

**ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA KINERJA  
SISTEM *REFRIGERATOR GANDROOM* KAPAL MV.  
TANTO BAGUS**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Pendidikan Diploma IV

**BERLIAN DWI CAHYA AKBAR**

**NIT: 0719006102**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIKA**

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
TAHUN 2023**

**ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA KINERJA  
SISTEM *REFRIGERATOR GANDROOM* KAPAL MV.  
TANTO BAGUS**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Pendidikan Diploma IV

**BERLIAN DWI CAHYA AKBAR**

**NIT: 0719006102**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIKA**

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
TAHUN 2023**

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Berlian Dwi Cahya Akbar

Nomor Induk Taruna : 07 19 006 1 02

Program Studi : D-IV TRPK

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah Terapan yang saya tulis dengan judul:

### ***ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA KINERJA SISTEM REFRIGERATOR GANDROOM KAPAL MV. TANTO BAGUS***

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA,.....

**BERLIAN DWI CAHYA AKBAR**

**PERSETUJUAN SEMINAR**

**KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA KINERJA  
SISTEM *REFRIGERATOR GANDROOM* KAPAL MV.  
TANTO BAGUS

Nama : BERLIAN DWI CAHYA AKBAR

NIT : 0719006102

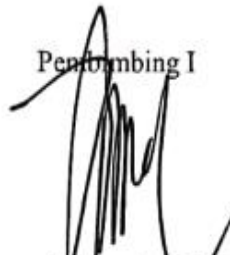
Program Studi : D-IV TRPK

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

SURABAYA, 14 JULI 2023

Menyetujui:

Pembimbing I



**Muhammad Darwis, ST., M.Mar.E**

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197501271998081001

Pembimbing II




**Rika Fitriani, S.Pd, M.Pd**

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 198107312003122005

Mengetahui:

Ka. Program Studi Teknika



**Monika Retno Gunarti, M.Pd, M.Mar.E**

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197605282009122002

**PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN**

**ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA KINERJA SISTEM  
REFRIGERATOR GANDROOM KAPAL MV. TANTO BAGUS**

Disusun dan Diajukan Oleh:

Berlian Dwi Cahya Akbar

NIT. 07.19.006.102.

Ahli Teknik Tingkat III

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

Pada Tanggal 25 Agustus 2023

Menyetujui:

Penguji 1



**Monika Retno Gunarti, M.Pd, M.Mar.E.**

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197605282009122002

Penguji 2



**Dirhaansyah, M.Pd., M.Mar.E.**

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197504302002121002

Penguji 3



**Prima Yudha Yudianto, S.E., M.N**

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197807172005021001

Mengetahui:

Ka. Program Studi Teknika



**Monika Retno Gunarti, M.Pd, M.Mar.E.**

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197605282009122002

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas karunia, rahmat dan hidayah-Nya yang tidak terkira sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan ini dimana merupakan suatu kewajiban setiap taruna dan taruni Politeknik Pelayaran Surabaya sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (D-IV) jurusan/Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penyusunan karya ilmiah terapan ini didasarkan atas pengalaman yang penulis dapatkan selama praktek laut di perusahaan pelayaran. Serta semua pengetahuan yang diberikan oleh dosen pada saat pendidikan dengan melalui literatur-literatur yang berhubungan dengan judul karya ilmiah terapan yang penulis ajukan. Adapun judul karya ilmiah terapan yang penulis pilih adalah dengan judul:

### **“ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA KINERJA SISTEM *REFRIGERATOR GANDROOM* KAPAL MV. TANTO BAGUS”**

Dalam penyelesaian penulisan karya ilmiah terapan ini penulis mengalami banyak kesulitan dan hambatan, tetapi berkat bantuan dan dorongan dari para pembimbing penulisan karya ilmiah terapan ini dapat terselesaikan. Untuk itu tanpa mengurangi rasa hormat penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Heru Widada, M.M selaku direktur Politeknik Pelayaran Surabaya beserta jajarannya.
2. Ibu Monika Retno Gunati, M.Pd, M,Mar.E. selaku Kaprodi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal.
3. Bapak Muhammad Darwis, ST., M.Mar.E selaku dosen pembimbing I yang senantiasa meluangkan waktunya dan dengan sabar memberikan dukungan, semangat serta bimbingan dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.

4. Ibu Rika Fitriani, S.Pd, M.Pd selaku pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktunya dan dengan sabar memberikan semangat serta bimbingan dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
5. Kepada keluarga maupun teman-teman yang telah memberikan dukungan penuh selama saya kuliah.
6. Dan kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan pendidikan di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini, masih terdapat banyak kekurangan, baik dari susunan kalimat serta pembahasan materi akibat keterbatasan penulis dalam menguasai materi. Oleh karena itu dengan penuh kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan berguna bagi penulis dalam kesempurnaan Karya Ilmiah Terapan ini.

Surabaya.....2023

**Berlian Dwi Cahya A.**

## ABSTRAK

BERLIAN DWI CAHYA AKBAR, 2023. “ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA KINERJA SISTEM REFRIGERATOR GANDROOM KAPAL MV. TANTO BAGUS”. PEMBIMBING I: MUHAMMAD DARWIS, ST., M.Mar.E dan PEMBIMBING II: RIKA FITRIANI, S.Pd, M.Pd.

