

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
RUANGAN UNTUK MENJAGA KENYAMANAN AWAK
KAPAL DI ATAS KAPAL MT. MARINE DIGNITY**

Oleh :

SIDIK ALWASIN

NIS. 01703/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
RUANGAN UNTUK MENJAGA KENYAMANAN AWAK
KAPAL DI ATAS KAPAL MT. MARINE DIGNITY**

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

Oleh :

**SIDIK ALWASIN
NIS. 01703/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : SIDIK ALWASIN
NIS : 01703/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
RUANGAN UNTUK MENJAGA KENYAMANAN AWAK
KAPAL DI ATAS KAPAL MT. MARINE DIGNITY

Jakarta, Juni 2021

Pembimbing Materi

Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., MAP

Pembina (IV/a)

NIP. 19760409 200604 1 001

Pembimbing Penulisan

Susilo, SE.MT

Pembina (IV/a)

NIP. 19551128 197710 1 001

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 : SIDIK ALWASIN
NIS : 01703/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
RUANGAN UNTUK MENJAGA KENYAMANAN AWAK
KAPAL DI ATAS KAPAL MT. MARINE DIGNITY

Penguji I

Bambang Wahyudi, M. Mar. E, MM
NUPN. 9942011485

Penguji II

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

Penguji III

Alberto, S. Si T., MAP
Pembina (IV/a)
NIP. 19760409200604 1001

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 kehadiran ALLAH Subhana Wata'ala, atas berkat dan rahmat-Nya serta senantiasa melimpahkan anugerah-Nya, sehingga Penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar Program Upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgrading 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 SISTEM PENDINGIN RUANGAN UNTUK
MENJAGA KENYAMANAN AWAK KAPAL DI ATAS KAPAL
MT. MARINE DIGNITY”**

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 yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Yth. Bapak Amiruddin, M.M, selaku Kepala Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Yth. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Yth. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Yth. Bapak Alberto, S.SiT.,M.Mar.E.,MAP., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan Penulis pada sistematika materi yang baik dan benar.

5. Yth. Bapak Susilo, SE.MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan 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 ATT-I angkatan 57 yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran, khususnya Ketua kelas dan staff kelas.

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

Jakarta, Juni 2021

Penulis,

SIDIK ALWASIN

NIS. 01703/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.....	3
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	3
D. METODE PENELITIAN	4
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	6
F. SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN.....	26
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA	27
B. ANALISIS DATA	30
C. PEMECAHAN MASALAH.....	35
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN.....	46
B. SARAN	46
DAFTAR PUSTAKA	47
DAFTAR ISTILAH	

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Sistem transportasi laut dalam memasuki era globalisasi sekarang ini terus berkembang sangat pesat. Kapal sebagai sarana angkutan laut memegang peranan yang sangat penting dalam sistem transportasi laut. Di negara kita yang terdiri dari ribuan pulau ini, kapal sebagai salah satu alat transportasi laut sangat memegang peranan penting, dimana jasa transportasi laut sangat dibutuhkan karena mampu mengangkut muatan dalam jumlah besar dan dengan biaya relatif lebih murah bila dibandingkan dengan moda transportasi yang lain. Dalam mengarungi lautan yang luas serta dengan jarak tempuh yang jauh dan memakan waktu yang lama (bisa berminggu-minggu atau bahkan berbulan-bulan), maka peran sistem pendingin ruangan di atas kapal sangatlah menentukan karena mengingat sistem pendingin ruangan ini mempunyai manfaat untuk memberikan kenyamanan bagi awak kapal saat beristirahat. Oleh karena itu sistem pendingin ruangan (*Air Conditioner System*), dewasa ini semakin banyak dimanfaatkan seiring dengan kemajuan teknologi serta meningkatnya taraf hidup manusia.

Perawatan sistem pendingin ruangan yang tepat dan berencana akan meningkatkan efisiensi atau kinerja maksimal daripada sistem pendingin ruangan tersebut. Terutama di daerah beriklim panas atau tropis, sistem pendingin ruangan merupakan alat kebutuhan yang utama untuk kenyamanan dalam operasional kapal. Pada zaman ini sistem pendingin ruangan sudah lazim digunakan untuk keperluan gedung-gedung, toko-toko, hotel-hotel, rumah sakit, tempat tinggal, dan di kapal-kapal pada khususnya.

Begitu juga penggunaan sistem pendingin ruangan di atas kapal, merupakan salah satu kebutuhan yang utama dan merupakan salah satu aturan SOLAS yang harus dipenuhi. Dengan demikian pengetahuan tentang mesin pendingin, baik secara

teoritis maupun prakteknya, sangat dibutuhkan, khususnya bagi para Masinis di atas kapal. Dengan demikian Masinis dapat menganalisa, untuk menemukan kerusakan dan memperbaikinya dengan tepat. Oleh karena itu dilaksanakan upaya meningkatkan perawatan mesin pendingin ruangan oleh ABK, sehingga kenyamanan ABK dapat dipertahankan.

Untuk mempertahankan kinerja mesin pendingin ruangan maka perlu menjaga bagian-bagian dari mesin pendingin ruangan tersebut, seperti kompresor, kondensor, evaporator dan oil separator. Dari bagian-bagian mesin pendingin ruangan tersebut, yang menjadi perhatian penulis dalam pembahasan makalah ini adalah kompresor.

Kompresor adalah alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan fluida mampu mampat, yaitu gas atau udara. Tujuan meningkatkan tekanan dapat untuk mengalirkan atau kebutuhan proses dalam suatu sistem proses yang lebih besar. Secara umum Kompresor dibagi menjadi dua jenis yaitu dinamik dan perpindahan positif.

Berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja sebagai *Chief Engineer* di atas MT. MARINE DIGNITY sering terjadi masalah pada mesin pendingin ruangan sehingga menyebabkan ABK merasa tidak nyaman. Dari pengamatan penulis, permasalahan tersebut disebabkan oleh beberapa hal seperti kompresor tidak bekerja dengan normal. Kapasitas kompresor AC yang rendah yaitu kapasitas dalam *percent*, dimana normalnya beroperasi 70% dengan suhu evaporator 12°C, temperatur *lubricating oil* panas, *thermostat* tidak bekerja sesuai dengan yang diinginkan sehingga pada saat suhu ruangan tercapai *thermostat* tidak berfungsi mematikan kompresor dan perawatan berkala pada kondensor tidak dilaksanakan secara maksimal. Ditambah lagi karena faktor suku cadang untuk perawatan mesin pendingin ruangan yang tidak tersedia di atas kapal. Semua permasalahan tersebut menyebabkan kinerja mesin pendingin ruangan tidak bekerja secara maksimal.

Dari latar belakang di atas, maka penulis tertarik untuk menyusun makalah dengan judul : **“OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN RUANGAN UNTUK MENJAGA KENYAMANAN AWAK KAPAL DI ATAS KAPAL MT. MARINE DIGNITY”**.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka penulis dapat mengidentifikasi beberapa masalah yang terjadi di atas kapal MT. MARINE DIGNITY sebagai berikut :

- a. Kompresor tidak bekerja dengan normal.
- b. *Thermostat* tidak berfungsi dengan baik.
- c. Perawatan kondensor tidak dilakukan sesuai PMS.
- d. Tidak tersedianya suku cadang di atas kapal.
- e. Banyaknya kotoran pada *evaporator*.

2. Batasan Masalah

Oleh karena luasnya pembahasan masalah yang berhubungan dengan mesin pendingin ruangan (*air conditioner*), maka penulis membatasi pembahasan pada makalah ini hanya pada :

- a. Kompresor tidak bekerja dengan normal
- b. *Thermostat* tidak berfungsi dengan baik

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah diatas, maka penulis dapat merumuskan pembahasan masalah yang akan dibahas pada bab selanjutnya, sebagai berikut :

- a. Mengapa kompresor tidak bekerja dengan normal ?
- b. Mengapa *thermostat* tidak berfungsi dengan baik?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk menganalisis faktor apa saja yang menyebabkan kompresor sistem pendingin ruangan di atas kapal MT. MARINE DIGNITY tidak bekerja dengan tidak normal.

- b. Untuk menganalisis penyebab *thermostat* pada mesin pendingin tidak berfungsi dengan baik.

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

Diharapkan makalah ini dapat memperkaya pengetahuan bagi penulis sendiri maupun bagi kawan-kawan seprofesi untuk mengetahui bagaimana cara merawat dan mempertahankan sistem pendingin ruangan (*air conditioner*) dengan baik dan benar.

b. Aspek Praktis

Diharapkan makalah ini dapat memberi sumbang saran kepada kawan-kawan seprofesi dan juga pihak perusahaan dalam meningkatkan perawatan sistem pendingin ruangan (*air conditioner*) secara maksimal.

D. METODE PENELITIAN

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

1. Metode Pendekatan

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

- a. Berdasarkan metode pengalaman yaitu pengalaman dan pengamatan langsung pada mesin pendingin ruangan (*air conditioner*) di atas kapal MT. MARINE DIGNITY.
- 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 MT. MARINE DIGNITY.

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 (*air conditioner*) 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 pendingin ruangan di atas kapal MT. MARINE DIGNITY untuk menjaga suhu ruang akomodasi agar tetap nyaman.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal MT. MARINE DIGNITY dari bulan Juni 2018 sampai November 2020 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 MT. MARINE DIGNITY, kapal tanker berbendera Singapore milik perusahaan *CNC Petroleum* yang beroperasi di alur pelayaran *Singapore Home Trade (HT)*.

