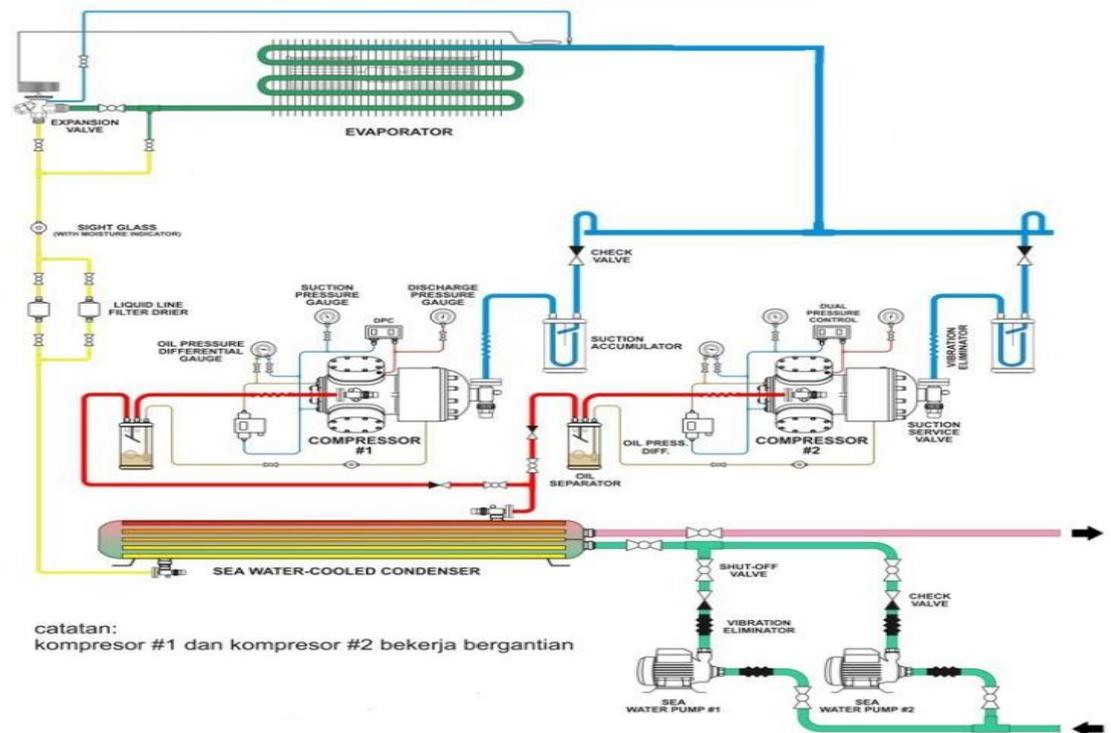
Menurut Poerwadarminta (2014:288) dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia bahwa optimalisasi adalah pencapaian hasil sesuai harapan secara efektif dan efisien. Optimalisasi banyak juga diartikan sebagai ukuran dimana semua kebutuhan dapat dipenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan. Ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan jika dipandang dari sudut usaha. Dari uraian tersebut diketahui bahwa optimalisasi hanya dapat diwujudkan apabila dilakukan secara efektif dan efisien. Dalam penyelenggaraan organisasi, senantiasa tujuan diarahkan untuk mencapai hasil secara efektif dan efisien agar optimal.

2. Mesin Pendingin Ruangan

a. Definisi Mesin Pendingin Ruangan

Menurut Sumanto (2018:45) dalam buku yang berjudul Dasar-dasar Mesin Pendingin, mesin pendingin ruangan adalah suatu alat untuk menghasilkan udara dengan suhu yang diinginkan dimana proses tersebut terjadi pada suatu sistem dengan komponen yang bekerja secara sinergi dari kompresor yang merupakan power unit dari sistem mesin pendingin. Ketika kompresor ini dijalankan maka akan mengubah zat pendingin berupa gas dari yang bertekanan rendah menjadi gas yang bertekanan tinggi, gas bertekanan tinggi kemudian diteruskan menuju kondensor

dimana kondensor akan merubah gas yang bertekanan tinggi berubah menjadi cairan yang bertekanan tinggi yang selanjutnya dialirkan ke katup ekspansi (*expansion valve*).



Gambar 2.1 Sketsa Pendingin Ruangan

Di dalam beberapa sistem selain memasang *orifice* juga memasang katup ekspansi dimana komponent ini sangat penting di dalam sistem pendingin udara. Katup ini dirancang untuk mengontrol aliran zat pendingin melalui katup *orifice* yang merubah wujud cairan menjadi uap dimana ketika zat pendingin meninggalkan katup pemuai dan memasuki *evaporator* di dalam alat ini zat pendingin akan menyerap panas dalam ruangan melalui kumparan pendingin, dan blower pada *evaporator* meniupkan udara kedalam ruangan, maka zat pendingin akan berubah kembali menjadi uap bertekanan rendah tapi masih mengandung sedikit cairan campuran zat pendingin kemudian masuk kedalam akumulator atau pengering dan dengan demikian sirkulasi kerja akan berjalan terus dalam sistem lingkaran tertutup. Dalam menjaga kinerja mesin pendingin tetap optimal, maka diperlukan perawatan secara berencana, dan perawatan-perawatan tersebut disesuaikan dengan jam kerja sistem pendingin udara tersebut.

Sumanto (2018:50) dalam buku Dasar-dasar Mesin Pendingin, mengungkapkan bahwa perawatan pada sistem mesin pendingin meliputi pekerjaan untuk mempertahankan semua peralatan yang ada dalam keadaan sebaik-baiknya sehingga diperoleh:

- 1) Waktu operasi yang maksimal.
- 2) Pemakaian daya listrik yang rendah sehingga biaya operasional menjadi lebih murah.
- 3) Keandalan operasional mesin pendingin udara untuk menghindari penghentian mesin karena kerusakan atau kecelakaan.
- 4) Umur mesin menjadi lebih panjang.
- 5) Operasi yang memuaskan, melalui penjadwalan perawatan yang tepat, pemeriksaan berkala, penghematan tenaga kerja dan pekerjaan yang berlebihan, dan penghematan penggunaan bahan dan energi.

b. Cara Kerja Mesin Pendingin

Jika beroperasi jalan, maka media pendingin R 417a akan mengalir ke semua bagian dari sistem tersebut sampai berubah-ubah bentuknya dari gas menjadi cair dan demikianpun suhu dan tekanannya ikut berubah-ubah. Gas R 417a dengan suhu rendah dan tekanan rendah dari evaporator, masuk ke kompressor dan oleh kompressor gas tersebut dipadatkan hingga menjadi gas dengan suhu tinggi dan tekanan lalu mengalir ke kondensor.

Kondensor mendapat pendinginan air laut dari luar yang lebih rendah suhunya, maka gas dengan suhu tinggi dan tekanan tinggi akan membuang panasnya keluar sambil mengembun dan bentuknya berubah menjadi cair pada suhu pengembunan (kondensasi), tetapi tekanannya masih tetap tinggi. Cairan tersebut lalu masuk ke saringan dan disini kotoran-kotoran disaring sebelum masuk ke pipa kapiliar. Selanjutnya cairan dengan suhu dan tekanan rendah masuk ke evaporator dalam suatu ruangan yang besar dengan tekanan rendah, maka cairan tersebut segera menguap sambil menyerap panas dari udara yang mengalir melalui rusuk-rusuk evaporator,

lalu bentuknya berubah menjadi gas dengan suhu dan tekanan rendah, kembali masuk ke kompresor. Kerja tersebut terus terjadi berulang-ulang selama kompresor berjalan.

c. Bagian-Bagian Dalam Sistem Mesin Pendingin Ruangan

Bagian-bagian sistem pendingin mesin pendingin udara sebagai berikut :

1) Kompresor

Sebuah alat (mesin) yang berfungsi untuk menghisap zat pendingin tekanan rendah dari *evaporator* kemudian dikompresi/ ditekan menjadi gas dengan tekanan tinggi untuk dialirkan ke kondensor. Kompresor adalah jantung dari komperesi uap. Kompresor atau pompa isap berfungsi mengalirkan refrigeran ke seluruh sistem pendingin. Sistem kerjanya adalah dengan mengubah tekanan, dari sisi bertekanan rendah ke sisi bertekanan tinggi. Ketika komperesor bekerja, refrigeran yang dihisap dari *evaporator* dengan suhu dan tekanan rendah dimampatkan, sehingga suhu dan tekanannya naik. Gas yang dimampatkan ini ditekan keluar dari kompresor lalu dialirkan ke kondensor, tinggi rendahnya suhu dikontrolkan dengan *thermostat*.

