

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



MAKALAH

**ANALISIS PENURUNAN KINERJA MESIN PENDINGIN
GUNA MENCEGAH KERUSAKAN BAHAN MAKANAN
DI MV. ADNOC 1010**

Oleh :

ARIEF

NIS. 01687/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

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



MAKALAH

**ANALISIS PENURUNAN KINERJA MESIN PENDINGIN
GUNA MENCEGAH KERUSAKAN BAHAN MAKANAN
DI MV. ADNOC 1010**

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

Oleh :
ARIEF
NIS. 01687/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : ARIEF
NIS : 01687/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEHNIKA
Judul : ANALISIS PENURUNAN KINERJA MESIN PENDINGIN
GUNA MENCEGAH KERUSAKAN BAHAN MAKANAN
DI MV. ADNOC 1010

Jakarta, Agustus 2021

Pembimbing I

Dr. Ali Muktar Sitompul, MT

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19730331 200604 1 001

Pembimbing II

Dra. Puji Reknati, M.Pd

Pembina (IV/a)

NIP. 19580828 198503 2 001

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 : ARIEF
NIS : 01687/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : ANALISIS PENURUNAN KINERJA MESIN PENDINGIN
GUNA MENCEGAH KERUSAKAN BAHAN MAKANAN
DI MV. ADNOC 1010

Penguji I

Widigdho, M.Sc

Penguji II

Dr. Ali Muktar Sitompul, MT

Penata Tk I (III/d)

NIP. 19730331 200604 1 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

Diah Zakiah, ST, MT

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19790517 200604 2015

KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati, penulis memanjatkan puji serta syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmatnya serta senantiasa melimpahkan anugerahnya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli 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 :

“ANALISIS PENURUNAN KINERJA MESIN PENDINGIN GUNA MENCEGAH KERUSAKAN BAHAN MAKANAN DI MV. ADNOC 1010”

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

1. Yth. Bapak Amiruddin, M.M, selaku Ketua 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 Dr. Ali Muktar Sitompul, MT., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Yth. Dra. Puji Reknati, M.Pd, 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 yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, Agustus 2021

Penulis,

ARIEF

NIS. 01687 / T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH.....	2
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	3
D. METODE PENELITIAN.....	4
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN.....	5
F. SISTEMATIKA PENULISAN.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN.....	22
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	23
B. ANALISIS DATA.....	26
C. PEMECAHAN MASALAH.....	32
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN.....	38
B. SARAN.....	38
DAFTAR PUSTAKA	40
DAFTAR ISTILAH	

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

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 dibutuhkannya 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.

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.

Sebelum pelaksanaan operasi ataupun pelayaran menuju lokasi, persediaan makanan di atas kapal harus mencukupi untuk kebutuhan selama masa operasi, untuk itu di butuhkan tempat penyimpanan agar makanan tersebut dapat tetap sehat segar, dan higienis. Untuk menjaga agar mutu persediaan makanan tersebut tetap sehat, segar dan higienis maka persediaan makanan tersebut harus disimpan pada ruangan yang dilengkapi dengan mesin pendingin, khusus untuk makanan sehingga persediaan makanan tersebut dapat bertahan lama sehingga mutunya tetap terjaga dan higienis.

Hal ini dapat tercapai apabila mesin pendingin bekerja dengan baik, akan tetapi pada kenyataannya kita sering menghadapi gangguan pada sistem mesin pendingin, sehingga mengakibatkan temperatur ruang pendingin makanan tidak dapat

mencapai temperatur yang dibutuhkan. Akibatnya bahan makanan yang disimpan cepat rusak.

Dengan demikian pengetahuan tentang perawatan mesin pendingin baik secara teori maupun praktek sangat dibutuhkan khususnya para masinis di atas kapal. Dengan pengetahuan tersebut masinis mampu bertindak dan menganalisa untuk menentukan kerusakan dan memperbaikinya dengan segera, sehingga kenyamanan berlayar atau kelancaran pengoperasian kapal tidak terganggu. Berdasarkan pengalaman penulis di atas MV. ADNOC 1010, seringkali ditemui permasalahan pada mesin pendingin bahan makanan seperti suhu kondensor terlalu panas, terjadi kebocoran pada pipa kapiler, terjadi bunga es pada pipa-pipa *evaporator*, tekanan isap pada kompresor terlalu rendah, dan terjadi *knocking* (suara terlalu berisik) pada kompresor sehingga suhu ruang pendingin bahan makanan sering tidak mencapai suhu yang diinginkan.

Untuk mengatasi masalah tersebut diatas penulis tertarik mengemukakan judul : **“ANALISIS PENURUNAN KINERJA MESIN PENDINGIN GUNA MENCEGAH KERUSAKAN BAHAN MAKANAN DI MV. ADNOC 1010”**.

Judul tersebut diatas berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal yang tertera sesuai judul. Sering terjadi gangguan pada sistem pendingin ruang untuk menyimpan makanan.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Adapun dari latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat diidentifikasi pokok permasalahan yaitu suhu ruang pendingin bahan makanan tidak mencapai suhu yang diinginkan, penyebab dari permasalahan pokok diatas penulis mengidentifikasi beberapa masalah diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Suhu kondensor terlalu panas
- b. Terjadi bunga es pada *evaporator*

- c. Tekanan isap pada kompresor terlalu rendah
- d. Terjadi *knocking* (suara terlalu berisik) pada kompresor

2. Batasan Masalah

Mengingat begitu banyak keterbatasan penulis baik waktu dan kemampuan maka dalam penulisan ini penulis membatasi pada kapal MV. ADNOC 1010 dengan mesin pendingin dari permasalahan yang telah diidentifikasi pada permasalahan yaitu :

- a. Suhu kondensor terlalu panas
- b. Terjadi bunga es pada *evaporator*

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, penulis dapat merumuskan permasalahan yang terjadi sebagai berikut :

- a. Mengapa suhu kondensor terlalu panas ?
- b. Apa yang menyebabkan terjadi bunga es pada *evaporator* ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk menganalisis dan mencari solusi mengapa suhu kondensor terlalu panas dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.
- b. Untuk menganalisis dan mencari solusi apa yang menyebabkan terjadinya bunga es pada *evaporator* dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

- 1) Memberikan sumbangan langsung maupun tidak langsung bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang permesinan pendingin di atas kapal.
- 2) Menambah wawasan untuk meningkatkan ketrampilan dan ilmu pengetahuan tentang bagaimana cara perawatan mesin pendingin yang

baik dan benar sehingga dapat menjaga kualitas bahan makanan.

b. Aspek Praktisi

Dapat menjadi masukan dalam mengatasi gangguan-gangguan yang serupa atau yang timbul pada mesin pendingin bahan makanan sehingga dapat meningkatkan kelancaran operasional pada kapal MV. ADNOC 1010.

D. METODE PENELITIAN

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

1. Metode Pendekatan

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

- a. Berdasarkan metode pengalaman (*field research*) yaitu pengalaman dan pengamatan langsung pada mesin pendingin bahan makanan merk Bitzzer di atas kapal MV. ADNOC 1010.
- 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 terkait dengan masalah mesin pendingin makanan ditempat obyek penelitian pada saat bekerja di atas kapal MV. ADNOC 1010.

