

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



MAKALAH

**ANALISIS PERFORMA MESIN PENDINGIN
(*REFRIGERANT UNIT*) UNTUK MENJAGA KUALITAS
BAHAN MAKANAN DI LCT WASAYF**

Oleh :

ADE HENDRA SUPRIANTO

NIS. 01864/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2022



PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH

NAMA : ADE HENDRA SUPRIANTO
NIS : 01864/T-I
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT- I

Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut

A. Judul

ANALISIS PERFORMA MESIN PENDINGIN (*REFRIGERANT UNIT*) UNTUK
MENJAGA KUALITAS BAHAN MAKANAN DI LCT WASAYF

B. Masalah Pokok

1. Makanan cepat rusak

C. Pendekatan Pemecahan Masalah

1. Meningkatkan tekanan pompa sesuai petunjuk *manual book*
2. Membersihkan kondensor
3. Melakukan perbaikan pada *expansi valve*
4. Membersihkan *evaporator* secara berkala

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Jakarta, Oktober 2022

Penulis

Dr. Ali Muktar Sitompul, MT

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19730331 200604 1 001

Ir. Jusak J.H., MM.,M.Mar.E

Ade Hendra S

NIS : 01864/T-I

Ka. Div. Pengembangan Usaha

Dr. Ali Muktar Sitompul, MT

Penata Tk.I (III/d)






NIP. 19730331 200604 1 001

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I

Judul Makalah : Analisis Perbaikan mesin Pendingin (Refrigerant unit) untuk
 menguji Kefektifan bahan pendingin di LCT WSA-IF

Dosen Pembimbing I : Dr. Ali Muktar Sitompul, MT

Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	23-11-2022	Pembahasan BAB I, agar pada Latar Belakang jangan menggunakan bahasa yang berulang-ulang	
2	28-11-2022	Pembahasan Revisi BAB I, agar data permasalahan di bagian di Latar Belakang, BAB II agar menambahkan prinsip kerja dari Refrigerator System dan di lengkapi oleh penulis	
3	30-11-2022	Pembahasan Revisi BAB I dan BAB II, agar identifikasi masalah sesuai latar belakang, kerangka pemikiran sesuai pendahuluan	
4	01-12-2022	Pembahasan BAB III, agar analisis permasalahan data yang di angkat secara kuantitatif	
5	02-12-2022	Pembahasan Revisi BAB III dan BAB IV, agar sesuai dengan permasalahan yang di angkat	
		Metode yang sudah di gunakan.	

Catatan :

.....

.....

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I

Judul Makalah : Analisis Performa Mesin Pendingin
 (Refrigerant Unit) Untuk Menjaga Kualitas
 Bulus Mahanah di LCT. WASAYF

Dosen Pembimbing II : Ir. Jusak J.H., MM., M.Mar.E

Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	15/11/2022	Judul Makalah & Ace	Jusak
2	17/11/2022	Persetujuan Bab I - Lanjut Bab II	Jusak
3	21/11/2022	Persetujuan Bab II - Lanjut Bab III	Jusak
4	23/11/2022	Persetujuan Bab III - Lanjut Bab IV	Jusak
5	28/11/2022	Revisi Bab III, Lanjut BAB III koreksi Ace BAB, I, II, III & IV	Jusak
6	30/11/2022	Persetujuan BAB IV, Siap disebarkan	Jusak

Catatan : Makalah siap & uji . 30/11-22

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



MAKALAH

**ANALISIS PERFORMA MESIN PENDINGIN
(*REFRIGERANT UNIT*) UNTUK MENJAGA KUALITAS
BAHAN MAKANAN DI LCT WASAYF**

Oleh :

ADE HENDRA SUPRIANTO

NIS. 01864/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2022

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



MAKALAH

**ANALISIS PERFORMA MESIN PENDINGIN
(*REFRIGERANT UNIT*) UNTUK MENJAGA KUALITAS
BAHAN MAKANAN DI LCT WASAYF**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Menyelesaikan Program ATT - I**

Oleh :

ADE HENDRA SUPRIANTO

NIS. 01864/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2022

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : ADE HENDRA SUPRIANTO
No. Induk Siswa : 01864/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : ANALISIS PERFORMA MESIN PENDINGIN
(REFRIGERANT UNIT) UNTUK MENJAGA KUALITAS
BAHAN MAKANAN DI LCT WASAYF

Jakarta, November 2022

Pembimbing I,

Dr. Ali Muktar Sitompul, MT

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19730331 200604 1 001

Pembimbing II,

Ir. Jusak Johan Handoyo., MM., M.Mar.E

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 : ADE HENDRA SUPRIANTO
No. Induk Siwa : 01864/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : ANALISIS PERFORMA MESIN PENDINGIN
(REFRIGERANT UNIT) UNTUK MENJAGA KUALITAS
BAHAN MAKANAN DI LCT WASAYF

Penguji I

Dr., Ir. Desamen Simatupang, M.M.

Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP.19581229 199303 1 001

Penguji II

Pargaulan Dwikora S, MM

Pembina (IV/a)
NIP. 19640906 199903 1 001

Penguji III

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 2 015

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala karena atas berkah dan rahmat serta karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul :

“ANALISIS PERFORMA MESIN PENDINGIN (REFRIGERANT UNIT) UNTUK MENJAGA KUALITAS BAHAN MAKANAN DI LCT WASAYF”

Makalah ini diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknik Tingkat - I (ATT -I).

Dalam rangka pembuatan atau penulisan makalah ini, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Dalam penyusunan makalah ini juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan ini pula penulis mengucapkan rasa terima kasih yang terhormat :

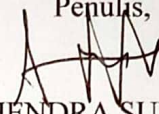
1. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. 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. Bapak Ir. Jusak J.H., MM.,M.Mar.E., selaku dosen pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.