*Refrigerator* merupakan sebuah komponen yang berfungsi untuk memindahkan panas menjadi dingin. Biasanya digunakan untuk mendinginkan sebuah ruangan maupun sebagai media untuk mengawetkan bahan makanan yang ada di atas kapal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab menurunnya kinerja sistem pendingin pada *gandroom* serta untuk mengetahui bagaimana perawatan pada mesin pendingin. Dalam pembuatan karya ilmiah terapan ini, jenis metode penelitian yang penulis gunakan adalah dengan metode penelitian kualitatif deskriptif. Metode penelitian kualitatif deskriptif merupakan metode penelitian yang berfungsi untuk meneliti masalah secara aktual yang sedang dihadapi serta mengumpulkan data maupun informasi untuk selanjutnya dianalisis. Penggunaan metode kualitatif dipilih karena penelitian menitik beratkan pada data dan hasil observasi secara langsung selama melakukan praktek. Sistem pendingin dapat menurun kinerjanya disebabkan oleh beberapa faktor mulai dari kurangnya *refrigerant*, bekerjanya kompresor secara terus menerus, bocornya pipa kapiler, rusaknya *seal* pada pintu, kotornya kondensor, dan banyaknya bahan makanan yang disimpan sehingga menyebabkan meningkatnya kelembaban udara. Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah penulis amati dapat diambil kesimpulan bahwa menurunnya kinerja sistem pendingin disebabkan oleh beberapa faktor yaitu: 1) Tidak berjalannya perawatan sesuai dengan PMS. 2) Adanya penumpukan kotoran pada *oil separator*. 3) Penyumbatan pada pipa air laut kondensor. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut diantaranya melakukan perawatan sesuai dengan *manual book*, membersihkan *oil separator*, dan membersihkan kerak yang menempel di pipa air laut kondensor.

Kata kunci: *refrigerator*, *oil separator*, kondensor, kualitatif deskriptif



## ABSTRACT

BERLIAN DWI CAHYA AKBAR, 2023. “*THE ANALYSIS CAUSED OF THE DECREASED PERFORMANCE OF THE REFRIGERATION SYSTEM ON THE MV. TANTO BAGUS*”. 1<sup>st</sup> ADVISOR: MUHAMMAD DARWIS, ST., M.Mar.E and 2<sup>nd</sup> ADVISOR: RIKA FITRIANI, S.Pd, M.Pd.

*A refrigerator is a component that functions to transfer heat to cool. Usually used to cool a room or as a medium for preserving food on board. The purpose of this research is to find out the causes of the decreasing performance of the cooling system in the gandroom and to find out how to maintain the cooling machine. In making this applied scientific work, the type of research method that the author uses is the descriptive qualitative research method. A descriptive qualitative research method is a research method that functions to examine the actual problems being faced and collect data and information for further analysis. The use of qualitative methods was chosen because the research focuses on data and direct observation results during practice. The cooling system's performance can decrease due to several factors, ranging from lack of refrigerant, continuous operation of the compressor, leaking capillary pipes, broken seals on the doors, dirty condensers, and the amount of stored food, causing increased humidity. Based on the results of the research that the authors have observed, it can be concluded that the decreased performance of the cooling system is caused by several factors, namely: 1) The maintenance is not running according to PMS. 2) There is a buildup of dirt in the oil separator. 3) Blockage of the condenser seawater pipe. Efforts made to overcome this problem include carrying out maintenance according to the manual book, cleaning the oil separator, and cleaning the scale that sticks to the condenser seawater pipe.*

*Key word: refrigerator, oil separator, condenser, qualitative descriptive*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
PERSETUJUAN SEMINAR KARYA ILMIAH TERAPAN .....	iv
PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. RUMUSAN MASALAH .....	4
C. BATASAN MASALAH.....	4
D. TUJUAN PENELITIAN .....	5
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
A. Review Penelitian Sebelumnya .....	6
B. Landasan Teori .....	7
1. Jenis-Jenis Sistem Refrigerator .....	9
2. Prinsip Kerja Sistem Pendingin.....	11
3. Siklus Perjalanan <i>Freon</i> Dalam Sistem Pendingin.....	14

4. Komponen-Komponen Utama Pada Mesin Pendingin .....	17
5. Komponen Pendukung Pada <i>Refrigerator</i> .....	26
6. Faktor Penyebab Menurunnya Kinerja <i>Refrigerator</i> .....	29
C. Kerangka Berpikir .....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>
A. Jenis Penelitian .....	31
B. Lokasi Penelitian .....	31
C. Sumber Data .....	32
D. Teknik Pengumpulan Data .....	32
E. Teknik Analisis Data .....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>40</b>
A. Hasil Penelitian.....	40
B. Penyajian Data.....	43
C. Analisis Data.....	50
D. Pembahasan .....	53
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>59</b>
A. KESIMPULAN .....	59
B. SARAN.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>62</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 review penelitian sebelumnya.....	6
Tabel 4. 1 Perbandingan suhu akibat kondensasi.....	45
tabel 4. 2 Perbandingan suhu akibat kotornya <i>oil separator</i> .....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>direct system refrigeration</i> .....	9
Gambar 2. 2 <i>indirect system refrigeration</i> .....	10
Gambar 2. 3 <i>refrigerator system</i> .....	11
Gambar 2. 4 siklus <i>freon</i> .....	15
Gambar 2. 5 kompressor .....	18
Gambar 2. 6 <i>oil separator</i> .....	19
Gambar 2. 7 kondensor .....	20
Gambar 2. 8 katup ekspansi .....	21
Gambar 2. 9 <i>evaporator</i> .....	22
Gambar 2. 10 <i>High and low pressure switch</i> .....	23
Gambar 4. 1 membongkar pipa kondensor .....	48
Gambar 4. 2 Melepas <i>oil separator</i> .....	49
Gambar 4. 3 Sogok kondensor .....	49
Gambar 4. 4 proses pembersihan kerak pipa.....	50
Gambar 4. 5 Sistem kondensor .....	57

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Kapal merupakan suatu moda transportasi yang berperan sangat penting dalam menghubungkan daerah satu dengan lainnya baik dalam maupun luar negeri, tak jarang kapal berlayar dengan waktu yang tidak sebentar bisa berminggu-minggu hingga berbulan-bulan.