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 sistem mesin pendingin 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 bahan makanan.

3. Subyek Penelitian

Dalam penelitian ini yang menjadi subjek penelitian adalah mesin pendingin makanan merk Bitzzer di atas kapal MV. ADNOC 1010 untuk menjaga kualitas bahan makanan.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas MV. ADNOC 1010 terhitung dari 21 Desember 2019 sampai dengan 05 September 2020. Dalam kurun waktu tersebut kegiatan yang dilakukan selain meneliti permasalahan yang terjadi pada mesin pendingin tetapi juga digunakan untuk melaksanakan tugas dan tanggung jawab sebagai *Chief Engineer* sesuai dengan jabatan.

2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di atas MV. ADNOC 1010 yaitu kapal *Landing Craft* berbendera UAE milik perusahaan pelayaran ADNOC yang beroperasi di alur pelayaran Adnoc base - Das Island.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan makalah ini dari 4 bab dimana antara bab 1 sampai bab 4 saling berhubungan. Susunan penulisannya 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. ADNOC 1010 sebagai *Chief 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

Bab ini memuat kesimpulan yaitu merupakan bab terakhir yang mengulas secara singkat hasil jawaban terhadap pemecahan masalah pada bab pendahuluan. Saran yaitu mengemukakan saran yang ditujukan berdasarkan pemecahan masalah.

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. Mesin Pendingin

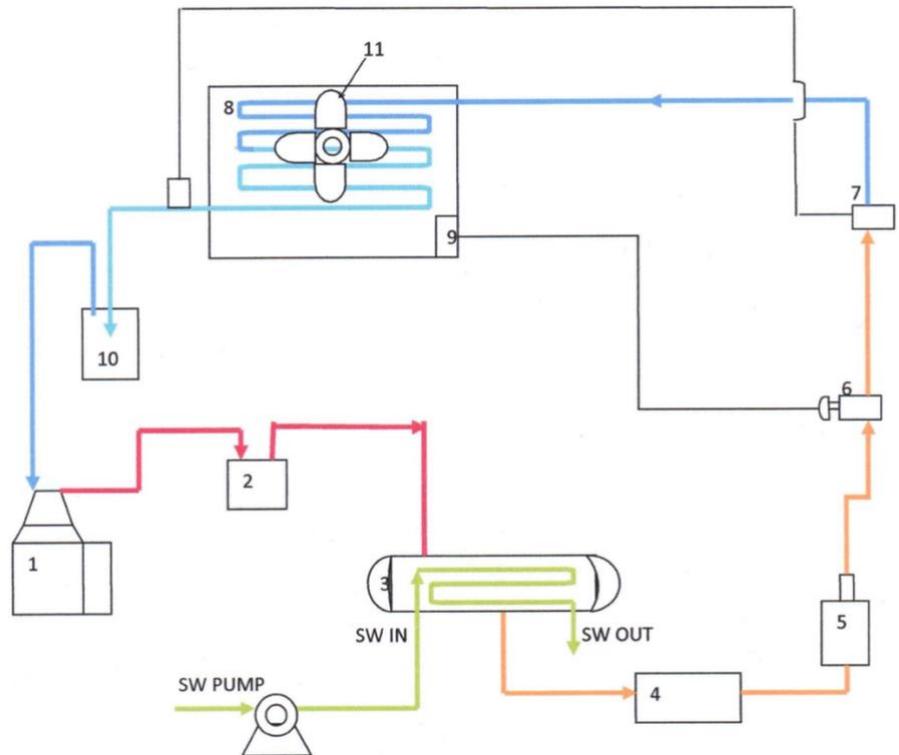
a. Definisi Mesin Pendingin

Menurut Hartanto (2011:21) 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.

Mesin pendingin adalah mesin yang didalamnya terjadi siklus dari bahan pendingin dalam sistem sehingga terjadi perubahan panas dan tekanan. Perubahan panas dan tekanan terjadi pada siklus kerja mesin pendingin dimana mesin pendingin menggunakan bahan pendingin (*refrigerant*) yang bersirkulasi menyerap panas dan melepaskan panas serta terjadinya perubahan tekanan didalam sistem dari tekanan rendah menjadi tekanan tinggi dan begitu selanjutnya selalu bersirkulasi secara terus menerus. Selanjutnya mesin pendingin pada dewasa ini telah banyak digunakan untuk mempertahankan keadaan segar seperti di *cold storage*, *super market* restoran dan juga digunakan untuk mendinginkan ruangan (Ilyas, Sofyan, 2012)

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.

b. Fungsi dan Kerja Tiap-Tiap Komponen



Gambar 2.1 Diagram System Pendingin Bahan Makanan

Keterangan Gambar :

- | | |
|-------------------|-----------------------------|
| 1. Compresor | 7. Expansion Valve |
| 2. Oil Separator | 8. Evaporator |
| 3. Condenser | 9. Thermostate Control |
| 4. Reciever | 10. Accumulator |
| 5. Dryer Filter | 11. Fan (Blower Evaporator) |
| 6. Solenoid Valve | |

- Bagian-bagian utama Mesin Pendingin.

1. *Compressor*

Ialah suatu alat (mesin) yang menghisap gas *freon* bertekanan rendah dari *evaporator* untuk kemudian dikompresikan. Suhu *freon* akan naik sebab itu dan selanjutnya gas *freon* yang panas dialirkan ke dalam kondensor melalui oil separator. Kemudian gas *freon* didinginkan dan berubah menjadi *freon cair*.

Menurut Hartanto (2011:34) berdasarkan cara kerjanya kompresor dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

a) Kompresor torak

Kompresor torak yaitu kompresor 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 sistem mesin pendingin berkapasitas besar maupun kecil seperti lemari es dan gudang pendinginan

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.

2. *Oil separator* (pemisah minyak) ialah suatu alat yang berfungsi sebagai pemisah

Minyak yang tercampur ke dalam gas *freon* pada *compressor* saat proses kompresi Sehingga minyak yang terbawa bersama-sama dengan gas *freon* akan dipisahkan dan dikembalikan ke dalam karter *compressor*, dan selanjutnya gas *freon* yang sudah tidak tercampur minyak yang masih tinggi suhu dan tekanannya dialirkan kedalam kondensor.

3. *Condenssor*

Ialah suatu alat yang berfungsi untuk merubah gas *freon* yang panas dan bertekanan tinggi menjadi *freon* yang cair (*liquid*), adapun dalam proses perubahan dari gas *freon* panas menjadi *freon* cair (*liquid*) melalui proses yang dinamakan kondensasi, dengan jalan dibantu media air laut. Selanjutnya *freon* cair yang masih bertekanan tinggi tersebut dialirkan ke *evaporator* melalui *dryer* (*filter* pengeringan)

4. *Receiver*

Receiver berfungsi sebagai penampung *freon* cair setelah terjadi kondensasi di kondensor.