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 kompresor tidak optimal dan kinerja *thermostat 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 menjelaskan 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 menjelaskan 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. Saran yang merupakan pertanyaan singkat berdasarkan hasil pembahasan sebagai solusi dari rumusan masalah yang merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Untuk dapat menganalisis penyebab dan pemecahan masalah yang dikemukakan pada bab I, maka penulis mengambil dasar teori / pemikiran dari beberapa sumber sebagai berikut :

1. Optimalisasi

Menurut W.J.S. Poerwadarminta (2007:75) menyatakan bahwa optimalisasi adalah hasil yang dicapai sesuai dengan keinginan, jadi optimalisasi merupakan pencapaian hasil sesuai harapan secara efektif dan efisien.

Menurut Winardi (2009:363) bahwa optimalisasi adalah ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan sedangkan jika dipandang dari sudut usaha, optimalisasi adalah usaha memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau dikehendaki.

Dari uraian tersebut diketahui bahwa optimalisasi hanya dapat diwujudkan apabila dalam pewujudannya secara efektif dan efisien. Dalam penyelenggaraan organisasi, senantiasa tujuan diarahkan untuk mencapai hasil secara efektif dan efisien agar optimal.

2. Perawatan

Salah satu langkah untuk mempertahankan kondisi suatu peralatan apapun jenis dan bentuknya, adalah dengan melakukan perawatan secara rutin dan teratur sesuai dengan petunjuk pada *manual book* atau ketentuan yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Oleh karena itu untuk lebih memahamai lebih jauh apa yang dimaksud dengan perawatan itu, maka dibawah ini penulis menyampaikan berbagai teori menurut beberapa pakar yang penulis diambil dari berbagai sumber antara lain :

a. Definisi Perawatan

Menurut Sofyan Assauri (2004) 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.

Perawatan adalah suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi sehingga dari sistem ini dapat diharapkan menghasilkan *out put* 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.

b. Jenis-Jenis Perawatan

Di atas telah penulis sampaikan beberapa landasan teori yang diambil dari pendapat beberapa pakar di bidang perawatan dan berikut ini penulis sampaikan jenis-jenis Perawatan menurut para pakar sebagai berikut :

Menurut J.E Habibie dalam NSOS (2002:15) 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.

c. Cara Perawatan Sistem Pendingin Udara

Perawatan akan memberikan hasil yang maksimal jika dilaksanakan dengan tepat, bagian mana yang dirawat, Apa saja yang perlu diperhatikan dan lain sebagainya. Adapun cara perawatan sistem pendingin udara sebagai berikut :

Menurut Suparwo, Sp, (2004:12) dalam buku Mesin Pendingin bahwa untuk menghindari kerusakan dan kecelakaan, maka semua peralatan (bagian-bagian mesin pendingin udara) dan alat keamanan (*safety device*)

harus diperiksa secara periodik atau di sebut perawatan berkala (PMS).

Adapun cara perawatan pada bagian-bagian utama sistem pendingin udara meliputi:

- 1) Perawatan Kompresor
 - a) Cek jangan sampai kelebihan beban (terlalu banyak gas).
 - b) Pengecekan secara berkala suara dari pada Kompresor.
 - c) Cek jangan sampai kehabisan minyak lumas Kompresor.

- 2) Perawatan atau Membersihkan Kondensor
 - a) Hentikan sistem instalasi sistem pendingin.
 - b) Hentikan pompa pendingin air laut dan tutup kran hisap dan kran tekan.
 - c) Buka kedua sisi penutup kondensor bagian air pendingin masuk dan keluar untuk membuang sisa air laut.
 - d) Bersihkan kondensor dengan cara merendam dengan bahan kimia yang dicampur dengan air tawar yaitu sulfamic acid dan descaling liquid, rendam selama kurang lebih 45 menit, setelah itu jalankan system dengan menggunakan pompa air laut.

- 3) Perawatan *Evaporator*
 - a) Saringan di buka terlebih dulu dan langsung bisa di bersihkan dengan cara penyemprotan air dengan jet spray pada kisi-kisi *Evaporator*.
 - b) Dalam pembersihan harus di laksanakan dengan hati – hati, agar sirip–sirip dari pada *evaporator* yang terbuat dari alumunium tidak rusak (bengkok). Maka cara melakukannya sikat lembut dengan menggunakan chemical yang sudah dicampur dengan air tawar.

3. Mesin Pendingin Udara

a. Definisi Mesin Pendingin Udara

Setelah lelah bekerja, awak kapal perlu isitirahat untuk merefresh kembali tubuhnya sehingga dapat bekerja kembali pada jam kerja berikutnya. Untuk itu dibutuhkan ruang istirahat yang nyaman bagi awak kapal. Kenyamanan pada ruang akomodasi salah satunya dapat direalisasikan dengan menggunakan mesin pendingin ruangan.

Menurut Sumanto, M.A, (2008), dalam buku yang berjudul Dasar-dasar Mesin Pendingin, mesin pendingin udara adalah suatu alat untuk menghasilkan udara dengan suhu yang diinginkan dimana proses tersebut terjadi pada suatu sistem dengan komponen yang bekerja secara sinergi dari kompressor yang merupakan power unit dari sistem mesin pendingin ketika Kompressor 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*), kondensor juga bisa disebut *heat exchanger*, yang merupakan alat pemindahkan panas dan dibawa ke *expansion valve*, dimana cairan yg bertekanan tinggi tersebut diturunkan suhunya menjadi cairan dingin bertekanan rendah.

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 sistim 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.

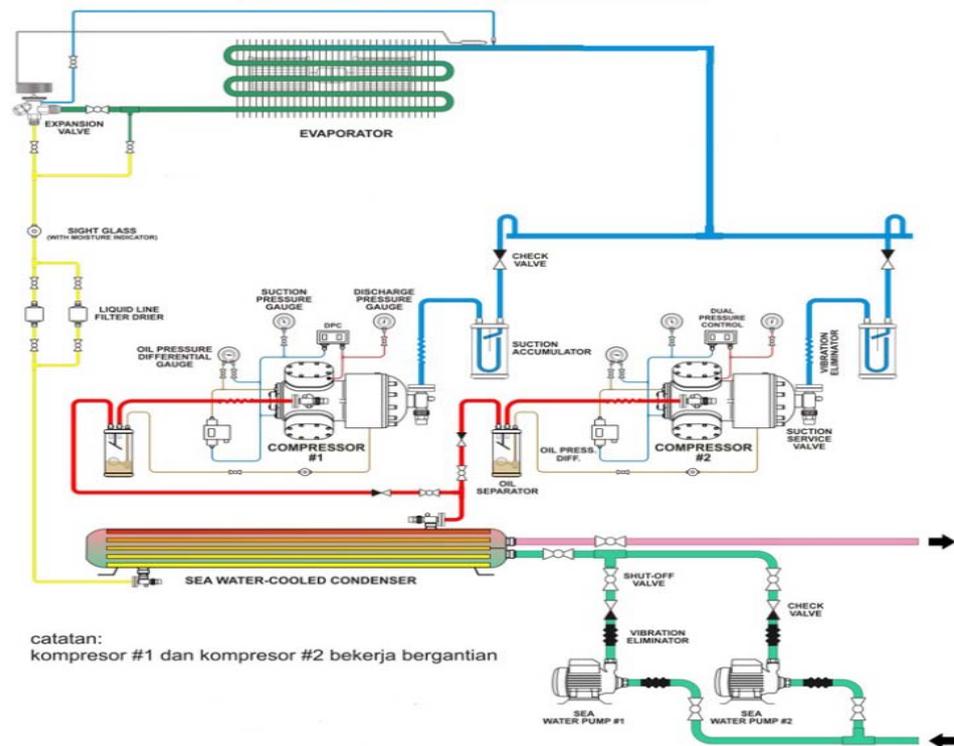
Sumanto, M.A, (2008), dalam buku Dasar-dasar Mesin Pendingin, mengungkapkan bahwa perawatan pada sistim *Air conditioner* meliputi pekerjaan untuk mempertahankan semua peralatan yang ada dalam keadaan sebaik-baiknya sehingga diperoleh:

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

Menurut Benyamin (2000:32) definisi 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.

c. Cara Kerja Mesin Pendingin Udara



Gambar 2.1 Cara Kerja (Piping Diagram) Mesin Pendingin Ruangan

Pada saat kompresor dioperasikan, maka freon 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 freon dengan suhu rendah dan tekanan rendah dari evaporator, masuk ke kompresor dan oleh kompresor 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.

d. Gangguan yang terjadi pada Mesin Pendingin Ruangan

Berikut adalah gangguan yang sering terjadi pada mesin *air conditioning*

a. Kompresor jalan tapi berhenti tiba-tiba.

Ketika *refrigerant* kompresor start dan stop dengan tiba-tiba itu bisa terjadi karena alasan berikut :

- 1) *Low press Cut-Out* bekerja (Pastikan bahwa semua *suction valve* pada posisi terbuka, di sisi *freon* dengan kapasitas tepat, dan *low press cut-out* tidak rusak).
- 2) Rusaknya *oil press cut-out* (Pastikan *oil press cut-out* bekerja dengan benar dan ganti jika rusak)
- 3) *Defrosting timer* lebih sering bekerja (Jika *defrosting timer* sering bekerja bisa menyebabkan kompresor cut out, periksa dan perbaiki *defrost timer*)
- 4) *Lub oil* dibawah *level* minimum (ini bisa terjadi karena kebocoran *oil seal* dan berlebihnya aliran oli. Perbaiki kebocoran dan isi oli pada *level* yang tepat)
- 5) Oli berbusa, ini bisa menyebabkan berkurangnya tekanan oli (pastikan tidak ada *foaming*, dan ganti oli jika diperlukan)
- 6) *Motor overload cut out* bekerja (pastikan bahwa electrical motor trips bekerja dengan benar)

b. Kompresor terlalu sering star dan stop

Jika dalam mempertahankan temperatur settingan pada ruang pendingin, kompresor sering *cut-in* dan *cut-out*, masalah seperti ini harus diselesaikan secepatnya, penyebabnya biasanya :

