

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



**MAKALAH
PERAWATAN PESAWAT PENDINGIN MAKANAN UNTUK
MENGHINDARI KERUSAKAN BAHAN MAKANAN
DI MV. HANJIN ROSARIO**

**Oleh :
MUHAMMAD ICHWAN FAUZI
NIS. 01485 / T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2019**

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



MAKALAH

**PERAWATAN PESAWAT PENDINGIN MAKANAN UNTUK
MENGHINDARI KERUSAKAN BAHAN MAKANAN
DI MV. HANJIN ROSARIO**

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

Oleh :

MUHAMMAD ICHWAN FAUZI

NIS. 01485 / T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2019**

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : MUHAMMAD ICHWAN FAUZI
NIS : 01485/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PERAWATAN PESAWAT PENDINGIN MAKANAN
UNTUK MENGHINDARI KERUSAKAN BAHAN
MAKANAN DI MV. HANJIN ROSARIO

Jakarta, April 2019

Pembimbing Materi Pembimbing Penulisan

M. Hasan Habli, M.M
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19581008 199808 1 001

R.M Yusuf, ST., M.Mar.E
Penata (III/c)
NIP. 19760622 200312 1 002

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknika

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

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : MUHAMMAD ICHWAN FAUZI
NIS : 01485/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PERAWATAN PESAWAT PENDINGIN MAKANAN
UNTUK MENGHINDARI KERUSAKAN BAHAN
MAKANAN DI MV. HANJIN ROSARIO

Penguji I

Penguji II

Penguji III

Soleh Uddin, S.SiT., M.M

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19731127 200812 1 002

Effendi, ST., M.M

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19581010 198203 1 004

Anthony Damanik

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19750911 199703 1 005

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknika

Nafi Almuzani, M.MTr

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19720901 200502 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia yang telah dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan berjudul : **“PERAWATAN PESAWAT PENDINGIN MAKANAN UNTUK MENGHINDARI KERUSAKAN BAHAN MAKANAN DI MV. HANJIN ROSARIO”**. Sebagai persyaratan untuk memenuhi Kurikulum Program Upgrading ATT-I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.

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

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

1. Capt. Marihot Simanjuntak, M.M, selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Nafi Almuzani, M.MTr, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
3. Ibu Vidya Selasdini, M.M.Tr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha.
4. Bapak Hasan Habli, M.M, selaku Dosen Pembimbing Materi
5. Bapak R.M Yusuf, ST,M.Mar,E selaku Pembimbing Penulisan
6. Seluruh rekan-rekan Perwira Siswa ATT-I angkatan LI dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu.

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

Jakarta, 15 April 2019

Penulis

MUHAMMAD ICHWAN FAUZI
NIS. 01485 / T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH	3
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	4
D. METODE PENELITIAN	4
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	6
F. SISTEMATIKA PENULISAN	7
BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
B. KERANGKA PEMIKIRAN	23
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	24
B. ANALISIS DATA.....	26
C. PEMECAHAN MASALAH	32
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	39
B. SARAN	39
DAFTAR PUSTAKA	

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

MV. Hanjin Rosario adalah kapal bulk carrier milik HANJIN SHIPPING dengan alur pelayaran yang panjang yaitu Mexico, Canada, France, Turki, Korea, Japan, China, Canada, Argentina, Brazil, Afrika, USA dan UK. Oleh karena itu, selama kapal melakukan pelayaran, persediaan bahan makanan di atas kapal harus tetap terjaga kualitasnya. Untuk menunjang kelancaran dalam pelayaran dan operasional kapal maka diperlukan sejumlah perbekalan yang cukup guna memenuhi kebutuhan seluruh ABK selama dalam pelayaran. Bahan makanan yang dibutuhkan bervariasi mulai dari bahan makanan kering, basah, bahan makanan yang mudah busuk dan tahan lama. Mengingat dibutuhkan bahan makanan yang selalu bermutu baik, maka bahan makanan harus disimpan dalam suatu ruangan pendingin, agar mutu bahan makanan tetap terjaga dan dapat bertahan lama serta memenuhi standar gizi.

Waktu pelayaran yang lama dibutuhkan adanya persediaan makanan yang cukup. Oleh karena itu pesawat pendingin bahan makanan sangat penting peranannya sebagai penunjang kelancaran operasional kapal. Bila pesawat pendingin mengalami masalah atau terjadi kerusakan, akan mengakibatkan pesawat pendingin bahan makanan tidak dapat bekerja secara optimal dalam mendinginkan ruangan penyimpanan makanan. Akibatnya bahan makanan bisa menjadi rusak yang dapat menyebabkan makanan menjadi busuk. Bahan makanan itu tidak dapat diolah lagi dan akhirnya dibuang. Dampaknya kapal akan kekurangan persediaan bahan makanan, sementara kapal masih berpatroli atau masih berada ditengah laut dalam beberapa hari. Dampak lainnya terjadi pemborosan biaya operasional kapal, karena bahan

makanan yang telah dibeli dan disimpan di ruangan pendingin sudah rusak yang pada akhirnya dibuang percuma.

Pesawat pendingin bahan makanan adalah pesawat bantu yang ada di atas kapal yang berfungsi mendinginkan ruang penyimpanan bahan makanan, agar bahan makanan tersebut tidak mengalami kerusakan yang dapat menyebabkan terjadinya pembusukan. Karena pada suhu yang rendah bakteri tidak dapat hidup dan berkembang biak sehingga proses pembusukan bahan makanan dapat dicegah. Dengan demikian persediaan bahan makanan di atas kapal tidak terpenuhi. Akibat kebutuhan makanan yang tidak terpenuhi, maka terjadi penurunan kinerja dari crew kapal.

Permasalahan pada pesawat pendingin bahan makanan, pernah penulis alami saat bekerja di kapal MV. Hanjin Rosario sebagai *Second Engineer*. Masalah gangguan pada mesin pendingin bahan makanan adalah terjadinya penurunan kondisi dari sistem pendingin yang ditandai dengan tidak tercapainya suhu ruangan pendingin pada ruang pendingin bahan makanan dari suhu normalnya yang dikehendaki yaitu antara -10°C sampai dengan -12°C . Padahal mesin pendingin masih bekerja dan suhu ruang pendingin sudah diatur sesuai kebutuhan, akan tetapi suhu yang dicapai hanya -2°C , sehingga tidak memenuhi kriteria sesuai ketentuan diatas.

Baik dan buruknya kondisi sistem pendingin tergantung pada kelancaran proses pemindahan panas dari dalam ruangan pendingin keluar ruangan melalui perantara media pendingin. Proses pengambilan panas yang dilakukan oleh *evaporator* yang dibuang melalui kondensor bisa terjadi bila kompresor bekerja dengan baik. Jika dianalogikan kerja kompresor seperti jantung di tubuh manusia yang berfungsi sebagai pusat sirkulasi darah yang diedarkan keseluruh tubuh. Bahan pendingin ini diibaratkan sebagai darah dalam tubuh kita.

Dari pemaparan masalah di atas penulis tertarik untuk menulis makalah dengan judul **“PERAWATAN PESAWAT PENDINGIN MAKANAN UNTUK MENGHINDARI KERUSAKAN BAHAN MAKANAN DI MV. HANJIN ROSARIO”**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas penulis dapat mengidentifikasi beberapa permasalahan yang terjadi terkait dengan pesawat pendingin makanan di atas MV. Hanjin Rosario, yaitu :

- a. Kurangnya pendingin (freon) pada kondensor
- b. Terjadi kebocoran pada pipa kapiler
- c. Sistem kontrol saklar otomatis yang kurang berfungsi
- d. Perawatan terhadap pesawat pendingin makanan tidak dilakukan sesuai PMS
- e. Kurangnya pengetahuan SDM tentang perawatan mesin pendingin makanan

2. Batasan Masalah

Oleh karena luasnya pembahasan mengenai permasalahan yang terjadi pada pesawat pendingin makanan di atas MV. Hanjin Rosario, maka agar pembahasannya lebih fokus, maka penulis membatasi pembahasan makalah ini hanya pada masalah yang menjadi prioritas yaitu

- a. Kurangnya pendingin (freon) pada kondensor
- b. Terjadi kebocoran pada pipa kapiler

3. Rumusan Masalah

Agar lebih mudah dalam mencari pemecahan masalah yang terjadi, maka penulis perlu merumuskan pembahasan pada makalah ini sebagai berikut :

- a. Mengapa pendingin (freon) pada kondensor kurang ?
- b. Mengapa terjadi kebocoran pada pipa kapiler ?

C. TUJUAN DAN MAAFAAT PENELITIAN

a. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui penyebab kurangnya pendingin (freon) pada kondensor yang mengakibatkan suhu temperatur di dalam ruangan gandrung menjadi panas.
- b. Untuk mencari solusi yang tepat dari permasalahan yang terjadi sehingga pesawat pendingin makanan dapat bekerja optimal.

b. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

- 1) Diharapkan dapat memperkaya pengetahuan bagi penulis sendiri maupun bagi kawan-kawan satu profesi untuk mengetahui bagaimana upaya untuk meningkatkan kinerja pesawat pendingin makanan.
- 2) Diharapkan dapat memberikan sumbang saran kepada lembaga STIP Jakarta sebagai bahan kelengkapan perpustakaan sehingga berguna bagi rekan-rekan Perwira Siswa.

b. Aspek Praktisi

Sebagai bahan masukan dan bahan acuan bagi para masinis dalam hal pelaksanaan perawatan pesawat pendingin makanan guna menjaga kualitas bahan makanan di atas kapal.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Dalam menyusun kertas kerja ini metode yang digunakan penulis adalah metode pendekatan dimana semua data yang penulis untuk mencoba uraian dalam makalah ini berasal dari :

a. Studi Lapangan yaitu :

Pengamatan langsung atau pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal yang disesuaikan dengan disiplin ilmu yang pernah didapat sewaktu di bangku pendidikan.

b. Studi Kepustakaan yaitu :

Dengan mengambil data-data dari buku-buku yang berhubungan dengan makalah ini dan sebagai dasar untuk memecahkan masalah yang diangkat dan dibahas.

2. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan langkah yang amat penting dalam penelitian, peneliti akan menjelaskan bagaimana peneliti melakukan pengumpulan data dan mengemukakan dengan cara mendapatkan data tersebut, yang berkaitan dengan pesawat pendingin makanan sebagai berikut :

a. Observasi

Adalah teknik pengumpulan data secara langsung mengenai objek hingga dapat diperoleh data terhadap permasalahan di lapangan di dalam melaksanakan pekerjaan di atas kapal dan menganalisa berdasarkan teori-teori yang relevan berdasarkan penelitian secara langsung perlu diperhatikan masalah yang akan diteliti oleh penulis selama melaksanakan pekerjaan di atas kapal.

b. Wawancara

Adalah alat pengumpulan data untuk memperoleh informasi langsung dari sumbernya dengan mengadakan komunikasi dan tanya jawab dengan Masinis yang bertanggung jawab di atas kapal yaitu KKM (Kepala Kamar Mesin) sebagai pemimpin di kamar mesin

c. Dokumentasi

Adalah suatu teknik pengumpulan data yang digunakan dengan melihat atau membaca arsip-arsip di atas kapal dan hasil pengamatan

yang terjadi di lapangan ini merupakan salah satu arsip yang disimpan agar menjadi laporan untuk perusahaan antara lain :

- 1) Pencatatan harian di kamar mesin
- 2) Pencatatan jam jaga di kamar mesin
- 3) Pencatatan bulanan di kamar mesin
- 4) Laporan setiap ada kerusakan pada mesin
- 5) Laporan permintaan suku cadang

Dan apabila ditemukan kerusakan pada bagian-bagian tertentu sudah pasti dengan cepat diketahui kerusakan-kerusakan pada mesin tersebut dan juga sebagai perbandingan kerja pesawat pendingin makanan dan alat pendukungnya bekerja normal maupun tidak normal.

d. Studi Pustaka

Adalah teknik yang dilakukan pengambilan data dengan mengambil referensi dari buku-buku yang relavan dengan apa yang penulis bahas dalam makalah, di dalam buku tentang pesawat bantu yang berkaitan dengan pesawat pendingin makanan yang akan dibahas dalam makalah ini

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal MV. Hanjin Rosario selama 5 tahun yaitu kegiatan yang dilakukan dalam meneliti permasalahan yang terjadi pada mesin pendingin makanan, juga digunakan untuk melaksanakan tugas dan tanggung jawab sebagai *Second Engineer* sesuai dengan jabatan.

2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal MV. Hanjin Rosario milik perusahaan HANJIN SHIPPING dengan alur pelayaran Mexico, Canada,

France, Turki, Korea, Japan, China, Canada, Argentina, Brazil, Afrika, USA dan UK

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

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

BAB II LANDASAN TEORI

Menjelaskan teori-teori yang digunakan untuk menganalisa data-data yang didapat melalui buku-buku sebagai referensi untuk mendapatkan informasi dan juga sebagai tinjauan pustaka. Pada landasan teori ini juga terdapat kerangka pemikiran yang merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di MV. Hanjin Rosario, sebagai *Second Engineer*. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga

permasalahan yang sama tidak terjadi lagi dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

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

1. Perawatan

Menurut M.S Sehwarat dan J.S Narang (2001:77) perawatan adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar fungsional dan kualitas.

Secara umum, tujuan dari dilakukannya perawatan di atas kapal antara lain sebagai berikut:

- a. Untuk memungkinkan kapal dapat beroperasi secara regular dan meningkatkan keselamatan, baik awak kapal maupun peralatannya.
- b. Untuk membantu para perwira kapal menyusun rencana dan mengatur dengan lebih baik, sehingga meningkatkan kinerja kapal dan mencapai tujuan yang sudah ditetapkan oleh perusahaan.
- c. Untuk memperhatikan pekerjaan-pekerjaan yang paling mahal berkaitan dengan waktu dan material.
- d. Agar dapat melaksanakan pekerjaan secara sistematis tanpa mengabaikan hal-hal yang terkait dan melakukan pekerjaan dengan harmonis

- e. Untuk memberikan secara berkesinambungan perawatan, sehingga perwira yang baru naik dapat mengetahui apa yang telah dikerjakan dan apa lagi yang akan dikerjakan.
- f. Sebagai bahan informasi yang akan diperlukan bagi pelatihan, dan agar seseorang dapat melaksanakan tugas secara bertanggung jawab.

Maka dalam hal ini penulis menganalisis penelitian agar dalam hal perawatan pesawat pendingin dapat ditingkatkan.

2. Pesawat Pendingin

Menurut Hartanto (2005:21) pesawat pendingin merupakan alat untuk mempertahankan kesegaran bahan makanan di atas kapal, sehingga menunjang kinerja pengoperasian kapal. Prinsip kerja dari pesawat pendingin adalah merubah media pendingin dari zat cair menjadi gas. Dalam proses tersebut, dikarenakan adanya perubahan zat cair menjadi gas juga akan merubah temperatur sehingga ruangan tersebut menjadi dingin.

Pesawat pendingin tidak semata-mata bertujuan untuk mendinginkan bahan makanan, tetapi fungsi utama dari sebuah pesawat pendingin adalah melemahkan atau melumpuhkan bakteri-bakteri pembusuk yang terdapat di dalam makanan.

Refrigasi adalah produksi atau usaha dan pemeliharaan tingkat suhu dari suatu bahan atau ruangan pada tingkat yang lebih rendah daripada suhu lingkungan di sekitarnya dengan cara penarikan atau penyerapan panas dari suatu bahan atau ruangan tersebut. Refrigerasi dapat dikatakan juga sebagai proses pemindahan panas dari suatu bahan atau ruangan ke bahan atau ruangan lainnya (Ilyas, 2003:56), sedangkan menurut Hartanto (2005:24) pendinginan atau refrigerasi adalah suatu proses penyerapan panas pada suatu benda dimana proses ini terjadi karena proses penguapan bahan pendingin (*refrigerant*).

Sebagai contoh nyata dari hal tersebut di atas yaitu contoh pertama jika pada saat kulit kita terkena tetesan alkohol atau spritus maka kulit

akan terasa dingin. Ini disebabkan karena kulit kita ditinggalkan panas yang digunakan untuk proses penguapan alcohol atau spritus. Contoh kedua yaitu jika kita merasakan dingin saat berada di ruangan pendingin, mengapa hal itu terjadi ? jawabnya adalah rasa dingin yang kita alami saat berada di ruangan pendingin disebabkan hilangnya panas tubuh kita ke suatu ruangan yang lebih dingin (yaitu ruangan yang panasnya pun diperlukan untuk proses penguapan sistem pendingin).

Menurut Ilyas (2003:48) dalam buku Teknologi Refrigasi Hasil Perikanan, bahwa refrigasi dapat dikatakan juga sebagai proses pemindahan panas dari suatu bahan atau ruangan ke bahan atau ruangan lainnya. Refrigasi memanfaatkan sifat panas dari bahan refrigrant selagi bahan itu berubah keadaan dari bentuk cairan menjadi bentuk gas atau uap dan sebaliknya dari gas kembali menjadi cairan. Sedangkan menurut Hartono (2005:36) dalam bukunya Teknik Mesin Pendingin, menyebutkan pendinginan atau refrigrasi adalah suatu proses penyerapan panas pada suatu benda dimana proses ini terjadi karena proses penguapan bahan pendingin (*refrigerant*).

Baik dan buruknya kondisi system mesin pendingin tergantung pada kelancaran proses pemindahan panas dari dalam ruangan pendingin keluar ruangan melalui perantaraan media pendingin. Proses pengambilan panas yang dilakukan oleh *evaporator* dan dibuang melalui kondensor bisa terjadi bila kompresor bekerja dengan baik. Prinsip kerja dari system pendingin adalah memindahkan panas atau menyerap panas dari suatu ruangan melalui media yang disebut dengan *refrigerant*, sehingga ruangan tersebut menjadi dingin atau temperaturnya turun sesuai yang diinginkan.

Bila di dalam kompresor terjadi masalah gangguan seperti tekanan kompresinya turun, maka suhu kompresinya juga turun. Panas yang akan diserahkan ke kondensor juga berkurang sehingga proses pemindahan panas dari ruangan pendingin ke *evaporator* akan berkurang. Sehingga suhu di ruangan pendingin tidak tercapai seperti yang kita harapkan.

3. Prinsip Dasar Refrigerasi

Prinsip kerja pesawat pendingin adalah memindahkan panas dari suatu tempat/bahan yang temperaturnya lebih rendah ke tempat atau bahan yang temperaturnya lebih tinggi. Pendinginan adalah usaha untuk mencapai temperatur lebih rendah dari temperatur sekitarnya (E.Karyanto, 2009:36)

a. Gambaran Umum Refrigerasi

Prinsip dasar dari *refrigerasi* mekanik adalah proses penyerapan panas dari dalam suatu ruangan berinsulasi tertutup kedap, lalu memindahkan serta menyerap panas keluar dari ruangan tersebut. Proses merefrigerasi ruangan tersebut perlu tenaga atau energi. Energi yang paling cocok untuk refrigerasi adalah tenaga listrik yang berfungsi untuk menggerakkan kompresor pada sistem *refrigerasi* (Ilyas, 2003:59).

b. Proses yang Berlangsung Dalam Sistem *Refrigerasi*

Dalam suatu sistem *refrigerasi*, berlangsung beberapa proses fisik yang sederhana. Jika ditinjau dari segi termodinamika, seluruh proses perubahan itu melibatkan tenaga panas, yang dikelompokkan atas panas laten penguapan, panas laten pengembunan dan lain sebagainya. Menurut Ilyas (2003:59), suatu siklus *refrigerasi* secara berurutan berawal dari proses pemampatan (kompresi), proses pengembunan (kondensasi), proses pemuaihan dan berakhir pada proses penguapan (*evaporator*). Prinsip kerjanya dapat dilihat pada gambar diagram.

Satu siklus *refrigerasi* kompresi uap adalah sebagai berikut:

1) Proses Pemampatan

Refrigerant yang mempunyai suhu dan tekanan rendah yang berasal dari proses penguapan dimampatkan atau dikompresikan oleh kompresor menjadi uap bersuhu dan

bertekanan tinggi agar kemudian mudah diembunkan, uap kembali menjadi cairan di dalam kondensor.

Proses dimulai ketika *refrigerant*, meninggalkan *evaporator*. *Refrigerant* masuk ke dalam kompresor melalui pipa masuk kompresor (*inlet*). *Refrigerant* tersebut berwujud gas, suhu dan tekanannya rendah. *Refrigerant* masuk melalui katup isap pada saat torak kompresor bergerak ke bawah, dan pada saat torak bergerak keatas katup isap tertutup, *refrigerant* yang ada di dalam silinder mengalami kompresi, tekanan dan suhu meningkat. Kemudian katup tekan terbuka dan *refrigerant* dialirkan ke kondensor.

2) Pengembunan

Proses pengembunan adalah proses pemindahan panas dari uap *refrigerant* yang bersuhu dan bertekanan tinggi hasil dari pemampatan kompresor, yang berlangsung didalam kondensor.

Proses kondensasi dimulai saat *refrigerant* masuk ke dalam kondensor. *Refrigerant* yang berwujud gas, suhu dan tekanannya tinggi sebelum masuk ke kondensor masuk dulu ke dalam alat pemisah minyak, untuk memisahkan *refrigerant* dari minyak lumas. Di dalam kondensor, *refrigerant* didinginkan oleh udara dan mengalami kondensasi dengan berubah wujud dari gas menjadi cair. Saat *refrigerant* berwujud menjadi cair suhunya sudah lebih rendah tetapi tekanannya masih tinggi. Selanjutnya *refrigerant* cair dialirkan ke katup ekspansi.

2) Proses penurunan Tekanan (Pemuaian)

Pemuaian adalah proses pengaturan kesempatan bagi *refrigerant* yang berwujud cair untuk memuai agar selanjutnya dapat menguap di *evaporator*.

Proses penurunan tekanan *refrigerant* dimulai saat *refrigerant* melewati katup ekspansi (proses 3-4). Sebelum ke

katup ekspansi, *refrigerant* masuk ke alat pengering. Di dalam alat pengering ini air yang bercampur dengan *refrigerant* diserap sekaligus juga menyaring kotoran yang ada. Di dalam katup ekspansi ini jumlah *refrigerant* yang akan masuk ke *evaporator* diatur oleh katup yang bekerja secara otomatis. Katup ekspansi ini berada diantara sisi tekanan rendah dan tekanan tinggi. Selanjutnya *refrigerant* dialirkan ke *evaporator*.