Berikut ini adalah jenis kompresor yang banyak digunakan, yaitu

a) Kompresor Torak (*Reciprocating compressor*)

Pada saat langkah hisap *piston*, gas refrigeran yang bertekanan rendah ditarik masuk melalui katup hisap yang terletak pada *piston* atau di kepala kompresor. Pada saat langkah buang, *piston* menekan *refrigerant* dan mendorongnya keluar melalui katup buang, yang biasanya terletak pada kepala silinder.

b) Kompresor *Rotary*

Rotor adalah bagian yang berputar di dalam *stator*, *rotor* terdiri dari dua baling baling. Langkah hisap terjadi saat katup mulai terbuka dan berakhir setelah katup tertutup. Pada waktu katup sudah tertutup dimulai langkah tekan sampai katup pengeluaran

membuka, sedangkan pada katup secara bersamaan sudah terjadi langkah hisap, demikian seterusnya.



Gambar 2.2 Kompresor Torak



Gambar 2.3 Kompresor *Rotary*

c) Kompresor Sudu

Kompresor jenis ini kebanyakan digunakan untuk lemari es, *frezer*, dan pengkondisian udara rumah tangga, juga digunakan

sebagai kompresor pembantu pada bagian tekanan rendah sistem kompresi bertingkat besar.

d) Komperesor Sentrifugal

Komperesor sentrifugal digunakan untuk melayani sistem-sistem refrigerasi yang berkapasitas antara 200 hingga 10.000 KW. Cara kerja kompresor sentrifugal adalah fluida yang masuk *impeller* yang berputar dan kemudian dialirkan kearah lingkaran luar *impeller* dengan gaya sentrifugal. Komperesor sentrifugal dengan dua tingkat atau lebih memerlukan pemisahan gas cetus.

2) Pemisah Minyak (*Oil Separator*)

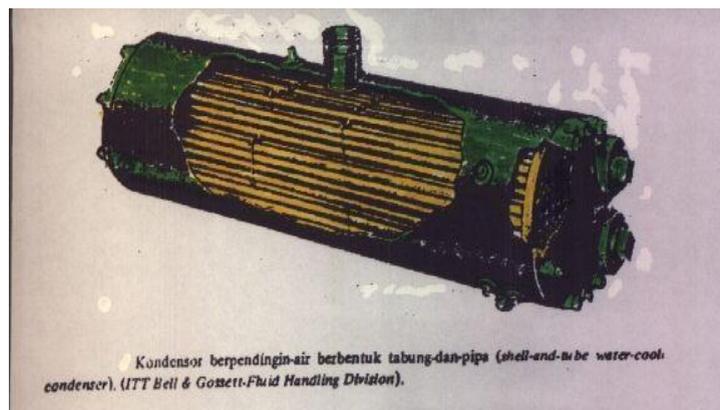
Oil Separator merupakan alat untuk memisahkan antara minyak lumas dari kompressor dengan zat pendingin. Cara kerja alat ini yaitu berdasarkan berat jenis dari zat pendingin dengan minyak lumas kompressor tersebut, jadi minyak lumas kompressor tersebut akan tertinggal dalam *oil separator* dan zat pendingin diteruskan menuju kondensor. Minyak kompressor yang tertinggal dalam *oil separator* akan dialirkan kembali ke dalam kompressor melalui katup yang menuju ke kompressor.



Gambar 2.4 Oil Spearator

3) Kondensor

Kondensor adalah suatu alat untuk mendinginkan zat pendingin dalam keadaan bertekanan dan temperatur tinggi keluar dari kompresor didinginkan dan diubah menjadi cairan yang masih mempunyai tekanan. Didalam kondensor zat pendingin dalam bentuk gas dan bertekanan didinginkan oleh media pendingin (air laut) menjadi bentuk cair tetapi masih bertekanan tinggi.



Gambar 2.5 Kondensor

4) Pengering (*Dryer Filter*)

Terdiri atas silika gel dan *screen* yang berfungsi untuk menyaring kotoran dan menyerap uap air. Silika gel berfungsi untuk menyerap uap air, dan *screen* berfungsi untuk menyaring kotoran dan uap air maka zat pendingin tersebut akan tersaring *dryer filter* terlebih dahulu sebelum masuk ke katup ekspansi, sehingga katup ekspansi tidak rusak atau mengalami kebuntuan.



Gambar 2.6 Pengering (*Dryer Filter*)

5) Katup Solenoid (*Solenoid Valve*)

Katup ini berfungsi untuk mengontrol aliran zat pendingin dengan prinsip kerja membuka dan menutup katup berdasar arus listrik yang dihubungkan ke *thermostat*. Ketika suhu ruangan sudah dicapai maka thermostat akan memutuskan arus ke solenoid yang akan menutup katup sehingga aliran zat pendingin terhenti dan akan mengaktifkan *low pressure switch* yang akan memutuskan arus listrik ke motor penggerak kompresor sehingga kompresor berhenti ketika suhu ruangan tercapai.



Gambar 2.7 Katup Solenoid (*Solenoid Valve*)

6) Katup ekspansi (*Expansion Valve*)

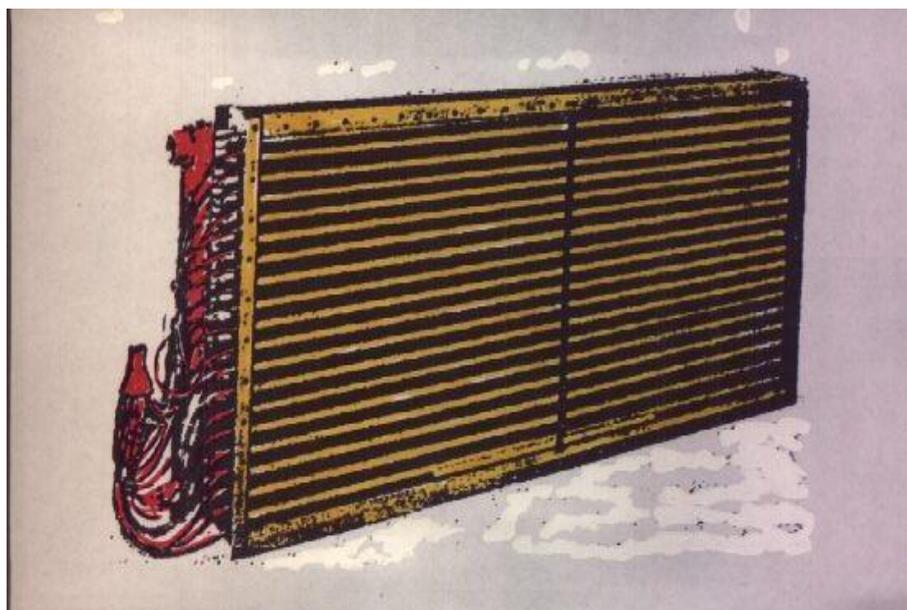
Katup ini berfungsi untuk mengatur jumlah zat pendingin kedalam *orifice tube* yang akan merubah zat pendingin cair menjadi uap yang memuai masuk kedalam *evaporator*.



Gambar 2.8 Katup ekspansi (*Expansion Valve*)

7) *Evaporator*

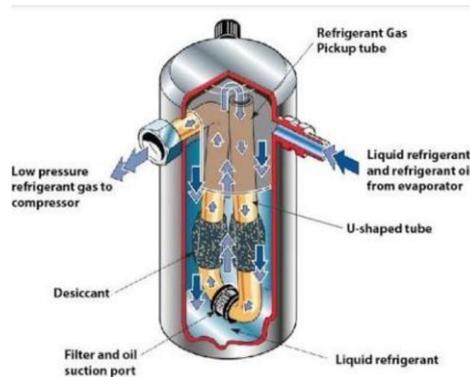
Evaporator adalah alat yang berfungsi sebagai aliran uap yang bersuhu rendah dan tekanan rendah dalam pipa kumparan, dimana zat pendingin yang mengalir didalamnya akan mengambil panas/ menyerap panas pada ruangan dengan ditiup oleh *blower* yang akan mensirkulasikan ke dalam ruangan akomodasi.