1) Kesalahan *setting* pada *cut out*

Ini bisa terjadi karena *Hight Pressure* (HP) *cut out* di set terlalu tinggi atau *Low Pressure* (LP) *cut out* di set terlalu rendah (check dan ganti settingan)

2) *Differential setting*, jarak terlalu kecil

Pada *low pressure* (LP) *cut out* bekerja berdasarkan start dan stop pressure setting. Jika jarak setting terlalu kecil ini akan menyebabkan lebih sering *cut in* dan *cut out* pada kompressor (ganti settingan perbesar jarak start dan stop tekanan kompressor)

3) Kerusakan pada *valve*

Jika *discharge valve* kompressor bocor atau *solenoid valve* tidak menutup dengan sempurna ini akan menyebabkan bervariasinya sensor tekanan dan akan menyebabkan lebih sering *cut in* dan *cut out* kompressor (ganti *valve* yang rusak)

4) *Suction filter* buntu

Kompressor dilengkapi dengan filter pada suction line. Jika ini buntu maka akan menyebabkan *Low Pressure* (LP) lebih sering *cut-out* (*Clean the filter*)

c. Kompressor jalan terus menerus

Fungsi kompressor pada *refrigerant system* adalah bekerja sebagai pompa untuk meng sirkulasi *freon* dalam siklus pendinginan dengan tujuan mempertahankan temperatur dingin dalam ruangan dan untuk mencapai ini kompressor bisa jadi akan jalan terus menerus, jika ini terjadi dapat disebabkan antara lain:

1) Bahan pendingin (*Freon*) tidak cukup untuk mendinginkan *evaporator* (pastikan *thermostati expansion valve* bekerja normal dan bersihkan filter dalam TEV)

2) *Thermostat Low Pressure cut out* tidak bekerja pada temperature/tekanan rendah (seting dengan tepat *LP cut out* pada settingan yang tepat)

- 3) Bahan pendingin (*Freon*) kurang dalam circuit (*check* kebocoran bahan pendingin/freon dan tambahkan bahan pendingin/freon.)

d. Suara yang tidak biasa pada kompresor

Salah satu masalah yang paling umum di permesinan adalah suara yang tidak normal dari beberapa bagian. Ini bisa terjadi karena masalah pada komponen *mechanical* di dalam kompresor atau karena penyebab berikut :

- 1) Kapasiti kontrol terlalu tinggi yang bisa menyebabkan suara *knocking* selama start (kurangi kapasitas kontrol setting)
- 2) Tekanan oli kurang (Pastikan *oil level* pada level aman dan tidak ada busa didalamnya. Ganti atau tambahkan oli jika diperlukan)
- 3) Kompresor dan aligment motor tidak tepat (periksa alighment dan set motor dan kompresor satu garis)
- 4) Baut pondasi longgar (pastikan pondasi dalam kondisi bagus dan semua baut dalam kondisi terikat rapat)
- 5) *Driving belt* loggar (pastikan dan check elastisitas belt dan ganti jika longgar)

e. Tingginya *temperature discharge*

Sudah menjadi keharusan ruangan pendingin dipertahankan pada temperature yang tepat, tapi terkadang *discharge temperature* pada kompresor melebihi batas *maximal temperature*. Masalah ini bisa terjadi karena beberapa hal antara lain :

- 1) Tingginya temperature suction karena freon kurang di sirkuit (Charge freon dan perhanankan jumlah freon dalam circuit pada level yang sesuai. Pastikan TEV diset dengan cukup *supply freon* ke *evaporator*. Panas lebih juga akan meningkatkan *temp suction* dan *discharge* di kompresor)
- 2) Kebocoran pada *discharge valve* dapat juga menyebabkan panas (Ganti *valve* yang bocor).
- 3) Kebocoran pada *safety valve* (Ganti *safety valve*)

4) *By pass* antara *suction* dan *discharge* terbuka (kontrol *bypass* untuk menghindari hal ini terjadi)

f. Bunga Es pada *evaporator*

Masalah lain pada mesin pendingin adalah adanya kristal es di coil *evaporator* yang bisa terjadi karena :

- 1) Temperatur setting terlalu rendah (tingkatkan temperatur setting dengan mengatur *TEV* atau sensornya)
- 2) Kapasitas *coil* kurang (pasang *coil evaporator* yang lebih besar)
- 3) *Defrost* tidak bekerja (check dan pastikan sistem defrost bekerja normal)

g. Kemampuan untuk mendinginkan yang berkurang

Jika kemampuan refrigeration untuk mendinginkan ruangan berkurang dan tidak bisa mempertahankan temperatur ruang muatan atau ruang *provision*. Hal berikut bisa jadi penyebabnya :

- 1) Tidak cukup freon dalam *circuit* (tambah freon)
- 2) Ruangan tidak tertutup rapat/kerusakan *insulation room* (Check dan ganti *insulation*)
- 3) Ruang diisi melebihi kapasitas (Pastikan kapasitas ruangan tidak melebihi standar)
- 4) Kerusakan pada *solenoid* atau *TEV* (Check valve tsb dan ganti jika rusak)
- 5) Pintu Ruangan yang selalu terbuka (Tutup rapat ruangan).

h. Berkurangnya oli dalam kompressor

Jika oil di *crank case* kompressor berkurang dalam waktu yang singkat. Ini mengindikasikan ada kebocoran atau peningkatan konsumsi lub oil. Bisa jadi karena hal berikut :

- 1) *Nozzle* atau *filter* buntu (pastikan bahwa *nozzle* pada pipa kembali atau *filter solenoid valve* bersih dan tidak buntu)

- 2) Oil berbusa karena ada kebocoran ada *suction line* (Busa pada oil bisa terjadi karena freon masuk ke dalam *crank case*, ganti oli dan perbaiki penyebab cairan masuk ke *crank case*.)
- 3) *Piston ring* atau *liner* sdh usang, ini bisa menyebabkan oli ikut kesystem (Ganti piston ring atau liner)

Dari pemaparan tentang gangguan dan analisa kerusakan diatas terdapat banyak gangguan yang dapat mengakibatkan turunya suhu *air conditioner* di atas kapal. Hal ini berdampak pada kenyamanan ABK dan terganggunya kegiatan kerja di atas kapal, sehingga perawatan berkala dan pengecekan jurnal harus benar-benar dilakukan.

4. Kompresor

a. Definisi 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.

Menurut Hartanto (2005:27) bahwa kompresor adalah jantung dari kompresi uap. Kompresor berfungsi mengalirkan refrigerant ke seluruh sistem pendingin. Sistem kerjanya adalah dengan mengubah tekanan, dari sisi bertekanan rendah ke sisi bertekanan tinggi. Ketika kompresor 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*.

Satu siklus refrigrasi kompresi uap adalah sebagai berikut:

1) Pemampatan (kompresi)

Uap refrigeran lewat panas bersuhu dan tekanan rendah yang berasal dari proses pengupan dimampatkan oleh kompresor menjadi uap bersuhu dan bertekanan tinggi agar kemudian mudah diembunkan, uap kembali menjadi cairan didalam kondensor.

2) Pengembunan (kondensasi)

Proses pengembunan adalah proses pengenyahan atau pemindahan panas dari uap refrigeran bersuhu dan bertekanan tinggi hasil pemampatan kompressor ke medium pengembun di luar kondensor.

3) Pemuaian

Pemuaian adalah proses pengaturan kesempatan bagi refrigeran cair untuk memuai agar selanjutnya dapat menguap di evaporator.

4) Penguapan (evaporasi)

Pada proses ini, refrigeran cair berada dalam pipa logam evaporator mendidih dan menguap pada suhu tetap, walaupun telah menyerap sejumlah besar panas dari lingkungan sekitarnya yang berupa zat alir dan pangan dalam ruangan tertutup berinsulasi. Panas yang diserap dinamakan “panas laten penguapan”.

b. Jenis-Jenis Kompresor

1) Berdasarkan cara kerjanya

Menurut Hartanto (2005:34) berdasarkan cara kerjanya kompressor dapat dibedakan menjadi dua, yaitu kompressor torak dan kompressor rotary.

a) Kompresor torak

Kompresor torak yaitu kompressor yang kerjanya dipengaruhi oleh gerakan torak yang bergerak menghasilkan satu kali langkah hisap dan satu kali langkah tekan yang berlainan waktu. Kompresor torak lebih banyak digunakan pada unit mesin pendingin berkapasitas besar maupun kecil seperti lemari es, cold storage, collroom.

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

b) Kompresor *rotary*

Kompresor rotary yaitu kompresor yang kerjanya berdasarkan putaran roller pada rumahnya, prinsip kerjanya adalah satu putaran porosnya akan terjadi langkah hisap dan langkah tekan yang bersamaan waktunya, kompresor rotary terdiri dua macam yaitu kompresor rotary dengan pisau / blade tetap.

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.

2) Berdasarkan konstruksinya

Berdasarkan konstruksinya, kompresor terdiri dari :

a) Kompresor tertutup

Kompresor jenis ini banyak digunakan pada unit mesin refrigerasi yang kecil. Kompresor tertutup dibedakan dua macam yaitu kompresor hermetik dan kompresor semi hermetik

(1) Kompresor hermetik

Kompresor yang di bangun dengan tenaga penggeraknya (motor listrik) dalam satu tempat tertutup. Jenis kompresor hermetik yang sering digunakan adalah kompresor hermetik torak pada lemari es dan kompresor hermetik rotary pada *air conditioner*.

Pada unit ini kompresor dan motor listrik benar-benar menjadi satu unit yang tertutup rapat. Kelemahannya jika terjadi kerusakan pada kompresor atau motor listrik sulit untuk diperbaiki. Keuntungannya ialah bahwa bentuknya dapat menjadi lebih kecil, tidak banyak memakan tempat, harganya relatif murah, cocok sekali untuk kompresor -kompresor

pada *domestic refrigerator* (dayanya kecil). Fungsi unit kompressor jenis 1 dan 2 adalah sama yaitu untuk mengedarkan refrigerant dalam unit mesin pendingin agar dapat berlangsung proses pendinginan

(2) Kompressor semi *hermetik*

Pada unit ini kompressor dan motor listrik juga berdiri sendiri sendiri, tetapi dihubungkan sehingga seolah-olah menjadi satu bagian. Untuk memutar kompressor, poros motor listrik dihubungkan dengan poros kompressornya langsung.