Dari uraian diatas dan pemahaman terhadap fungsi dan cara kerja komponen dan proses pokok System pendingin maka kita dapat mengenali daerah-daerah berciri khusus yang harus dipahami sebagai pemahaman mutlak

Sesuai dengan proses yang terjadi di tiap komponen pokok, maka untuk mengontrol bahwa sistem berjalan normal kita dapat kenali :

- 1) Daerah panas (*Hot*), dimulai dari silinder blok dan silinder *head* kompresor sampai pipa masuk kondensor
- 2) Daerah dingin (*Cold*) dimulai dari katup ekspansi sampai dengan *evaporator*
- 3) Daerah gas, keluar dari *evaporator*, kompresor, sampai masuk kondensor.
- 4) Daerah cair, keluar kondensor sampai keluar katup ekspansi
- 5) Daerah tekanan tinggi, mulai dari kompresor bagian tekan sampai masuk katup ekspansi besarnya tekanan adalah tekanan kompresi.
- 6) Daerah tekanan rendah, mulai keluar dari katup ekspansi sampai kompresor bagian masuk.

Suhu keluar kompresor adalah suhu *refrigerant* keluar dari kompresor tidak sama dengan suhu kondensasi, sedangkan yang dimaksud dengan suhu kondensasi adalah suhu dimana uap diembunkan didalam kondensor dan tingginya suhu sesuai dengan tekanan kondensor. Secara alami proses kompresi dalam kompresor,

suhu keluar kompresor selalu lebih tinggi dari suhu uap jenuh sesuai dengan tekanan uap dikarenakan uap yang keluar dari kompresor adalah uap kering (*superheated steam*)

Suhu kondensasi, untuk menjaga suatu kesinambungan efek pendinginan, uap *refrigerant* yang harus diembunkan di dalam kondensor harus pada jumlah yang sama dengan cairan yang diuapkan didalam *evaporator*. Yang berarti bahwa panas yang harus meninggalkan sistim di kondensor sama besarnya dengan panas yang diserap kedalam sistim melalui *evaporator* dan saluran isap dan dalam kompresor sebagai hasil kerja kompresi.

Besarnya panas yang mengalir melalui dinding-dinding kondensor dari uap *refrigerant* ke media pengembun (udara) adalah fungsi dari 3 (tiga) faktor pertama luasnya Permukaan kondensasi, kedua Koefisien konduktansi dinding kondensor, dan ketiga perbedaan suhu antara uap *refrigerant* dan media pengembun. Oleh karena itu, setiap kondensor luas permukaan kondensasi dan koefisien penghantar panas tetap, maka banyaknya pemindahan panas melalaui dinding kondensor tergantung hanya kepada perbedaan suhu uap *refrigerant* dengan media pengembun yaitu udara.

Tekanan kondensasi, adalah selalu tekanan jenuh sesuai dengan suhu campuran uap-cairan dalam kondensor. Jika kompresor tidak bekerja, suhu campuran *refrigerant* akan sama dengan media sekelilingnya dan tekanan jenuh relatif rendah. Sebagai konsekuensinya ketika kompresor dijalankan uap yang ditekan melebihi ke kondensor akan tidak mulai mengembun seketika sebab tidak ada perbedaan suhu antara *refrigerant* dan media pengembun dan karenanya tidak ada pemindahan panas antara keduanya.

Oleh adanya aksi pencekikan (*throttling*) dari katup ekspansi, kondensor seakan berubah sebagai lemari tertutup dan uap ditekankan terus oleh kompresor kedalam kondensor tanpa terjadi pengembunan akan berakibat terjadinya kenaikan tekanan didalam

kondensor sampai batas nilai dimana suhu jenuh uap cukup ketinggiannya untuk melakukan pemindahan panas antara *refrigerant* dengan media pengembun. Efek pendinginan, jumlah panas dalam satuan masa *refrigerant* yang diserap dari ruang yang didinginkan disebut efek pendinginan.

Kondensasi terjadi pada suhu konstan, setelah mengalami pengembunan, cairan mengalir melalui bagian bawah kondensor masih memberikan panasnya ke media pengembun di dalam pipa-pipa kondensor sehingga sebelum meninggalkan kondensor suhu cairan *refrigerant* akan berkurang dibawah suhu pengembunannya. Kejadian itu (penyerahan panas masih berlangsung setelah terjadinya pengembunan) disebut *subcooling* dan cairan disebut *subcooled refrigerant*.

Turunnya suhu *refrigerant* saat meninggalkan kompresor tergantung dari suhu media pengembun dan lamanya aliran bersentuhan dengan media pengembun maupun penyerahan panas selama perjalanan menuju katup ekspansi setelah selesainya pengembunan.

3. Komponen Pada Instalasi Mesin Pendingin

Menurut Hartanto (2005:39) bahwa komponen-komponen utama pada instalasi mesin pendingin atau refrigerator dikelompokkan menjadi empat bagian, dimana masing-masing bagian dapat penulis uraikan dan jelaskan sebagai berikut :

a. Kompresor

Kompresor merupakan jantung dari suatu sistem *refrigerasi* mekanik, yang berfungsi untuk menggerakkan sistem *refrigerasi* agar dapat mempertahankan suatu perbedaan tekanan antara sisi tekanan rendah dan sisi tekanan tinggi dari sistem pesawat pendingin (Ilyas, 1993).

Ada 3 fungsi kerja yang dilakukan oleh kompresor yaitu :

a) Fungsi penghisap

Proses ini menghisap gas *refrigeran* dari *evaporator* dan dikondensasikan dalam temperatur yang rendah ketika tekanan *refrigerant* dinaikkan.

b) Fungsi penekanan

Fungsi ini membuat gas *refrigerant* dapat ditekan sehingga membuat temperature dan tekanannya tinggi lalu disalurkan ke kondensor dan diembunkan.

c) Fungsi pemompaan

Proses ini dapat dioperasikan secara terus menerus dengan mensirkulasikan *refrigerant* berdasarkan hisapan dan tekanan

b. Pemisah Minyak (*Oil Separator*)

Oil separator adalah suatu alat yang berfungsi sebagai pemisah minyak yang tercampur ke dalam gas freon pada kompresor saat proses kompresi, sehingga minyak yang terbawa bersama-sama gas Freon akan dipisahkan dan dikembalikan ke dalam carter kompresor. Selanjutnya gas Freon yang sudah tidak tercampur minyak yang masih tinggi suhu dan tekanannya dialirkan ke dalam kondensor.

c. Kondensor

Kondensor adalah bagian dari refrigerasi yang menerima uap *refrigerant* dengan tekanan dan suhu yang tinggi dari kompresor dan memindahkan panas itu dengan cara mendinginkan uap *refrigerant* ke titik embunnya. Pemindahan panas tersebut menyebabkan uap itu mengembun dan menjadi cairan. (Ilyas, 1993)

Kondensor berfungsi sebagai alat penukar panas atau kalor, menurunkan suhu *refrigerant*, dan mengubah wujud *refrigerant* dari gas menjadi cair. Pendinginan pada kondensor menggunakan udara sebagai media pendingin *refrigerant* yang melalui kisi-kisi yang dialiri udara. Sejumlah panas yang terdapat pada *refrigerant*

dilepaskan di dalam kondensor dan diserap oleh udara.

d. Saringan Pengereng (*Filter Dryer*)

Saringan pengereng adalah alat yang berfungsi untuk menahan atau menyaring kotoran-kotoran yang dibawa freon cair, sebelum freon cair itu masuk melalui *solenoid valve* dan *ekspansi valve* ke *evaporator*.

e. *Solenoid Valve*

Solenoid valve adalah alat yang dipasang antara *filter dryer* dan ekspansi valve, sedangkan tugas utamanya alat ini adalah mengontrol suhu di dalam ruang dingin. Adapun cara kerja alat ini adalah diatur oleh *thermostat switch* yang mempunyai control *bulb* atau tabung pengontrol yang letaknya di dalam ruang dingin. Bila aliran listrik mengalir ke dalam kumparan atau coil, maka magnet yang akan menarik *plunger* besi lunak ke atas untuk kemudian mengangkat katup jarum, lalu freon mengalir ke *evaporator* melalui katup itu. bila aliran listrik terputus maka katup jarum jatuh kembali. Karena berat katup serta *plunger*, maka aliran freon cair ke *evaporator* akan berhenti.

f. Katup Ekspansi Suhu (*Expansion Valve*)

Katup ekspansi dipergunakan untuk mengekspansikan secara adiabatik cairan *refrigerant* yang bertekanan dan bertemperatur tinggi sampai mencapai tingkat keadaan tekanan dan temperatur rendah. Pada waktu katup ekspansi membuka *refrigerant* mengalir sesuai dengan yang diperlukan oleh *evaporator*, sehingga *refrigerant* menguap sempurna pada waktu keluar dari *evaporator* (Arismunandar dan Saito, 2005).

Katup ekspansi berfungsi untuk menurunkan tekanan dari cairan *refrigerant* serta mengatur jumlah dan aliran *refrigerant* ke dalam *evaporator*. Besarnya jumlah *refrigerant* yang masuk ke *evaporator* diatur secara otomatis oleh katup ekspansi.

Apabila beban pendingin turun atau apabila katub ekspansi membuka lebih lebar maka *refrigerant* di dalam *evaporator* tidak menguap sempurna, sehingga *refrigerant* yang terhisap masuk ke dalam kompresor mengandung cairan. Sehingga apabila kompresor menghisap cairan akan terjadi pukulan cairan (*liquid hammer*) yang dapat merusak kompresor.

g. *Bulb*

Bulb adalah suatu alat yang dipasang pada pipa isap gas freon keluar dari *evaporator* menuju kompresor, serta dihubungkan dengan katup ekspansi. Adapun fungsi alat ini yaitu sebagai pengontrol suhu di *evaporator*. Apabila *evaporator* seuhunya naik maka *bulb* akan memerintahkan ekspansi katup membuka lebih besar, begitu pula sebaliknya apabila suhu *evaporator*nya sudah dingin atau cukup, maka *bulb* memerintahkan *ekspansi valve* untuk menutup lebih kecil.

h. Kipas (*Blower Evaporator*)

Blower evaporator adalah suatu alat yang berfungsi untuk menghisap udara panas yang berada di dalam ruangan dingin dan menghembuskan lewat kisi-kisi *evaporator*, maka setelah keluar udara panas tersebut akan diserap *evaporator* untuk membantu penguapan atau pengembunan gas di dalam pipa-pipa *evaporator*. Setelah keluar dari kisi-kisi udara yang dihembuskan menjadi dingin dan selanjutnya proses ini berjalan terus menerus sampai suhu ruangan mencapai suhu yang diinginkan.

i. *Evaporator*

Evaporator adalah alat penukar panas yang memindahkan panas dari suatu zat, yaitu udara yang ada di dalam ruangan pendingin ke *refrigerant* yang melalui pipa-pipa yang bersirip di dalam *evaporator*. Sehingga suhu udara ruangan yang keluar sirip-sirip menjadi dingin. *Refrigerant* berubah wujud menjadi gas akibat penyerapan panas tersebut. Penyerapan tersebut diatas dijalankan terus-menerus sampai mencapai suhu yang diinginkan dan udara dalam ruangan disirkulasi dan dijalankan dengan kipas.