Gambar 2.9 *Evaporator*

8) Akumulator (*Accumulator*)

Akumulator adalah suatu peralatan bantu dalam sistem refrijerasi yang mempunyai fungsi untuk menampung atau memisahkan antara cairan *refrigerant* dan gas *refrigerant* agar *refrigerant* yang masuk ke dalam kompresor semuanya berbentuk gas *refrigerant*.

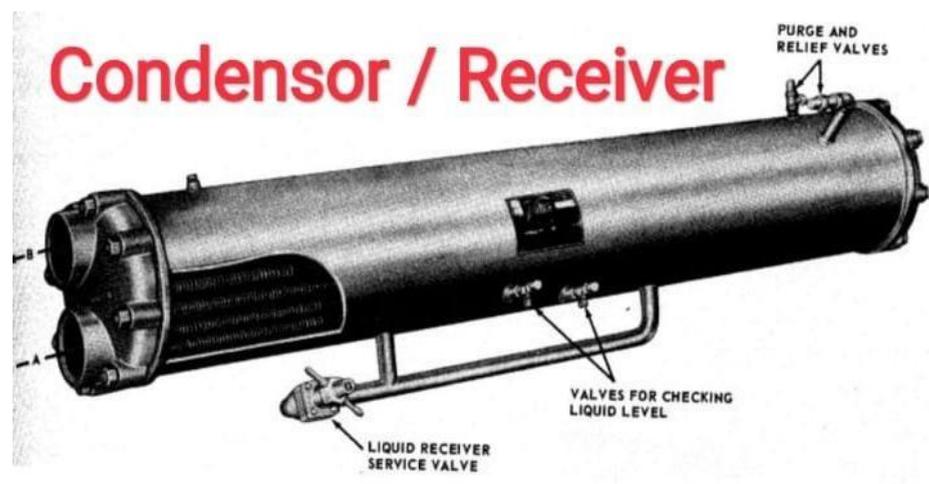


Gambar 2.10 Akumulator (*Accumulator*)

Akumulator biasanya dipasang setelah *evaporator* dan sebelum kompresor atau pada bagian sisi tekanan rendah dari sistem.

9) Tangki Penampung (*Receiver*)

Receiver atau tangki penampung berfungsi sebagai penampung atau penyimpan zat pendingin dalam sistem pendingin.



Gambar 2.11 Tangki Penampung (*Receiver*)

10) *Blower*

Blower berfungsi untuk menghisap udara dan dialirkan melalui evaporator (di dalam *evaporator* terjadi pertukaran panas, dimana udara melepas panas yang diserap zat pendingin) kemudian udara dialirkan ke ruangan-ruangan.

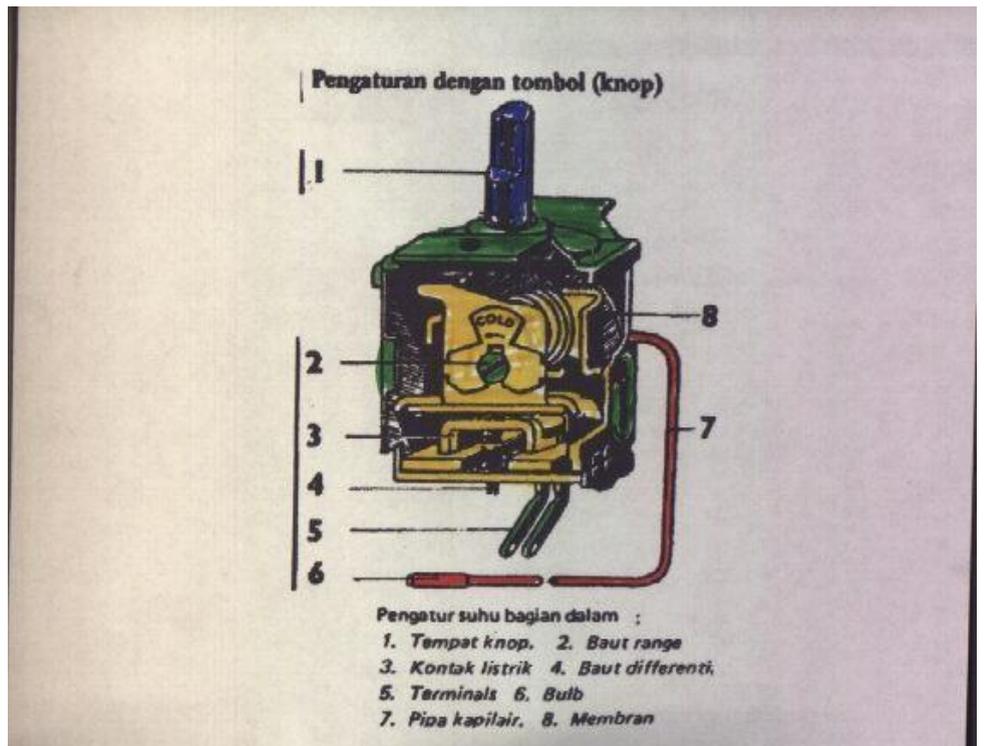


Gambar 2.12 *Blower*

11) Alat-alat pengontrol (*Safety Devices*)

Alat-alat pengontrol pada sistem pendingin terdiri dari :

- a) *Thermostat* : berfungsi untuk mengatur suhu yang diinginkan. *Thermostat* akan memutus arus listrik apabila suhu yang ditentukan telah tercapai di dalam ruangan dan akan sistem akan bekerja kembali (sesuai pengaturan pada *thermostat*) jika suhu di dalam ruangan naik.



Gambar 2.13 *Thermostat*

- b) *High Pressure Cut-Off Switch* (saklar pemutus arus pada sisi tekanan terlalu tinggi). Berfungsi untuk menghentikan kompresor jika sisi tekanan terlalu tinggi.
- c) *Low Pressure Cut-off Switch* (saklar pemutus arus ketika sisi hisap terlalu rendah) untuk menghentikan kompresor jika sisi hisap terlalu rendah dan berfungsi untuk mencegah terjadinya pembekuan pada *evaporator*, juga mencegah udara dan uap air masuk kedalam sistem apabila terjadi kebocoran pada sisi tekanan rendah.
- d) Saklar pemutus arus ketika tekanan minyak lumas rendah (*LO Pressure Cut-Off Switch*).
- e) Katup Pengatur Tekanan (*Evaporator Pressure Regulating Valve/Back Pressure Regulator*). Berfungsi untuk mencegah tekanan *evaporator* agar tidak turun sampai dibawah batas tekanan yang telah ditentukan.

- f) *Solenoid Valve* atau disebut juga *magnetic stop valve*. Katup Solenoid dapat mengontrol secara otomatis yaitu menghentikan atau meneruskan aliran zat pendingin yang diatur oleh kumparan yang dialiri arus listrik, katup solenoid dikontrol oleh sakelar *thermostat*.

d. Tujuan Pendinginan Pada Kondensor Sistem Pendingin Udara

Menurut Sumanto (2018:53) dalam buku Dasar-dasar Mesin Pendingin menyatakan bahwa apabila didalam kondensor tidak ada pendinginan pada saat sistem pendingin udara bekerja, maka akan terjadi peningkatan panas yang berlebihan. Hal ini dapat menyebabkan kondensor kehilangan kekuatan dan juga pipa-pipa yang dilalui zat pendingin yang bertekanan tinggi dan bertemperatur tinggi. Timbulnya masalah-masalah pada sistem pendinginan pada kondensor akibat dari kapasitas/debit dan tekanan air pendingin tidak optimal, disebabkan oleh kurangnya perawatan terhadap sistem pendingin, serta peralatan sistem pendingin yang tidak bekerja dengan optimal. Air pendingin dalam fungsinya sangat penting dalam menjaga kelancaran pengoperasian sistem pendingin udara untuk mempertahankan suhu pada semua ruang akomodasi kapal.

e. Kelembaban Udara (*Humidity*) pada Ruang Pendingin

Menurut Benyamin (2015:32) dalam buku Mesin Pendingin Ruangan bahwa kelembaban udara adalah banyaknya kandungan uap air di atmosfer. Udara atmosfer adalah campuran dari udara kering dan uap air. Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara karena dalam udara air selalu terkandung dalam bentuk uap air. Kandungan uap air dalam udara hangat lebih banyak daripada kandungan uap air dalam udara dingin. Kalau udara banyak mengandung uap air didinginkan maka suhunya turun dan udara tidak dapat menahan lagi uap air sebanyak itu. Uap air berubah menjadi titik-titik air. Udara yang mengandung uap air sebanyak yang dapat dikandungnya disebut *udara jenuh*.