Karena waktu pelayaran yang cukup lama, maka kapal dilengkapi dengan mesin pendingin yang digunakan untuk mendinginkan ruangan maupun mengawetkan makanan. Untuk tetap menjaga kualitas bahan makanan, maka makanan perlu disimpan pada ruangan khusus yang disebut dengan *gandroom* agar makanan tetap awet dan tidak mudah busuk.

Dengan demikian walaupun kapal berlayar dalam jangka waktu yang cukup lama, kualitas dari bahan makanan akan tetap terjaga dengan baik dan aman untuk dikonsumsi. Sehingga awak kapal tidak perlu mengkhawatirkan masalah makanan di atas kapal. Selain itu, pada perusahaan sendiri mereka juga dapat menekan biaya pengeluaran karena mereka tidak perlu membeli kebutuhan makanan tiap sandar yang mana harga pangan tiap daerah tentunya berbeda, bisa jadi lebih mahal.

Bahan pangan akan tetap terjaga walaupun dalam penyimpanan, apabila kita memiliki mesin pendingin atau *refrigerator* yang berfungsi dengan normal. Untuk daging dan ikan tidak akan busuk apabila dibekukan. Pada sayur dan buah sendiri membutuhkan suhu penyimpanan  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan untuk daging ataupun ikan

membutuhkan suhu penyimpanan  $-18^{\circ}\text{C}$  agar tetap dalam kondisi yang baik dan aman untuk dikonsumsi. Pada suhu tersebut, bakteri tidak dapat berkembang biak dan merusak bahan makanan seperti pada sayur, daging, maupun ikan.

Agar kualitas dari persediaan bahan makanan tetap sehat, segar, dan higienis maka persediaan bahan makanan harus disimpan di dalam ruangan yang dilengkapi dengan mesin pendingin yang mana suhu ruangan tersebut telah memenuhi standar penyimpanan makanan sehingga bahan makanan dapat bertahan lama dan dapat terjaga mutu maupun kualitasnya. Seperti yang kita ketahui bahwa pada sistem pendingin udara terdapat empat komponen penting, yaitu: *Evaporator*, *Compressor*, *Condensor*, dan *Expansion Valve*.

Menurut Jatmiko (2017) menurunnya kinerja *refrigerator* (mesin pendingin makanan) di atas kapal dapat disebabkan oleh kerusakan *evaporator* dan kompresor. Kerusakan pada *evaporator* akibat kebocoran dan kebuntuan yang disebabkan adanya pipa *evaporator* yang gepeng dan sedikit sobek, dan kerusakan pada kompresor yang sedang berjalan namun suara dari kompresor tersebut sangat keras dikarenakan ada pegas kompresor yang patah.

Menurut Suhaimi (2016) *refrigerant* adalah *liquid* atau cairan pendingin yang digunakan dalam sistem pendingin *refrigerator* maupun *air conditioner*. Refrigerasi adalah suatu sistem yang memungkinkan untuk mengatur suhu sampai mencapai suhu di bawah suhu lingkungan. Penggunaan refrigerasi sangat dikenal pada sistem pendingin udara pada bangunan, transportasi, dan pengawetan suatu bahan makanan dan minuman.

Menurut Jatmiko (2017) dalam penelitiannya di atas KM. JHONI XXXVII ada beberapa permasalahan pada mesin pendingin makanan, yaitu: kompresor jalan tapi tiba-tiba berhenti karena *low press*, rusaknya *oil press cut*, kerusakan pada *valve*, bahan pendingin (*freon*) kurang dalam *circuit*, baut pondasi longgar, dan oli berbusa karena adanya kebocoran di *suction line* sehingga oli berkurang di dalam kompresor (busa pada oli bisa terjadi karena *freon* masuk ke *crank case*).

Dari pengalaman penulis sendiri pada saat melakukan penelitian di atas kapal selama 1 tahun, keadaan mesin *refrigerator* mengalami beberapa permasalahan. Contohnya saja munculnya bunga es pada pipa *evaporator* dan buntunya pipa air laut pada kondensor. Masalah tersebut tentunya harus cepat diatasi karena jika terlambat tentu dapat mengurangi bahkan merusak kualitas dari bahan makanan.

Jika dari penelitian sebelumnya dapat diambil kesimpulan mengenai upaya untuk merawat sistem *refrigerator* agar berjalan dengan lancar dan juga dampak adanya bunga es di *evaporator*. Pada penelitian sebelumnya peneliti terdahulu melakukan penelitian pada seluruh sistem *refrigerator* sedangkan pada penelitian kali ini memfokuskan pada bagian kondensor dan juga pada bagian *oil separator*. Selain itu metode yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian kali ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan teknik analisis data menggunakan metode RCA (*Root cause analysis*).