Evaporator berguna untuk menguapkan cairan *refrigerant*, penguapan *refrigerant* akan menyerap panas dari bahan / ruangan, sehingga ruangan disekitar menjadi dingin.

j. *Refreigerant*

Refrigerant adalah suatu bahan pendingin yang dapat dirubah bentuknya dari gas menjadi cair atau sebaliknya, dimana pesawat pendingin ini menggunakan refrigerant (Freon R404a)

k. *Defrosting*

Adalah suatu kegiatan untuk menghilangkan bunga-bunga es yang terdapat pada *evaporator*.

l. *Silver flux*

Adalah suatu pasta solder yang berguna untuk menghindari terjadinya oksidasi pada pipa yang dipanasi yaitu dengan mengisilisir zat asam dengan udara.

m. *Holida torch*

Adalah suatu alat untuk mencari kebocoran dengan menggunakan bahan bakar dari alkohol propane acetylene dari perubahan nyala api dapat diketahui tempat yang bocor. Jika ada sedikit kebocoran warna api akan berubah menjadi sedikit kehijau-hijauan dan pada kebocoran yang besar warna api akan berubah menjadi hijau dan ungu.

n. *Low pressure control switch*

Adalah suatu alat yang berguna untuk melindungi kompresor pendingin bahan makanan dari tekanan uap yang terlalu rendah, agar tidak turun dari batas tekanan yang ditentukan, sehingga dapat mencegah masuknya udara luar atau air ke dalam sistem bila ada kebocoran kecil pada daerah tekanan rendah.

Cara kerja *low pressure control switch* yaitu apabila terjadi pada daerah tekanan rendah menurun sampai pada batas ditentukan, maka *bellow* akan menyusut dan akan membuka kontak listrik, sehingga

arus listrik terputus dan kompresor akan berhenti. Apabila tekanan pada daerah rendah telah normal kembali maka *bellow* akan mengembang dan menutup kontak listrik sehingga arus listrik mengalir ke elektromotor, kemudian kompresor bekerja (jalan kembali)

o. *High pressure control switch*

Suatu alat yang berguna untuk melindungi kompresor pendingin bahan makanan dari tekanan yang terlalu tinggi atau tidak sesuai dengan ketentuan. Tekanan yang terlalu tinggi pada kompresor disebabkan banyaknya gas yang tidak mencair di kondensor, dikarenakan kurangnya pendinginan udara, sehingga gas Freon tidak semuanya bisa mencair sehingga akan kembali pada kompresor dengan suhu yang tinggi dan tekanan juga akan meningkat atau tidak sesuai dengan yang ditentukan. Bisa juga tekanan naik disebabkan ada kebuntuan dalam sistem.

Cara kerja high pressure control switch adalah apabila pada daerah tekanan tinggi, tekanan gas naik melebihi batas yang ditentukan maka *bellow* akan naik mengembang dan menimbulkan kontak listrik, sehingga aliran listrik terputus dan kompresor akan berhenti. Apabila tekanan kembali turun pada tekanan normal, maka *bellow* akan menyusut dan kontak akan menghubungkan listrik sehingga kompresor akan bekerja / jalan kembali.

p. *Timer*

Suatu alat yang berfungsi mengatur kapan kompresor akan bekerja dan kapan kompresor berhenti (*standby*). Fungsi lainnya yaitu untuk mengatur secara otomatis kapan kompresor fias panas (defrost) dan fias dingin bekerja dan kapan semua alat atau komponen tersebut akan berhenti (*standby*) secara bergantian.

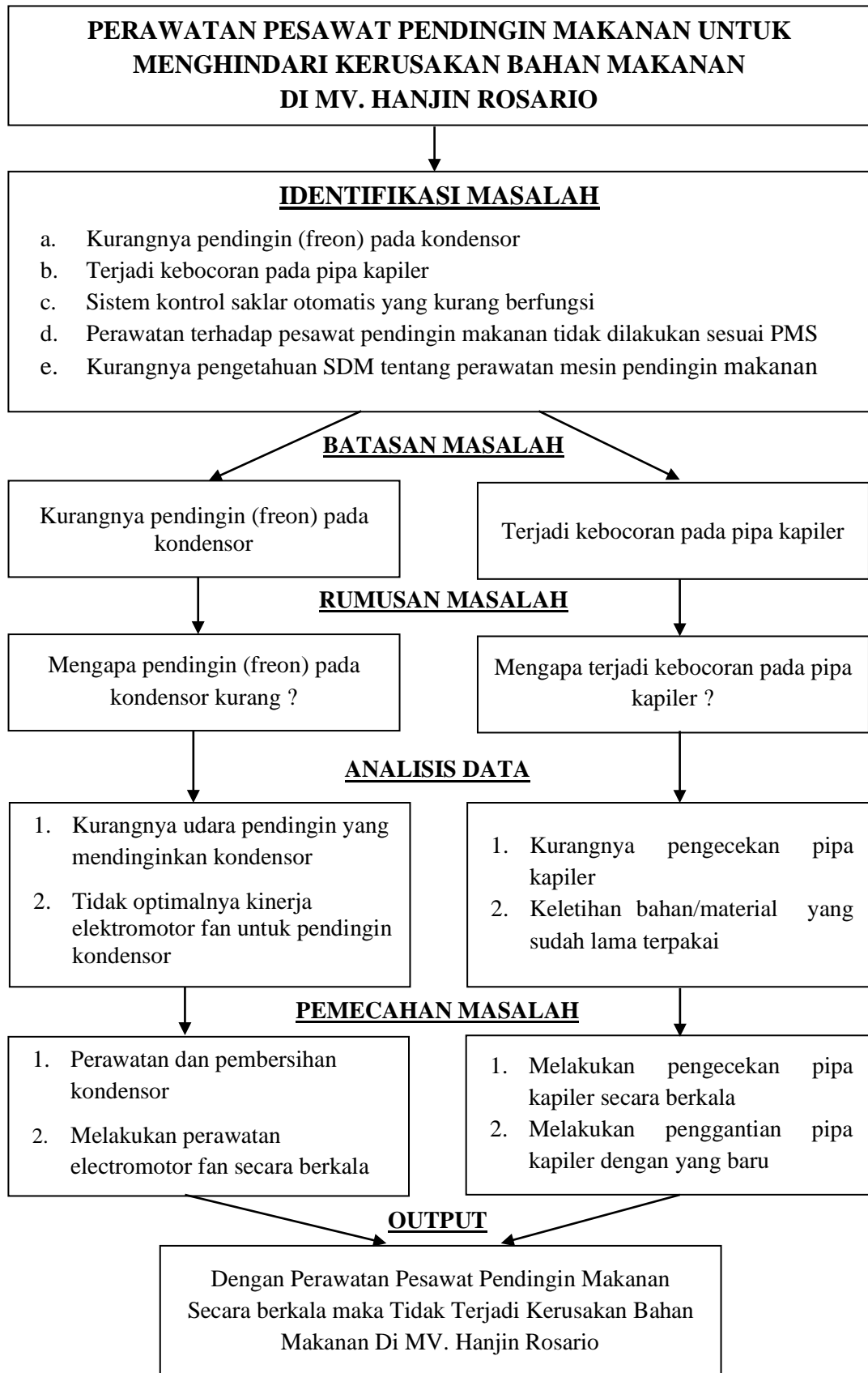
Cara kerja *timer* yaitu *timer* akan mengatur aliran listrik ke dalam pesawat kompresor supaya bekerja untuk mendinginkan ruangan di dalam pendingin. Setelah ruangan di dalam pendingin sudah mencapai suhu maksimal maka *timer* akan memutuskan arus

listrik yang masuk ke dalam kompresor, kemudian *timer* akan bergantian menyambung aliran listrik pada *fius defrusi* untuk mencairkan bunga es di *evaporator*, begitu seterusnya.

Refrigerant atau bahan pendingin di dalam *refrigerator* mutlak dibutuhkan dan merupakan suatu jenis zat yang mudah diubah wujudnya dari gas menjadi cair atau sebaliknya dari suatu bahan atau senyawa *Chlorofluoromethane* yang biasa disebut dengan *Freon*. *Refrigerant* bersirkulasi secara terus-menerus melewati komponen utama *refrigerator* (kompresor, kondensor, katup ekspansi dan *evaporator*). *Refrigerant* yang digunakan di kompresor Embraco NT21786K adalah R404a.

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Berdasarkan teori-teori yang disebutkan di atas, secara garis besar permasalahan pada mesin pendingin dapat dihindari apabila pihak-pihak yang terkait dalam pengoperasian dan perawatan system mesin pendingin melaksanakan tugas dan tanggung jawab mereka dengan baik. Kemudian penulis mengambil kerangka pemikiran sebagai berikut :



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Pesawat pendingin adalah alat pendingin ruangan yang dipergunakan untuk mendinginkan ruangan penyimpanan bahan makanan di atas kapal. Untuk mempertahankan suhu ruangan agar sesuai dengan yang diinginkan maka harus dilaksanakan perawatan untuk menjaga kondisi pesawat pendingin tersebut agar dapat bekerja dengan baik.

Masalah pesawat pendingin yang alami di atas kapal MV. Hanjin Rosario sebagai berikut :

1. Pada 21 Agustus 2018 terjadi masalah pada instalasi pesawat pendingin bahan makanan di kapal, yaitu penurunan kinerja dari sistim yang ditandai dengan tidak tercapainya suhu ruangan pendingin yang dikehendaki pada ruangan pendingin bahan makanan. Jika dalam keadaan normal, termperatur berkisar -10°C sampai -12°C , tapi pada kenyataannya suhu ruangan pendingin hanya -2°C .

Sebelum melaporkan masalah yang terjadi di atas kapal, crew mesin sudah melakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Mengecek pipa kapiler dengan busa sabun untuk mengetahui ada tidaknya kebocoran di dalam jalur pipa kapiler.
- b. Mengecek tekanan Freon di *suction line* sesuai dengan standar table panduan untuk Freon R404a adalah 40 Psi.
- c. Membersihkan *evaporator* dan mengecek *elektro motor fan evaporator*.
- d. Menjalankan kompresor secara normal dan diamati tidak ada masalah di bagian kompresor.

Sebelum kejadian kurangnya suhu pendinginan ruangan bahan makanan ini, bermula dari dibukanya *blower ventilasi central air conditioner* di seluruh ruangan kamar security, dimana dia mengeluhkan rasa panas di kamarnya dikarenakan pada saat itu sedang musin panas.

Akibat dibukanya seluruh ventilasi *central air conditioner* di seluruh ruangan kamar menyebabkan kurangnya suplai udara ke ruangan *freezer*, sehingga membuat kompresor bekerja lebih lama dan membuat ruangan di sekitar *freezer* berubah panas.

2. Pada tanggal 22 Agustus 2018 terjadi penurunan kinerja pesawat pendingin yang ditandai dengan tidak optimalnya pendinginan ruangan bahan makanan. Permasalahan tersebut ditandai dengan kenaikan suhu pendingin, padahal sistim pesawat pendingin tetap bekerja dan sebagian makanan mengalami kerusakan. Sehari sebelumnya yaitu pada tanggal 21 Agustus 2018 *chief engineer* telah mengirimkan email ke kantor agar dikirim *technician* untuk mengecek lebih detail permasalahan di *freezer* ini.