Macam-macam kelembaban udara sebagai berikut :

- 1) Kelembaban relatif atau nisbi yaitu perbandingan jumlah uap air di udara dengan yang terkandung di udara pada suhu yang sama.
- 2) Kelembaban absolut atau mutlak yaitu banyaknya uap air dalam gram pada 1 m³.

3. Perawatan

a. Definisi Perawatan

Menurut Sofyan Assauri (2014::14 dalam bukunya Manajemen Produksi dan Operasi bahwa perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi/produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2015::18) dalam buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, bahwa perawatan adalah suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi sehingga dari sistem ini dapat diharapkan menghasilkan *output* sesuai dengan yang dikehendaki. Sistem perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, dimana apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka akan lebih intensif.

Menurut Goenawan Danoeasmoro (2003:5) dalam buku Manajemen Perawatan menjelaskan bahwa perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Semua tahu bahwa perawatan memerlukan biaya yang besar sehingga banyak yang sering menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya. Namun hal itu justru berakibat sebaliknya, karena sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan dan malahan membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

b. Jenis-Jenis Perawatan

Menurut J.E Habibie dalam NSOS (2017:15) dalam buku Manajemen

Perawatan Dan Perbaikan bahwa Perawatan dapat diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelompok yaitu :

1) Perawatan Insidental

Perawatan insidental perawatan yang membiarkan mesin bekerja sampai rusak, baru kemudian dilakukan perawatan atau perbaikan. Pada umumnya metode ini sangat mahal, oleh karena itu beberapa bentuk sistem perencanaan diterapkan dengan mempergunakan sistem perawatan terencana, tujuannya untuk memperkecil kerusakan, dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan yang diperlukan.

2) Perawatan Terencana

Perawatan terencana adalah perawatan yang dilakukan dengan melakukan perencanaan pada mesin untuk dioperasikan setiap saat dibutuhkan. Perawatan terencana dibagi menjadi dua jenis yaitu :

a) Perawatan korektif

Perawatan korektif adalah perawatan yang ditujukan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah diperkirakan, tetapi bukan untuk mencegah karena tidak ditujukan untuk alat-alat yang kritis, atau alat-alat yang penting bagi keselamatan atau penghematan. Strategi ini membutuhkan perhitungan atau penilaian biaya dan ketersediaan suku cadang kapal yang teratur.

b) Perawatan pencegahan

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembangnya kerusakan, atau menemukan kegagalan sedini mungkin. Dapat dilakukan melalui penyetelan secara berkala, rekondisi atau penggantian alat-alat atau berdasarkan pemantauan kondisi.

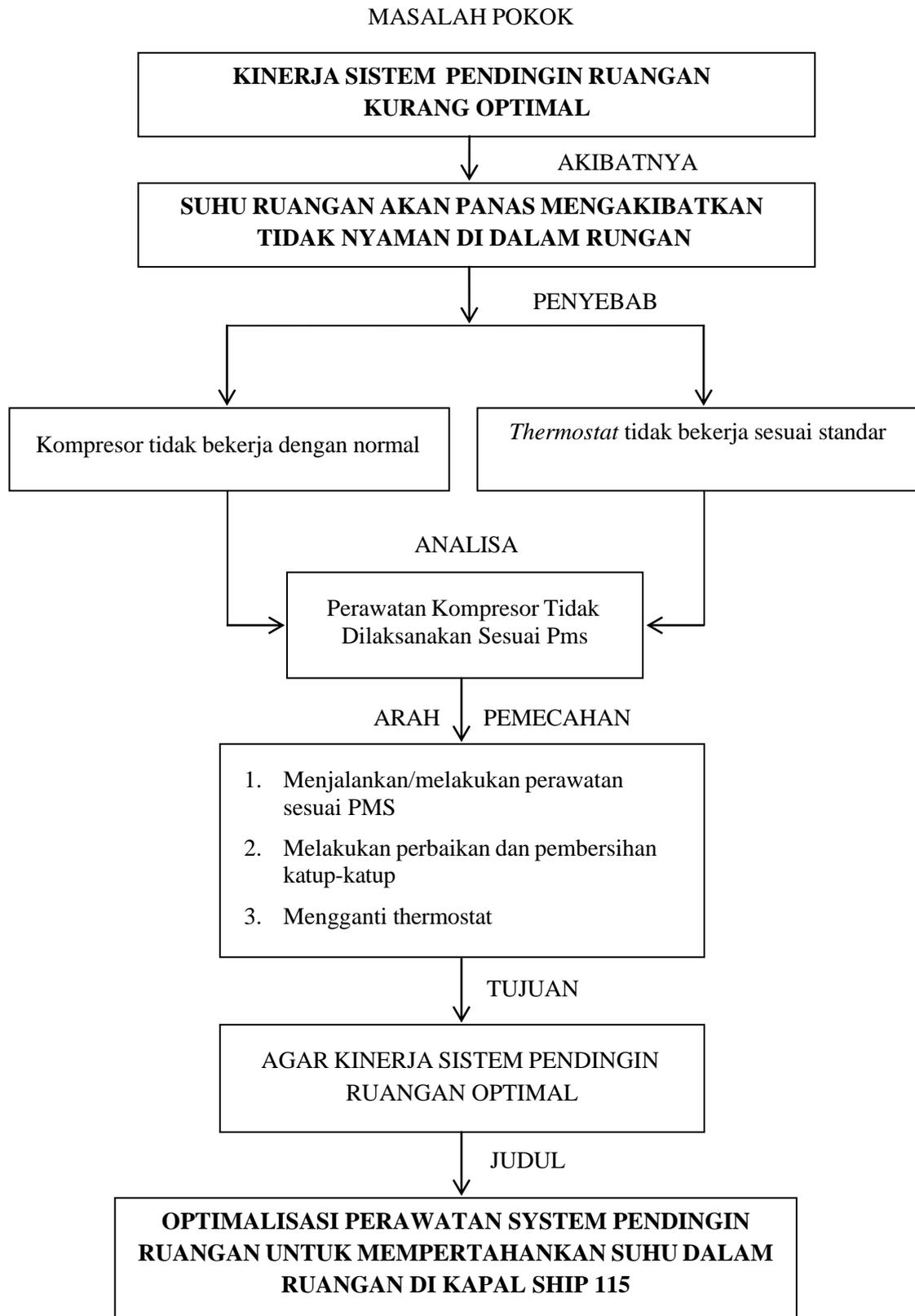
3) Perawatan Berkala

Perawatan berkala biasanya melibatkan pembongkaran, penggantian *spare part* secara berkala terhadap mesin berdasarkan waktu pengoperasian atau jam kerja.

4) Perawatan Berdasarkan Pantauan Kondisi (Pemeliharaan Prediktif)

Perawatan berdasarkan kondisi dilakukan berdasarkan hasil pengamatan (*monitoring*) dan analisis untuk menentukan kondisi dan kapan pemeliharaan akan dilaksanakan.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Berdasarkan pengalaman penulis, fakta kondisi yang terjadi di atas kapal SHIP 115 dalam kurun waktu 23 Maret 2021 sampai dengan 13 Desember 2021 diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Fakta I - Kompresor Tidak Bekerja Dengan Normal

Pada tanggal 09 Agustus 2021 saat kapal dalam pelayaran, tiba-tiba terjadi gangguan pada kompresor yang berhenti bekerja. Dalam keadaan seperti ini biasanya kompresor tidak bisa dijalankan lagi, karena tidak ada lagi arus listrik yang mengalir masuk ke motor penggerak kompresor. Untuk mengetahui penyebab hal tersebut, maka diadakan pengecekan dan *reset* pada sistem, untuk mencoba menjalankan kompresor kembali. Ternyata setelah di *reset* pada alat pengaman pada *pressure switch* tekanan tinggi, kompresor dapat bekerja kembali. Tapi keadaan tersebut tidak dapat berlangsung lama dan hanya mampu berjalan sekitar 20 menit saja dan akhirnya sistem tersebut kembali berhenti.