5. *Dryer Filter* (saringan pengering)

Filter dryer berfungsi untuk mengeringkan cairan bahan pendingin dari kandungan air dan menyaring kotoran-kotoran yang dibawa oleh *freon* cair, sebelum *freon* cair masuk melalui *solenoid valve*

6. *Solenoid valve*

Solenoid valve ialah suatu alat yang dipasang antara *filter dryer* dan *Exspansi valve* sedangkan tugas utama alat ini adalah mengontrol suhu di dalam ruangan dingin, adapun cara kerjanya alat ini diatur oleh *thermostatic switch* yang mempunyai *control*

7. *Exspansion valve* (katup ekspansi)

Exspansi valve gunanya untuk mengatur jumlah *freon* cair yang masuk ke dalam *evaporator* sesuai kebutuhan yang diinginkan adapun besar kecil membuka dan menutupnya diatur oleh *bulb* yang dipasang sesudah *evaporator* akan lebih banyak menguap sehingga besarnya suhu panas lanjut di *evaporator* akan

meningkat. Pada akhir *evaporator* diletakkan tabung sensor suhu (*sensing bulb*) dari *valve* tersebut. Peningkatan suhu dari *evaporator* akan menyebabkan uap atau cairan yang terdapat ditabung sensor suhu tersebut akan menyebabkan uap terjadi pemuaiian sehingga tekanan meningkat. Peningkatan tekanan tersebut akan menekan *diafragma* ke bawah dan membuka katup lebih lebar. Hal ini menyebabkan cairan *refrigerant* yang berasal dari *condenssor* akan lebih banyak masuk ke *evaporator*. Akibatnya suhu panas lanjut di *evaporator* kembali normal, dengan kata lain suhu panas lanjut di *evaporator* dijaga tetap konstan pada segala keadaan beban.

8. *Evaporator*

Suatu alat dimana *freon* dalam keadaan temperatur dan tekanan rendah sekali, dan mengambil panas dari dalam ruangan tersebut yang dihisap dan dihembuskan oleh pipa kipas (*blower*) *evaporator*. Untuk selanjutnya gas *freon* tekanan rendah tersebut dihisap lagi oleh *compressor*.

9. *Thermostat*

Thermostat membrane dihubungkan dengan *control bulb* atau tabung pengontrol yang letaknya didalam kamar dingin. Kontrol *bulb* ini sisi dengan *freon* atau gas yang lain yang mudah memuai oleh suhu. Bila suhu di dalam kamar dingin naik, maka suhu dalam *bulb* juga ikut naik. Karena kenaikan suhu tekanan gas juga ikut naik untuk kemudian tekanan ini mendorong membrane ke dalam dan terjadilah hubungan listrik dengan *solenoid valve*. Bila suhu dalam kamar dingin sudah cukup rendah, maka Tekanan gas didalam kontrol *bulb* turun dan membrane ditekan keluar oleh pegas. Aliran listrik ke *solenoid valve* terputus dan kemudian *pluger* menutup jalan *freon*.

10. Accumulator

Accumulator berfungsi sebagai penyaringan gas dari cairan, sehingga *refrigerant* yang masuk kedalam *compressor* dalam keadaan gas (*compressor* dirancang untuk memompa gas bukan cairan). *Accumulator* hanya sebagai tambahan boleh ada atau boleh tidak, *Accumulator* terletak setelah *evaporator* dan sebelum *compressor*.

11. Kipas (*blower evaporator*)

Berfungsi untuk menghisap udara panas yang berada didalam ruangan dingin dan menghembuskan lewat kisi-kisi *evaporator* maka udara panas tersebut akan diambil *evaporator* untuk membantu penguapan, maka setelah keluar dari kisi-kisi udara yang dihembuskan menjadi dingin. Selanjutnya proses ini berjalan terus menerus sampai suhu ruangan tercapai sesuai dengan suhu yang di dinginkan.

- Bagian-bagian otomatis pada sistem

Guna mencegah kerusakan-kerusakan pada *compressor*, karena suatu hal misalnya tekanan isap selalu rendah sekali, maka dipasang otomatis-otomatis yang diperlukan :

a) *Low pressure control switch* adalah suatu alat yang berguna untuk melindungi *compressor* pendingin bahan makanan dari pada tekanan isap yang terlalu rendah, agar tidak turun lebih banyak dari batas tekanan yang telah ditentukan, sehingga dapat mencegah masuknya udara luar atau air kedalam sistem bila ada kebocoran kecil pada daerah tekanan rendah.

Cara kerjanya *low pressure control switch* adalah apabila terjadi pada daerah tekanan rendah menurun sampai pada batas yang ditentukan, *bellow* akan menyusut dan akan berhenti, apabila pada daerah rendah telah normal kembali maka *bellow* akan mengembang dan menutup kontak listrik sehingga arus listrik mengalir ke *electromotor* dan *compressor* bekerja kembali.

b) *High Pressure Switch*

High Pressure Switch adalah suatu alat yang berguna untuk melindungi *compressor* pendingin bahan makanan dari tekanan yang terlalu tinggi atau tidak sesuai dengan ketentuan tekanan yang terlalu tinggi pada *compressor* adalah disebabkan banyaknya gas yang tidak mencair di *condensor*, yang dikarenakan kurangnya pendingin dari air laut. Cara kerja *high pressure control switch*, adalah apabila pada daerah tekanan tinggi tekanan gas naik melebihi batas yang ditentukan, maka *beallow* akan mengembang dan menimbulkan kontak listrik terputus dan akan berhenti, apabila tekanan kembali turun pada tekanan normal maka *compressor* akan jalan kembali.

c) *Oil pressure switch control* atau saklar

Oil pressure switch control adalah pengontrol tekanan tinggi yang berfungsi untuk menghentikan atau memutuskan aliran listrik dengan motor *compressor* bila tekanan minyak lumur berkurang atau hilang.

d) *Safety valve* atau klep keamanan

Suatu alat yang dipasang pada *condenssor* bila tekanan melebihihi kerja tekanan kerja dan alat-alat pengontrol lain tidak bekerja, maka kelebihan tekanan akan dilepaskan ke atmosfer melalui klep keamanan ini.

e) *Heater*

Berfungsi mencari bunga es (*defrost*) yang terdapat di *evaporator*. Selain itu pemanas dapat mencegah terjadinya penimbunan bunga es pada bagian *evaporator*.

f) *Defrost timer*

Suatu alat untuk memutuskan dan mengalirkan arus pada heater di *evaporator* untuk menghilangkan bunga-bunga es yang terdapat di *evaporator*.

2. Pendinginan (Refrigerasi)

a. Definisi Refrigerasi

Menurut Hartanto (2011:21) *refrigerasi* adalah suatu sistem yang memungkinkan untuk mengatur tingkatan suhu suatu bahan atau ruangan sampai mencapai tingkatan suhu yang lebih rendah dari suhu lingkungan atau suhu atmosfer dengan cara penyerapan panas dari bahan atau ruangan tersebut. Proses penyerapan panas ini berlangsung selama terjadinya proses penguapan *refrigerant* didalam evaporator. Panas yang diserap dari ruangan pendingin disebabkan pada proses penguapan *refrigerant* dari bentuk cair menjadi gas memerlukan energi panas. Energi panas yang diperlukan untuk perubahan bentuk *refrigerant* dari bentuk cair ke bentuk gas disebut panas laten yang besarnya sama dengan panas yang diserap dari ruangan sekitarnya.