Kompressor yang bagian rumah engkolnya dibangun menjadi satu dengan motor listriknya sebagai tenaga penggerak. Pada kompressor ini tidak diperlukan penyekat poros sehingga dapat dicegah terjadinya kebocoran gas refrigeran.

b) Kompressor terbuka

Kompressor yang dibangun terpisah dengan motor penggerakannya. Pada unit ini kompressor dan motor penggerak masing-masing berdiri sendiri dan untuk memutar kompressor dipergunakan ban (vbelt), motor penggerakannya biasanya adalah motor listrik atau disel

Jenis ini banyak digunakan pada unit refrigerasi yang berkapasitas besar seperti pabrik es, *cold storage*. Pada kompressor terbuka salah satu porosnya keluar dari kompressor untuk menerima putaran dari tenaga penggerakannya.

c. Fungsi Kompressor

Menurut Jones, W.P (2005:34) dengan bukunya yang berjudul *Air Conditioning Engineering* bahwa fungsi kompressor antar lain untuk :

- 1) Mensirkulasi bahan pendingin (refrigerant).
- 2) Mempertinggi tekanan agar bahan pendingin dapat berkondensasi pada kondisi ruangan.
- 3) Mempertahankan tekanan yang konstan pada evaporator

- 4) Menghisap gas tekanan rendah dan suhu rendah dari evaporator dan kemudian menekan atau memampatkan

d. Sistem Pelumasan

Sistem pelumasan kompresor ada dua macam :

- 1) Pada kompresor kecil cukup dengan pelumasan percikan. Pelumasan pada kompresor jenis piston dengan cara percikan, ruang engkolnya diisi minyak lumas sampai pada permukaan bagian bawah main bearing sehingga pada setiap putaran poros engkol akan menyipratkan minyak lumas ke dinding silinder liner, ke pena torak dan lainnya.
- 2) Pada kompresor besar dengan pelumasan tekan (paksa). Sedangkan pada kompresor jenis yang sama dengan sistem pelumasan tekan proses penekanan minyak lumas ke main bearing, ke connecting road bearing dan lain sebagainya dilakukan dengan menggunakan bantuan pompa, pompa dipasang pada ujung poros engkol dan akan menghisap minyak lumas dari karter melalui saringan minyak, tekanan minyak lumas dapat diatur dengan *over flow valve*.

e. Teori Kompresi

- 1) Kenaikan Tekanan

Proses kompresi dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu :

- a) Kompresi Isotermal

Pada kompresi jenis ini temperature gas yang dikompresi dijaga konstan dengan cara melepas energy panas pada fluida yang dikompresi dengan cara mendinginkannya sehingga temperaturnya konstan

- b) Kompresi Adiabatik

Proses kompresi adiabatik, yaitu pada proses kompresi tidak ada energi panas yang masuk maupun keluar dari sistem, yaitu dengan cara mengisolasi dinding kompresor. Proses adiabatik dipergunakan untuk pengkajian secara teoritis.

c) *Kompresi Politropik*

Proses kompresi politropik adalah proses kompresi yang sesungguhnya terjadi di lapangan.

2) *Perubahan Temperatur*

Jika gas dikompresi, maka temperaturnya akan berubah, tergantung pada jenis proses kompresi yang dialami. Proses termodinamika adalah perubahan keadaan gas, yaitu tekanan, volume dan suhunya. Perubahan ini diiringi dengan perubahan kalor, usaha dan energi dalamnya. Gas dalam ruang tertutup dapat mengalami beberapa proses yaitu proses isobarik, proses isothermal, proses isokhorik, dan proses adiabatik.

5. *Thermostat*

Alat yang dapat mematikan kompresor secara otomatis apabila temperatur ruangan yang didinginkan sudah mencapai pada temperatur yang dikehendaki. Alat ini menggunakan tabung perasa (sensor bulb) yang ditempatkan pada ruang pendingin untuk mendeteksi temperatur ruangan pendingin, apabila suhu diruang pendingin sudah sesuai dengan yang ditentukan maka thermostat akan mematikan kompresor.

Menurut Hartanto (2005:56) bahwa *thermostat* adalah suatu perangkat yang dapat memutuskan dan menyambungkan arus listrik pada saat mendeteksi perubahan suhu dilingkungan sekitarnya sesuai dengan pengaturan suhu yang ditentukan. Pada umumnya, *Thermostat* yang digunakan saat ini dapat dibedakan menjadi dua jenis utama yaitu *Thermostat* Mekanikal dan *Thermostat* Elektronik.

a. *Thermostat Mekanikal*

Pada dasarnya merupakan jenis sensor suhu kontak (*Contact Temperature Sensor*) yang menggunakan prinsip Electro-Mechanical. Sebuah *Thermostat* mekanikal terdiri dari dua jenis logam yang berbeda dan ditempel bersama sehingga menjadi bentuk yang disebut dengan Bi-Metallic strip (atau Bi-Metal Strip). Dua Strip tersebut akan berfungsi menjadi jembatan untuk menghantarkan atau memutuskan arus listrik ke rangkaian sistem pemanas atau pendinginnya.

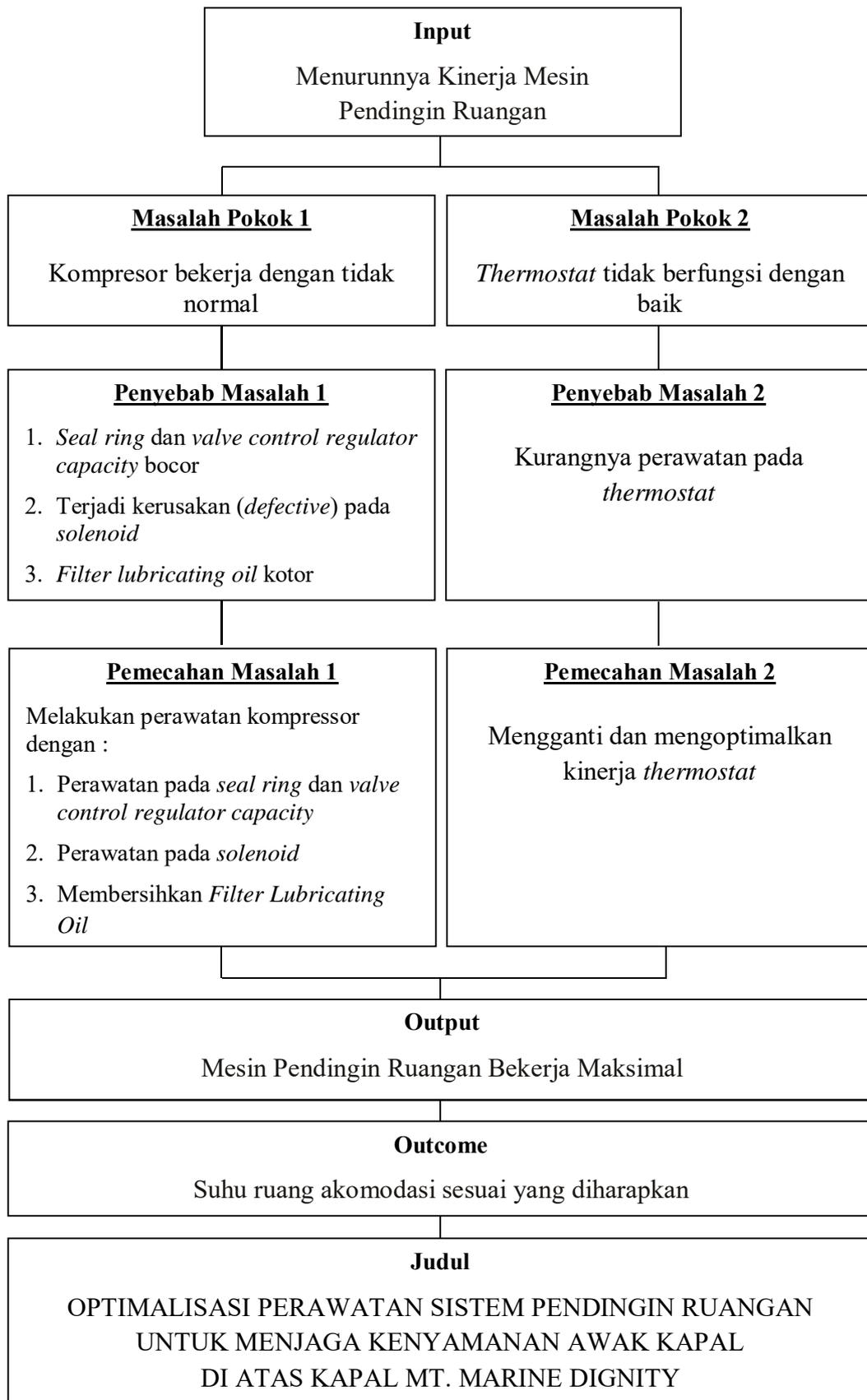
Pada saat Normal, Strip yang berfungsi sebagai jembatan tersebut akan selalu dalam kondisi terhubung dan mengaliri arus listrik, rangkaian yang terhubungnya akan dalam kondisi ON juga. Ketika Strip tersebut menjadi panas, salah satu logam diantaranya akan mengembang dan merubah bentuk menjadi sedikit melekok dan akan semakin melekok seiring dengan semakin panasnya strip tersebut yang pada akhirnya akan memisahkan hubungan strip dengan rangkaiannya sehingga aliran listrik ke rangkaian sistem pemanas atau pendingin juga menjadi terputus atau menjadi kondisi OFF. *Thermostat* kemudian berubah menjadi kondisi OFF (Switch OFF) atau terjadi pemutusan arus listrik ke sistem pemanas atau pendingin yang terhubung ke *Thermostat* tersebut.