Kemudian penulis amati kondisi kerja pada tiap-tiap bagian baik pada tekanan isap maupun tekanan kerjanya. Ternyata pada tekanan kerja pada bagian sisi tekanan tinggi menunjukkan data yang melebihi batas-batas tekanan normal dan tekanan kerja kompresor adalah 14 bar - 16,5 bar. Pada keadaan yang tidak normal dan dibiarkan bekerja, maka secara perlahan-lahan tekanannya akan naik terus sehingga pada saat mencapai tekanan pengaman yang telah ditetapkan yaitu 22 bar, tekanan tinggi akan memutuskan hubungan listrik ke motor penggerak kompresor.

Berdasarkan petunjuk yang ada pada buku manual, diketahui bahwa apabila tekanan pada sisi tekan kondensor terlalu tinggi maka ada beberapa penyebab di antaranya adalah tekanan air pendingin yang masuk ke kondensor berkurang

atau kondensor kotor pada bagian sisi masuk air pendinginnya. Setelah diadakan pemeriksaan pada bagian kondensor sisi masuk air pendingin, ternyata kondensor tersebut kotor, kemudian diadakan pembersihan, setelah selesai diadakan pembersihan, uji coba kembali dilakukan, dan ternyata tekanan pada sisi tekan kompresor kembali normal, yaitu 14,5 bar. Dengan demikian maka dipastikan bahwa penyebab dari keadaan ini adalah kondensor kotor.

2. Fakta II - *Thermostat* tidak berfungsi dengan baik

Pada tanggal 29 Februari 2020 saat kapal berlayar di laut Jambi, sistem pendingin udara di atas kapal menunjukkan tanda-tanda bahwa kinerja dari pada sistem pendingin udara kurang optimal. Hal tersebut terlihat saat semua ABK merasa tidak nyaman berada di dalam ruang kamar mereka disebabkan suhu didalam ruangan meningkat hingga 35°C. Padahal kondisi yang nyaman secara teoritis bersuhu 22°C hingga 26°C. Kemudian diadakan pemeriksaan terhadap sistem pendingin udara tersebut. Dan dari hasil pemeriksaan ternyata benar bahwa sistem pendingin udara bekerja tidak optimal. Hal ini karena disebabkan *thermostat* bekerja kurang optimal.

B. ANALISIS DATA

Berdasarkan deskripsi di atas, penulis dapat menganalisis penyebab dari masing-masing permasalahan yang terjadi sebagai berikut :

1. Kompresor Tidak Bekerja Dengan Normal

a. Perawatan Terhadap Kompresor Tidak Sesuai Dengan *PMS*

Padatnya jadwal kerja di kapal, maka kompresor pada mesin pendingin ruangan dalam perawatan terencananya sering dilalaikan atau tidak mengikuti perawatan sesuai jam kerja yang telah ditentukan dalam *Planned Maintenance System (PMS)*. Hal tersebut sering menyebabkan gangguan pada operasionalny. Adapun kerusakan pada kompresor seperti :

Aus atau patahnya ring (cincin torak) dari piston dapat menyebabkan tekanan kompresor kurang. Hal ini disebabkan setiap kali piston naik menekan refrigerant, maka gas refrigerant akan lolos melalui ring piston

yang aus atau patah. Jika hal ini yang menjadi penyebab kurangnya tekanan kompresor, ini dapat diketahui dengan cara memeriksa minyak lumas dari sisi Crank case. Pada piston ring yang aus, didasar dari crank case akan tertumpuk serpihan-serpihan dari logam hasil pengikisan dari piston ring dan dinding silinder. Bahan kadangkala terdapat patahan dari piston ring tersebut.

Ausnya silinder liner juga dapat menyebabkan kurangnya tekanan dari kompresor. Hal ini hampir sama hal pada ausnya piston ring, dimana pada saat refrigerant di tekan naik ke atas oleh piston, maka sebagian refrigerant akan lolos melalui sisi-sisi dari silinder liner yang aus tersebut.

b. Katup Isap Dan Katup Tekan Tidak Bekerja Dengan Baik

Kurangnya tekanan dari kompresor disebabkan Bocornya katup tekanan dari kompresor, sehingga pada saat piston naik menekan gas refrigerant yang ditekan akan kembali terisap pada saat piston turun (posisi turun adalah saat refrigerant dari evaporator di isap) karena bocornya katup tekan tersebut. Katup tekan kompresor adalah katup non return valve, yaitu bila katup tidak bocor, refrigerant yang ditekan tidak akan dapat kembali ke sisi tekan piston karena katup akan kembali. Katup tekan ini berbentuk plat tipis.

Penyebab dari katup isap dan katup tekan kurang berfungsi, diantaranya yaitu pengaruh dari karbon-karbon yang melekat pada katup. *Spring* yang terdapat pada katup isap dan katup tekan sudah tidak berfungsi dengan baik, sehingga daya kerja dari *spring* sudah tidak maksimal. Katup isap dan katup tekan membuka dan menutup untuk setiap langkah bolak-balik dari *piston*, karena itu frekuensi kerjanya yang paling tinggi antara bagian-bagian lain dari instalasi kompresor. Katup bagian tekan selalu bekerja lebih berat dari bagian katup isap karena harus dilalui *refrigerant* yang mempunyai temperatur dan tekanan *refrigerant* yang tinggi, oleh sebab itu bagian dari katup tekan ini sering macet karena karbon yang terbentuk dari minyak yang terbawa oleh aliran *refrigerant*.

Jadi katup bagian tekan memerlukan perhatian khusus, oleh karena itu

bagian katup ini sering terjadi kemacetan, yang disebabkan oleh kotoran yang terisap dan membentuk kerak dan adanya panas di dalam kompresor juga dapat merusak kekuatan pada bahan katup tersebut mengakibatkan plat katup dan *spring* pada katup seringkali patah. Perlu adanya pengawasan serta pengecekan rutin sehingga kinerja dari katup isap dan katup tekan ini terjaga dengan baik dan perlu adanya suku cadang yang cukup.

2. Thermostat Tidak Berfungsi Dengan Baik

a. Perawatan Terencana Belum Berjalan Dengan Optimal

Thermostat adalah alat yang digunakan untuk mengendalikan kerja suatu perangkat lainnya pada suatu ambang suhu tertentu. *Thermostat* bekerja dengan cara beralih dari pemanasan atau pendingin suatu alat atau mengatur aliran perpindahan panas fluida yang diperlukan, untuk menjaga suhu yang benar. Faktor penyebab *thermostat* bekerja kurang optimal diantaranya yaitu perawatan terencana yang tidak dilakukan dengan baik. Perlu diketahui bahwa *Thermostat* merupakan alat yang berfungsi sebagai pengatur suhu, sehingga temperatur dalam sebuah ruangan selalu setabil sesuai kebutuhan.

Thermostat sering juga dinamakan pengatur suhu (air temperature control). yang mana kegunaannya adalah untuk :

- 1) Mengatur batas-batas suhu didalam ruangan.
 - 2) Mengatur lamanya kompresor berhenti.
 - 3) Menghentikan dan menjalankan kembali kompresor secara otomatis.
- Biasanya pengatur suhu ruangan ini (*thermostat*) ditempatkan pada aliran udara dingin dari ruangan yang dihisap oleh *blower*. Apabila menghendaki suhu ruang yang lebih dingin, kita dapat memutar tombol (knop) searah dengan jarum jam (searah dengan tanda panah cooler), dan untuk suhu ruangan yang terlalu dingin tombol dapat diputar melawan arah jarum jam.

Akibat dari berulang-ulang buka dan tutup kontak aliran arus listrik tersebut, terkadang pada permukaan kontak terjadi endapan karbon/

kotoran melekat akibat terjadinya sentuhan-sentuhan aliran listrik dan ini menyebabkan kerja thermostat tidak baik. Dan akibat lain adalah getaran-getaran dari sistem mesin pendingin tersebut, yang mengakibatkan terjadinya gesekan-gesekan antara pipa kapiler thermostat dengan permukaan dinding ruang pendingin. Sehingga ini menyebabkan pipa capiler bocor dan terganggunya sistem kerja daripada thermostat. Untuk menghindari kedua hal tersebut di atas, maka thermostat juga perlu mendapat perhatian dalam hal perawatannya.