Sebagaimana kita ketahui Panas (*heat*) yang merupakan salah satu bentuk energi, dapat bergerak dari zat atau benda yang bertemperatur tinggi (*Hot*) ke zat atau benda yang bertemperatur lebih rendah (*Cold*). Zat yang ditinggalkan panas akan turun temperaturnya atau kemungkinan kedua akan berubah bentuknya, sebaliknya zat yang didatangi panas atau menganbil panas temperaturnya menjadi naik atau kemungkinan kedua akan berubah bentuk.

Sebagai contoh nyata dari hal tersebut di atas yaitu contoh pertama jika pada saat kulit kita terkena tetesan alcohol 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 merasan 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 (2012:48) 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 sehingga *enthalpy*-nya 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.

b. Prinsip Dasar Refrigerasi

Prinsip kerja Mesin Pendingin adalah memindahkan panas dari suatu tempat/bahan yang temperaturnya lebih rendah ketempat atau bahan yang temperaturnya lebih tinggi. Pendinginan adalah usaha untuk mencapai temperatur lebih rendah dari temperatur sekitarnya (E.Karyanto, 2009)

1) 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, 2012).

2) 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 Sofyan (2012), suatu siklus *refrigerasi* secara berurutan berawal dari proses pemampatan (kompresi), proses pengembunan (kondensasi), proses pemuaihan dan berakhir pada proses penguapan (*evaporator*)

c. Siklus *Refrigerasi*

Satu siklus *refrigerasi* kompresi uap adalah sebagai berikut:

1) Proses Pemampatan

Refrigerant yang mempunyai suhu dan tekanan rendah yang berasal dari proses penguapan dimampatkan/ dikompresikan oleh kompresor menjadi uap bersuhu dan bertekanan tinggi agar kemudian mudah diembunkan, uap kembali menjadi cairan di dalam kondensator. Pada gambar 2.1 diatas, proses dimulai ketika *refrigerant*, meninggalkan evaporator (proses 1-2). *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 kondensator.

2) Pengembunan

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

Pada gambar 2.1 diatas proses kondensasi dimulai saat *refrigerant* masuk ke dalam kondensator (proses 2-3). *Refrigerant* yang berwujud gas, suhu dan tekanannya tinggi sebelum masuk ke kondensator masuk

dulu ke dalam alat pemisah minyak, untuk memisahkan *refrigerant* dari minyak lumpur. Di dalam kondensor, *refrigerant* didinginkan oleh air laut 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.

3) Proses penurunan Tekanan (Pemuaian)

Pemuaian adalah proses pengaturan kesempatan bagi *refrigerant* yang berwujud cair untuk memuai agar selanjutnya dapat menguap di *evaporator*. Pada gambar diatas 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 Sistem pendingin maka kita dapat mengenali daerah-daerah berciri khusus yang harus dipahami sebagai pemahaman mutlak

Menurut temperatur sesuai dengan proses yang terjadi di tiap komponen pokok, maka untuk mengontrol bahwa sistim berjalan normal kita dapat kenali :

- a) Daerah panas (*Hot*), dimulai dari silinder blok dan silinder *head* kompresor sampai pipa masuk kondensor
- b) Daerah dingin (*Cold*) dimulai dari katup ekspansi sampai dengan *evaporator*
- c) Daerah gas, keluar dari *evaporator*, kompresor, sampai masuk kondensor.

- d) Daerah cair, keluar kondensor sampai keluar katup ekspansi
- e) Daerah tekanan tinggi, mulai dari kompresor bagian tekan sampai masuk katup ekspansi besarnya tekanan adalah tekanan kompresi.
- f) 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 di dalam *evaporator*. Yang berarti bahwa panas yang harus meninggalkan sistem di kondensor sama besarnya dengan panas yang diserap ke dalam sistem 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 (air laut) adalah fungsi dari 3 faktor :

- a) Luasnya Permukaan kondensasi,
- b) Koefisien konduktansi dinding kondensor,
- c) 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 air laut.

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 ditekan 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.

d. Cairan Pendingin (*Refrigerant*)

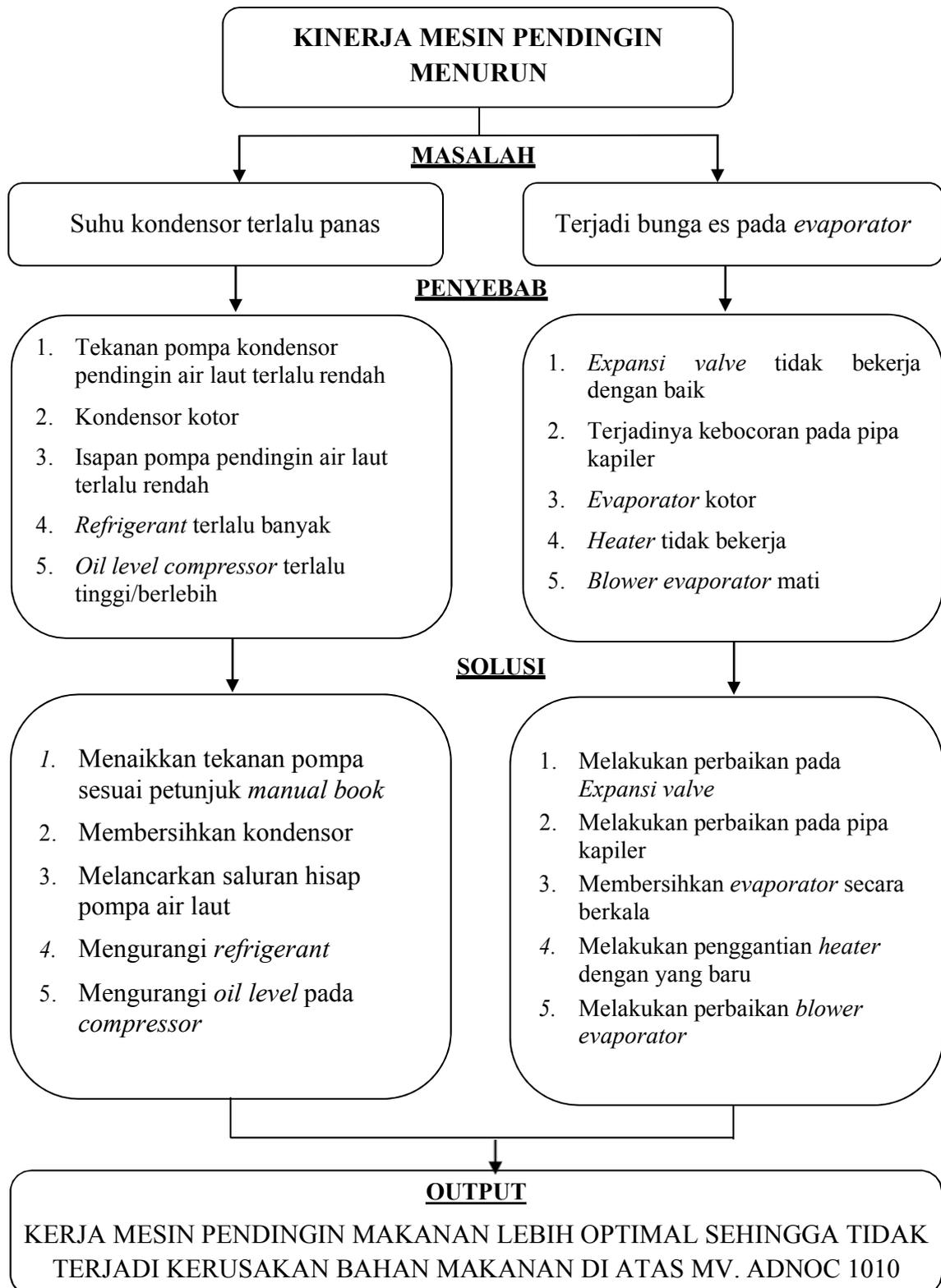
Refrigerant adalah *fluida* kerja yang digunakan untuk memindahkan panas di dalam siklus *refrigerant*. Berdasarkan fungsinya selama *refrigerant* dibagi menjadi 2 jenis yaitu yang digunakan dalam siklus kompresi uap dan yang untuk membawa kalor bertemperatur rendah. Pada sistem kompresi uap, *refrigerant* menyerap kalor dari suatu ruang melalui proses *evaporasi* dan membuang kalor keruangan lain melalui proses kondensasi