7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta keluarga besar, istri tercinta Nurhasanah dan anak-anak saya Rafa, Qiana dan Ruqayah yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, November 2022

Penulis,



ADE HENDRA SUPRIANTO

NIS. 01864/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
 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	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	8
B. Kerangka Pemikiran	25
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	26
B. Analisis Data	29
C. Pemecahan Masalah	33
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	37
B. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kompresor <i>Refrigerant</i>	10
Gambar 2.2 <i>Condensor (Bitzer)</i>	10
Gambar 2.3 <i>Name plate condensor (Bitzer)</i>	10
Gambar 2.4 <i>Evaporator tipe slant</i>	11
Gambar 2.5 <i>Oil separator</i> (pemisah minyak).....	11
Gambar 2.6 <i>Filter dryer</i> (saringan pengering)	12
Gambar 2.7 <i>Solenoid valve</i>	12
Gambar 2.8 <i>Exspansi valve</i> (katup ekspansi)	13
Gambar 2.9 <i>Blower evaporator</i>	15
Gambar 2.10 <i>High Pressure Switch</i>	16
Gambar 2.11 <i>Refrigerant Unit</i>	19

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Sebuah kapal dalam melakukan pelayaran memerlukan penyediaan Bahan makanan yang 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 dan higienis

Mesin pendingin bahan makanan adalah salah satu pesawat bantu yang ada di atas kapal yang berfungsi mendinginkan ruang penyimpanan bahan makanan, agar bahan makanan tersebut tidak mengalami kerusakan yang dapat menyebabkan bakteri hidup dan berkembang biak sehingga proses pembusukan bahan makanan dapat dicegah.

Hal ini dapat tercapai apabila mesin pendingin dapat mencapai temperatur yang diinginkan sesuai pengaturan, akan tetapi pada kenyataannya terkadang ruangan pendingin tidak dapat mencapai temperature yang dibutuhkan sesuai petunjuk yang tertulis pada panel mesin pendingin yaitu $+3^{\circ}\text{C}$ sampai $+9^{\circ}\text{C}$ untuk ruang sayuran, dan -10°C sampai -18°C pada ruang daging, dengan demikian pengetahuan tentang mesin pendingin baik secara teori maupun praktek sangat dibutuhkan khususnya para *KKM* di atas kapal, supaya mampu bertindak dan menganalisa akan kerusakan dan memperbaikinya dengan segera sehingga kenyamanan berlayar atau kelancaran pengoperasian kapal tidak terganggu, dikarenakan bahan makanan cepat rusak dan sering kali mesin pendingin bahan makanan mengalami gangguan, seperti suhu *kondensor* terlalu panas mencapai 58°C dari suhu normal 40°C sehingga mesin pendingin Trip, terjadi penumpukan bunga es pada pipa *evaporator*, tekanan isap pada *compressor* turun, tekanan pada tekanan tinggi *compressor* turun dari tekanan normal 260 Psi, Terjadi *knocking* (suara terlalu berisik) pada *compressor* sehingga suhu ruang pendingin bahan makanan sering tidak mencapai suhu yang diinginkan.

Untuk mengatasi masalah tersebut diatas penulis tertarik mengemukakan judul :
**“ANALISIS PERFORMA MESIN PENDINGIN (*REFRIGERANT UNIT*)
UNTUK MENJAGA KUALITAS BAHAN MAKANAN DI LCT WASAYF”.**

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, sehingga bahan makanan cepat rusak, penyebab dari permasalahan pokok diatas penulis mengidentifikasi beberapa masalah diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Suhu kondensor terlalu panas
- b. Terjadi penumpukan bunga es pada *evaporator*
- c. Tekanan isap pada tekanan rendah *kompressor* terlalu rendah hingga dibawah 2 bar (Low Press Trip) pada panel unit refrigeran
- d. Tekanan pada tekanan tinggi kompressor terlalu rendah dari tekanan normal 260 Psi
- e. Terjadi *knocking* pada kompresor

2. Batasan Masalah

Mengingat sangat luasnya permasalahan, penulis menganggap perlunya mengambil batasan batasan dengan maksud agar tidak terjadi penyimpangan dalam pembahasan, adapun yang telah diidentifikasi pada permasalahan diatas kapal LCT WASAYF yaitu:

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

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang di atas, penulis dapat merumuskan permasalahan yang terjadi sebagai berikut

- a. Apa yang menyebabkan suhu kondensor terlalu panas?
- b. Apa yang menyebabkan Terjadi penumpukan bunga es pada evaporator?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

- a. Untuk menganalisis dan mencari solusi penyebab suhu Kondensor terlalu panas
- b. Untuk menganalisis penyebab terjadinya bunga es pada *evaporator* dan bagaimana pemecahan masalahnya.

2. Manfaat Penelitian

- a. Manfaat Teoritis

Hasil penulisan ini diharapkan dapat menambah wawasan bagi pembaca dan menjadi referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang permesinan pendingin di atas kapal. Meningkatkan ketrampilan dan pengetahuan tentang bagaimana cara merawat mesin pendingin diatas kapal dengan baik dan benar.

- b. Manfaat Praktis

Bagi penulis, Kru bagian Mesin dikapal khususnya di LCT WASAYF dan Perusahaan pelayaran, penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam mengatasi permasalahan pada dunia kerja khususnya yang serupa sehingga dapat meningkatkan kelancaran operasional kapal.

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

Dengan mendapatkan data-data menggunakan metode deskriptif kualitatif yang dikumpulkan berdasarkan pengamatan dan pengalaman penulis langsung di atas kapal. Selain itu penulis juga melakukan studi perpustakaan dengan pengamatan melalui pengamatan data dengan memanfaatkan artikel yang ada hubungannya dengan penulisan makalah ini yang bisa penulis dapatkan selama pendidikan.

2. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperkuat kebenaran data dan usaha penyelesaian atas masalah yang diangkat maka diperlukan informasi yang lengkap, objektif dan dapat dipertanggung jawabkan berdasarkan data dan fakta yang ada. Kemudian informasi yang diperoleh diolah dan dianalisis menjadi suatu acuan yang mendukung penyajian makalah ini sesuai permasalahan yang akan dibahas. Maka penyusun makalah ini teknik pengumpulan data yang digunakan adalah :

a. Teknik Pengamatan / Observasi

Penulis melakukan pengamatan / observasi secara langsung atas fakta yang dijumpai ditempat obyek penelitian pada saat bekerja di atas kapal LCT WASAYF yang beroperasi diperairan UAE

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. Dokumen-dokumen tersebut dapat berupa catatan Sistem perawatan berencana (*Plan Maintenance System*) mesin pendingin bahan makanan, dan laporan bulanan kamar mesin, buku harian instalasi mesin es (*refrigeration Log*), catatan-catatan perbaikan (*history maintenance report*) terhadap mesin pendingin bahan makanan, catatan terjadi kerusakan (*Defect report*), serta catatan permintaan suku cadang kapal (*spare part requisition*).

3. Subyek Penelitian

Yang menjadi subjek dalam penelitian ini adalah mesin pendingin makanan dengan merk *Bitzer* di atas kapal LCT WASAYF

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas LCT Wasayf terhitung dari bulan September 2022 sampai dengan Oktober 2022. 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 kapal LCT WASAYF berbendera Abu-Dhabi milik perusahaan pelayaran Khalid Faraj Shipping yang beroperasi di alur pelayaran *Near Coastal Voyage (NCV)*.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan makalah ini dibuat sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh

STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan dapat 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

Pada Bab ini berisi tentang informasi umum, yaitu latar belakang penulisan, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, dan sistematika penulisan. Latar belakang sebagai alasan penulis memilih judul tersebut, dan mendeskripsikan beberapa permasalahan yang terjadi yang berkaitan dengan judul. Identifikasi masalah yang menyebutkan permasalahan terkait dengan judul makalah. Batasan masalah, menetapkan batasan permasalahan dalam makalah tersebut. Rumusan masalah merupakan permasalahan dalam bentuk pertanyaan. Tujuan dan manfaat merupakan sasaran yang akan di capai dan kontribusi atau masukan dari hasil penulisan makalah ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini diuraikan tentang hal-hal yang bersifat teoritis yang dapat digunakan sebagai landasan berfikir guna mendukung uraian dan memperjelas dalam menganalisa data yang didapatkan. Bab ini menguraikan tentang fakta-fakta dan permasalahan yang terjadi di atas kapal.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dalam bahasan ini berupa fakta-fakta berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menguraikan 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

Sebagai akhir dari penulisan Makalah ini, maka akan ditemukan kesimpulan dan pembahasan masalah. Dalam bab ini, penulisan juga akan menyumbangkan saran yang mungkin dapat bermanfaat bagi pihak yang terkait sesuai dengan fungsi penulisan makalah ini.

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) dalam buku yang berjudul '*Teknik mesin pendingin*' bahwa 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 bersikulasi menyerap panas dan melepaskan panas serta terjadinya perubahan tekanan didalam sistem dari tekanan 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 dalam buku yang berjudul "*Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan*")

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

1) Komponen Utama

a) Kompresor

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) dalam buku yang berjudul “*Teknik Mesin Pendingin*” menjelaskan bahwa cara kerjanya kompresor dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

(1) 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

(2) 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.

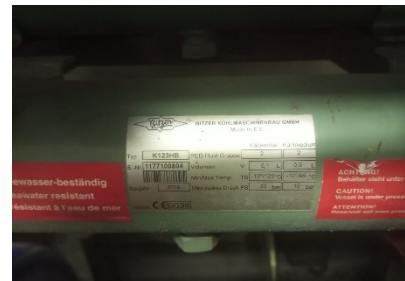


Gambar 1.1 Kompresor *Refrigerant*

Sumber Engine Room LCT Wasayf

b) *Condensor*

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*)



Gambar 2.1 dan 2.2 *Condensor (Bitzer)*

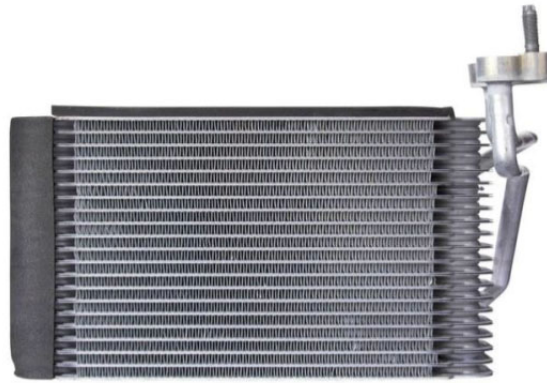
Sumber Engine Room LCT Wasayf

c) *Receiver*

Ialah sebagai penampung *freon* cair setelah terjadi kondensasi di kondensor.

d) *Evaporator*

Adalah 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*



Gambar 3.1 *Evaporator tipe slant*

Sumber <https://www.carid.com>

2) Bagian-bagian pengontrol *freon*

- a) *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.



Gambar 4.1 *Oil separator* (pemisah minyak)

Sumber Engine room LCT Wasayf

b) *Filter dryer* (saringan pengering)

Adalah 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*



Gambar 5.1 *Filter dryer* (saringan pengering)

Sumber Engine room LCT Wasayf

c) *Solenoid valve*

Ialah suatu alat yang dipasang antara *filter dryer* dan *Expanansi 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 bulb* atau tabung pengontrol yang letaknya kumparan atau *coil*, maka timbulah medan magnet yang akan menarik *pluger* besi lunak keatas untuk kemudian mengangkat katup jarum kemudian *freon* mengalir ke *evaporator* melalui katup itu. Bila aliran listrik terputus, maka katup jarum kembali, karena beban katup serta *spring* didalamnya maka aliran *freon* cair ke *evaporator* akan berhenti.