Pada saat kondisi OFF, tidak ada arus listrik yang mengalir melewati strip Bimetal tersebut. Secara bertahap Strip Bimetal tersebut akan kembali menjadi dingin. Logam yang melekok tadi akan mulai berubah bentuk menjadi bentuk semula sehingga terhubung kembali dan arus listrik mulai mengalir melewati strip bimetal lagi. Kondisi *Thermostat* menjadi ON kembali dan rangkaian sistem pemanas ataupun pendingin menjadi ON.

b. *Thermostat Elektronik*

Thermostat jenis ini menggunakan komponen-komponen elektronika untuk mendeteksi perubahan suhunya. Prinsip Kerja *Thermostat Elektronik* ini sedikit berbeda dengan Prinsip Kerja *Thermostat Bimetal* yang menggunakan konsep Elektro-Mekanikal. *Thermostat Elektronik* pada dasarnya berbentuk rangkaian elektronika yang terdiri dari berbagai komponen-komponen elektronika. Komponen utama untuk mendeteksi perubahan suhu adalah Thermistor yaitu resistor yang nilai hambatannya dapat dipengaruhi oleh suhu (Temperature) sekitarnya.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Air Conditioner (AC) merupakan seperangkat alat yang mampu mengkondisikan ruangan yang kita inginkan, terutama mengkondisikan ruangan menjadi lebih rendah suhunya dibanding suhu lingkungan sekitarnya. *Filter* (penyaring) tambahan digunakan untuk menghilangkan polutan dari udara. AC yang digunakan di atas kapal biasanya menggunakan AC central. Selain itu, jenis AC lainnya yang umum adalah AC ruangan yang terpasang di sebuah jendela. Kunci utama dari AC adalah refrigerant, yang umumnya adalah fluorocarbon, yang mengalir dalam sistem, menjadi cair dan melepaskan panas saat dipompa (diberi tekanan), dan menjadi gas dan menyerap panas ketika tekanan dikurangi. Mekanisme berubahnya *refrigerant* menjadi cairan lalu gas dengan memberi atau mengurangi tekanan terbagi menjadi dua area. Sebuah penyaring udara, kipas, dan cooling coil (kumparan pendingin) yang ada pada sisi ruangan dan sebuah kompresor (pompa), *condenser coil* (kumparan penukar panas), dan kipas pada jendela luar.

Udara panas dari ruangan melewati filter, menuju ke cooling coil yang berisi cairan refrigerant yang dingin, sehingga udara menjadi dingin, lalu melalui teralis/kisi-kisi kembali ke dalam ruangan. Pada kompresor, gas refrigerant dari cooling coil lalu dipanaskan dengan cara pengompresian. Pada *condenser coil*, *refrigerant* melepaskan panas dan menjadi cairan, yang tersirkulasi kembali ke cooling coil. Sebuah *thermostat* mengontrol motor kompresor untuk mengatur suhu ruangan.

Berikut fakta-fakta dan kondisi di atas kapal **MT. MARINE DIGNITY**, berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal tersebut:

MT.MARINE DIGNITY

SHIP PARTICULARS

1. PRINCIPAL INFORMATION

Name of Ship : MARINE DIGNITY
Harbourcraft Licence : SB 537 J
Name of Owner : CNC PETROLEUM.PTE.LTD
Take Over : 03.04.2009
Name of Builder : SHITANOE SHIPBULIDING CO.LTD.USUKI.JAPAN
Hull Number : 1148
Material of Ship : STEEL-SINGLE HULL
Keel Laid : 30.11.1993
Launched : 14.01.1994
Date of Delivery : 24.02.1994
Nationality : SINGAPOREAN
Port of Registry : SINGAPORE
IMO Number : 9084372
Official Number : 389762
Signal Letter : S6NW4
Class Society : NIPPON KAIJI KYOKAI
Class Number : 940496
Class Notation : NS (SINGAPORE 30 MILE LIMIT SERVICE)(TANKER)(TOA)(ESP)(MNS)
Kind of Ship : PRODUCT CARRIER
Gross Tonnage : 515
Net Tonnage : 193
Length O.A (m) : 46.35
Length B.P (m) Moulded : 41.90
Breadth (m) Moulded : 10.00
Depth (m) Moulded : 3.60
Laden Speed : 10 Knots Consumption/24hrs : 3,950 mt
Full Ballast Speed : 11 Knots Consumption/24hrs : 3,950 mt
Liferaft Size and Capacity : 10 Persons X 1set (Located at Stern)
Life saving Appliances Provided :10 Persons

Displacement,Deadweight & Draft

Light Ship Weight : 387.02 mt

Light Ship Draft : 1.31 m
Summer Deadweight : 566.45 mt
Summer Displacement : 953.47 mt
Summer Draft : 2,912 m
Tropical Deadweight : 589,01 mt
Tropical Displacement : 976.03 mt
Tropical Draft : 2.972 m
Number of Load lines : 1 set

Capacity of Tanks Compartement (m³) 100 %

Cargo Oil Tanks : 666.60 m³
Water Ballast : 27.06 m³
Fresh Water : 80.31 m³
Gas Oil : 36.10 m³

1. MAIN MACHINERY INFORMATION

• **MAIN ENGINE**

Maker/Model : HANSHIN DIESEL / 6LU 24 G X 1 set

Place of Build : JAPAN Years of Build : Nov 1993

Serial Number : 237

Type : 4 Stroke Single acting, 6 Cylinder, Bore:240mm,Stroke:419mm

Rating : 800 BHP X 400 RPM (588KW)

• **AUXILIARY DIESEL GENERATOR**

Maker/Model : YANMAR / 6CHL-HTN X 2set

Serial Number : Port :0507 Stbd : 0506

Rating : 120 BHP x 1800 Rpm

Alternator : Taiyo Electric Co.Ltd

Raring : AC225 V x 80 KW x 100 Kva x 3 Phase x 60 Hz x 1800 Rpm

• **TAIL SHAFT**

Type : Kind 1A x 160mm Dia x 1 set

Material : Forged Steel KSF 60

• **PROPELLER**

Number of Sets : 1x 4 Blades

Material : Al-Bronze (KALBC3)

Dia x Pitch : 1700mm x 1040mm

MT.MARINE DIGNITY

AIRCOND PARTICULAR

1. Blower/ Fan : DAIKIN,US15FA

2.Compressor : Carlyle Compressor .Co

Model : M/N 06DA5370BC0600

Serial No : 0395J00419 S/O C03764

Volt : 400/460

Phase : 3

Herz : 50-60

Referigerant Gas Type : R22

Hp : 15

3. Sea Water Condenser : Bitzer

Tube Material : Copper-Nickel 90/10 (CuNi10Fe1Mn)

Capacity Range : 1,680 Kw

Maximum Pressure : 30 – 45 Bar

Type : Shell and finned Tube capacity (Sea water cooling)

4. Evaporator : SG-UIS2HL

Material : Copper Tube Alluminium Plate Fin

5. Filter Dryer : Emerson EK-305

1. Fakta I - Kompresor Tidak Bekerja Dengan Normal

Instalasi sistem pendingin udara yang terpasang pada MT. MARINE DIGNITY adalah sistem pendistribusian secara sentral guna mencapai suhu yang diinginkan pada semua ruang akomodasi sehingga kondisi didalam ruangan menjadi nyaman.

Pada tanggal 22 February 2020, 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.

Dari hasil pemeriksaan ternyata benar bahwa sistem pendingin udara bekerja tidak optimal. Hal ini karena disebabkan adanya gangguan tekanan pada sisi tekanan tinggi yang melebihi batas tekanan kerja normal yaitu sebesar 18 - 23 kg/cm². Pada kondisi seperti ini, tekanan akan terus naik sehingga pada saat

mencapai batas tekanan pengaman yang telah ditetapkan yaitu 25 kg/cm^2 , alat pengaman pada tekanan tinggi (*high pressure control*) akan memutuskan hubungan listrik ke motor penggerak kompressor. Kompressor akan bekerja *start* dan dalam beberapa saat kemudian *stop* lagi, sehingga zat pendingin yang dikompresikan kedalam sistem tidak normal, hal ini menyebabkan suhu di dalam ruangan tidak tercapai sesuai dengan apa yang diinginkan yaitu pada kisaran $22^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C}$.

Untuk mengetahui penyebab hal tersebut, maka diadakan pengecekan secara visual pada bagian-bagian kompressor untuk memastikan tidak ada kebocoran dan *reset* pada sistem dengan cara mematikan kompressor beberapa saat kemudian menjalankannya kembali. Ternyata setelah di *reset* pada alat pengaman pada *pressure switch* tekanan tinggi, kompressor dapat bekerja kembali. Tapi keadaan tersebut tidak dapat berlangsung lama dan hanya mampu berjalan sekitar 5 menit saja dan akhirnya sistem tersebut kembali berhenti (*stop*).

Kemudian penulis amati kondisi kerja pada tiap-tiap bagian baik pada tekanan hisap maupun tekanan kerjanya. Ternyata pada tekanan kerja pada bagian sisi tekanan tinggi menunjukkan data yang melebihi batas-batas tekanan normal dan tekanan kerja kompressor adalah $18 - 23 \text{ kg/cm}^2$. Pada keadaan yang tidak normal melebihi 25 kg/cm^2 , maka secara perlahan-lahan tekanannya akan naik terus sehingga pada saat mencapai tekanan pengaman yang telah ditetapkan yaitu 25 kg/cm^2 , tekanan tinggi akan memutuskan hubungan listrik ke motor penggerak kompressor.