Sifat-sifat yang diperimbang dalam memilih *refrigerant* adalah sifat kimia, sifat fisik, dan sifat termodinamika.

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Untuk memudahkan Penulis maupun pembaca dalam mempelajari makalah ini, Penulis membuat kerangka pemikiran dalam bentuk block diagram sehingga terlihat keterkaitan antara variable yang diteliti dengan teori-teori yang ada sehingga ditemukan solusi dari permasalahan yang ada. (kerangka pemikiran terlampir)

KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Untuk menunjang kelancaran produktivitas suatu pelayaran kapal niaga diperlukan pemeliharaan rutin mesin pendingin bahan makanan, dikarenakan bahan makanan harus senantiasa dijaga dengan benar, baik mutu maupun kualitasnya, agar selama dalam pelayaran kebutuhan makananan akbuah kapal (ABK) tidak terganggu dari fakta-fakta yang diperbolehkan mesin pendingin kesegaran bahan makanan diatas kapal. sebagai diketahui bahwa prinsip kerja mesin pendingin bahan makanan adalah jika *compressor* jalan, maka gas *freon* R404 A akan mengalir kesemua bagian dari system tersebut sampai berubah-ubah bentuknya dari gas menjadi cair dan demikian pula suhu dan tekanan ikut berubah-ubah.

Gas *freon* R 404 A dengan suhu rendah dan tekanan rendah dari *evaporator*, masuk ke *compressor* dan oleh kompresor gas tersebut dipadatkan menjadi gas dengan suhu dan tekanan tinggi, lalu menuju ke *oil separator* disini terjadi pemisahan minyak lumas dengan gas freon karena berat jenis yang berbeda, setelah gas *freon* mengalir ke *condensor*. *Condensor* mendapat pendinginan air laut dari luar yang lebih rendah suhunya, maka gas dengan suhu tinggi dan tekanan tinggi akan membuang keluar sambil mengembun dan bentuknya menjadi cair pada suhu pengembunan (kondensasi), tetapi tekanannya masih tetap tinggi. Cairan tersebut lalu masuk kesaringan dan disini kotoran-kotoran disaring sebelum masuk ke katup *expansi*. Selanjutnya dari katup *expansi freon* terjadi perubahan wujud dari cairan bertekanan tinggi bertekanan rendah menjadi gas *freon* ini mengambil panas dan udara yang mengalir melalui rusuk-rusuk *evaporator*. Kemudian gas *freon* dengan suhu dan tekanan rendah kembali ke *compressor*. Hal tersebut terjadi berulang-ulang kali.

Adapun kejadian yang pernah penulis temui di atas MV. ADNOC 1010 diantaranya sebagai berikut :

1. Kejadian 1 - Suhu Kondensor Terlalu Panas

Pada tanggal 03 April 2020 saat kapal sedang beroperasi di Adnoc Base - Das Island terjadi gangguan pada kondensor. Setelah *Chief Engineer* datang, langsung mengambil alih dan mengadakan pemeriksaan pada system mulai dari *compressor, oil separator, condensor, dryer, ekspansi valve, evaporator* dan seluruh instalasi mesin pendingin, setelah diperiksa terdapat hal-hal yang mencurigakan.

Akibat adanya gangguan tersebut, membuat hasil kerja dari system mesin pendingin untuk bahan makanan tidak normal. Adapun fakta-fakta selama kapal beroperasi di lokasi *oil field* serta data-data yang kita ambil dari dokumentasi laporan diatas kapal pada saat mesin pendingin tersebut tidak normal. Adalah sebagai berikut :

Waktu	Mesin Pendingin no	Tekanan <i>Compressor</i> (Psi)		Temperature				
				Air pendingin		Ruang Daging	Ruang Sayur	Lobby
		Tekanan	Isap	Masuk	Keluar			
03-4-2020	1	320	100	29	40	-7	+14	+15

Sumber : Manual book

Table daily report bahwa keadaan mesin pendingin tidak normal.

Dari hasil pengamatan penulis, suhu kondensor yang terlalu panas disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

- a. Tekanan pompa kondensor pendingin air laut terlalu rendah
- b. Kondensor kotor
- c. Isapan pompa pendingin air laut terlalu rendah
- d. *Refrigerant* terlalu banyak
- e. *Oil level compressor* terlalu tinggi/berlebih

Adapun pembahasan lebih lanjut akan dijelaskan pada sub bab Analisis Data sehingga dapat terlihat ketidaksesuaian/permasalahan yang terjadi agar dapat dicarikan alternatif pemecahan masalahnya.

2. Kejadian 2 - Terjadi Bunga Es Pada *Evaporator*

Pada tanggal 16 November 2020 saat kapal beroperasi di Premier oil Field penulis menemui suatu kejadian dimana terjadi bunga es pada *evaporator*. Terjadinya bunga es di sekitar pipa-pipa *evaporator* menyebabkan hasil kerja dari system mesin pendingin untuk bahan makanan tidak normal. Adapun data-data yang kita ambil dari dokumentasi laporan diatas kapal pada saat mesin pendingin tersebut tidak normal. Adalah sebagai berikut :

Waktu	Mesin Pendingin no	Tekanan <i>Compressor</i> (Psi)		Temperature				
				Air pendingin		Ruang Daging	Ruang Sayur	Lobby
		Tekanan	Isap	Masuk	keluar			
16-11-2020	1	200	90	29	40	-5	+12	+12

Sumber : Manual book

Table daily report bahwa keadaan mesin pendingin tidak normal.