Oleh sebab itu, berdasarkan uraian tersebut penulis memiliki ide untuk menuangkannya ke dalam bentuk peneltitan dan mengambil judul penelitian **“Analisa Penyebab Menurunnya Kinerja Sistem *Refrigerator Gandroom MV. Tanto Bagus*”**



## B. RUMUSAN MASALAH

Untuk menggambarkan atau menguraikan fakta-fakta berdasarkan pengalaman pribadi penulis dan untuk memberikan jawaban terhadap batasan dari masalah yang telah dipilih, penulis merumuskan pertanyaan masalah agar dapat menjawab batasan masalah yang telah ditentukan, yaitu:

1. Faktor apa yang menyebabkan kinerja sistem *refrigerator gandroom* kapal MV. Tanto Bagus menurun?
2. Dampak apa saja yang ditimbulkan dari menurunnya kinerja sistem *refrigerator gandroom* kapal MV. Tanto Bagus?
3. Bagaimana upaya untuk mengatasi penyebab menurunnya kinerja sistem *refrigerator gandroom* kapal MV. Tanto Bagus?

## C. BATASAN MASALAH

Setelah menganalisis masalah yang telah disebutkan, terlihat bahwa ruang lingkup penelitian yang akan dijelaskan sangat luas. Oleh karena itu, penting untuk menetapkan batasan permasalahan yang akan dibahas. Dalam hal ini, penulis akan memfokuskan perhatian pada masalah yang telah diidentifikasi, yaitu:

1. Identifikasi penyebab adanya bunga es pada *evaporator*.
2. Mengetahui penyebab buntunya pipa *inlet* air laut kondensor.

#### **D. TUJUAN PENELITIAN**

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui faktor penyebab menurunnya kinerja sistem *refrigerator gandroom*.
2. Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan akibat dari menurunnya kinerja sistem *refrigerator*.
3. Mengetahui upaya untuk mengatasi penyebab menurunnya kinerja sistem *refrigerator*.

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Teori
  - a) Sebagai bahan masukan bagi para pembaca, khususnya taruna Politeknik Pelayaran Surabaya jurusan Teknik tentang prinsip dan cara kerja *refrigerator*.
  - b) Menambah wawasan tentang sistem kerja, perawatan dan perbaikan *refrigerator*.
2. Praktek
  - a) Dapat mengetahui penyebab kerusakan dan menyelesaikan masalah pada sistem *refrigerator*.
  - b) Dapat mengambil tindakan apabila terjadi masalah pada sistem *refrigerator*.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Review Penelitian Sebelumnya

Tabel 2. 1 review penelitian sebelumnya

NO	NAMA	JUDUL	HASIL	PERBEDAAN
1	Yanu Suryaman dan Darul Prayogo (Tahun 2018)	Optimalisasi Kinerja Mesin Pendingin Guna Menjaga Kualitas Bahan Makanan.	Penyebab menurunnya kinerja sistem pendingin disebabkan oleh berbagai hal misalnya saja gagalnya proses kondensasi <i>freon</i> , menumpuknya bunga es pada <i>evaporator</i> , kebocoran <i>freon</i> pada pipa coil <i>evaporator</i> , terlalu banyak minyak lumas pada <i>compressor</i> , dan juga kurangnya air pendingin pada kondensor dengan metode USG.	Penelitian terdahulu membahas tentang sistem <i>refrigerator</i> secara keseluruhan sedangkan peneliti memfokuskan pada kondensor, selain itu metode yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan metode RCA berbeda dengan penelitian yang dahulu menggunakan metode USG dan FTA.
2	Akbar Rivani, Insanul, Widiatmaka F Pambudi, Ndori Akhmad (Tahun 2020)	Efek Bunga Es Terhadap Kerja <i>Evaporator Refrigerator</i> dengan metode FTA.	Terjadinya penumpukan bunga es pada pipa coil <i>evaporator</i> dikarenakan <i>silica gel</i> pada <i>filter dryer</i> yang sudah lama tidak diganti sehingga terjadi lolosnya kotoran dan air kedalam sistem. <i>Oil separator</i> tidak bekerja dengan baik dikarenakan saluran minyak lumas menuju ke ruang engkol tersumbat.	

Sumber: jurnal dinamika bahari

Penelitian yang dilakukan peneliti bukanlah penelitian yang pertama kali dilakukan, sebelumnya sudah banyak yang melakukan penelitian serupa yang membahas tentang sistem *refrigerator* dengan merek maupun tipe mesin yang berbeda bahkan sama. Walaupun *refrigerator* memiliki tipe dan merek yang

berbeda pada prinsipnya mereka memiliki sistem kerja yang sama antara satu dengan yang lain. Pada penelitian kali ini, peneliti memfokuskan pada bagian kondensor dan juga pada bagian *oil separator*.

Selain itu metode yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian kali ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan teknik analisis data menggunakan metode RCA (*Root cause analysis*) yang mana metode ini masih jarang yang menggunakan. Dengan menggunakan metode RCA dapat diketahui akar permasalahan bagaimana sebuah *refrigerator* dapat menurun kinerjanya. Jika telah diketahui akar permasalahan, kedepannya dapat melakukan langkah perawatan dan juga pencegahan agar tidak terulang kejadian serupa. Metode untuk mencari akar permasalahan suatu kejadian biasa disebut dengan metode *root cause analysis*.