Permukaan kontaktor yang ada dalam thermostat sering diperiksa dan dibersihkan bila ada kotoran, demikian juga pipa kapilar di jaga agar keadaannya tidak longgar dari clampnya dan hindarkan dari benda-benda yang dapat mengakibatkan rusaknya. Pipa kapiler dari pengatur suhu tidak boleh menyentuh pipa-pipa atau lain-lain bagian dari evaporator yang lebih dingin suhunya, karena ini juga dapat mempengaruhi kerja dari pengatur suhu tersebut.

b. *Thermostat Sudah Melebihi Jam Kerja (Running Hours)*

Thermostat berfungsi sebagai alat pengontrol suatu unit untuk pemanas atau pendingin suatu komponen. *Thermostat* bisa dibangun dalam banyak cara dan dapat menggunakan berbagai sensor untuk mengukur suhu. Output dari sensor kemudian mengontrol peralatan pemanas atau pendingin. *Thermostat* dirancang untuk dapat menunjukkan besarnya suatu besaran suhu dalam skala pengukuran dan dapat mengendalikan suatu perangkat external dimana pengendaliannya dapat kita program pada suatu ambang suhu tertentu, sesuai dengan karakteristik kebutuhan serta karakteristik kerja alat yang akan dikendalikan.

Selain faktor perawatan yang tidak dilakukan dengan baik, penyebab kerusakan pada *thermostat* yaitu sudah melebihi jam kerja (*running hours*). Sebagaimana fakta yang penulis temui di atas SHIP 115 bahwa *thermostat* tidak bekerja sesuai yang diharapkan karena sudah melewati jam kerja yaitu 5.000 jam.

C. PEMECAHAN MASALAH

Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk mengoptimalkan perawatan mesin

pendingin udara (*central air conditioner*) di SHIP 115. Berdasarkan analisis data yang telah dijelaskan diatas, penulis dapat menganalisa pemecahan masalah sebagai berikut:

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Perawatan terhadap kompresor tidak sesuai dengan PMS

Alternatif pemecahannya adalah sebagai berikut :

1) Menjalankan Perawatan Kompresor Sesuai Dengan PMS

Perawatan pada komrpesor harus dilaksanakan dengan baik sesuai dengan jam kerja yang terjadwal dalam PMS. Perawatan yang dilaksanakan secara teratur akan memungkinkan mesin berada dalam kondisi yang selalu prima. Sehingga akan memberi kesejukan dan kenyamanan pada semua ABK dan penumpang, serta untuk memudahkan pemantauan dalam perawatan berikutnya.

a) Standar operasi awal sebelum melakukan perawatan

- (1) Menutup katup isap dari kondensor pada keadaan kompresor jalan sampai tekan isap menjadi rendah dan auto cutt off.
- (2) Menutup katup tekan pada kompresor
- (3) Menutup arus listrik (power supply) ke AC unit dan arus listrik utama ke AC
- (4) Menghentikan pompa pendingin ke kondensor
- (5) Siap untuk melakukan perawatan
- (6) Setelah selesai melakukan perawatan satu persatu dikembalikan ke posisi normal, mulai dari nomor 4, 3, 2, 1 dan siap untuk dioperasikan.

b) Perawatan berkala

Pada setiap bagian dari mesin seperti kompresor AC ada jadwal perawatan diantaranya :

(1) Perawatan Setiap Bulan

- (a) Memeriksa kebocoran pada sistem penata udara

- (b) Memeriksa kondisi instalasi mesin penata udara
- (c) Membersihkan tube pendingin air laut
- (2) Perawatan setiap 3 (tiga) bulan
 - (a) Sama seperti perawatan setiap bulan
 - (b) Membersihkan saringan udara *evaporator*
- (c) Membersihkan *Evaporator*
- (3) Perawatan setiap 6 (enam) Bulan
 - (a) Sama seperti perawatan setiap bulan
 - (b) Cek kondisi umum dari kompresor (baut pondasi jangan sampai kendur)
- (4) Perawatan setiap tahun
 - (a) Sama seperti perawatan setiap bulan
 - (b) Periksa semua bagian dan diadakan pengukuran
 - (c) Pengetesan semua alat keamanan

Dalam hal ini, diperlukan suatu perencanaan yang dibuat dengan pertimbangan-pertimbangan yang matang. Memperhatikan faktor-faktor lainnya yang perlu diperhatikan demi terlaksananya perawatan secara berkala sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

- c) Pengontrolan kapasitas kompresor dapat dilaksanakan dengan cara:
 - (1) Dengan mengatur kecepatan kompresor, ialah dengan perantara roda-roda gigi, ban-ban pengatur atau dengan *variable switch* (pengatur tahanan listrik). Selanjutnya dengan memperbesar ruang kompresi dari tiap silinder.
 - (2) Dengan dekompresi pada besar atau kecilnya kapasitas diatur dengan banyaknya silinder yang digunakan. Cara mengaturnya ialah dengan menghilangkan tekanan minyak lumur yang menuju ke torak dekompresi. Dengan cara demikian silinder yang bersangkutan tidak bekena.

Menghilangkan tekanan ini diatur oleh sebuah *solenoid valve* yang juga dikomando oleh sebuah *pressure switch* untuk kapasitas.

- (3) Bila tekanan isap mulai turun, ini berarti bahwa beberapa ruang dingin sudah mencapai suhu-suhu yang dikehendaki, dan juga beberapa klep-klep ekspansi dan klep-klep *solenoid* dalam keadaan tertutup, *capacity control switch* ini mulai bekerja sebelum *section pressure control switch* bekerja untuk mematikan kompresor.

- (4) Dengan mematikan beberapa kompresor serta motornya

Dalam hal ini banyaknya kompresor yang dijalankan oleh motor-motor listrik untuk menentukan kapasitas itu. Pada instalasi sekarang pengontrolan kompresor yang seringkali digunakan ialah kombinasi dan cara no.1 dan no.3.

Untuk mengatasi kerusakan-kerusakan yang terjadi pada kompresor maka sebelumnya perlu diadakan analisa-analisa terhadap penyebab terjadinya kerusakan, kemudian diatasi penyebab kerusakan tersebut, setelah itu baru diadakan perbaikan-perbaikan. Gangguan yang diakibatkan minyak lumas dikarenakan oleh karena cairan bahan pendingin yang bercampur dengan minyak lumas, atau gas panas dari oil separator perlu dibersihkan, saringan-saringan pada bahan pengering dibersihkan/diganti, silicagel diganti, kemudian pergantian minyak lumas secara teratur misalnya antara 4-6 bulan. Pemilihan minyak pelumas harus yang sesuai dengan yang diinstruksikan, banyaknya minyak pelumas di ruang engkol harus tetap normal.

Setelah diadakan perbaikan-perbaikan terhadap penyebab terjadinya gangguan/kerusakan, baru diadakan tindakan-tindakan yang perlu diambil sebelum membongkar kompresor pada suatu instalasi pendingin yaitu : Bahan pendinginnya harus dikumpulkan terlebih dahulu receiver.

Caranya yaitu :

- (1) Tutup kran pengeluaran cairan bahan pendingin dari receiver.
- (2) Jalankan kompressor secara otomatis, biarkan sampai berhenti sendiri secara otomatis.
- (3) Setelah kompressor berhenti sendiri, tutup kran isap kompressor, biarkan sampai ± 5 menit.
- (4) Buka kembali kran isap kompressor, jalankan kompressor secara manual, perhatikan tekanan menunjukkan $\pm 0,5 \text{ kg/cm}^2$, matikan kompressor kemudian segera tutup kran isap dan tekan dari kompressor.
- (5) Ulangi pekerjaan tersebut di atas satu atau dua kali sehingga bahan pendingin sudah betul-betul terkumpul di receiver.
- (6) Setelah kondensor cukup dingin, stop/tutup aliran pendingin air laut.