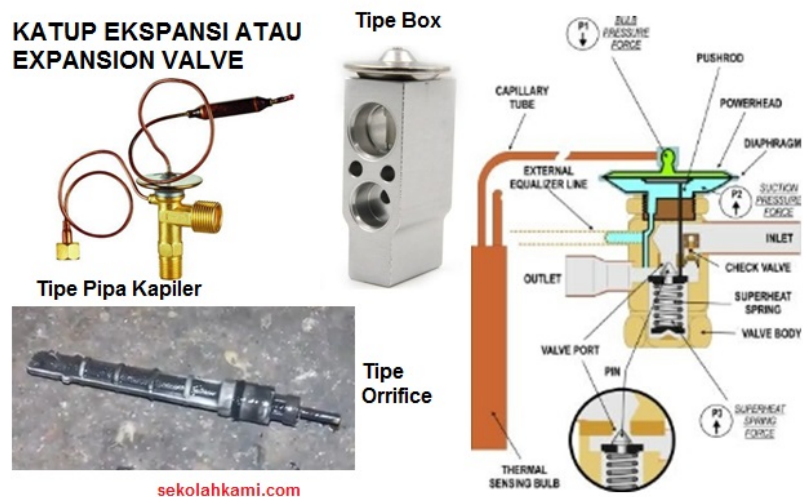


Gambar 6.1 *Solenoid valve*

Sumber Refrigerator room di LCT Wasayf

d) *Exspansi valve* (katup ekspansi)

Fungsinya 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 pemuain 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, Atau suhu panas lanjut di *evaporator* dijaga tetap konstan pada segala keadaan beban.



Gambar 7.1 *Exspansi valve* (katup ekspansi)

Sumber <https://www.sekolahkami.com/2020/01/fungsi-dan-cara-kerja-katup-ekspansi.html>

e) *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*

f) *Accumulator*

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

g) 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.



Gambar 8.1 *blower evaporator*

Sumber Refrigerator room di LCT Wasayf

3) Bagian-bagian otomatis pada sistem

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

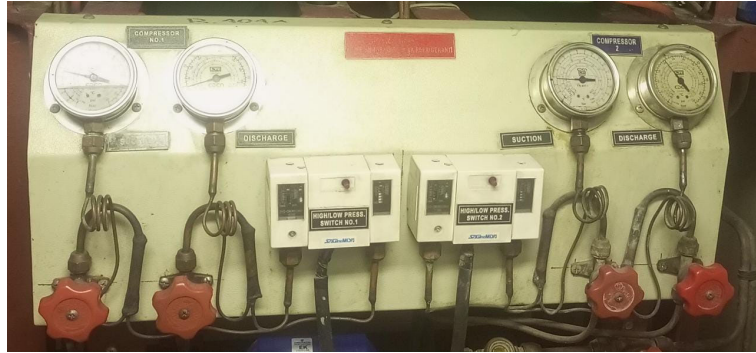
- a) *Low pressure control switch* adalah suatu alat yang berguna untuk melindungi *compressor* pendingin bahan makanan dari pada tekanan isap yang terlalu rendah, agar tidak turun lebih banyak dari batas tekanan yang telah ditentukan, sehingga dapat mencegah masuknya udara luar atau air kedalam sistem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

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 kondensor, 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 *bellow* akan mengembang dan menimbulkan kontak listrik terputus dan akan berhenti, apabila tekanan kembali turun pada tekanan normal maka *compressor* akan jalan kembali.



Gambar 9.1 High Pressure Switch

Sumber Engine Room LCT Wasayf

c) *Oil pressure switch control* atau saklar

Adalah pengontrol tekanan tinggi yang berfungsi untuk menghentikan atau memutuskan aliran listrik dengan motor *compressor* bila tekanan minyak lubas berkurang atau hilang.

d) *Safety valve* atau klep keamanan

Ialah suatu alat yang dipasang pada condenssor bila tekanan melebihi 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*

Adalah suatu alat untuk memutuskan dan mengalirkan arus pada

heater di *evaporator* untuk menghilangkan bunga-bunga es yang terdapat di *evaporator*.

2. Pendinginan (Refrigrasi)

a. Definisi *Refrigrasi*

Menurut Hartanto (2011:21) dalam buku yang berjudul "*Teknik Mesin Pendingin*" refrigrasi 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 Refrigerasi*” Hasil Periklanan, bahwa refrigerasi dapat dikatakan juga sebagai proses pemindahan panas dari suatu bahan atau ruangan ke bahan atau ruangan lainnya. Refrigerasi memanfaatkan sifat panas dari bahan refrigerant selagi bahan itu berubah keadaan dari bentuk cairan menjadi bentuk gas atau uap dan sebaliknya dari gas kembali menjadi cairan. Sedangkan menurut E.Karyanto, (2009:36) dalam bukunya “*Penuntun Praktikum Perawatan Air Conditioner (Tata Udara)*” menyebutkan pendinginan atau refrigerasi 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 Kerja 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, 2009:87), dalam buku *Penuntun Praktikum Perawatan Air Conditioner*

1) Gambaran Umum Refrigerasi

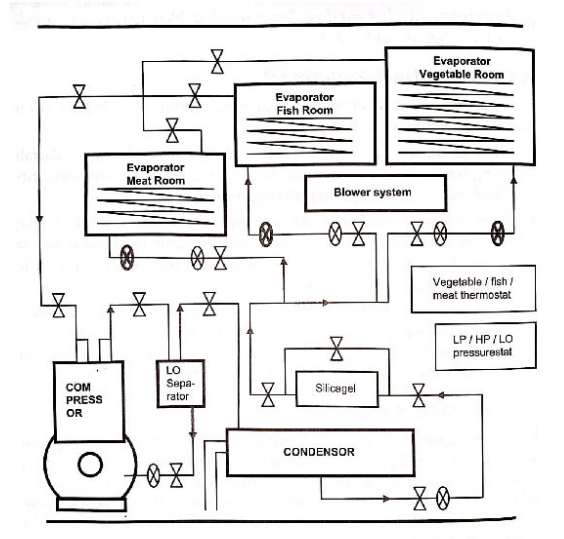
Prinsip dasar dari *refrigerasi* mekanik adalah proses penyerapan panas dari dalam suatu ruangan berinsulasi tertutup kedap, lalu memindahkan serta menyerap panas keluar dari ruangan tersebut. Proses merefrigerasi ruangan tersebut perlu tenaga atau energi. Energi yang paling cocok untuk refrigerasi adalah tenaga listrik yang berfungsi untuk menggerakkan kompresor pada sistem *refrigerasi* (Sofyan Ilyas, 2012 dalam buku Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan).