## **B. Landasan Teori**

Rasa dingin dapat tercipta akibat dari adanya perpindahan kalor. Mesin pendingin adalah suatu pesawat yang memiliki fungsi untuk memindahkan suatu kalor di dalam ruangan dengan bantuan cairan *refrigerant*. Kita dapat membayangkan bahwa mesin pendingin merupakan suatu mesin kalor yang dapat memindahkan panas dari media bersuhu tinggi ke media bersuhu rendah.

Menurut Hendrayana Taufik (2013) suhu pendingin adalah suatu metode untuk mengawetkan bahan makanan pada suhu rendah dimana hal itu dapat menambah masa penyimpanan bahan makanan seperti sayur, ikan, daging dan bahan makanan lainnya hingga beberapa minggu atau bulan.

Secara umum mesin pendingin merupakan sebuah pesawat yang dapat digunakan untuk menurunkan suhu suatu ruangan baik untuk ruang akomodasi, menyimpan es, maupun untuk mengawetkan bahan makanan agar dapat bertahan lebih lama dari masa kadaluarsa. Mesin pendingin dapat menghasilkan dingin dengan cara menyerap panas yang ada di sekitar ruangan kemudian dengan bantuan *refrigerant* panas tersebut di konveksikan sehingga dapat mengalir bersama dengan cairan pendingin untuk kemudian dibuang.

Dari teori di atas dapat diambil kesimpulan bahwa *refrigerator* merupakan sebuah mesin yang dapat mengubah suhu dari temperatur tinggi ke temperatur rendah. Suhu pendingin sendiri berfungsi untuk menjaga bahan makanan agar dapat bertahan lebih awet dalam jangka waktu yang cukup lama dan memiliki kualitas yang masih layak konsumsi.

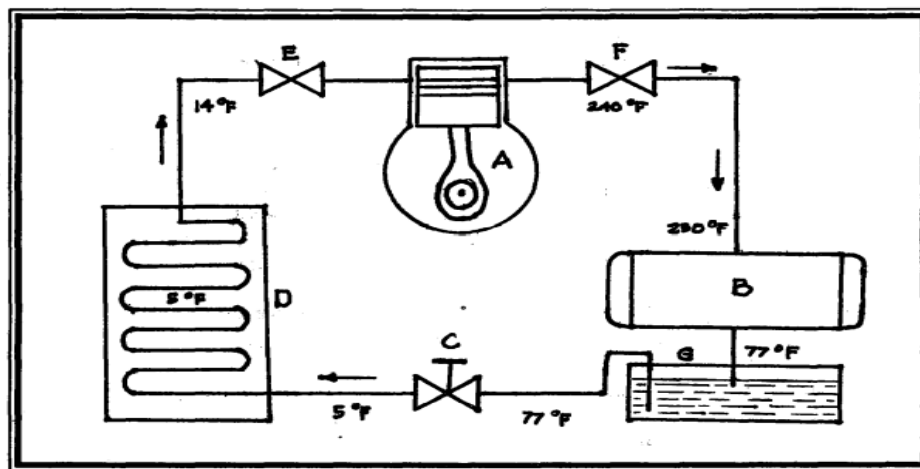
Di atas kapal sendiri mesin *refrigerator* difungsikan sebagai mesin pendingin untuk akomodasi kapal maupun sebagai mesin pendingin makanan yang disebut dengan *gandroom*. *Gandroom* merupakan sebuah ruangan khusus yang diatur suhunya sedemikian rupa untuk menyimpan persediaan bahan makanan yang ada di atas kapal agar tetap awet dan layak untuk konsumsi. *Gandroom* dirancang sedemikian rupa untuk dapat menyimpan berbagai jenis bahan makanan mulai dari bahan kering hingga basah. Ruangan *gandroom* terbagi atas beberapa bagian dan masing-masing ruangan memiliki suhu yang berbeda-beda menyesuaikan dengan bahan makanan yang disimpan. Pada ruangan ikan (*fish room*) memiliki suhu -20°C, ruangan daging (*meat room*) memiliki suhu -18°C, ruangan sayur dan buah

(*vegetable room*) memiliki suhu  $+2^{\circ}\text{C}$  dan *lobby* memiliki suhu ruangan  $+8^{\circ}\text{C}$  sesuai dengan *manual book*.

## 1. Jenis-Jenis Sistem Refrigerator

Untuk penginstalasian refrigerator pada suatu bangunan baik di kapal maupun di darat terdapat dua jenis sistem refrigerator, yaitu:

### a. *Direct expansion system*



**DIRECT SYSTEM OF REFRIGERATION**

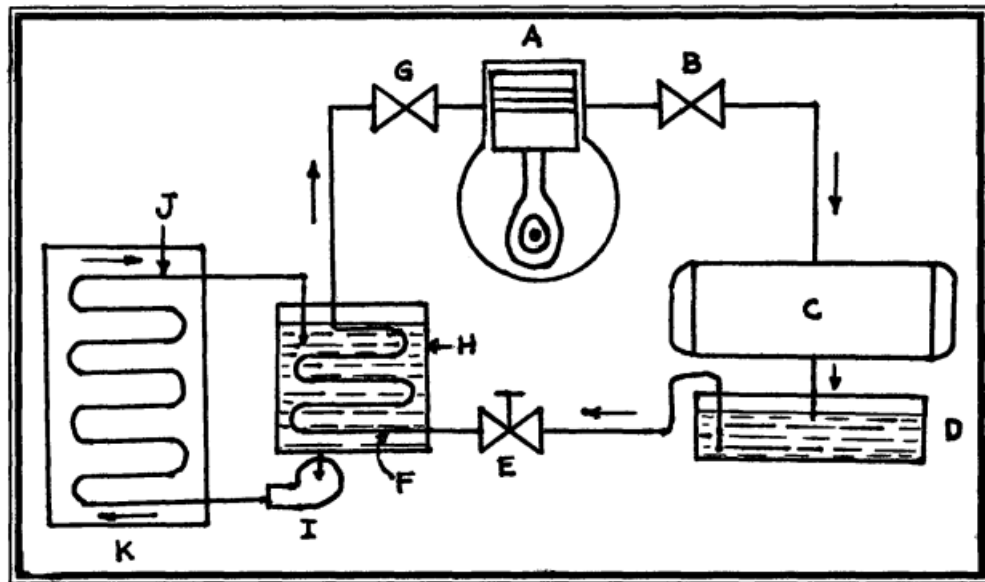
- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| A. Compressor       | E. Suction Valve   |
| B. Condenser        | F. Discharge Valve |
| C. Expansion Valve  | G. Liquid Receiver |
| D. Evaporator coils |                    |

Gambar 2. 1 *direct system refrigeration*  
Sumber: *marine engineer and review guide book*

Untuk jenis ini merupakan suatu metode instalasi mesin pendingin yang umum digunakan. Suatu cairan pendingin akan langsung menyerap panas dari udara sekitar ruang *evaporator* melalui perantara pipa *coil evaporator*

kemudian *refrigerant* langsung bersirkulasi kembali ke kompresor untuk diedarkan kembali.

b. *Indirect expansion system*



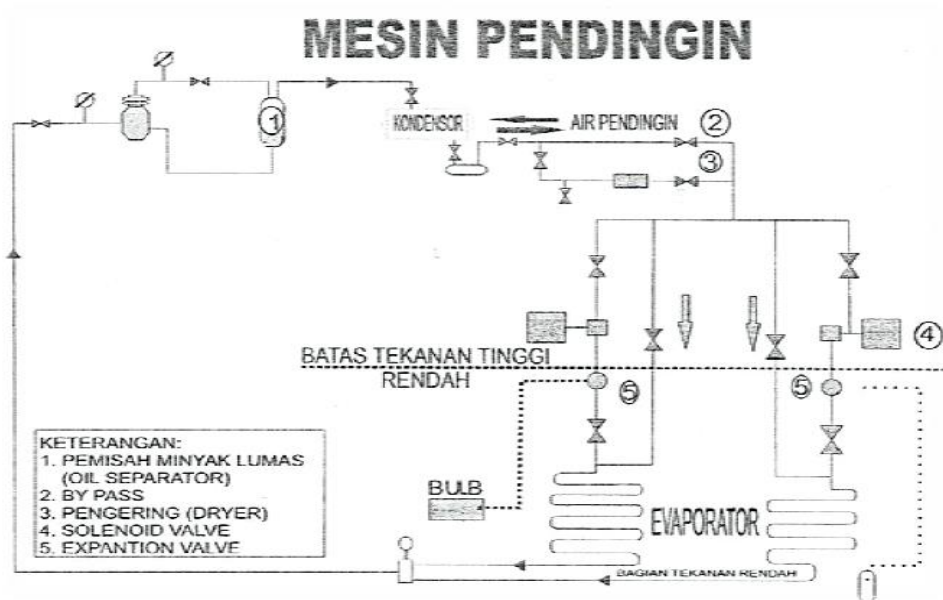
**INDIRECT SYSTEM OF REFRIGERATION**

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| A. Compressor        | F. Evaporator coils |
| B. Discharge valve   | G. Suction valve    |
| C. Condenser         | H. Brine cooler     |
| D. Liquid Receiver   | I. Brine Pump       |
| E. Expansion valve   | J. Cooling coils    |
| K. Cold storage room |                     |

Gambar 2. 2 *indirect system refrigeration*  
 Sumber: *marine engineer and review guide book*

Pada jenis ini, cairan *refrigerant* akan menjadi gas pada *evaporator* yang mana pipa *coil evaporator* berada pada *brine tank* yang berisi cairan air garam sehingga panas dari air garam akan terserap kemudian cairan akan dialirkan melalui pipa kapiler ke dalam ruang pendingin dan kembali lagi ke *brine tank*.

## 2. Prinsip Kerja Sistem Pendingin



Gambar 2. 3 *refrigerator system*

Sumber: <https://berg-group.com/products/marine-refrigeration-chiller-systems/marine-refrigeration-chillers/>

Cara kerja *refrigerator* sangat dipengaruhi oleh kompresor. Pada prinsipnya, *refrigerator* memiliki 2 sistem kerja yang utama untuk mendinginkan ruangan, yaitu:

- a) *cooling* (mendinginkan)
- b) *defrost* (mencairkan)

Kedua sistem kerja tersebut (*cooling* dan *defrost*) haruslah bekerja secara berkesinambungan agar proses pendinginan berjalan secara normal sebagaimana mestinya. Bila terjadi masalah pada salah satu atau kedua proses kerja, maka kinerja dari *refrigerator* dapat menurun sehingga menyebabkan suhu ruangan menjadi panas.



a) Kerja Mendinginkan (*cooling*)