2) **Melakukan Perbaikan Membersihkan Katup-Katup Dari Karbon**

Katup isap dan katup tekan tidak berfungsi secara optimal dapat diatasi dengan cara melakukan pengecekan serta penggantian katup isap dan katup tekan berdasarkan *running hours*. Pemeriksaan dan pengecekan serta perawatan harus dilakukan dengan penuh ketelitian serta menjaga kebersihan dari katup isap dan tekan. Komponen-komponen tersebut terlebih dahulu dibersihkan hingga bersih.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mengatasi masalah ini yaitu :

- a) Perbaikan katup isap dan katup tekan

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan

penanganan perbaikan katup isap dan tekan kompresor adalah sebagai berikut:

- (1) Lakukan pemeriksaan pada bagian katup isap dan tekan
 - (2) Bersihkan katup isap dan katup tekan. Lihat permukaan katup tersebut, jika tidak rata perlu diratakan.
 - (3) Setelah katup isap dan katup tekan dinyatakan bagus, direndam dengan oli.
 - (4) Saat melakukan pemasangan katup isap dan katup tekan selalu perhatikan tempatnya masing-masing.
- b) Perencanaan Perawatan yang baik

Dalam perawatan katup isap dan tekan ada tiga faktor yang menentukan baik tidaknya dari perawatan katup isap dan katup tekan tersebut yaitu :

- (1) Waktu atau jadwal perawatan

Katup isap dan katup tekan yang digunakan pada kompresor harus dirawat berdasarkan *Instruction Manual Book*. katup isap dan tekan ini harus betul dirawat sesuai dengan jam kerjanya sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada katup isap dan tekan.

Setiap kegiatan yang dilakukan/terjadi hendaknya ditulis dalam buku tersendiri. Untuk perawatan harian atau pengecekan-pengecekan dan mingguan ditulis terpisah di log book/buku harian tersendiri.

Berdasarkan data/catatan tersebut, maka apabila terjadi penggantian personil yang menangani peralatan tersebut akan dapat dengan mudah memperoleh gambaran yang jelas mengenai keadaan peralatan tersebut. Dan yang lebih penting, berdasarkan data-data tadi dapat mempermudah untuk membuat rencana kerja/rencana perawatan selanjutnya.

Dengan diadakan perawatan yang teratur dan terencana

terhadap sistem mesin pendingin di atas kapal maka udara akan dapat didinginkan dengan baik di evaporator, karena udara telah mengalir secara merata pada permukaan instalasi pada ruang pendingin dan terjamin rasa kenyamanan anak buah kapal, karena suhu yang diinginkan dalam ruang akomodasi kapal tercapai.

(2) Suku cadang (*Spare part*)

Masalah Suku cadang dalam perusahaan pelayaran sangat diperhitungkan karena disamping harganya mahal juga memerlukan biaya untuk pengiriman suku cadang tersebut. Seperti halnya dalam katup isap dan tekan suku cadang terkadang menimbulkan masalah dalam perawatan katup isap dan tekan walaupun perawatan sudah dilakukan sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Suku cadang yang sering diperlukan yaitu :

- (a) *Expansion valve*
- (b) *Thermostat*
- (c) *High pressure switch*
- (d) *Low pressure switch*
- (e) *Valve plate tekan (compressor set)*
- (f) *Valve plate isap (compressor set)*
- (g) *Filter dryer (silica gel)*
- (h) *Zinc Anode*
- (i) *Gasket cylinder head kompresor*
- (j) *Copper tube sesuai ukuran sistem*
- (k) *Refrigerant*
- (l) *Suction air filter (fileon filter)*

(3) Sumber Daya Manusia

Di dalam perawatan sedikitnya orang (masinis) yang

merawat katup isap dan tekan tersebut mengetahui atau menguasai seluk beluk tentang katup isap dan tekan dan juga memahami terhadap apa yang akan dikerjakan dalam perawatan katup isap dan tekan.

b. *Thermostat* Tidak Berfungsi Dengan Baik

Alternatif pemecahan masalahnya adalah sebagai berikut :

1) Menjalankan Perawatan Sesuai Dengan Buku Petunjuk

Mesin refrigerasi (pendingin) dirancang agar dapat menghasilkan atau menyediakan efek pendinginan untuk menurunkan dan menjaga suhu ruang tetap berada pada batas yang direncanakan dengan tepat. Untuk dapat menghasilkan kondisi ruang seperti itu, maka mesin refrigerasi harus mempunyai kapasitas yang sama atau sedikit lebih lebih besar dari pada kapasitas pendinginan rata-rata yang dipikulnya. Tetapi bila mesin pendingin bekerja terus-menerus maka suhu ruang akan turun tak terkendali. Oleh karena itu dibutuhkan suatu peralatan kontrol suhu atau Temperatur yang dapat mengontrol siklus operasi sistem yang disebut *thermostat*.

Apabila *thermostat* tidak berfungsi dengan baik, maka perlu dilakukan perawatan dengan cara :

- a) Melepaskan alat kontrol air pendingin (*thermostat*) yang mengalami *error* dari posisinya.
- b) Membersihkan bagian - bagian alat kontrol (*thermostat*) dari kotoran.
- c) Melakukan pengecekan pada bagian - bagian *thermostat* seperti *spring*, katub dan *gasket* atau dudukannya kurang rapat.
- d) Melakukan penggantian dengan suku cadang yang baru sesuai standart pabrik
- e) Melakukan pemasangan *thermostat* yang baru dan memastikan pada saat pemasangan tidak miring untuk menghindari terjadinya

kerusakan pada alat kontrol (*thermostat*).

Pada unit tertentu penggunaan *thermostat* dikombinasikan dengan pengontrol waktu (*timer switch*). *Thermostat* diletakkan di dalam ruang yang akan dijaga suhunya. Penempatan sensor suhu yang benar adalah pada arah balik udara (angin) yang menuju ke *evaporator* (*Fan coil*). ini menunjukkan suhu asli ruangan atau produk. Penempatan yang baik adalah di belakang *evaporator* rata dengan bak bawah *evaporator* berjarak 10 cm dari dinding ruangan di belakan *evaporator*.

Pengaturan *thermostat* mempunyai batas *cut in* dan *cut off* tertentu. Perbedaan antara batas *cut in* dan *cut off* tergantung dari pengaturan differensialnya. Besar kecilnya *differensial* tergantung pada suhu rata rata yang diinginkan pada ruangan tersebut. Dalam banyak hal, bila *bulb* dijepitkan pada *evaporator*, sehingga temperatur pendinginan.

Fungsi utama *thermostat* adalah menjalankan motor kompresor baik suhu pendinginan meningkat (naik) pada batas tertentu. Batas ini disebut "Cut in" *temperature setting* dan menghentikan motor kompresor saat suhu pendinginan mencapai titik terendah sesuai pengaturannya titik suhu terendah ini disebut "Cut off" *temperature setting*. Mengatur *differensial* adalah mengatur kerja *thermostat* atau mengatur perbedaan titik *cut in* dan titik *cut off*.

Perbedaan (*differensial*) ini tergantung pada aplikasi atau kondisi pendinginannya. Meskipun begitu perlu berhati-hati waktu melakukan pengaturan ini sebab bila perbedaan ini terlalu kecil maka sistemnya (*Compressor*) akan dapat mengalami *over heat* yang disebabkan waktu *cut in* dan *cut off* yang sangat singkat sehingga kerja kompresor terputus-putus dan mengakibatkan compressor cepat panas karena proses start awal yang memerlukan daya yang besar. Hal ini dapat membahayakan kompresor. Namun bila perbedaan ini terlalu besar maka temperatur pendinginan akan meningkat menjadi tinggi sebelum terjadi *cut in*. Hanya dengan banyak berlatih maka akan dapat menentukan *differensial* yang tepat sesuai keinginan pada setiap

kondisi yang berbeda.

Penentuan setting *thermostat* dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan temperatur rata-rata yang harus dipertahankan tetap konstan dan juga keinginan atau keperluan untuk mempunyai temperatur maksimum dan minimum yang dikehendaki. Bila hal ini sudah didapatkan maka differensial dapat dihitung. Sebaliknya bila *differensialnya* yang diketahui, maka untuk menghitung setting *thermostatnya (cut in)* dapat dilakukan dengan membagi dua nilai differensial tersebut dan kemudian menambahkannya dengan temperatur rata-rata yang diinginkan dan kemudian mengurangkannya untuk menentukan cut out temperaturnya.