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), dalam buku “Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan” suatu siklus *refrigerasi* secara berurutan berawal dari proses pemampatan (kompresi), proses pengembunan (kondensasi), proses pemuaihan dan berakhir pada proses penguapan (*evaporator*).

Prinsip kerjanya dapat dijelaskan dengan gambar diagram sederhana pada gambar 10.1 di bawah ini :



Gambar 10.1 *Refrigerant Unit*

Sumber : Buku *Sistem perawatan permesinan kapal*, Ir Jusak Johan

c. Siklus *Refrigerasi*

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:67) dalam buku “*Managemen Perawatan Kapal*” bahwa satu siklus *refrigrasi* kompresi uap adalah sebagai berikut:

1) Proses Pemampatan

Refrigrant 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 kondensor. Pada gambar 10.1 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 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.

Pada gambar 10.1 diatas proses kondensasi dimulai saat *refrigerant* masuk ke dalam kondensor (proses 2-3). *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 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 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 massa *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.

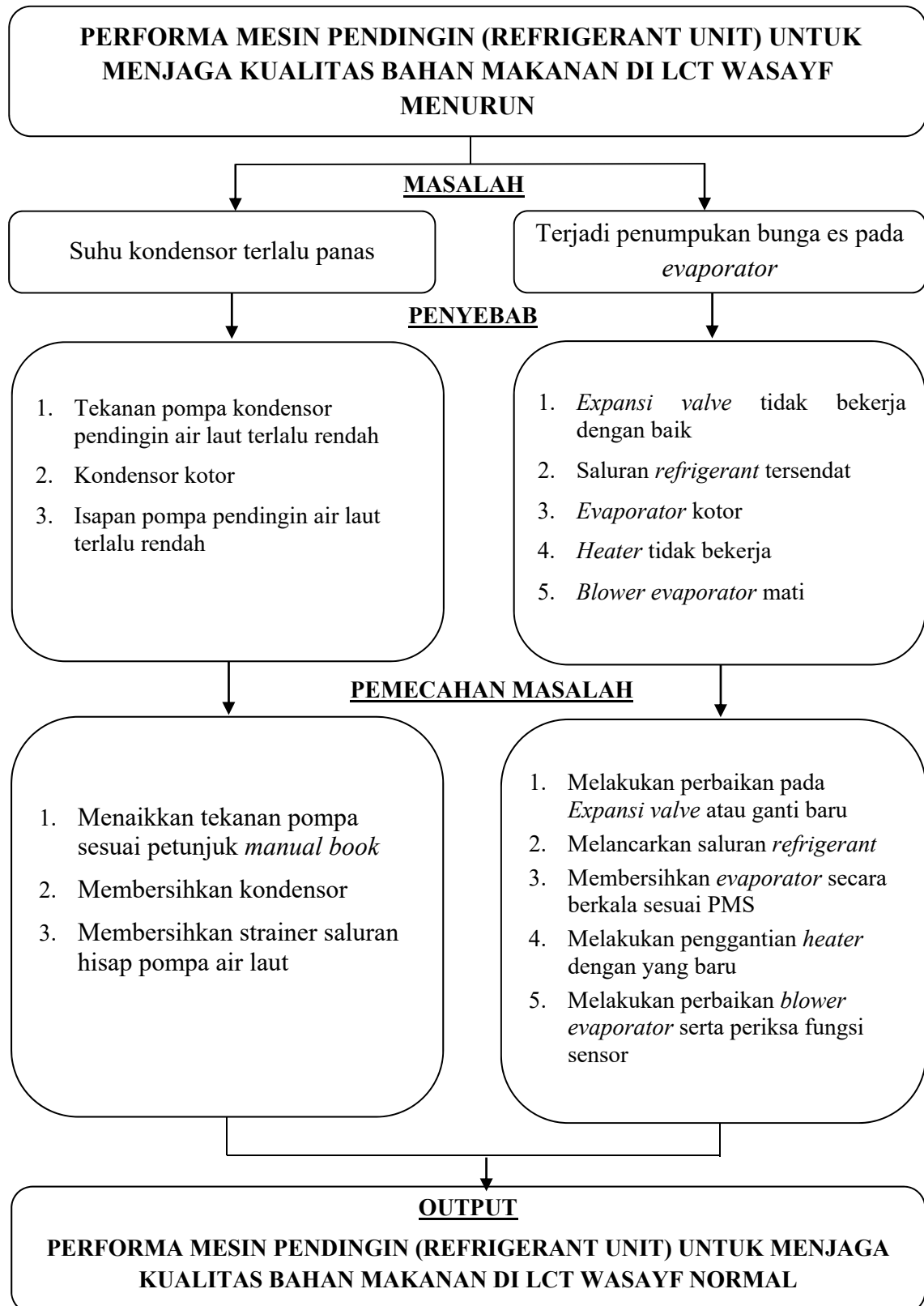
d. Cairan Pendingin (*Refrigerant*)

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

Penulis membuat block diagram di dalam kerangka pemikiran yang dimaksudkan untuk memudahkan penulis dan pembaca dalam mempelajari makalah ini. Adapun block diagram terkait dengan permasalahan, penyebab dan pemecahan masalah yang ada dilampirkan sebagai berikut :

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 makanan anak buah kapal (ABK) tidak terganggu. 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 kondensor. Kondensor 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 LCT WASAYF diantaranya sebagai berikut :

1. Kejadian 1 - Suhu Kondensor Terlalu Panas

Pada tanggal 03 September 2021 saat kapal sedang dalam pelayaran terjadi gangguan pada kondensor. Penulis mengadakan pemeriksaan pada system mulai dari *Compressor*, *oil separator*, kondensor, *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		Temperature				
		<i>Compressor</i>		Air pendingin		Ruang	Ruang	Lobby
		Tekanan	Isap	Masuk	Keluar	Daging	Sayur	
03-09-2021	1	320 Psi	100 Psi	29°C	34°C	-7°C	+14°C	+15°C

Sumber : Manual book

Table daily report bahwa keadaan mesin pendingin tidak normal.