*Refrigerator* atau mesin pendingin selama bekerja memanfaatkan beberapa hukum fisika yang menjadi dasar proses kerja sistem pendingin, yang paling terlihat adalah penerapan hukum termodinamika kedua. Pernyataan hukum termodinamika kedua ini dicetuskan oleh Mr. Clausius, yang mengatakan bahwa kalor (panas) berpindah sendirinya dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Hukum fisika ini ternyata dapat bekerja dengan baik pada sistem pendingin, karena dijalankan oleh bagian yang bernama '*evaporator*'. Proses yang terjadi di *evaporator* dapat kita pahami secara mudah, sebagai contoh:

Pada saat tubuh kita basah terkena air, maka bagian yang terkena air tersebut akan terasa dingin walaupun suhu sekitar lebih panas. Sensasi dingin bertambah apabila terkena hembusan angin. Sensasi dingin tersebut terjadi akibat dari air yang menguap pada saat bersamaan mengambil panas dari tubuh kita.

Permisalan tersebut dapat diuraikan seperti ini, kulit tubuh dapat diibaratkan sebagai *evaporator* pada sistem *refrigerator*, udara luar diibaratkan sebagai ruang pada bagian dalam *evaporator*, jaringan di bawah kulit disamakan dengan bagian dalam atau isi dari mesin pendingin, sedangkan sisa air di kulit diibaratkan sebagai bahan pendingin (*refrigerant*) yang sedang menguap di dalam pipa *evaporator*. Pada sistem pendingin kita tahu bahwa proses pendinginan terjadi karena di dalamnya terdapat *refrigerant* yang mengalir ke bagian-bagian sistem pendingin.

Pada *evaporator*, *refrigerant* diubah bentuknya menjadi gas dan bergerak pada pipa kapiler yang berkelok-kelok sehingga dapat menyerap panas sekitar

*evaporator* dan secara bersamaan *blower*/kipas membantu untuk menghembuskan udara dingin yang berasal dari ruangan sekitar *evaporator* sehingga suhu udara sekitar mesin pendingin dapat menurun.

b) Kerja mencairkan (*Defrost*)

Selain mendinginkan, sistem kerja *defrosting* sangatlah berpengaruh pada kelancaran kinerja sistem *refrigerator*. Apabila *defrosting* tidak dapat berjalan maka penumpukan bunga es dapat terjadi pada *evaporator* dan dapat menghambat proses perpindahan kalor sehingga suhu udara tidak bisa berkurang sebagaimana yang kita inginkan.

Pada sistem kelistrikan *refrigerator* terdapat alat yang bernama *defrost timer*, *defrost heater*, dan *defrost thermo*. Ketiga alat ini memiliki fungsi masing-masing dan saling berkesinambungan. *Defrost timer* berfungsi untuk mengatur lama kerja kompresor dan juga lama waktu pencairan bunga es di *evaporator*, *defrost heater* adalah sebuah pemanas yang berfungsi untuk mencairkan bunga es di *evaporator*, dan *defrost thermo* berfungsi untuk mendeteksi temperatur sekitar *evaporator* sehingga bisa mengatur apakah proses pencairan es perlu dilakukan atau tidak. *Defrost timer* akan bekerja ketika kompresor berjalan selama 6 jam.

Maka kontak kompresor akan berpindah dari *cooling process* ke posisi *defrosting process*/atau proses pencairan bunga es. Proses pencairan dimulai. Pada kondisi ini timer motor akan mati, kemudian akan ada dua heater yang menyala (*defrost heater* akan mencairkan es di sekitar *evaporator* dan *plate heater* yang akan mencairkan es di bak penampungan di bawah *evaporator*).

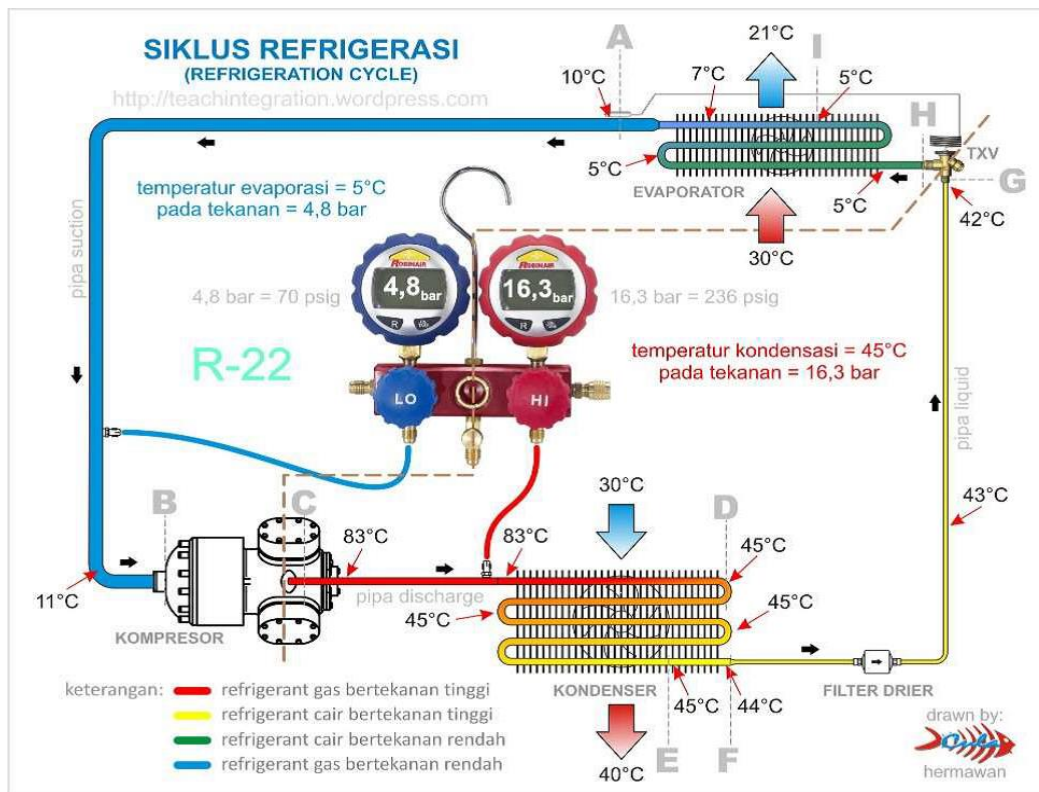
Aktifnya *defrost heater* menyebabkan temperatur sekitar *evaporator* meningkat. Dengan demikian bunga es yang ada pada *evaporator* akan mencair. Ketika *defrost thermo* mendeteksi bahwa suhu telah mencapai  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ , maka kontak *defrost thermo* akan memutus *defrost heater* sehingga proses pencairan akan berhenti dan kembali pada proses pendinginan.