Crew mesin dan *technician* melakukan pemeriksaan terhadap permasalahan pada pesawat pendingin dalam kurun waktu sejak timbulnya masalah gangguan pada instalasi pesawat pendingin secara seksama. Pengecekan pertama dilakukan pada jalur pipa kapiler yang melewati air pendingin tepatnya kondensor, dikarenakan pada pipa kapiler tersebut sering diberi air sebagai media tambahan untuk mendinginkan pipa kapiler sehingga kekuatan bahan pipa tersebut cepat rapuh. Dan dikarenakan posisinya berada di atas kondensor dan tertutupi membuat pipa kapiler tidak dapat terkontrol (kurang terawat).

Pada sistim pendingin yang bekerja normal maka kompresor akan berhenti bekerja bila temperatur ruangan yang dikehendaki telah tercapai. Jika pada sistem tidak bekerja dengan baik / ada kebocoran maka membuat sistem bekerja secara tidak optimal. Hal ini tentu harus dihindari dan tidak boleh dibiarkan terlalu lama karena dapat menyebabkan menurunnya kualitas bahan makanan yang berada dalam ruangan pendinginan tersebut dan bahkan bisa menyebabkan kerusakan

yang lebih buruk terhadap bahan makanan untuk perbekalan di kapal selama kapal melakukan kegiatan patroli. Hal ini akan mengakibatkan terganggunya operasional kapal secara keseluruhan.

Berdasarkan pada masalah utama yang telah dibahas sebelumnya bahwa kinerja pesawat pendingin menurun dapat disebabkan oleh kurangnya tekanan kompresi pada kompresor karena diakibatkan oleh bocornya pipa kapiler dan kurangnya pendinginan pada kondensor. Gangguan hanya bisa diatasi dengan mengganti pipa kapiler yang bocor dengan yang baru pada bagian yang diperlukan serta membersihkan kisi-kisi kondensor dengan cara menyikat bagian kisi-kisi kondensor menggunakan sikat halus dan dengan cara menyemprotkan angin ke lubang (kisi-kisi kondensor) yang mengalami penyempitan dikarenakan oleh debu dan kotoran-kotoran yang terhisap oleh elektro motor fan kondensor.

Gangguan pada kondensor yang disebabkan oleh kebocoran saat proses kompresi memerlukan keahlian khusus untuk mengatasinya. Dikarenakan kapal beroperasi di area pengeboran minyak lepas pantai, maka saat mengatasi kebocoran tersebut dengan cara pengelasan yang mana pengerjaannya harus dilakukan di pelabuhan atas ijin *safety officer* pelabuhan dan atas ijin dari kepala *security* dimana dia sebagai perantara dari pihak pencharter kapal, dan kapal pun pada saat itu standby di pelabuhan tidak ada kegiatan patroli.

B. ANALISIS DATA

Berdasarkan deskripsi data di atas, didapatkan pada pesawat pendingin di kapal MV. Hanjin Rosario, sebagai berikut :

1. Kurangnya Pendingin (Freon) Pada Kondensor

Masalah tersebut disebabkan oleh :

a. Kurangnya Udara Pendingin Yang Mendinginkan Kondensor

Kondensor seperti namanya adalah alat untuk membuat kondensasi refrigeran gas dari kompresor dengan suhu tinggi dan

tekanan tinggi. Refrigeran di dalam kondensor dapat mengeluarkan kalor yang diserap dari *evaporator* dan panas yang ditambahkan oleh kompresor. Kondensor ditempatkan antara kompresor dan katup ekspansi, jadi pada sisi tekanan tinggi dari sistem. Kondensor ditempatkan di luar ruangan yang sedang didinginkan, agar dapat membuang panasnya ke luar kepada media pendinginnya. Pemilihan jenis dan ukuran kondensor untuk suatu sistem, terutama didasarkan pada yang lebih ekonomis, seperti : harga dari kondensor, jumlah energi yang diperlukan juga harus diperhitungkan.

Kondensor berfungsi untuk membuang kalor keluar ruangan dari media yang sedang didinginkan, dan mengubah fasa refrigeran dari gas menjadi cair. Udara yang mendinginkan kondensor dapat mengalir karena aliran udara yang ditiupkan oleh elektro motor fan. Dikarenakan ruangan *freezer* area sempit maka kondensor di atas kapal MV. Hanjin Rosario pendinginnya menggunakan elektro motor fan. Elektro motor fan dapat meniupkan udara ke dalam kondensor dalam jumlah yang lebih besar sehingga kapasitas untuk pendinginan kondensor bertambah. Kondensor berpendingin udara yang mendinginkan pesawat pendingin dikenal sebagai kondensor berpendingin udara konveksi paksa.

Kurangnya udara pendingin yang mendinginkan kondensor pada pesawat pendingin makanan di atas MV. Hanjin Rosario disebabkan :

- 1) Panasnya udara dan temperatur di sekitar Teluk Persia, terutama daerah pengeboran minyak lepas pantai Khafsi Oilfield yang membuat temperatur di dalam kapal dan ruangan *freezer* dan sekitarnya menjadi panas. Ditambah kurangnya suplai udara pendingin dari ventilasi blower central air conditioner dimana suplai pendinginannya telah terbagi. Hal ini membuat kompresor dan kondensor elektro motor fan bekerja lebih lama untuk mendinginkan ruangan pendingin bahan makanan seperti yang biasa dikehendaki msuim panas seperti ini biasanya dialami oleh

crew kapal antara bulan April sampai Oktober atau biasanya disebut *Summer Season*.

- 2) Dikarenakan ruangan berdekatan dengan ruang bahan makanan kering dan tempatnya sangat sempit, membuat kerja elektro motor fan kondensor menjadi lama dan membuat kisi-kisi kondensor cepat kotor dan berdebu. Dikarenakan oleh tiupan elektro motor fan kondensor yang melewati kisi-kisi kondensor, dimana udara yang ditiupkan elektro motor fan tersebut dari udara sekitar ruangan *freezer*. Untuk itu perlu dilakukannya perawatan dan pengecekan kondensor dan sekitarnya.

b. Tidak Optimalnya Kinerja Elektro Motor Fan Untuk Pendinginan Kondensor

Elektro motor fan adalah jenis motor listrik yang berfungsi sebagai kipas untuk mengalirkan udara dan menciptakan udara dari luar menuju ke kondensor. Aliran udara yang diciptakan oleh kipas elektrik ini, akan melewati beberapa komponen seperti pipa kapiler kondensor dan kisi-kisi kondensor. Fungsi dari elektro motor fan kondensor ini adalah ;

- 1) Menjaga suhu sistem pendingin sesuai suhu kerja pesawat pendingin.
- 2) Mendinginkan kondensor sesuai dengan suhu yang diatur.
- 3) Meringankan beban pesawat pendingin agar bekerja lebih efisien.

Kinerja elektro motor fan yang tidak optimal menyebabkan pendingin pada kondensor tidak maksimal / tidak sesuai suhu yang diinginkan seperti yang telah dijelaskan di atas. Oleh karena itu, perlu dilakukan perawatan secara berkala terhadap elektro motor fan tersebut.

2. Terjadi Kebocoran Pada Pipa Kapiler

Kebocoran pipa kapiler dapat disebabkan oleh :

a. Kurangnya pengecekan pipa kapiler

Pipa kapiler adalah suatu pipa pada pesawat pendingin yang mempunyai diameter kecil. Kurangnya pendinginan pada pesawat pendingin biasanya kita jumpai dengan adanya kebocoran pada pipa kapiler atau pada sambungan pipa kapiler.

Ada dua macam pipa kapiler yang mempunyai fungsi yang berbeda dalam pesawat pendingin, yaitu :

- 1) Pipa kapiler sebagai pengubah panas (*heat exchanger*)
- 2) Pipa yang satunya lagi berfungsi untuk penghisap gas dari pipa *evaporator*.

Ketika gas Freon pada pipa pengubah dan pipa pengubah panas menjadi bertekanan tinggi, namun pada saat masuk ke pipa penghisap akan mengalir ke motor listrik atau ke dinamo. Demikian putaran gas Freon yang terus menerus disaat mesin hidup dan sebelum otomatis memutus kontak.

Pipa kapiler berfungsi untuk menurunkan tekanan dan mengukur cairan refrigerant (udara refrigerant) yang merayap dari pipa-pipa kondensor, namun sebelum gas refrigeran merayap ke pipa-pipa kapiler ia harus melewati alat yang disebut dengan *dryer staint*, yakni saringan gas yang sudah terpasang oleh pabrik pesawat pendingin di pipa kapiler. Fungsi dari alat tersebut adalah menyaring dan menyerap debu yang akan masuk ke ruang pipa berikutnya (kapiler dan *evaporator*). Bentuk dari alat ini berupa tabung kecil dengan diameter antara 6 - 8 cm, sedangkan panjangnya tidak kurang dari 10-12 cm.

Pipa kapiler dibuat dari pipa tembaga dengan lubang dalam yang sangat kecil. Panjang dan lubang pipa kapiler dapat mengontrol jumlah refrigeran yang mengalir ke *evaporator*. Kelemahan dari pipa kapiler ini yaitu tidak sensitif terhadap perubahan beban di

evaporator dan jumlah bahan pendingin (*refrigerant*) yang diisi dalam sistem harus diperhitungkan. Maka dari itu setiap pengisian Freon R404a di *Suction line*, kompresor harus selalu mengikuti standar table yang ditentukan dari Freon R404a dan menggunakan alat pressure gauge untuk melihat berapa banyaknya Freon yang masuk agar tidak berlebihan atau kekurangan yang mengakibatkan beratnya kerja kompresor.

Sebagaimana telah dijelaskan di atas, bahwa penyebab kebocoran pada pipa kapiler yaitu tidak terawat (tidak diperiksa) menyebabkan kebocoran pada pipa kapiler tersebut. Akibat kebocoran pada pipa kapiler sehingga Freon tidak dapat dialirkan ke *evaporator* dengan maksimal.

b. Keletihan Bahan/Material yang Sudah Lama terpakai

Sistem pengontrol laju refrigerant yang paling sederhana adalah pipa kapiler. Seperti namanya pipa kapiler terdiri dari pipa panjang dengan diameter yang sangat kecil. Pada ukuran panjang dan diameter tertentu, pipa kapiler mempunyai tahanan gesek yang cukup tinggi sehingga dapat menurunkan tekanan kondensasi yang tinggi ke tekanan evaporasi yang rendah. Pipa kapiler memiliki banyak macam dan ukuran berdasarkan ukuran diameter dalam dan luar. pipa kapiler dapat dipakai dengan bahan pendingin R-12, R-22, R-404a, R-500, R-502 dan lain-lain.

Sistem yang memakai pipa kapiler berbeda dengan sistem yang memakai katup ekspansi. pipa kapiler tidak dapat menahan atau menghentikan aliran bahan pendingin pada waktu kompresor sedang berhenti. waktu kompresor dihentikan, bahan pendingin dari sisi tekanan tinggi akan terus mengalir ke sisi tekanan rendah, sampai tekanan pada kedua bagian tersebut menjadi sama disebut waktu penyama tekanan (*equalization time*) ruangan pendingin memerlukan waktu lima menit untuk menyamakan tekanan tersebut.