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 ruang telah cukup dan suhu kondensor telah normal.

Adapun data yang didapatkan setelah diadakan perawatan yaitu sebagai berikut:

Waktu	Mesin Pendingin No.	Tekanan Compressor		Temperatur				
				Air pendingin		Ruang Daging	Ruang sayur	Lobby
		Tekanan	Isap	Masuk	Keluar			
03-09-2021	1	260Psi	50 Psi	29°C	40°C	-18°C	+3°C	+9°C

Sumber : Manual book

Table keadaan sistem mesin pendingin setelah perawatan.

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

Pada tanggal 16 September 2021 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 Compressor		Temperature				
				Air pendingin		Ruang Daging	Ruang Sayur	Lobby
		Tekanan	Isap	Masuk	keluar			
16-09-2021	1	200Psi	90Psi	29°C	39°C	-5°C	+12°C	+12°C

Sumber : Manual book

Table daily report bahwa keadaan mesin pendingin tidak normal.

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 <i>Compressor</i>		Temperatur				
				Air pendingin		Ruang Daging	Ruang sayur	Lobby
		Tekanan	Isap	Masuk	Keluar			
07-09-2021	1	260Psi	60Psi	29°C	39°C	-18°C	+3°C	+9°C

Sumber : Manual book

Table keadaan sistem mesin pendingin setelah perawatan.

B. ANALISA DATA

1. Suhu Kondensor Terlalu Panas

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

a. Tekanan Pompa 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. Cara membersihkan kondensor yaitu dibersihkan dengan cara disogok pada pipa (tube) air laut hingga bersih 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 kondensor sehingga kerja kondensor 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. Maka diperlukannya membersihkan saringan hisap air laut 2 minggu sekali sesuai pms yang berlaku, 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.

2. Terjadi penumpukan Bunga Es pada *Evaporator*

Terjadinya bunga es pada *evaporator* dapat disebabkan oleh :

a. *Expansi Valve* Tidak Bekerja dengan Baik

Penyetelan katup *exspansi* terlalu kecil, *freon* yang dihembuskan atau disemprotkan lewat *exspansi* 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. Hal ini bisa kita atasi dengan memperbaiki *Expansi valve* tersebut atau mengganti dengan yang baru.

Salah satu penyebab kerusakan 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 dilakukan, dari segi fungsi dan bentuk fisik *ekspansi valve* masih dapat bekerja secara baik sehingga masih dapat di pergunakan kembali.

b. *Saluran Refrigerant* Tersendat

Saluran atau system yang tersendat bisa mengakibatkan bunga-bunga es di *evaporator* makin menumpuk dan akhirnya *evaporator* tertutup total oleh bunga es. Dikarenakan adanya Udara yang masuk kedalam sistem, sehingga kandungan oksigen pada udara itu menjadi padat membentuk cairan yang bercampur dengan gas bertemperatur rendah sehingga mengakibatkan pembekuan pada sistem, biasanya udara masuk kedalam sistem ini pada saat pengisian refrigeran yang salah, mengatasinya dengan membuang udara pada sistem dengan proses vacuum

Pada analisis yang telah dilakukan, tidak ditemukan bahwa *refrigerant* tersendat sehingga semua saluran dalam kondisi normal.

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.

Hal ini bisa diatasi dengan membersihkannya menggunakan media air yang diberi tekanan untuk menyiram, Serta ikuti petunjuk *PMS* secara berkala.

Dari hasil analisis yang dilakukan telah ditemukan bahwa banyak sekali kotoran sehingga diperlukan 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. jika salah satu diantaranya ada yang rusak tentu menyebabkan *heater* tidak panas. Maka harus diganti *Heater* dengan yang baru

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

e. **Blower Evaporator Mati**

Blower evaporator, 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. Hal ini bisa diatasi dengan memperbaiki dan memeriksa fungsi sensor

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

Alternatif pemecahan masalah yang dapat dilakukan untuk mengatasi

tekanan pompa air laut terlalu rendah dikarenakan kebocoran pada *mechanical seal* adalah :

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

b. Terjadi penumpukan Bunga Es Pada *Evaporator*

Alternatif pemecahan masalah yang dapat dilakukan untuk mengatasi terjadinya masalah diatas adalah :

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

2. Evaluasi Terhadap 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 untuk mendapatkannya.
- b) Harga murah.

Kerugiannya :

- a) Kualitas 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 penumpukan Bunga Es pada *Evaporator*

Evaluasi pemecahan masalahnya yaitu :

- 1) Menyiram 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) Membersihkan dengan 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 pembersihan 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 penumpukan Bunga Es pada *Evaporator*

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

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 disebabkan karena tekanan pompa air laut terlalu rendah yang di sebabkan kebocoran pada mechanical seal dan cara mengatasinya adalah dengan menggantinya dengan yang baru dan original.
2. Terjadinya penumpukan bunga es pada evaporator di sebabkan evaporator kotor terhalang debu yang menempel dan cara mengatasinya adalah dengan menyiram evaporator dengan air bertekanan.