Berdasarkan pengamatan penulis dari kejadian terjadinya bunga es pada *evaporator* tersebut di atas dapat disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut :

- a. *Expansi valve* tidak bekerja dengan baik
- b. Terjadinya kebocoran pada pipa kapiler
- c. *Evaporator* kotor
- d. *Heater* tidak bekerja
- e. *Blower evaporator* mati

Selanjutnya dari masing-masing faktor penyebab terjadinya bunga es pada *evaporator* tersebut akan dilakukan analisis yang dibahas pada sub bab analisis data. Dengan demikian dapat diketahui faktor penyebab mana yang perlu dicarikan alternatif pemecahan masalahnya sebagai solusi yang tepat untuk mengatasi terjadinya bunga es pada *evaporator*.

B. ANALISA DATA

Berdasarkan deskripsi data di atas, maka dapat dianalisis beberapa penyebab masalahnya sebagai berikut :

1. Suhu Kondensor Terlalu Panas

Suhu kondensor terlalu panas dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya adalah :

a. Tekanan pompa kondensor pendingin air laut terlalu rendah

Volume dan atau tekanan air laut yang masuk ke kondensor berkurang karena adanya kebocoran air antara *mechanical seal* pompa atau karena keausan pada *shaft input*. Sehingga kecepatan aliran air laut yang terpompa berkurang karena kebocoran tersebut sehingga volume air laut yang masuk ke kondensor juga akan berkurang. Sehingga penyerapan panas dari *refrigeran* ke air pendingin akan berkurang, sehingga jumlah volume *refrigerant* yang terkondensasi juga berkurang. Dengan berkurangnya volume refrigeran yang terkondensasi akan menyebabkan proses penguapan pada evaporator berkurang sehingga penyerapan panas dari ruang pendingin oleh *evaporator* tidak sempurna. Dengan demikian kinerja dari sistim pendinginan akan menurun.

Dari hasil analisis yang dilakukan telah ditemukan kebocoran pada bagian antara *mechanical seal* dan *shaft* pompa sehingga memang terjadi masalah penurunan pada tekanan pompa.

b. Kondensor kotor

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. Air laut yang mendinginkan kondensor dapat mengalir karena air laut yang dipompakan.

Dari analisis yang dilakukan tidak ditemukan kotoran pada *condensor* sehingga kerja *condensor* dalam keadaan normal.

c. Isapan pompa pendingin air laut terlalu rendah

Kondisi pompa pendingin air laut sangat tergantung dari perawatan harian yang kita lakukan. Kondisi pompa yang tidak optimal dapat disebabkan oleh banyaknya kotoran yang ada pada saringan isap sehingga membuat pompa menghisap air laut dengan jumlah atau volume yang kurang. Pompa berputar terus sementara jumlah volume air laut yang diisap sangat sedikit, ini menyebabkan terjadinya panas pada shaft pompa, yang dapat mengakibatkan terjadinya kebocoran air laut melalui *gland packing* pompa tersebut atau terjadinya kavitasi pada pompa, yaitu terbentuknya gelembung gelembung udara dalam aliran air sehingga menurunkan tekanan pompa.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan tidak diketemukan penurunan pada isapan pompa ataupun penyumbatan pada isapan pompa sehingga isapan pompa masih dalam keadaan normal.

d. Refrigerant terlalu banyak

Pada saat kelebihan *refrigerant*, pipa pendingin akan mengalami tekanan tinggi sehingga arus listrik ke bagian magnet clutch akan putus. Sedangkan pada saat tekanan pipa pendingin rendah, arus listrik justru akan mengalir dengan baik bagian magnet clutch. Tekanan yang berlebihan juga membuat suhu udara di dalam ruangan pendingin tidak mencapai suhu yang diinginkan.

Pada hal ini setelah dilakukan pengecekan dengan cara melihat pada gelas duga tidak di temukan kelebihan pada *refrigerant*, *refrigerant* masih dalam kondisi batas normal

e. ***Oil level compressor* terlalu tinggi/berlebih**

Dalam system mesin pendingin fungsi dari minyak pelumas adalah untuk melumasi compressor. Minyak pelumas tersebut ditampung di dalam *crankcase* (kotak engkol) kompresor. Bagian-bagian yang dilumasi antara lain : *bearing*, poros engkol, silinder liner dan bagian-bagian lain yang bergesekan. Agar minyak pelumas tersebut dapat beredar kebagian-bagian yang dilumasi, pada *compressor* dipasang pompa untuk mengedarkan minyak pelumas. Tetapi pada kenyataan operasional kerja mesin pendingin, minyak Pelumas tersebut dapat juga menjadi penyebab terjadinya gangguan pada mesin pendingin. Hal ini terjadi apabila minyak pelumas ikut beredar ke dalam system *refrigerant* yang disebabkan banyaknya minyak pelumas pada karter kompresor. Bila hal ini terjadi aliran Freon dalam system terganggu, karena minyak pelumas sangat beda karakteristiknya dengan Freon. Dengan ikut beredarnya minyak pelumas ke dalam system Freon akan mengganggu proses pemindahan panas pada proses penguapan pada *evaporator*.

Apabila jumlah minyak pelumas yang terdapat dalam ruang engkol compressor melebihi batas maksimal yang ditentukan juga akan mengganggu kerja dari system pendinginan. Dengan minyak pelumas yang berlebih akan menyebabkan putaran compressor lebih berat. Kompresor lebih berisik suaranya jika dibandingkan dengan keadaan dimana minyak lumas dalam level yang normal. Selain itu, minyak lumas juga akan dapat ikut beredar bersama Freon. Karena jika minyak lumas berlebih, saat torak bergerak turun kebawah minyak lumas tersebut akan dapat terdorong naik keatas piston. Apabila piston tersebut pada langkah tekan minyak yang ada akan ikut terdorong bersama Freon.

Dalam hal ini setelah dilakukan pengecekan dengan cara melihat pada gelas duga tidak ditemukan kelebihan *oil level* pada *carter compressor*, jadi *oil level* masih dalam kondisi normal.

2. Terjadi bunga es pada *evaporator*

Terjadinya bunga es pada *evaporator* dapat disebabkan oleh :

a. *Expansi valve* tidak bekerja dengan baik

Penyetelan katup *expansi* terlalu kecil, *freon* yang dihembuskan atau disemprotkan lewat *expansi* terlalu sedikit sehingga volume *freon* yang masuk ke *evaporator* tidak sebanding dengan daya hisap *compressor* sehingga hisapan terlalu rendah dan bisa mengakibatkan *low pressure switch* bekerja secara otomatis.

Pada permukaan koil-koil *evaporator* tertutup debu atau kotoran yang terhisap oleh blower *evaporator* sehingga sirkulasi udara tidak sempurna. Pada saat *evaporator* tertutup kotoran secara otomatis koil-koil *evaporator* perlahan-lahan bunga es akan menebal sehingga seluruh permukaan akan betul-betul tertutup.

Salah satu penyebab kersuakan pesawat pendingin makanan yaitu katup ekspansi bocor. Katup ekspansi 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.