Setelah tekanan pada sisi tekanan tinggi dan sisi tekanan rendah menjadi sama, dimana sistem dalam keadaan seimbang maka kompresor dapat dijalankan/dioperasikan kembali dengan mudah kompresor dapat dijalankan dengan *split phase motor* tanpa start capasitor atau unloader dan sebagainya.harga pesawat pendingin menjadi murah, selain itu pipa sendiri harganya sangat murah dibandingkan alat pengatur lain, ini adalah keuntungan sistem yang memakai sistem pipa kapiler.

Kerugian pipa kapiler yang tidak sensitif terhadap perubahan beban,seperti pada alat pengatur yang lain sifat ini terjadi karena lubang dan panjang pipa kapiler tidak dapat diubah lagi setelah pada sistem ruangan pebndingin.

Jumlah bahan pendingin (*refrigerant*) yang diisikan kedalam sistem pesawat pendingin yang memakai pipa kapiler harus tepat, tidak boleh lebih atau kurang jumlah bahan pendingin yang tepat yaitu apabila pada *evaporator* telah rata dinginnya dan mencapai suhu dibawah -10°C . Kondensor panasnya merata,bagian atas dan bawah samapai saringan terasa hangat. Pengukuran dan pemeliharaan pipa kapiler, memakai pipa kapiler pada sistem refrigasi harus memperhatikan dua hal : kebersihan dan ukuran.

Kebersihan harus sangat diperhatikan jangan sampai kotoran seperti debu,lumpur,potongan logan,flux,udara dan uap air dapat masuk kedalam lubang kapiler.pipa kapiler mempunyai lubang dalam yang sangat kecil sedikit saja kotoran dapat membuntukan pipa kapiler tersebut.

Ukuran pipa kapiler panjang dan diameter dalam (ID) sangat peka dalam menentukan besar tahanannya.sedikit saja perubahan diameter dalam (ID) pipa kapiler dapat mengubah jumlah aliran bahan pendingin yang sangat besar, misalnya menukar pipa kapiler dari 0,31 inci ID menjadi 0,36 inchi ID dengan panjang yang sama akan emnambah jumlah aliran bahan pendingin dua kali lipat. Panjang pipa kapiler adalah salah satu faktor yang dengan mudah

dapat kita atur, mengubah tahanan pipa kapiler yang paling mudah yaitudegan mengubah panjangnya.tukar pipa kapiler dengan yang lebuah panjang dan tahanannya pun akan bertambah besar.

Ada satu hal yang pada umumnya kurang kita pahami,bahwa ada batasnya untuk memperpanjang atau memperpenek pipa kapiler. Sebaiknya jangan kurang dari 5 *feet* (1.5 meter) dan jangan lebih panjang dari 16 *feet* (4.88 meter).

Mengalirnya bahan pendingin dalam pipa kapiler yang pendek, kurang dari 1.5 meter menjadi sangat cepat,makin pendek makin cepat.pipa kapiler yang sangat pendek, jika panjangnya dikurangi sedikit saja, pipa tersebut akan menyebabkan perubahan aliran bahan pendingin yang sangat besar. Akhirnya panjang pipa kapiler tidak lagi mempengaruhi jemlah aliran bahan pendingin.

Sistem dengan pipa kapiler yang terlalu panjang atau ukuran dalam lubang yang terlalu kecil, tahannya menjadi besar dan bahan pendingin yang mengalir menjadi berkurang.pipa kapiler yang sangat panjang sampai lebih dari lima meter, selain tidak ekonomis juga hasinya pasti tidak memuaskan, juga dapat menyebabkan kenaikan tekanan pada sisi tekanan tinggi yang sangat tinggi.bagian bawah kondensor sampai saringan tidak panas,tetapi hanya hangat sama dengan suhu udara ruang. *Evaporator* tidak dingin dan kompresor bekerja lebih berat.pemakaian pipa kapiler yang sangat panjang sedapatnya dihindarkan.

Panjang dan diameter dalam pipa kapiler yang direncanakan tergantung dari : kapasitas kompresor,suhu dingin pada *evaporator* yang direncanakan dan sifat bahan pendinginyang dipakai.dengan pipa kapiler yang tepat panjangdan diameter dalannya ,kondensor panasnya akan merata sampai kesaringan,*evaporator* dinginnya merata sampai ke akumulator sehingga dapat memperpanjang usia pipa kapiler.

C. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan analisis data di atas, dapat diketahui bahwa untuk mengatasi masalah kurangnya pendingin (freon) pada kondensor yang mengakibatkan suhu temperatur di dalam ruangan gandum menjadi panas dapat diatasi dengan cara sebagai berikut :

1. Kurangnya Pendingin (Freon) Pada Kondensor

Masalah tersebut dapat diatasi dengan cara :

a. Melakukan Perawatan dan Pembersihan Kondensor

Sebagaimana yang telah dijelaskan pada landasan teori di atas bahwa suatu siklus *refrigerasi* secara berurutan berawal dari

- 1) Proses pemampatan (kompresi),
- 2) Proses pengembunan (kondensasi),
- 3) Proses pemuatan dan berakhir pada proses penguapan (*evaporator*).

Berdasarkan teori tersebut, bahwa terjadinya proses kondensasi yang pada kondensor adalah proses pelepasan panas dari refrigerant ke media pendingin air laut untuk merubah wujud gas Freon menjadi cairan Freon.

Elektro motor fan merupakan suatu komponen yang memiliki peran penting untuk menjaga kinerja sistem pendingin makanan. Elektro motor fan yang tidak berkerja maksimal menyebabkan udara pendingin untuk mendinginkan kondensor berkurang, sehingga suhu pendingin bahan makanan tidak sesuai yang diinginkan. Untuk itu, crew mesin yang sedang melaksanakan tugas jaga harus selalu secara rutin mengecek elektromotor fan, kondensor dan kompresor dari normal tidaknya suara dari bagian-bagian pesawat pendingin yang sedang berjalan.

Biasanya masalah kurangnya pendingin pada kondensor ini terjadi antara bulan April sampai Oktober dimana suhu sekitar teluk Persia naik terutama di pengeboran lepas pantai karena musim panas.

Hal ini menyebabkan kompresor dan dan elektromotor fan kondensor bekerja lebih lama untuk mendinginkan ruangan pendingin apalagi kisi-kisi kondensor berdebu dan kotor. Maka perlu dilakukan perawatan dan pembersihan area kondensor dan elektromotoat fan. Caranya dengan menyemprotnya menggunakan angin, bersihkan kisi-kisi pendingin dengan sikat yang lembut. Hal ini harus selalu dilakukan crew kapal minimal dua minggu sekali.

Apabila suhu ruangan pendingin hanya turun beberapa derajat biasanya *chief engineer* menambah tekanan freon (menambah freon R404a 0 sampai 40 Psi. Caranya :

- 1) Siapkan kunci-kunci untuk membuka *neple suction valve*, biasanya crew mesin menggunakan kunci inggris dan tang.
- 2) Siapkan freon R404a
- 3) Siapkan *pressure gauge*.

Sebelum mengisi freon langkah pertama *chief engineer* mengecek isi freon di dalam kompresor dan sistem dengan cara menyambungkan selang *pressure gauge* ke *suction line* kompresor. Isi freon dapat dilihat pada *pressure gauge* dalam keadaan kompresor jalan. Apabila *suction pressure gauge* kurang dari 40 Psi agar ditambah / di isi pelan-pelan sampai tekanannya mencapai 40 Psi sehingga suhu ruangan pendingin tetap terjaga sesuai harapan yaitu -10 °C sampai -12 °C.

b. Melakukan Perawatan Elektro Motor Fan Secara Berkala

Refrigeran dari kompresor dengan suhu dan tekanan tinggi mengalir ke bagian paling atas dari kondensor. Setelah refrigeran mengalami proses pendinginan oleh udara luar (Membuang kalor laten pengembunannya) maka terjadi perubahan wujud refrigeran dari gas menjadi cair dan skhirnya keluar melalui bagian bawah kondensor. Bentuk atau konstruksi kondensor statis ada tiga macam yaitu :

- 1) Pipa dengan jari-jari penguat (*wire and tube condensor*)
- 2) Pipa dengan plat besi (*Plat type condensor*)
- 3) Pipa dengan sirip-sirip (*tube and fins condensor*)

Kondensor dengan pendinginan udara menggunakan electromotor fan terdiri dari koil pipa pendingin bersirip plat (pipa tembaga dengan sirip aluminium, atau pipa tembaga dengan sirip tembaga). Udara mengalir dengan arah tegak lurus pada bidang pendingin. Gas refrigeran yang bertemperatur tinggi masuk ke bagian atas dari koil dan secara berangsur-angsur mencair dalam alirannya ke bagian bawah koil.

Agar elektro motor fan dapat bekerja secara maksimal maka perlu dilakukan perawatan secara berkala dan terus menerus. Perawatan elektro motor fan biasanya dilakukan setiap sebulan sekali dengan cara :

- 1) Disconnect kabel elektromotor fan
- 2) Cek baut kipas, terkadang baut kipas terlepas sendiri pada saat elektromotor fan berjalan sehingga tidak mendinginkan kondensor secara maksimal dan temperatur ruangan pendingin pun menjadi naik. Hal ini disebabkan karena ada getaran dan putaran kipas elektromotor fan yang berjalan terus menerus.
- 3) Cek dinamo elektromotor fan dengan amper meter apakah gulungan koilnya masih bagus atau ada ground disana
- 4) Cek as rotor, lumasi as rotor dengan oli untuk mencegah keausan agar berputar bagus tanpa ada suara.

Mengingat fungsi dari elektro motor fan yaitu menjaga suhu ruangan pendingin makanan sesuai yang diinginkan. Sehingga tidak terjadi kerusakan bahan makanan dikarenakan suhu tempat penyimpanan bahan makanan yang tidak mencapai suhu yang diharapkan.

2. Terjadi Kebocoran Pada Pipa Kapiler

Untuk mencegah terjadinya kebocoran pada pipa kapiler dapat dilakukan dengan cara :

a. Melakukan Pengecekan Pipa Kapiler Secara Berkala

Untuk menjaga dan memastikan pipa kapiler dalam keadaan baik crew mesin membuat jadwal pengecekan yang ditempel disekitar ruangan pesawat pendingin, agar dengan mudah dapat di check list setelah pengecekan dan paraf oleh yang bersangkutan. Pengecekan dapat dilakukan minimal seminggu sekali dengan menggunakan alat-alat seperti Halogen leak detector dan Holida torch.

Atau dengan cara sederhana dengan menggunakan spoon dan busa sabun. Setelah dicheck haruslah dicheck list tanggal dan bulan berapa agar terdata setiap pengecekannya. Salah satu penyebab kersuakan pesawat pendingin makanan yaitu pipa kapiler bocor. Pipa kapiler adalah salah satu alat ekspansi dan disebut juga alat control refrigeran. Alat ekspansi ini mempunyai dua kegunaan yaitu menurunkan tekanan refrigeran cair dan untuk mengatur aliran refrigeran ke *evaporator*.

Beberapa keuntungan menggunakan pipa kapiler sebagai alat penurun tekanan adalah harganya yang murah dan mudah dicari serta pada saat mulai beroperasi kompresor dapat bekerja lebih ringan karena momen torquency (momen puntir) yang diperlukan kecil.