B. SARAN

Dari kesimpulan diatas maka mengoptimalkan pendinginan pada kondensor, disarankan kepada KKM berikutnya adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengatasi suhu kondensor terlalu panas disarankan 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 KKM untuk :
 - a. Melakukan perawatan *evaporator* sesuai dengan *Planned Maintenance System* (PMS).
 - b. Membersihkan *evaporator* setiap 1 bulan sekali.
 - c. Melakukan kontrol dan pengecekan setiap 4 jam sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- E. Karyanto Dipl, Dkk. (2009). *Penuntun Praktikum Perawatan Air Conditioner* (Tata Udara), Jakarta : Restu agung. ISBN 979-979-8491-157
- Handoyo, Jusak Johan. (2015). *Sistem Perawatan Permesinan Kapal* Jakarta : Djangkar, ISBN 978-979-044-623-6
- Handoyo, Jusak Johan. (2017). *Manajemen Perawatan Kapal*. Jakarta : Djangkar, ISBN 978-979-044-685-4
- Hartanto, (2011). *Teknik Mesin Pendingin* . Jakarta, : Rineka Cipta
- Ilyas, Sofyan. (2012). *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan*, jilid I, Jakarta : CV. Paripurna.
- Instruction Manual Book Mesin Pendingin

General Information

Company Name & Address KHALID FARAJ SHIPPING
 PO BOX 995, ABU DHABI, U.A.E.
Flag U.A.E.
Year of Built 2019
Official No. 0008704
Call sign A6E 2320
MMSI 470903000
IMO No 9878668
Classification Bureau Veritas
Class Notation Deck Ship
Place of Build Malaysia
Vessel Contact No. +971-561237709
Head Office No & Fax: +971 2 6984999
Vessel e mail wasayf@khalidfarajshipping.com
Company E-mail commercial@khalidfarajshipping.com
Company website www.khalidfarajshipping.com


Vessel Built Specs / Principle Dimensions

LOA, Length Overall	64.00 Meters	Light Ship	783.383 TONNES
LBP	60,302 Meters	GRT	929
BEAM Moulded	14.00 Meters	NRT	278
Depth Moulded	3.650 Meters	DWT	1048.996 TONNES
Draft (Summer)	2.70 Meters	Summer Displacement	1832.379 TONNES
Air Draft	19.97 Meters	Light Ship Draft	1.38 Meters

Vessel Performance Particulars

Max Speed	11.0 Knots (Free running)	Fresh Water Consumption	2.0 METRIC TONS
Economical Speed	8.0 Knots	Fuel Type	MGO
Fuel Consumption at max speed	207LITERS/ 11.0 KNOTS	Fuel Consumption at Economical speed	194LITER/8.0 KNOTS

Vessel Cargo Particulars

Clear Deck Space Area	458 SQ.MTR	Deck Strength	10 TONS/M2
Cargo Tank Details	FRESHWATER CARGO TANK 667 MT	Maximum Height Of Cargo Allowed	8.25 METERS
Total Cargo Weight The Vessel Can Carry/DWCC	1832.379 TONS	No Of Refer Sockets	16
Cargo Doors/Ramp Doors Details	AREA (6.75 x 6.7 m) DIMENSION L=7.4 X B=8.3 M	*Clear deck dimension, L * B in M	40.6 x 11.3 mtr

Vessel Capacities

Fuel Tanks	397 METRIC TONS	Fresh Water Tanks	667.6 METRIC TONS
------------	-----------------	-------------------	-------------------

Accommodation Details (Centrally Air Conditioned)

No Of Crew Berths	11	No Of Passenger Berths	0
-------------------	----	------------------------	---

Propulsion And Machinery Details

Main Engines	2 X YANMAR 6AYM-WET. (829HP@1900RPM)	Generator	3 X CUMMINS 6BTS.9-D(M). (122HP/91KW@1500RPM)
Gear Box	2XKANZAKI YXH 240L 5.36:1	Propulsion	Fixed Pitch 1X CUMMINS 6BTS.9-D(M)80 HP/78KW@1500r/min)
Bow Thruster	1 X NAKASHIMA TFN-200 S abt3.6 Tons	Emergency Generator	-
Gear Box	ZF 325-1 A	Ballast Water Treatment system	-
Sewage Tank	ILSEUNG 2100L/Day 25 Men/Day	Sewage Treatment System	ISS-15N

Communication And Navigation Equipment

MF/ HF/ VHF	FURUNO VHF FM-8900S	NAVTEX	FURUNO NX-700
SSB	FURUNO FS 2575C	Magnetic Compass	DAIKO KEIKI SEIKAKUSYO SR-150
Radar	FURUNO RADAR MU190	AIS	FURUNO FA-170
GPS	FURUNO GP-170	Auto Pilot	PILOTSTARNX
Echo Sounder	FURUNO FE-800	GYRO COMPASS	SIMRAD GC-80/GC-85
INMARSAT	447090310	ECDIS	SIMRAD (2 Nos.)

LSA And FFA Equipment

Navigation & Search Light	AVAILABLE	2 x 16 men Inflatable Life Raft	16DK+ TYPE-WJ45KR/L-4.50M,B1.86M,D-0.85M/06 PERSON/ENGINE TYPE-MERCURY 25HP/FUEL TANK-
Fire Fighting as per SOLAS	AVAILABLE	Rescue Boat	

All details are about 1. All details are believed to be correct but without guarantee. 2. Owners reserve the right amend the specifications without notifications.

Special Features Details

Fifi pump details	PUMPQUIP 25 m ³ /hr@59M head	Spray Boom Details	NIL TYPE-WJ45KR/L- 4.50M,B1.86M,D-0.85M/06 PERSON/ENGINE TYPE- MERCURY 25HP/FUEL TANK- 50L
Oil Spill & Recovery Equ't Details	SOPEP BOX	Rescue Boat	
Main ballast water management method(s) used on the ship	FLOW THROUGH	Deepest ballast drafts (Normal & Heavy Weather)	2.373/2.492/2.611M (F/M/A)
Total ballast capacity of the ship in cubic meters.	321.1 CUBIC METER	Identification (rank) of the appointed ballast water management officer	Chief Officer

All details are about

1. All details are believed to be correct but without guarantee. 2. Owners reserve the right amend the specifications without notifications.