Dari analisis yang telah di lakukan, dari segi fungsi dan bentuk fisik *ekspansi valve* masih dapat bekerja secara baik sehingga masih dapat di pergunakan kembali.

b. Terjadinya kebocoran pada 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 referigeran 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 diisikan 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.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada semua saluran pada sistem, tidak diketemukan adanya kebocoran pada pipa kapiler.

c. *Evaporator kotor*

Evaporator yang kotor karena debu yang menempel adalah menjadi salah satu penyebab suhu ruangan pendingin tidak tercapai. Selain hembusan angin kurang kencang karena terhalang oleh debu, juga menyebabkan bau tidak sedap. Untuk mengetahui *evaporator* kotor, selain hembusan angin yang lemah bisa juga diperiksa dengan mudah dengan cara hidupkan *blower* pada kecepatan maksimal, maka akan terdengar suara angin yang tertahan.

Debu dan kotoran akan menyebabkan *evaporator* beku dan angin tidak keluar karena terhalang gumpalan es di *evaporator*. Selain itu juga bisa terlihat pipa tekanan rendah yang di ruang mesin akan diselimuti oleh bunga es.

Dari hasil analisis yang di lakukan telah di ketemukan bahwa banyak sekali kotoran sehingga di perlukan suatu perawatan pembersihan pada *evaporator*.

d. *Heater tidak bekerja*

Heater merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mencairkan bunga es pada *evaporator* dengan cara dipanaskan. Komponen ini sejenis dengan elemen, yaitu sumber panas yang dihasilkan dari kawat yang mempunyai tahanan listrik tinggi.

Beberapa hal umum yang menjadi penyebab heater tidak panas yaitu karena ada salah satu komponen yang tidak berfungsi dengan baik. Komponen tersebut antara lain, elemen panas, thermostat, dan juga relay. Dimana komponen tersebut memiliki fungsi masing masing yang juga sama-sama penting. Sehingga, jika salah satu diantaranya ada yang rusak tentu menyebabkan heater tidak panas.

Dari analisis yang di lakukan tidak terjadi kerusakan pada *heater*, *heater* dalam kondisi baik dan normal.

e. *Blower evaporator mati*

Blower evaporator merupakan alat yang berfungsi untuk membantu

sirkulasi udara, agar udara yang bersuhu tinggi dapat melewati *evaporator* sehingga *evaporator* dapat menyerap suhu tinggi tersebut. Jika *blower* tidak berfungsi dengan baik maka udara tidak dapat bersirkulasi sehingga mengakibatkan suhu *evaporator* menjadi sangat rendah. Hal ini mengakibatkan embun yang seharusnya mengalir menjadi beku. Penyebab *blower* tidak dapat berfungsi dengan baik salah satunya yaitu motor *blower* rusak, yang merupakan motor penggerak *blower* sehingga *blower* dapat berputar. Kerusakan motor *blower* yang sering terjadi adalah kapasitor mati/lemah, bearing aus, dan lilitan motor *blower* terbakar.

Dari hasil analisis dan pengecekan, *blower* evaporator masih dalam keadaan normal dan dapat di gunakan.

C. PEMECAHAN MASALAH

Setelah melihat hasil analisis yang telah dilakukan dan menurut deskriptif atau pemaparan data-data serta kejadian-kejadian yang ditemukan, maka dapat diambil suatu pemecahan masalah, agar permasalahan tersebut tidak berlanjut terus-menerus dan untuk mencegah gangguan yang lebih besar terhadap mesin pendingin bahan makanan di kapal tindakan perawatan lebih lanjut terhadap mesin pendingin bahan makanan.

Dari hasil data-data diatas penulis akan mencoba memecahkan permasalahan satu-persatu. Faktor-faktor yang mengakibatkan permasalahan mesin pendingin yang mengakibatkan tidak tercapainya suhu yang diinginkan untuk ruang pendingin bahan makanan antara lain :

1. Alternatif Pemecahan Masalah

Berdasarkan analisis data di atas mengenai penyebab kurang optimalnya pendinginan pada kondensor maka dapat diketahui alternatif pemecahan masalahnya sebagai berikut :

a. Suhu Kondensor Terlalu Panas

Dari hasil analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa suhu kondensor yang terlalu panas disebabkan tekanan pompa kondensor pendingin air laut terlalu rendah, akibat adanya kebocoran pada bagian

antara *mechanical seal* dan *shaft* pompa.

Dengan demikian, alternatif pemecahan masalah yang dapat dilakukan untuk mengatasi tekanan pompa terlalu rendah dikarenakan kebocoran pada *mechanical seal* adalah :

- 1) Mengganti *mechanical seal* dengan yang baru dan *original*.
- 2) Merekondisi *mechanical seal*.
- 3) Mengganti *mechanical seal* dengan yang baru tetapi tidak *original*.

Setelah dilakukan perawatan selanjutnya instalasi mesin pendingin dijalankan kembali setelah mesin pendingin bahan makanan jalan, maka kami adakan pemeriksaan kembali terhadap semua komponen instalasi mesin pendingin bahan makanan guna memastikan bahwa sistem mesin pendingin bahan makanan berjalan normal. Setelah mesin pendingin bahan makanan berjalan normal kembali segera diadakan pengontrolan terhadap ruang pendingin dan di dapatkan suhu ruangan telah cukup dan suhu *condensor* telah normal.

Adapun data yang didapatkan setelah diadakan perawatan yaitu sebagai berikut:

Waktu	Mesin Pendingin No.	Tekanan Compressor (Psi)		Temperatur				
		Tekanan	Isap	Air pendingin		Ruang Daging	Ruang sayur	Lobby
				Masuk	Keluar			
03-4-2020	1	260	50	29	35	-18	+5	+9

Sumber : Manual book

Table keadaan sistem mesin pendingin setelah perawatan.

b. Terjadi Bunga Es Pada Evaporator

Dari hasil analisis yang dilakukan telah ditemukan bahwa banyak sekali kotoran pada *evaporator* sehingga menyebabkan terjadinya bunga es pada *evaporator* tersebut.

Oleh karena itu, alternatif pemecahan masalah yang dapat dilakukan untuk mengatasi terjadinya bunga es pada *evaporator* akibat banyaknya kotoran pada *evaporator* adalah :

- 1) Membersihkan *evaporator* dengan air bertekanan.
- 2) Melakukan pembersihan dengan cara di skrap.
- 3) Dengan pemanas listrik (*heater*).

Setelah dilakukan perawatan, instalasi mesin pendingin dijalankan kembali. Kemudian setelah mesin pendingin bahan makanan jalan, maka kami adakan pemeriksaan kembali terhadap semua komponen instalasi mesin pendingin bahan makanan guna memastikan bahwa sistem mesin pendingin bahan makanan berjalan normal. Setelah mesin pendingin bahan makanan berjalan normal kembali segera diadakan pengontrolan terhadap tekanan dan suhu-suhu baik *Exspansi valve*, pipa-pipa pada *evaporator* sudah tidak ada lagi bunga es.

Adapun data-data yang kita ambil dari dokumentasi laporan di atas kapal pada saat mesin pendingin selesai perawatan (tidak ada satu komponen pun yang mengalami kerusakan) adalah sebagai berikut :

Waktu	Mesin Pendingin No.	Tekanan Compressor (Psi)		Temperatur				
		Tekanan	Isap	Air pendingin		Ruang Daging	Ruang sayur	Lobby
				Masuk	Keluar			
07-11-2020	1	260	60	29	35	-18	+5	+9

Sumber : Manual book

Table keadaan sistem mesin pendingin setelah perawatan.