Berdasarkan petunjuk yang ada pada buku manual, diketahui bahwa apabila tekanan pada sisi tekan kondensor terlalu tinggi disebabkan karena tekanan air pendingin yang masuk ke kondensor berkurang atau kondensor kotor pada bagian sisi masuk air pendinginnya. Setelah diadakan pemeriksaan terhadap bagian sisi masuk air pendingin pada kondensor, kemudian diadakan pembersihan dengan cara membersihkan lobang-lubang yang ada dalam kondensor dengan menggunakan rotan dan di bilas dengan menggunakan air bersih, setelah selesai diadakan pembersihan, uji coba kembali dilakukan, dan ternyata tekanan pada sisi tekan tinggi kompressor kembali normal, yaitu $18 - 23 \text{ kg/cm}^2$. Dengan demikian maka dipastikan bahwa penyebab dari keadaan ini

adalah kondensor kotor.

Dalam hal pemeriksaan pada ke dua bagian tersebut, kondensor dan saringan hisap pompa air pendingin dalam keadaan tidak bersih atau tersumbat kotoran berupa sampah-sampah dan tritip yang menempel pada saringan pompa pendingin. Hal ini menyebabkan aliran air pendingin ke dalam kondensor tidak lancar atau kurang hingga menyebabkan tekanan tinggi zat pendingin di dalam kondensor juga meningkat yang juga menyebabkan *safety device* dari pada *high pressure control*, untuk menjaga keamanan *compressor air conditioner* bekerja memutuskan aliran listrik ke motor penggerak kompressor.

Kurangnya pendingin yang mengalir dalam kondensor, juga dapat mengakibatkan kerusakan yang fatal terhadap kompressor ataupun sistem penunjang pada mesin pendingin udara, bila mana sistem pengaman atau *safety device* tidak bekerja. Karena pada saat aliran pendingin kurang atau pun terhenti ke dalam tabung pipa kondensor maka aliran zat pendingin pun ikut meningkat. Hal ini dikarenakan secara hukum fisika bila udara atau gas yang di kompresikan maka suhu atau temperatur gas atau udara tersebut ikut secara beriringan juga meningkat. Dan besar kecilnya suhu atau temperatur gas atau udara tersebut tergantung daripada jenisnya masing-masing.

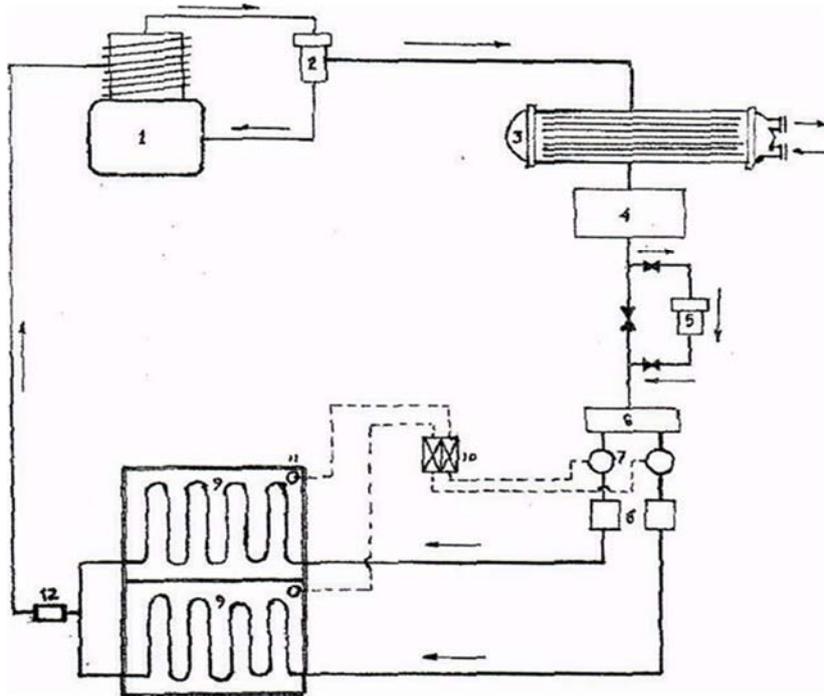
Akibat dari kurang berfungsinya dari salah satu komponen atau bagian dari sistem pendingin udara adalah tidak tercapainya suhu ruangan yang diinginkan atau terjadi kenaikan temperatur pada ruang akomodasi, sehingga penumpang maupun ABK yang berada di dalamnya merasa kurang nyaman ketika waktu beristirahat. Penyebab-penyebab yang dapat mempengaruhi kenaikan suhu pada ruangan kamar dapat diakibatkan dari beberapa bagian ataupun sebagian dari unit sistem pendingin udara tersebut tidak berfungsi dengan baik seperti pada kompressor atau zat pendingin berkurang.

2. Fakta II - *Thermostat* tidak bekerja sesuai dengan yang diharapkan

Pada tanggal 22 February 2020 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.

PIPING DIAGRAM AIRCONDITION



Keterangan Gambar :

1. Compressor
2. Oil Separator
3. Condenser
4. Receiver
5. Dryer / Dehidrator
6. Distributor
7. Solenoid Valve
8. Expansion Valve
9. Evaporator
10. Thermostatic Valve
11. Bulb
12. Backpressure Valve

B. ANALISIS DATA

Dari penjelasan beberapa deskripsi di atas, penulis dapat menyimpulkan bahwa faktor penyebab kurang optimalnya kinerja sistem pendingin udara di kapal MT. MARINE DIGNITY disebabkan karena sistem perawatan berencana (*planned maintenance system*) tidak terlaksana dengan baik dan pendinginan pada kondensor yang kurang optimal. Berikut analisis penyebab permasalahannya:

1. Kompresor Bekerja Dengan Tidak Normal

Yang menyebabkan sistem pendinginan yang tidak optimal pada kondensor adalah :

a. *Seal Ring dan Valve Control Regulator Capacity Bocor*

Kebocoran pada *seal ring* dan *control regulator capacity* menyebabkan kapasitas *compressor AC* rendah. Hal ini mengakibatkan kinerja mesin pendingin ruangan tidak optimal sehingga suhu ruang akomodasi kapal menjadi panas. Kebocoran pada *seal ring* disebabkan jam kerja *seal ring* sudah melewati batas toleransi. Begitu juga dengan *control regulator capacity* yang bocor disebabkan oleh masinis yang bertanggung jawab terhadap pemeliharaan mesin pendingin ruangan di atas kapal tidak melakukan perawatan secara berkala sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*. Dan tidak membuat laporan yang sebenarnya terhadap perawatan mesin pendingin ruangan di atas kapal.

Karena padatnya jadwal kerja di kapal penulis, maka sistem pendingin udara 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 operasional sistem pendingin udara tersebut. Terutama dalam mengejar target jadwal operasional kapal sebagaimana ditetapkan oleh manajemen. Sudah barang tentu semua ABK sibuk dengan tanggung jawabnya masing-masing, hal ini berakibat perawatan yang harus dilaksanakan pada sistem pendingin udara menjadi terabaikan.

Selain itu kurangnya pengetahuan mengenai aturan yang berlaku dalam melakukan perawatan agar sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan dalam perawatan berencana juga menjadi salah satu faktor penunjang

kedisiplinan karena ABK yang baru pertama kali bekerja dikawal, yang pada sebelumnya ABK tersebut tidak terbiasa melaksanakan sistem perawatan berencana, sehingga si ABK tersebut terbiasa dengan cara kerja yang lama. Hal tersebut tentu saja membuat perawatan berencana khususnya dalam perawatan terhadap sistem pendingin udara menjadi tidak efisien.

Pada kompresor AC umumnya mempunyai muatan yang tidak tetap. ini disebabkan oleh sistem otomatis yang dipasang pada instalasi itu. Sistem Otomatis itu dipengaruhi oleh suhu di dalam ruang-ruang pendingin. Oleh sebab itu, untuk kepentingan ekonomis dan penghematan dipasang alat-alat pengontrol kapasitas. Pengontrolan kapasitas dapat dilaksanakan dengan 4 cara:

- 1) Dengan mengatur waktu kerja kompresor, ialah dengan perantara roda-roda gigi, ban-ban pengatur atau dengan *variable switch* (pengatur tahanan listrik).
- 2) Dengan memperbesar ruang kompresi dari tiap silinder.
- 3) 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 terkena. Menghilangkan tekanan ini diatur oleh sebuah *solenoid valve* yang juga diperintah oleh sebuah *pressure switch* untuk kapasitas.

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 kapasitas yang seringkali digunakan ialah kombinasi dan cara no.3 dan no.4.

b. Terjadi Kerusakan (*Defective*) Pada *Solenoid*

Kompresor AC tidak bekerja secara optimal disebabkan oleh beberapa hal seperti kebocoran pada *seal ring* dan *valve control regulator capacity* sebagaimana telah dijelaskan di atas. Selain itu, terjadinya kerusakan (*defective*) pada *solenoid valve* yang disebabkan banyaknya uap air sehingga menimbulkan korosi, juga menjadi salah satu penyebab kompresor AC tidak bekerja maksimal.

Prinsip kerja dari *solenoid valve*/katup (*valve*) solenoid yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakannya dimana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan plunger pada bagian dalamnya ketika plunger berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve pneumatic* akan keluar udara bertekanan yang berasal dari supply (*service unit*), pada umumnya *solenoid valve pneumatic* ini mempunyai tegangan kerja 110 Volt/220 Volt AC.

Pada dasarnya *solenoid valve* rentan terhadap kerusakan yang diakibatkan dari kualitas udara yang buruk antara lain kotor, mengandung uap air dll sehingga dapat mempengaruhi kerja atau gerakan piston yang terdapat dibagian dalam *solenoid valve*, pada prinsipnya kondisi piston ini harus selalu bersih dan licin agar gerakannya selalu bebas dan tidak seret, lalu bagaimana proses terjadinya kerusakan, begini, ketika salah satu coil dari *solenoid valve* menggerakkan piston, yang seharusnya piston bergerak dari posisi A ke posisi B, namun karena adanya kemacetan pada bagian piston, maka piston tidak bergerak sama sekali, akibatnya coil *solenoid valve* menjadi panas akibat dari beban atau piston yang tidak bergerak dan lama-kelamaan coil akan terbakar dan rusak sehingga tidak dapat bekerja lagi.