OPERATING INSTRUCTIONS

BITZER AUSTRALIA

BITZER CO₂ DX HYBRID PARALLEL COMPRESSOR PLANT

1. General.
2. Safety Instructions.
3. Safety Carbon Dioxide (R744) CO₂
4. Inspection and Unit designation.
5. Product/Accessories / Check list.
6. Installation.
7. Application.
8. Operation.
9. Ancillaries/Product Components.
10. Commissioning data.
11. Commissioning Sheet.
12. Service and Maintenance.
13. Drawings.
14. CO₂ Pressure Temperature Chart.
15. CO₂ Operating Window.
16. CO₂ MSDS Sheets.
17. BITZER OIL BSE 60K MSDS Sheets.
18. Risk Assessments.

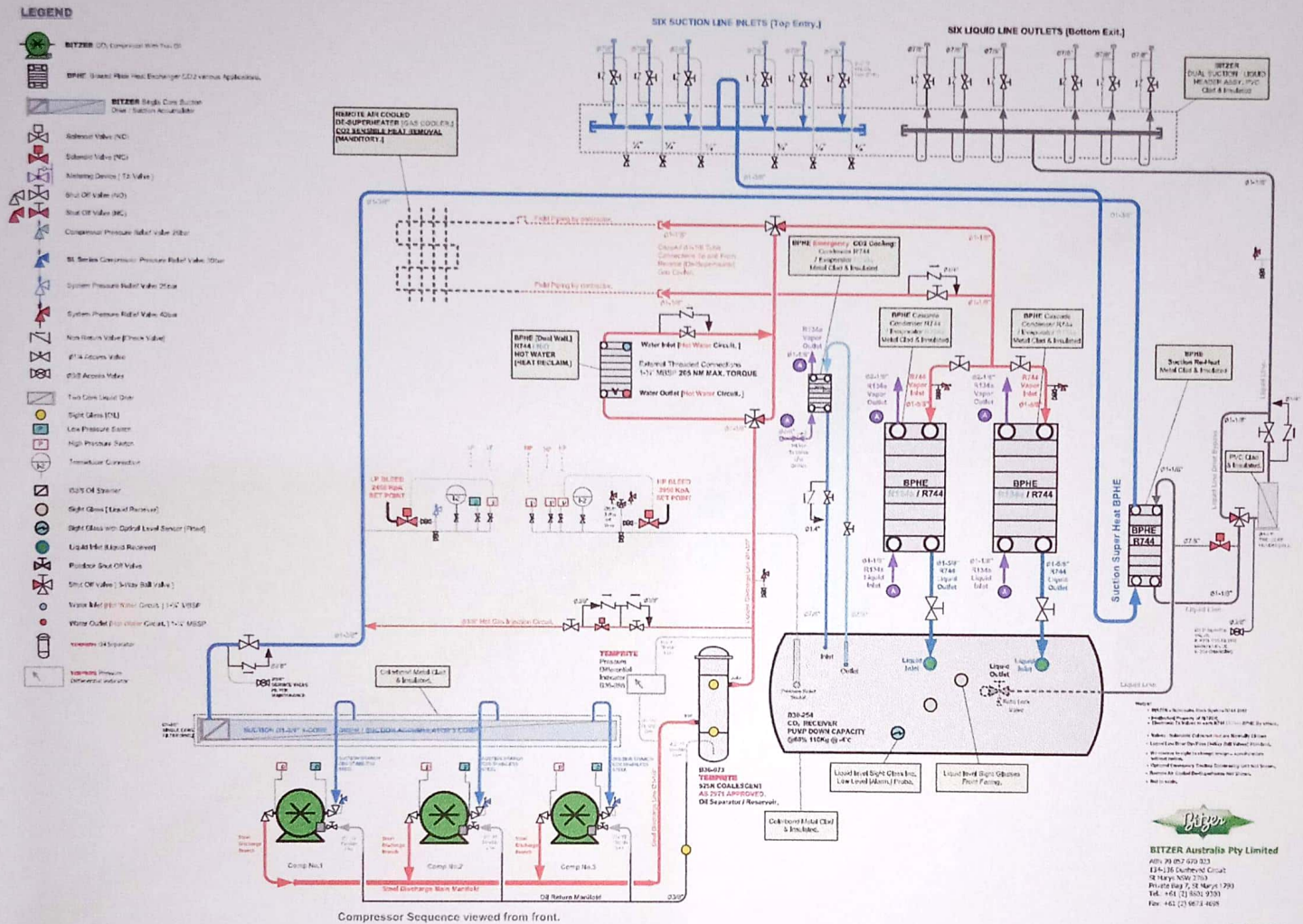
1. General

This document is designed to outline the installation requirements, commissioning & operating instructions for the successful operation of the BITZER Sub-Critical CO₂ DX Hybrid Parallel Compressor Rack.

- BITZER Designed and Engineered.
- Sub-Critical CO₂ Applications only.
- DX [Direct Expansion CO₂ Evaporators Systems only.] Not suitable for Flooded Evaporator Liquid Recirculation Cooling.
- Hybrid system of mixed origins R744 CO₂ Low stage and R134a High stage
- Parallel Compressors available in 2, 3 & 4 Compressor line ups, employing the latest BITZER CO₂ sub-critical SL series compressors.
- Rack Industry title for multiple refrigeration compressor units.

NOTE: The safety switches, controls, system control valves & electronic controls are not factory set due to the flexible applications of this unit. All controls must be correctly commissioned by a qualified & trained technician.

Figure 1 - BITZER CO₂ Hybrid Rack Schematic .



NOTES:

- Schematic depicting 3- Compressor DX CO₂ Rack
- Schematic depicting system complete with Temprite Oil Separator/Reservoir and Pressure Differential Indicator
- Schematic depicting system complete with Hot Water BPHE
- Remote Air Cooled De-Superheater depicted with dotted lines. (Integral Air Cooled De-Superheater Option not shown)
- Remote or integral Air Cooled Condensing Unit for Emergency Cooling BPHE option not shown

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 pengembvangan gas di dalam pipa-pipa *evaporator*.
- Bulb* : Alat yang dipasang pada pipa isap gas freo 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 menghidari terjadinya oksidasi pada pipa yang dipanasi yaitu dengan mengisirlisir 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>).