2. Evaluasi Alternatif Pemecahan Masalah

Setelah ditemukan alternatif pemecahan masalahnya sebagaimana telah dijelaskan di atas, maka perlu dievaluasi sebagai berikut :

a. Suhu Kondensor Terlalu Panas

Evaluasi pemecahan masalahnya adalah sebagai berikut :

- 1) Mengganti *mechanical seal* dengan yang baru dan original.

Keuntungannya :

- a) Kualitas tinggi.
- b) Mutu terjamin
- c) Memiliki fungsi dan mutu yang sama dengan produk asli.

Kerugiannya :

- a) Harga mahal.
- b) Susah untuk mendapatkannya.

- 2) Mengganti *mechanical seal* dengan yang baru dan non original.

Keuntungannya :

- a) Mudah unntuk mendapatkannya.
- b) Harga murah.

Kerugiannya :

- a) Kualiatas rendah dan tidak terjamin mutunya.
- b) Tidak bergaransi.

- 3) Mengganti *mechanical seal* dengan yang recondisi.

Keuntungannya :

- a) Hampir sama dengan kualitas barang yang asli.
- b) Biaya murah.

Kerugiannya :

- a) Tidak tahan lama.
- b) Memerlukan waktu yang lama.

b. Terjadi bunga es pada *evaporator*

Evaluasi pemecahan masalahnya yaitu :

- 1) Meyiram evaporator dengan air bertekanan.

Keuntungannya :

- a) Hemat waktu.
- b) Air mudah di dapat.
- c) Bunga es dapat di bersihkan hingga kebagian-bagian yang sempit.

Kerugiannya :

- a) Ruangan kotor.
 - b) Dalam pengerjaanya memerlukan waktu yang lama.
- 2) Melakukan pembersihan dengan cara di skrap.

Keuntungannya :

- a) Tidak banyak membutuhkan alat-alat.
- b) Ruangan bersih.

Kerugiannya :

- a) Dapat melukai kisi-kisi *evaporator*.
 - b) Pada tempat-tempat sempit susah untuk membersihkannya.
 - c) Pelaksanaan bpembersihan butuh waktu yang lama.
- 3) Membersihkan dengan pemanas listrik (*heater*).

Keuntungannya :

- a) Pengerjaan mudah.
- b) Ruangan bersih.

Kerugiannya :

- a) Butuh waktu lama.
- b) Tidak semua bunga es dapat mencair.

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

Berdasarkan evaluasi pemecahan terhadap alternatif pemecahan masalah diatas, maka untuk mengatasi masalah kurangnya pendinginan pada kondensor penulis memilih dengan cara :

a. Suhu kondensor terlalu panas

Pemecahan masalah yang paling tepat untuk mengatasi permasalahan di atas menurut penulis yaitu : Menaikkan tekanan pompa air laut dengan cara mengganti mechanical seal yang baru dan original.

b. Terjadi bunga es pada *evaporator*

Pemecahan masalah yang paling tepat untuk mengatasi permasalahan di atas menurut penulis yaitu : Membersihkan *evaporator* menggunakan air bertekanan.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan didukung dengan data-data yang ada mengenai kurang optimalnya pendinginan pada kondensor, penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Suhu kondensor terlalu panas karena tekanan pompa terlalu rendah yang disebabkan kebocoran pada bagian antara *mechanical seal* dan *shaft* pompa, cara mengatasinya adalah mengganti *mechanical seal* dengan yang baru dan original.
2. Terjadi bunga es pada evaporator disebabkan evaporator banyak sekali kotoran, mengatasinya dengan membersihkan evaporator menggunakan air bertekanan.

B. SARAN

Dari kesimpulan diatas maka mengoptimalkan pendinginan pada kondensor, disarankan kepada ABK mesin sebagai berikut :

1. Untuk mengatasi suhu kondensor terlalu panas disarankan kepada crew mesin untuk :
 - a. Melakukan perawatan pompa air laut sesuai dengan *Planned Maintenance System* (PMS).
 - b. Membersihkan saringan pompa air laut setiap 2 minggu sekali.
 - c. Melakukan pengecekan tekanan pompa setiap 4 jam sekali.

2. Untuk mencegah terjadinya bunga es pada *evaporator* disarankan kepada crew mesin untuk :
 - a. Melakukan perawatan evaporator sesuai dengan *Planned Maintenance System* (PMS).
 - b. Membersihkan evaporator setiap 1 bulan sekali.
 - c. Melakukan control dan pengecekan setiap 4 jam sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- E. Karyanto Dipl, Dkk. (2009). *Penuntun Praktikum Perawatan Air Conditioner (Tata Udara)*. Jakarta : Restu agung.
- Hartanto, (2011), *Teknik Mesin Pendingin*. Jakarta : Rineka Cipta
- Ilyas, Sofyan. (2012). *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan*. jilid I, Jakarta : CV. Paripurna.
- Manual Book Mesin Pendingin Makanan Merk Bitzzer
- Mirjana et al. (2010). *Impact Of The Cold End Operating Conditions On Energy Efficiency Of The System Powerplants*
- M.S Sehwarat dan J.S Narang. (2001). *Production Manajemen, 3 rd Edition*, Delhi : Dhonpat Rai & Co. (P) Ltd
- Poerwadarminta. (2014). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta : Balai Pustaka

DAFTAR ISTILAH

<i>Accumulator</i>	: 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
<i>Compressor</i>	: Alat untuk menghisap dan memampatkan media pendingin
<i>Condensor</i>	: Tempat terjadinya penukaran panas antara media pendingin dengan air atau udara pendingin
<i>Expansion valve</i>	: Katup untuk mengatur jumlah <i>freon</i>
<i>Evaporator</i>	: Tempat terjadinya penguapan media pendingin .
<i>Filter and Dryer</i>	: Alat untuk menyaring dan mengeringkan media pendingin
<i>High Pressure Control Switch</i>	: Saklar pengatur tekanan tinggi
<i>Low pressure Control Switch</i>	: Saklar pengatur tekanan rendah
<i>Oil Pressure Switch</i>	: Saklar tekanan minyak
<i>Oil Separator</i>	: Alat untuk memisahkan minyak pelumas dengan media pendingin
<i>PMS</i>	: Singkatan dari <i>Planned Maintenance System</i> yaitu Suatu sistem perencanaan pemeliharaan kapal yang berisi hal-hal yang harus dilakukan dalam perawatan dan pemeliharaan kapal.
<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 diantaranya R-134, R-404a

- Solenoid Valve* : Katup untuk membuka dan menutup aliran media pendingin
- Sight glass* : Alat ini mempunyai fungsi untuk melihat keadaan freon alam sistem
- Thermometer* : Alat yang berfungsi untuk mengukur temperatur
- Thermostat* : Alat yang berfungsi untuk mengontrol temperature
- Refrigeration Plant* : Instalasi Mesin Pendingin