Ada beberapa penyebab kenapa *solenoid valve* mengalami kerusakan sehingga tidak dapat digunakan kembali dan akhirnya mesin pun akan mengalami kerugian yang cukup besar, pada intinya kerusakan *solenoid valve* adalah karena pistonya macet akibat dari :

- 1) Udara mengandung uap air yang cukup banyak, sehingga menimbulkan korosi di blok *solenoid valve*. Faktor inilah yang sering penulis temui di kapal menyebabkan *solenoid valve* rusak.
- 2) Udara kotor, sehingga lama-kelamaan kotoran akan menumpuk di pistonnya.
- 3) Pada supply udara tidak ada tabung oil / tabung pelumasan yang berfungsi untuk melumasi piston agar tetap licin dan dapat bergerak dengan bebas.
- 4) Pada supply udara tidak ada tabung *air filter* yang berfungsi untuk menampung kandungan air agar tidak terbawa masuk ke blok *solenoid*, sehingga udara tetap kering.

c. *Filter Lubricating Oil Kotor*

Dalam *lubricating oil* terdapat *filter* yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang terbawa bersama oli. Penyaringan ini bertujuan agar oli yang digunakan untuk pelumasan pada kompressor bersih dari kotoran. Kotoran yang terkandung pada oli menempel pada *filter*, karena tidak dilakukan perawatan secara berkala, lama kelamaan kotoran semakin banyak sehingga *filter* tidak berfungsi dengan baik. Kondisi tersebut menyebabkan temperature *lubricating oil* panas.

Seiring dengan perubahan suhu udara luar karena pengaruh perubahan cuaca, maka suhu air laut juga akan berubah meningkat hingga diatas 31⁰C yang sudah tentu juga akan mempengaruhi penyerapan panas di dalam kondesor dari air laut pada zat pendingin, dimana kapasitas/debit air laut yang mengalir di dalam kondensor tidak mencukupi. Sehingga suhu air laut naik sehingga penyerapan panas kurang terpenuhi secara maksimal ke zat pendingin yang bertekanan tinggi atau juga tidak bisa dirubah seluruhnya menjadi zat pendingin cair yang bertekanan tinggi. Akibat dari zat pendingin yang tidak didinginkan dengan sempurna masih memiliki suhu yang relatif tinggi untuk bersirkulasi di dalam sistem pendingin udara, sehingga kerja sistim pendingin udara menjadi lebih berat, yang tentu juga dapat merusak

bagian dari pada sistim tersebut. Sehingga untuk menjaga keamanan kerja sistem pendingin udara, maka *safety divice* ikut bekerja, dengan cara memutuskan aliran listrik ke kompressor sistem pendingin udara tersebut.

2. *Thermostat* tidak bekerja sesuai dengan yang diharapkan

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 diinginkan.

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. Pada mesin pendingin selalu menggunakan alat pengatur suhu salah satunya adalah *thermostat* yang banyak diaplikasikan pada mesin pendingin. *Thermostat* bekerja dengan cara memutuskan arus listrik yang masuk kompressor apabila temperatur udara di ruangan yang diinginkan telah tercapai yaitu 18 C°, sehingga kompressor akan berhenti bekerja (off) setelah itu temperatur akan kembali naik beberapa saat kemudian dan *thermostat* akan mengalirkan kembali arus listrik yang masuk pada kompressor setelah suhu ruangan telah mencapai titik yang diinginkan yaitu 24 C°.

Kurangnya perawatan terhadap *thermostat* menyebabkan *thermostat* tidak dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Sebagaimana fungsi dari *thermostat* sebagai pengatur suhu tidak dapat berfungsi dengan baik sehingga proses pendingin kurang baik. Akibatnya suhu ruangan yang diharapkan tidak tercapai yaitu kisaran 18C°-24C°.

C. PEMECAHAN MASALAH

Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk mengoptimalkan perawatan sistem pendingin udara (*air conditioner*) di atas kapal MT. MARINE DIGNITY. Berdasarkan analisis data yang telah dijelaskan diatas, penulis dapat menganalisa pemecahan masalah sebagai berikut:

1. Alternatif Pemecahan Masalah

Berdasarkan analisis data di atas bahwa kompresor bekerja dengan tidak normal dan *thermostat* tidak bekerja sesuai dengan yang diinginkan, alternatif pemecahan masalahnya yaitu :

a. Kompresor Bekerja Dengan Tidak Normal

Kompresor bekerja dengan tidak normal, maka alternatif yang penulis ajukan adalah sebagai berikut :

1) Perawatan pada *seal ring* dan *valve control regulator capacity*

Sebagaimana telah dijelaskan di atas, bahwa *seal ring* dan *valve regulator capacity* yang bocor menyebabkan kinerja kompresor AC kurang maksimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan penggantian pada kedua komponen tersebut menggunakan suku cadang yang asli (*genuine part*). Selanjutnya untuk mencegah terjadinya kebocoran pada komponen tersebut, maka perlu dilakukan perawatan secara rutin sesuai dengan *planned maintenance system (PMS)*.

Perawatan pada sistem pendingin udara tersebut 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.

Dalam hal ini, selain dari kesiapan para ABK mesin dalam melakukan perawatan, juga diperlukan suatu perencanaan matang yang dibuat dengan pertimbangan – pertimbangan yang matang, serta faktor-faktor lainnya yang perlu diperhatikan demi terlaksananya perawatan secara berkala sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

Perawatan di atas kapal khususnya menyangkut sistem pendingin udara sangat penting dilakukan karena sistem pendingin udara sebagai faktor kenyamanan dalam melaksanakan kegiatan di atas kapal. Untuk menghindari setiap kendala dan masalah yang dapat menghambat, perlu dilakukan penyusunan perencanaan kerja berdasarkan buku petunjuk

perawatan (*manual instruction book*).

Pada setiap bagian dari mesin ada jadwal perawatan diantaranya:

a) Perawatan rutin

Dalam perawatan ini pemanfaatan waktu sangat penting untuk dilakukan, karena perawatan ini dilakukan pada saat kapal beroperasi. Pelaksanaan perawatan pada sistem pendingin udara dapat dilakukan dengan melihat situasi yang terjadi di atas kapal. Apabila sedang dalam keadaan tidak terlalu banyak pekerjaan, maka dapat dilakukan perawatan yang ringan seperti pada bagian sistem air pendingin udara (kompresor, kondensor dan evaporator)

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

b) Perawatan terencana

Perawatan terencana terhadap sistem pendingin udara sudah ditentukan jadwalnya sesuai dengan di dalam *Planned Maintenance System* (PMS). Seperti perawatan berencana yang ada pada buku manual sistem pendingin udara tersebut.

c) Perawatan berdasarkan manajemen

Perawatan ini telah terprogram jauh sebelumnya dan masing-masing bagian telah ditentukan waktu pelaksanaan misalnya tiap jam kerja minggu, bulan, tahun. Namun dikarenakan masalah waktu dan jadwal operasi kapal, sering pelaksanaannya mengalami hambatan. Pengupayaan akan hal perawatan tersebut di atas dan penanggulangannya harus diatur waktu kapal sedang *offhire* atau pada saat kapal sedang melakukan persiapan untuk kegiatan operasi berikutnya.



Gambar kebocoran oli pelumas



Gambar penggantian Ring piston yang rusak pada compressor

2) Melakukan perawatan pada *solenoid* secara berkala

Seperti yang sudah dijelaskan diatas *solenoid valve* (SV), mempunyai lubang masukan dan keluaran didalamnya guna mengalirkan media

yang digunakan. *Solenoid valve* letaknya diantara filter dan *expansion valve*. Tugas utama ialah mengatur suhu ruang dingin. Cara kerjanya *valve* ini diatur oleh *thermostati switch* yang mempunyai kontrol bulb atau tabung pengontrol yang letaknya di dalam ruang dingin. Bila aliran listrik mengalir kedalam kumparan atau *coil*, maka timbullah lapangan magnet yang akan menarik pluyer best lunak keatas untuk kemudian mengangkat klep. Kemudian klep mengalir ke *evaporator* melalui klep itu. Bila aliran listrik terputus, maka klep jatuh kembali, karena berat klep serta *plunyer*. Freon tidak mengalir lagi ke dalam *evaporator*.

Untuk itu, *solenoid* harus dirawat dengan baik agar kompresor AC dapat bekerja normal. Permasalahan perawatan terencana tidak terlepas dari peran sumber daya manusia di atas atas, dalam hal ni ABK mesin. ABK mesin yang bertanggung jawab terhadap kompresor AC harus disiplin dalam melakukan perawatan sesuai jadwal yang telah ditentukan.

3) **Membersihkan *Filter Lubricating Oil***

Filter atau saringan gunanya untuk menahan atau menyaring kotoran-kotoran yang dibawa oleh *freon* cair sebelum *freon* itu masuk melalui *solenoid valve* dan *expansion valve* ke *evaporator*. Kotoran ini umumnya terdiri dari kotoran dari oksidasi atau *dehydrator*. Kotoran-kotoran ini bila tidak ditahan akan menutup lubang-lubang aliran *freon* terutama *expansioan valve*, mengotori kompresor yang mengakibatkan rusaknya torak, dinding silinder dan *ring-ring torak*.