Pada saat kompresor akan mulai bekerja di dalam sistem telah ada perbedaan tekanan pada sisi tekanan tinggi dan rendah, tapi dengan menggunakan pipa kapiler pada saat kompresor tidak bekerja tekanan di dalam sistem akan menjadi sama karena pada pipa kapiler tidak terdapat alat penutup apa-apa, dengan begitu kompresor dapat bekerja lebih ringan.

b. Melakukan Penggantian Pipa Kapiler Dengan Yang Baru

Untuk memperbaiki kebocoran pipa kapiler dalam hal ini sangat perlu kesabaran dan kehati-hatian dalam pengerjaanya karena

walaupun pipa kapiler sudah diganti dengan yang baru namun bila tidak bagus dalam pengelasannya pasti akan bocor.

1) Langkah penggantian pipa kapiler adalah sebagai berikut :

a) Siapkan pipa kapiler yang baru, biasanya di kapal MV. Hanjin Rosario menggunakan pipa kapiler tembaga.

b) Siapkan kunci-kunci, yaitu :

(1) *Bending tubing* dan *Pressure gauge*

(2) Tang

(3) *Tube cutter 1 set*

c) Siapkan gas asetilen dan tabung oksigen beserta kawat las tembaga

d) Siapkan vacuum pump, kacamata dan sarung tangan

Sebelum dilas, pipa kapiler ada baiknya di vacuum terlebih dahulu / dibuang Freon sisa yang ada di sistem agar tidak ada bahaya yang tidak diinginkan. Persiapkan juga *portable fire extinguisher* dan selang air.

2) Cara pengelasannya adalah sebagai berikut :

a) Potong pipa kapiler yang bocor untuk digantikan dengan pipa kapiler yang baru

b) Amplas permukaan yang akan disambung sampai bersih baik pipa dan bagian dalam fitting.

c) Berikan flux solder pada permukaan yang akan disambung

d) Panaskan permukaan sampai permukaan pipa merah menyala (flux pada permukaan pipa akan tampak terbakar dan mongering, tunggu sampai flux berubah dari kering menjadi cair seperti air bening yang mendidih)

e) Panaskan kawat las lalu berikan flux, setelah itu panaskan lagi sampai tampak seperti akan meleleh

- f) Tempelkan kawat las drose soldering yang baik akan menghasilkan kawat las yang cair dan terserap langsung ke permukaan pipa yang disambung.
 - g) Sebaiknya lakukan soldering / grazing dalam satu langkah.
- 3) Langkah pengisian freon sesudah pengelasan pipa kapiler, yaitu:
- a) Vakum sistem karena pada saat pengelasan pasti ada udara di dalam sistem, caranya :
 - (1) Hubungkan selang *pressure gauge* yang warna biru, charging manifold ke saluran pendingin pada kompresor, selang warna kuning dihubungkan dengan referigerant yang digunakan untuk pengisian nanti untuk selang warna merah dihubungkan ke pompa vacum.
 - (2) Buka katup tekanan rendah (warna biru) dan katup tekanan tinggi (warna merah) charging manifold dan tutup katup pengisian referigearnt, kemudian nyalakan pompa vacum.
 - (3) Biarkan beberapa saat sampai skala penunjuk tekanan rendah menunjukan vacum 0 sampai 30 psi.
 - (4) Tunggu pompa vacum tetap beroperasi kurang lebih selama 30 menit.
 - (5) Perhatikan skala charging manifold pada sistem kurang lebih 15 menit.
 - (6) Apabila ada kenaikan tekanan pada charging mannifold maka kemungkinan besar terjadi kebocoran pada sistem pendingin, jika tidak ada kenaikan tekanan maka dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu pengisian freon.

- b) Tutup katup tekanan tinggi (warna merah yang tadi selangnya tersambung ke pompa vakum.
- c) Isi freon secara perlahan ke tabung kompresor sambil dijalankan kompresor. Buka katup pengisian beberapa saat lalu tutup kembali, lakukan berulang-ulang dan lihat berapa freon yang sudah masuk pada jarum penunjuk yang ada di manifold sampai pipa kapiler berembun atau basah atau *evaporator* dalam ruangan pendingin terasa dingin, tutup kembali katup pada tabung referigerant.
- d) Lepas selang / katup pada tabung manifold dan kompresor
- e) Tunggu beberapa saat, cek kembali tekanan freon dan temeperatur ruangan pendingin bahan makanan.
- f) Apabila tekanan melebihi 40 Psi kurangi sedikit demi sedikit sampai 40 Psi, karena standar maksimum tekanan freon untuk *freezer* dengan menggunakan referigerant R404a adalah 39.7 Psi sampai 40 Psi

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan permasalahan dan hasil analisa serta pembahasan yang penulis uraikan pada bab sebelumnya, maka penulis dapat menyimpulkan kurang optimalnya pesawat pendingin makanan disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut :

1. Kurangnya pendingin (freon) pada kondensor disebabkan oleh kurangnya udara pendingin yang mendinginkan kondensor dan tidak optimalnya kinerja elektromotor fan untuk pendingin kondensor sehingga menyebabkan kurangnya pendinginan pada ruangan pendingin.
2. Terjadi kebocoran pada pipa kapiler disebabkan kurangnya pengecekan pipa kapiler dan tidak keletihan bahan/material yang sudah lama terpakai.

B. SARAN

Untuk Mempertahankan kinerja pesawat pendingin di kapal maka berdasarkan kesimpulan diatas, penulis menyarankan kepada crew mesin sebagai berikut :

1. Untuk mengatasi masalah kurangnya pendingin (freon) pada kondensor disarankan kepada ABK mesin untuk :
 - a. Melakukan perawatan dan pembersihan kondensor secara berkala agar udara pendinginan yang mendinginkan kondensor tercukupi.

- b. Melakukan perawatan *electromotor fan* secara berkala agar dapar berfungsi dengan baik sehingga suhu yang diinginkan pada ruang pendingin dapat tercapai.
2. Untuk mengatasi masalah terjadi kebocoran pada pipa kapiler disarankan kepada ABK Mesin untuk :
- a. Melakukan pengecekan pipa kapiler secara berkala sesuai *Planned Maintenance System (PMS)* untuk mencegah terjadinya kebocoran pada pipa kapiler tersebut.
 - b. Melakukan penggantian pipa kapiler dengan yang baru dan menggunakan *genuine part*.

DAFTAR PUSTAKA

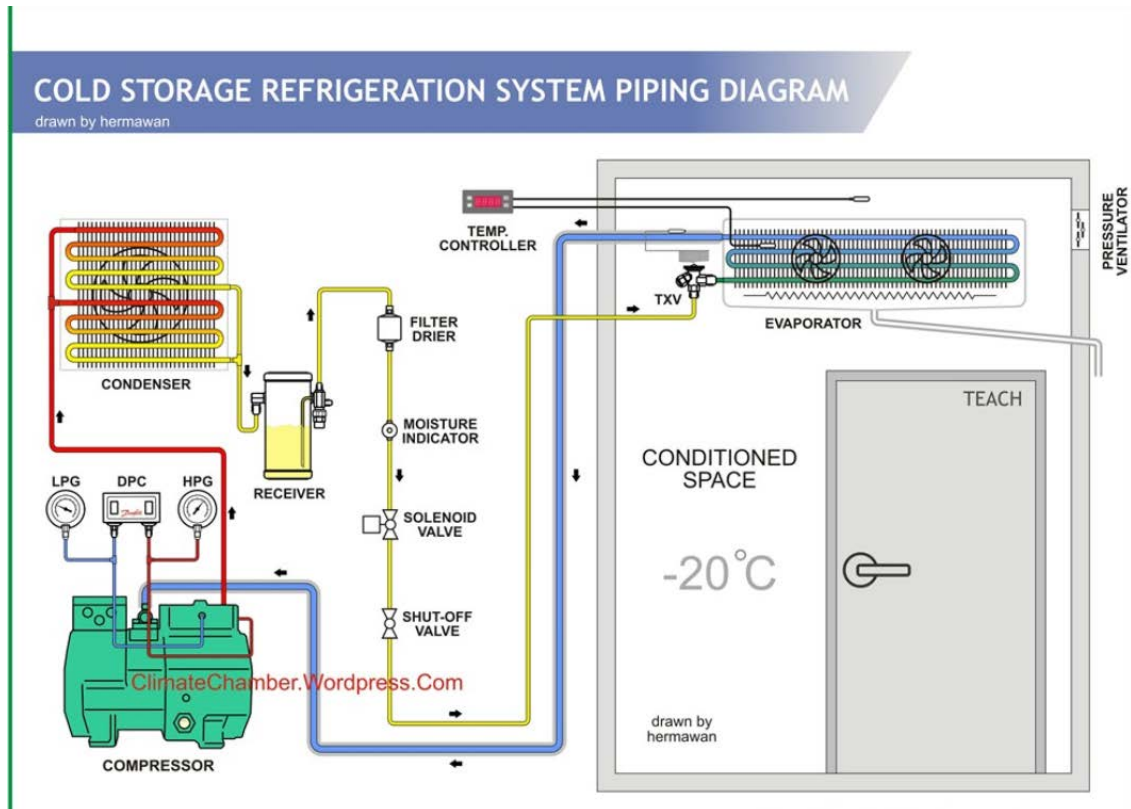
- Andrew. D.Althous, B.S, ME, Carl.H.Turnquist, B.S.ME, Alfred, F.Branciano, B.S.M.Ed.Sp. Modern Refrigeration and Air Conditioning.
- Arismunandar, W. dan Heizo Saito, (2002) Penyegaran Udara, PT. Pradnya Paramita Jakarta
- E. Karyanto Dipl, Dkk. (2009), Penuntun Praktikum Perawatan Air Conditiner (Tata Udara), Jakarta : Restu agung..
- Ilyas, S (1993) Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan, jilid I, CV. Paripurna Jakarta.
- Suparwo, Sp (2003) Pesawat pendingin untuk tingkat operasional Bagian Mesin Kapal Niaga
- _____(1999), BITSZER KUHLMAS CO.LTD, Instruction Book for Refrigerating Provision System.
- Website: www.prinsip-kerja-pesawat-pendingin, (PDF) Mengenal cara kerja pesawat pendingin.