2) Mengganti *Thermostat* dengan yang baru

Kerusakan pada *thermostat* seperti macet, pada kondisi terbuka dan macet pada kondisi tertutup. Apabila *thermostat* macet dalam kondisi terbuka maka suhu ruang akomodasi akan lama tercapai, hal ini memungkinkan terjadinya *overcooling*. Demikian sebaliknya apabila *thermostat* macet dalam kondisi tertutup akan mengakibatkan suhu ruang akomodasi panas. Oleh karena itu, perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1) *Thermostat* yang sudah melewati jam kerja (*running hours*) harus diganti dengan *thermostat* yang baru. Penggantian *thermostat* ini dilakukan setiap *thermostat* mencapai 5000 jam.
- 2) Sebelum melakukan penggantian *thermostat* ABK Mesin perlu melakukan pengecekan terlebih dahulu pada *thermostat valve regulator*, apakah berfungsi dengan baik atau tidak.
- 3) Apabila tidak dapat dilakukan perbaikan maka peralatan tersebut harus diganti dengan yang baru.
- 4) Apabila suku cadang untuk penggantian peralatan tersebut tidak tersedia, sebaiknya ABK Mesin melaporkan kepada KKM agar dibuatkan berita acara dan dibuatkan permintaan barang kepada kantor pusat bagian divisi teknik.

Dalam pemilihan *thermostat* ABK Mesin harus memperhatikan faktor-faktor berikut ini:

- a) Temperatur maksimum dan minimum yang dapat dicapai
- b) Differensial yang dibutuhkan.

Bila kedua faktor ini sudah diketahui maka tinggal mencari spesifikasi yang sesuai di dalam katalog yang ada. Pilihlah *thermostat* yang karakteristik pengaturan temperaturnya mendekati kondisi temperature yang diharapkan.

2. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Perawatan terhadap kompresor tidak sesuai dengan PMS

1) Menjalankan Perawatan Kompresor Sesuai Dengan PMS

Keuntungannya :

Dengan perawatan terencana yang dilakukan sesuai dengan jadwal perawatan sebagaimana tercantum dalam *Planned Maintenance System (PMS)* maka kompresor dapat berkerja secara maksimal sehingga tidak mengalami trip saat dioperasikan. Dengan demikian suhu ruang akomodasi dapat mencapai suhu yang diinginkan.

Kerugiannya :

Seringkali jadwal perawatan terencana tidak dapat dilakukan karena jadwal operasi kapal yang sangat padat.

2) Melakukan Perbaikan Membersihkan Katup-Katup Dari Karbon

Keuntungannya :

Katup dapat membuka dan menutup dengan lancar sehingga aliran refrigerant lancar.

Kerugiannya :

Membutuhkan suku cadang untuk perbaikan katup

b. Thermostat Tidak Berfungsi Dengan Baik

1) Menjalankan Perawatan Sesuai Dengan Buku Petunjuk

Keuntungannya :

Dapat mempertahankan kondisi *thermostat*, dan dapat diketahui adanya indikasi kerusakan *thermostat* sejak dini.

Kerugiannya :

Membutuhkan kedisiplinan dan ketelitian masinis dalam pelaksanaannya.

2) Mengganti *Thermostat* dengan yang baru

Keuntungannya :

Thermostat dapat berfungsi dengan baik untuk mengatur suhu yang dikehendaki sehingga suhu dalam ruangan selalu stabil sesuai yang dibutuhkan.

Kerugiannya :

Thermostat yang sudah tidak berfungsi dengan baik harus diganti dengan yang baru sehingga membutuhkan suku cadang yang harus selalu ada diatas kapal.

3. Alternatif Pemecahan Masalah

Berdasarkan alternatif dan evaluasi pemecahan masalah yang telah dijelaskan diatas, maka dapat diketahui pemecahan masalah yang tepat untuk meningkatkan kinerja mesin pendingin ruangan (*air conditioner*) yaitu :

a. Perawatan terhadap kompresor tidak sesuai dengan PMS

Supaya kinerja kompresor AC dapat ditingkatkan, maka diambil langkah-langkah pemecahannya yaitu dengan melakukan perawatan terhadap kompresor AC sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*. Seperti perawatan pada *seal ring* dan *valve control regulator capacity*, perawatan pada *solenoid* secara berkala, membersihkan *Filter Lubricating Oil*. Dengan demikian kinerja kompresor AC lebih maksimal sehingga sistem pendingin dapat menghasilkan suhu udara ruang akomodasi sesuai yang diharapkan.

b. *Thermostat* Tidak Berfungsi Dengan Baik

Dari hasil evaluasi pemecahan masalah thermostat yang tidak bekerja sesuai dengan yang diinginkan, pemecahan masalah yang dipilih yaitu melakukan perawatan *thermostat* sesuai dengan buku petunjuk. Dengan demikian *thermostat* dapat berfungsi sebagai pengatur suhu, sehingga temperatur dalam sebuah ruangan selalu stabil sesuai kebutuhan. 2z

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan di dalam bab sebelumnya terkait permasalahan kurang tercapainya suhu ruangan sesuai dengan yang diinginkan, maka penulis dapat berkesimpulan sebagai berikut :

1. Kompresor tidak bekerja dengan normal disebabkan :
 - a. Perawatan terhadap kompresor tidak sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*. Kerusakan pada kompresor seperti aus atau patahnya ring (cincin torak) dari piston dan ausnya silinder liner.
 - b. Katup isap dan katup tekan tidak bekerja dengan baik karena pengaruh dari karbon-karbon yang melekat pada katup dan *spring* yang terdapat pada katup isap dan katup tekan sudah tidak berfungsi.
2. *Thermostat* tidak berfungsi dengan baik. Masalah ini disebabkan oleh :
 - a. Perawatan terencana belum berjalan dengan optimal akibat dari berulang-ulang buka dan tutup kontak aliran arus listrik pada *thermostat*, terkadang pada permukaan kontak terjadi endapan karbon/ kotoran melekat akibat terjadinya sentuhan-sentuhan aliran listrik dan ini menyebabkan kerja *thermostat* tidak baik.
 - b. *Thermostat* sudah melebihi jam kerja (*running hours*)

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka untuk mempertahankan suhu dalam ruangan di kapal SHIP 115 penulis memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Untuk menjaga kinerja kompresor pada mesin pendingin ruangan maka disarankan untuk :
 - a. Melakukan perawatan kompresor sesuai dengan PMS yaitu perawatan yang dilakukan secara kontinyu, karena itu harus diketahui mengenai sejarah perawatan yang menyangkut perbaikan dan perawatan, maka catatan-catatan perawatan serta perbaikan sangat penting sekali.
 - b. Melakukan perawatan dengan membersihkan katup-katup dari karbon sehingga dapat berfungsi dengan baik.
2. Untuk menjaga agar *thermostat* tidak berfungsi dengan baik penulis menyarankan :
 - a. Melakukan perawatan *thermostat* sesuai dengan buku petunjuk dengan membersihkan bagian - bagian alat kontrol (*thermostat*) dari kotoran dan Melakukan pengecekan pada bagian - bagian thermostat seperti *spring*, katub dan *gasket* atau dudukannya kurang rapat.
 - b. ABK Mesin mengganti *Thermostat* dengan yang baru sesuai standar pabrik dan memperhatikan dalam pemasangan *thermostat* yang baru, pastikan pada saat pemasangan tidak miring untuk menghindari terjadinya kerusakan pada alat kontrol (*thermostat*).

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofyan, (2014). *Manajemen Produksi dan Operasi*, Jakarta : Lembaga Penerbit FE-UI
- Benyamin, (2015), *Mesin Pendingin Ruangan*, Jakarta : Grafindo Persada
- Danuasmoro, Goenawan, (2013), *Manajemen Perawatan*, Jakarta : Yayasan Bina Citra Samudra
- Habibie J.E., NSOS, (2017). *Manajemen Perawatan Dan Perbaikan*
- Johan Handoyo, Jusak. (2015). *Sistem Perawatan Permesinan Kapal*, Jakarta : Djangkar
- Poerwadarminta. (2014). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta : Balai Pustaka
- Sumanto, (2018), *Dasar - dasar Mesin Pendingin*, Yogyakarta : Kanisius