Filter lubricating oil yang kotor harus dibersihkan agar dapat berfungsi dengan baik sehingga temperatur *lubricating oil* normal. Selanjutnya, pembersihan ini harus dilakukan secara berkala agar tidak menyebabkan kerusakan. Oleh karena itu, ABK yang bertanggung jawab harus benar-benar memperhatikan perawatan *filter lubricating oil* tersebut sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

b. *Thermostat* Tidak Bekerja Sesuai Dengan Yang Diharapkan

Thermostat tidak bekerja sesuai dengan yang diharapkan, maka alternatif yang penulis ajukan adalah sebagai berikut :

1) Mengganti *thermostat* yang sudah melebihi jam kerja

Mesin refrigerasi (pendingin) dirancang agar dapat menghasilkan atau menyediakan efek pendinginan untuk menurunkan dan menjaga suhu ruang tetap berada pada batas 18C° -24C° 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 pada umumnya. Tetapi bila mesin pendingin bekerja terus-menerus maka suhu ruang akan turun tak terkendali dan menimbulkan bunga es pada sistem dan evaporator. Oleh karena itu dibutuhkan suatu peralatan kontrol suhu atau Temperatur yang dapat mengontrol siklus operasi sistem pendingin udara di ruangan yang disebut *thermostat*.

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mengetahui kondisi *thermostat* diantaranya yaitu :

- a) *Thermostat* yang sudah melewati jam kerja (*running hours*) harus diganti dengan *thermostat* yang baru. Penggantian *thermostat* ini dilakukan setiap *thermostat* mencapai 5000 jam.
- b) Sebelum melakukan penggantian *thermostat* ABK Mesin perlu melakukan pengecekan terlebih dahulu pada *thermostat valve regulator*, apakah berfungsi dengan baik atau tidak.
- c) Apabila tidak dapat dilakukan perbaikan maka peralatan tersebut harus diganti dengan yang baru.
- d) 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:

- (1) Temperatur maksimum dan minimum yang dapat dicapai
- (2) Differensial yang dibutuhkan.

2) Melakukan perawatan dan pengecekan *thermostat* secara berkala

Setelah dilakukan penggantian *thermostat*, maka selanjutnya untuk menjaga kondisinya perlu dilakukan perawatan dan pengecekan secara berkala, dengan cara :

- a) Merawat alat kontrol air pendingin (*thermostat*) agar tidak *error*.
- 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 jika terjadi kerusakan yg tidak bisa diatasi.
- e) Melakukan pemasangan *thermostat* yang baru dan memastikan pada saat pemasangan tidak miring untuk menghindari terjadinya kerusakan pada alat kontrol (*thermostat*).

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.

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 bisa terdeteksi oleh *thermostat*.

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 kompresor 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 mengurangnya untuk menentukan *cut out* temperaturnya.



Gambar Switch Thermostat yang rusak



Gambar Sensor Thermostat yang terbakar

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Kompresor Bekerja Dengan Tidak Normal

Untuk evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah 1 kompresor bekerja dengan tidak normal, maka hasil evaluasi yang penulis lakukan adalah sebagai berikut :

1) Perawatan pada *seal ring* dan *valve control regulator capacity*

a) Keuntungannya :

- (1) Tidak terjadi kebocoran sehingga kapasitas *compressor AC* normal.
- (2) Mudah dilakukan oleh semua ABK Mesin
- (3) kompresor bekerja normal sehingga, suhu ruangan dapat mencapai suhu yang diinginkan.

b) Kerugiannya :

- (1) Memerlukan ketelitian dalam perawatan *seal ring* dan *valve control regulator capacity*
- (2) Memerlukan suku cadang untuk menggantinya jika melebihi jam kerjanya.
- (3) Membutuhkan waktu untuk perbaikan

2) Melakukan perawatan pada *solenoid* secara berkala

a) Keuntungannya :

- (1) *Solenoid valve* dapat berfungsi dengan baik untuk mengatur suhu ruangan
- (2) Mudah dilakukan
- (3) Biaya perawatan lebih murah

b) Kerugiannya :

- (1) Membutuhkan pemahaman dan ketelitian ABK Mesin
- (2) Membutuhkan waktu untuk perawatannya.
- (3) Membutuhkan suku cadang *solenoid valve* yang baru

3) Membersihkan *Filter Lubricating Oil*

a) Keuntungannya :

- (1) *Filter Lubricating Oil* dapat berfungsi dengan baik untuk menahan atau menyaring kotoran-kotoran yang dibawa oleh *freon* cair sebelum *freon* itu masuk melalui *solenoid valve* dan *expansion valve* ke evaporator
- (2) *Freon* yang masuk dalam keadaan bersih
- (3) Temperatur *lubricating oil* normal.

b) Kerugiannya :

- (1) Membutuhkan pengawasan dalam pelaksanaannya
- (2) Membutuhkan suku cadang untuk mengganti *filter* yang rusak.
- (3) Membutuhkan kedisiplinan untuk melakukan perawatan secara berkala

b. *Thermostat* Tidak Bekerja Sesuai Dengan Yang Diharapkan

Untuk evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah *thermostat* tidak bekerja sesuai dengan yang diinginkan, maka hasil evaluasi yang penulis lakukan adalah sebagai berikut :

1) Mengganti *thermostat* yang sudah lebih jam kerja

a) Keuntungannya :

- (1) *Thermostat* dapat berfungsi dengan baik untuk mengatur suhu yang dikehendaki sehingga suhu dalam ruangan selalu stabil sesuai yang dibutuhkan.
- (2) waktu pelaksanaan lebih cepat
- (3) proses pengerjaan yang mudah

b) Kerugiannya :

- (1) *Thermostat* yang sudah tidak berfungsi dengan baik harus diganti dengan yang baru sehingga membutuhkan suku cadang yang harus selalu ada diatas kapal.
- (2) Membutuhkan biaya untuk suku cadang baru
- (3) Membutuhkan ketelitian dalam pemasangan *thermostat* yang baru

2) Melakukan perawatan dan pengecekan *thermostat* secara berkala

a) Keuntungannya :

- (1) Dapat mempertahankan kondisi *thermostat*
- (2) Dapat diketahui adanya indikasi kerusakan *thermostat* sejak dini.
- (3) Mudah dilakukan oleh semua ABK Mesin

b) Kerugiannya :

- (1) Membutuhkan kedisiplinan ABK mesin untuk melakukan perawatan secara berkala
- (2) Membutuhkan ketelitian ABK mesin dalam pelaksanaannya.
- (3) Perawatan harus dilaksanakan sesuai petunjuk maker / *manual book*

3. Pemecahan Masalah Yang Dipilih

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. Kompresor Bekerja Dengan Tidak Normal

Dari hasil evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka agar kinerja kompresor AC dapat ditingkatkan, pemecahan masalah yang dipilih yaitu perawatan pada *seal ring* dan *valve control regulator capacity*. Alternatif pemecahan ini dipilih karena mudah dilakukan dan dapat mencegah kebocoran sehingga kapasitas *compressor AC* lebih maksimal. Dengan demikian, sistem pendingin dapat menghasilkan suhu udara ruang akomodasi sesuai yang diharapkan.

b. Thermostat Tidak Bekerja Sesuai Dengan Yang Diharapkan

Dari hasil evaluasi pemecahan masalah thermostat yang tidak bekerja sesuai dengan yang diinginkan, pemecahan masalah yang dipilih yaitu melakukan perawatan dan pengecekan *thermostat* secara berkala.

Dengan demikian *thermostat* dapat berfungsi sebagai pengatur suhu, sehingga temperatur dalam sebuah ruangan selalu stabil sesuai kebutuhan.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan di dalam bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa kurang tercapainya suhu ruangan sesuai dengan yang diinginkan, permasalahan utamanya adalah kurang optimalnya kinerja sistem pendingin udara (*air conditioner*). Hal ini disebabkan karena:

1. Kinerja kompresor AC menurun disebabkan perawatan pada komponen-komponen AC seperti *seal ring* dan *valve control regulator capacity, solenoid* secara berkala dan *Filter Lubricating Oil* yang tidak dilaksanakan sesuai dengan *planned maintenance system (PMS)*.
2. *Thermostat* tidak bekerja sesuai dengan yang diharapkan disebabkan perawatan terencana yang tidak dilakukan dengan baik. Dengan demikian *Thermostat* tidak dapat berfungsi sebagai pengatur suhu, sehingga temperatur dalam sebuah ruangan tidak sesuai yang diinginkan.

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka untuk mempertahankan suhu dalam ruangan (*air conditioner central*) di atas kapal, penulis memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Hendaknya masinis (Engineer) yang bertugas selalu melakukan pengecekan dan perawatan pada komponen-komponen kompresor AC seperti *seal ring* dan *valve control regulator capacity* sesuai dengan *planned maintenance system (PMS)* untuk meningkatkan kinerja kompresor AC.
2. Pengadaan suku cadang (spareparts) di atas kapal yang memadai. Sehingga dapat mengganti thermostat yang sudah melewati jam kerjanya (running hours) sesuai dengan maintenance insruction book.

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofyan. (2004). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta : Lembaga Penerbit FE-UI.
- Danoasmoro, Goenawan. (2003). *Manajemen Perawatan*. Jakarta : Yayasan Bina Citra Samudra.
- Gasper, Vincent. (1994). *ISO 9001:2000 and Continual Quality Improvement*. Jakarta PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Habibie J.E., NSOS. (2002). *Manajemen Perawatan Dan Perbaikan*
- Handoyo, Jusak Johan. (2015). *Management of Ships Maintenance, Class II (S1) & Class I (S2)*. Jakarta : Djangkar
- Sumanto. (2008). *Dasar - Dasar Mesin Pendingin*, Yogyakarta.
- Suparwo, Sp. (2004). *Mesin Pendingin*. Jakarta : Djangkar
- Benyamin (2000) *Kelembaban Udara (Humadity)*.
- Hartanto (2005) *Definisi Compressor. Jenis Compressor dan Thermostat*.
- Jones, W.P (2005) *Air Conditioning Engineering*