DAFTAR ISTILAH

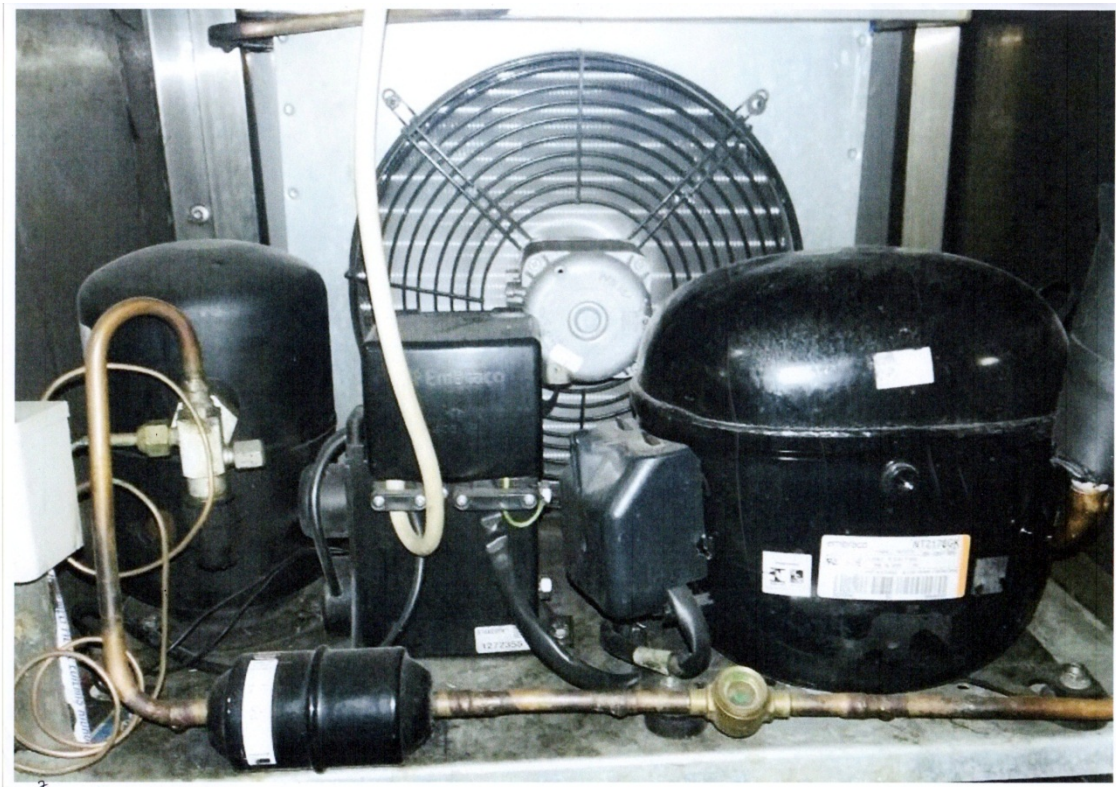
- Accumulator* : Suatu peralatan bantu dalam sistem pendingin (refrigerasi) yang berfungsi untuk menampung dan memisahkan antara cairan refrigerant dan gas refrigerant agar refrigerant yang masuk kedalam kompressor semuanya berbentuk gas.
- Blower Evaporator* : Suatu alat yang berfungsi untuk menghisap udara panas yang berada di dalam ruangan dingin dan menghembuskan lewat kisi-kisi *evaporator*, maka setelah keluar udara panas tersebut akan diserap *evaporator* untuk membantu penguapan atau pengembangan gas di dalam pipa-pipa *evaporator*.
- Bulb* : Alat yang dipasang pada pipa isap gas freon keluar dari *evaporator* menuju kompresor, serta dihubungkan dengan katup ekspansi.
- Compressor* : Alat untuk menghisap dan memampatkan media pendingin
- Condensor* : Bagian dari refrigerasi yang menerima uap *refrigerant* dengan tekanan dan suhu yang tinggi dari kompresor dan memindahkan panas itu dengan cara mendinginkan uap *refrigerant* ke titik embunnya.
- Defrosting* : Suatu kegiatan untuk menghilangkan bunga-bunga es yang terdapat pada *evaporator*.
- Expansion valve* : Katup untuk mengatur jumlah *freon* yang berfungsi untuk mengekspansikan secara adiabatik cairan *refrigerant* yang bertekanan dan bertemperatur tinggi sampai mencapai tingkat keadaan tekanan dan temperatur rendah.

- Evaporator* : Tempat terjadinya penguapan media pendingin sebagai alat penukar panas yang memindahkan panas dari suatu zat, yaitu udara yang ada di dalam ruangan pendingin ke *refrigerant* yang melalui pipa-pipa yang bersirip di dalam *evaporator*
- Filter Dryer* : Alat yang berfungsi untuk menahan atau menyaring kotoran-kotoran yang dibawa freon cair, sebelum freon cair itu masuk melalui *solenoid valve* dan *ekspansi valve* ke *evaporator*.
- High Pressure Control Switch* : Saklar pengatur tekanan tinggi untuk melindungi kompresor pendingin bahan makanan dari tekanan yang terlalu tinggi atau tidak sesuai dengan ketentuan.
- Holida torch* : Suatu alat untuk mencari kebocoran dengan menggunakan bahan bakar dari alkohol propane acetylene dari perubahan nyala api dapat diketahui tempat yang bocor.
- Low pressure Control Switch* : Saklar pengatur tekanan rendah untuk melindungi kompresor pendingin bahan makanan dari tekanan uap yang terlalu rendah, agar tidak turun dari batas tekanan yang ditentukan, sehingga dapat mencegah masuknya udara luar atau air ke dalam sistem bila ada kebocoran kecil pada daerah tekanan rendah.
- Oil Pressure Switch* : Saklar tekanan minyak.
- Oil Separator* : Suatu alat yang berfungsi sebagai pemisah minyak yang tercampur ke dalam gas freon pada kompresor saat proses kompresi, sehingga minyak yang terbawa bersama-sama gas Freon akan dipisahkan dan dikembalikan ke dalam carter kompresor.
- PMS* : Singkatan dari *Planned Maintenance System* yaitu Suatu sistem perencanaan pemeliharaan kapal yang berisi hal-hal yang harus dilakukan dalam perawatan dan pemeliharaan kapal.

<i>Pressure Switch</i>	: Alat yang menghubungkan / memutuskan listrik berdasarkan perbedaan tekanan media gas.
<i>Receiver</i>	: Tempat menampung media pendingin
<i>Refrigeration</i>	: Proses pemindahan panas dengan jalan menurunkan dan mempertahankan suhu benda
<i>Refrigerant (freon)</i>	: Media pendingin pada mesin pendingin yang dapat berubah bentuk gas dan cair yang biasa disebut juga <i>freon</i> seperti R-134, R-404a
<i>Refrigeration Plant</i>	: Instalasi Mesin Pendingin
<i>Solenoid Valve</i>	: Katup untuk membuka dan menutup aliran media pendingin. Alat ini dipasang antara <i>filter dryer</i> dan ekspansi valve, sedangkan tugas utamanya alat ini adalah mengontrol suhu di dalam ruang dingin
<i>Sight glass</i>	: Alat ini mempunyai fungsi untuk melihat keadaan freon alam sistem.
<i>Silver flux</i>	: Suatu pasta solder yang berguna untuk menghindari terjadinya oksidasi pada pipa yang dipanasi yaitu dengan mengislasir zat asam dengan udara.
<i>Thermometer</i>	: Alat yang berfungsi untuk mengukur temperatur
<i>Thermostat</i>	: Alat yang berfungsi untuk mengontrol temperature
<i>Timer</i>	: Alat yang berfungsi mengatur kapan kompresor akan bekerja dan kapan kompresor berhenti (<i>standby</i>).



Sirkulasi Pesawat Pendingin



Gambar Pesawat Pendingin Makanan



Pipa Kapiler Yang Bocor

Standar Pengisian Freon R404a



NATIONAL REFRIGERANTS, INC.

Technical
Guidelines

THERMODYNAMIC PROPERTIES OF R-404A

Temp [°F]	Pressure Liquid [psia]	Pressure Vapor [psia]	Density Liquid [lb/ft ³]	Density Vapor [lb/ft ³]	Enthalpy Liquid [Btu/lb]	Enthalpy Vapor [Btu/lb]	Entropy Liquid [Btu/R-lb]	Entropy Vapor [Btu/R-lb]
-60	11.8	11.3	82.53	0.2671	-5.913	81.19	-0.01439	0.2041
-55	13.5	13.0	82.01	0.3044	-4.447	81.92	-0.01075	0.2032
-50	15.4	14.9	81.48	0.3457	-2.973	82.64	-0.00714	0.2023
-45	17.6	16.9	80.94	0.3913	-1.490	83.36	-0.00356	0.2015
-40	19.9	19.3	80.40	0.4414	0.000	84.08	0.00000	0.2008
-35	22.5	21.8	79.86	0.4965	1.499	84.79	0.00354	0.2001
-30	25.4	24.6	79.31	0.5568	3.007	85.50	0.00705	0.1994
-25	28.5	27.7	78.75	0.6228	4.524	86.20	0.01054	0.1988
-20	31.9	31.0	78.19	0.6947	6.051	86.90	0.01402	0.1982
-15	35.6	34.7	77.62	0.7730	7.587	87.59	0.01747	0.1977
-10	39.7	38.7	77.05	0.8582	9.133	88.28	0.02091	0.1972
-5	44.1	43.0	76.46	0.9506	10.69	88.95	0.02433	0.1967
0	48.8	47.7	75.87	1.051	12.26	89.62	0.02773	0.1963
5	54.0	52.8	75.27	1.159	13.84	90.29	0.03112	0.1959
10	59.5	58.3	74.66	1.276	15.43	90.94	0.03449	0.1955
15	65.5	64.2	74.05	1.403	17.03	91.58	0.03785	0.1951
20	71.9	70.5	73.42	1.539	18.64	92.21	0.04120	0.1948
25	78.7	77.3	72.78	1.686	20.27	92.83	0.04454	0.1945
30	86.1	84.6	72.13	1.845	21.91	93.44	0.04787	0.1941
35	93.9	92.4	71.46	2.016	23.57	94.04	0.05120	0.1938
40	102.3	100.7	70.79	2.200	25.24	94.62	0.05451	0.1935
45	111.2	109.5	70.10	2.397	26.92	95.19	0.05782	0.1932
50	120.7	118.9	69.39	2.610	28.62	95.74	0.06113	0.1930
55	130.7	128.9	68.67	2.839	30.34	96.28	0.06443	0.1927
60	141.4	139.6	67.93	3.086	32.08	96.80	0.06774	0.1924
65	152.8	150.8	67.16	3.352	33.84	97.29	0.07104	0.1921
70	164.7	162.8	66.38	3.638	35.62	97.76	0.07435	0.1918
75	177.4	175.4	65.58	3.947	37.42	98.21	0.07767	0.1915
80	190.8	188.8	64.75	4.281	39.24	98.63	0.08099	0.1911
85	204.9	202.8	63.89	4.642	41.09	99.03	0.08433	0.1908
90	219.9	217.7	62.99	5.033	42.97	99.39	0.08768	0.1904
95	235.6	233.4	62.07	5.458	44.87	99.71	0.09105	0.1900
100	252.1	249.9	61.10	5.921	46.81	100.0	0.09444	0.1895
105	269.5	267.3	60.09	6.426	48.79	100.2	0.09786	0.1890
110	287.8	285.5	59.03	6.981	50.81	100.4	0.1013	0.1884
115	307.0	304.7	57.91	7.592	52.88	100.5	0.1048	0.1878
120	327.2	324.9	56.73	8.271	54.99	100.6	0.1084	0.1870
125	348.4	346.1	55.46	9.029	57.18	100.5	0.1120	0.1862
130	370.6	368.4	54.08	9.886	59.43	100.4	0.1157	0.1852
135	394.0	391.8	52.58	10.87	61.79	100.1	0.1196	0.1840
140	418.5	416.4	50.92	12.01	64.26	99.60	0.1236	0.1825
145	444.3	442.3	49.01	13.39	66.9	98.89	0.1278	0.1807
150	471.4	469.6	46.73	15.13	69.81	97.78	0.1324	0.1783
155	500.0	498.4	43.74	17.55	73.21	95.98	0.1378	0.1748