Di kapal, pembersihan pipa *coil evaporator* dilakukan 3 bulan sekali dengan tujuan membersihkan *coil evaporator* dari timbunan es. Selain dengan *defrost* otomatis, dapat juga dilakukan secara manual dengan cara menyiram pipa *evaporator* dengan air dan melakukan *bypass* dengan *freon* panas agar es dapat cepat mencair.

Untuk mengaktifkan sistem *defrost* manual dapat dilakukan dengan cara mengatur posisi *switch* dari *timer defrost* ke posisi *defrost*. Kemudian tunggu selama setengah hingga satu jam. Berikutnya dapat dilakukan pengecekan pada *coil evaporator*, apakah masih terdapat bunga es atau sudah mencair.

### **3. Siklus Perjalanan Freon Dalam Sistem Pendingin**

*Refrigerator* dapat bekerja menyerap panas dikarenakan adanya cairan *refrigerant* yang berfungsi untuk menyerap kalor di sekitar ruang pendingin. Kalor tersebut kemudian dibuang melalui kondensor sekaligus mengubah *refrigerant* yang semula berbentuk gas menjadi cair.



Gambar 2. 4 siklus *freon*

Sumber:

<https://www.kompasiana.com/cula.hermawan/55004deaa333113072510549/cara-kerja-sistem-refrigerasi>

Pertama, *freon* dimampatkan oleh kompresor, dan ketika *freon* masuk ke dalam kompresor harus berwujud gas, karena apabila *freon* masih berwujud cairan maka sesuai dengan sifatnya, cairan sebagai zat yang tidak bisa dikompresikan apabila masuk ke dalam ruang kompresi maka akan menyebabkan *liquid hammer* yang dapat menimbulkan kerusakan komponen pada kompresor. Setelah melalui proses pemampatan, gas *freon* bertekanan tinggi akan masuk ke dalam kondensor yang kemudian akan terjadi proses kondensasi dimana temperatur *freon* akan menurun dikarenakan terjadinya penyerapan kalor yang ada pada *freon* dengan air

pendingin sehingga terjadi perubahan wujud gas *Freon* menjadi cairan *Freon* secara konveksi yaitu panas dari gas *freon* dibuang oleh media air pendingin dalam hal ini air laut.

Setelah itu cairan *Freon* akan berkumpul di *receiver* (penampung), *Receiver* ini pada instalasi mesin pendingin konstruksinya menjadi satu bagian dengan kondensor. Setelah proses kondensasi terjadi, *freon* yang telah menjadi *liquid* tertampung di *receiver* kemudian *Freon* akan melewati *Drier* yang fungsinya menyerap uap air apabila pada *Freon* terdapat kandungan udara, kemungkinan ini biasa terjadi karena pada saat pengintalasian pertama dari sistem tersebut maupun pada saat pengisian ulang atau penambahan *Freon*, oleh karena itu untuk mencegah terjadinya hal-hal tersebut maka pada instalasi mesin pendingin ini dipasang *filter drier*.

Untuk kelanjutan dari proses pendinginan ini setelah *Freon* melewati *Dehydrator Freon* akan masuk ke dalam pipa penguap dengan melewati katup *Solenoid* sebagai pengatur otomatis untuk menghentikan dan meneruskan aliran *Freon* ke dalam *Evaporator*. Setelah itu *Freon* melewati katup ekspansi, pada katup ini cairan *Freon* ini seakan-akan dicekik sehingga terjadi penurunan tekanan secara mendadak, katup ini berfungsi juga sebagai alat kontrol yang mengatur banyak sedikitnya *Freon* yang akan masuk kedalam *Evaporator* dengan bantuan *Thermo Bulb*, sebagai alat sensor yang dipasang di pipa keluaran *Evaporator*, setelah *Freon* di ekspansikan, *Freon* masuk ke dalam *evaporator* dalam bentuk partikel-partikel kecil yang menguap sehingga akan lebih mudah menyerap panas disekitar ruang

pendingin, setelah melakukan proses penyerapan panas *Freon* berubah wujud menjadi gas, lalu *Freon* kembali lagi dihisap oleh kompresor.

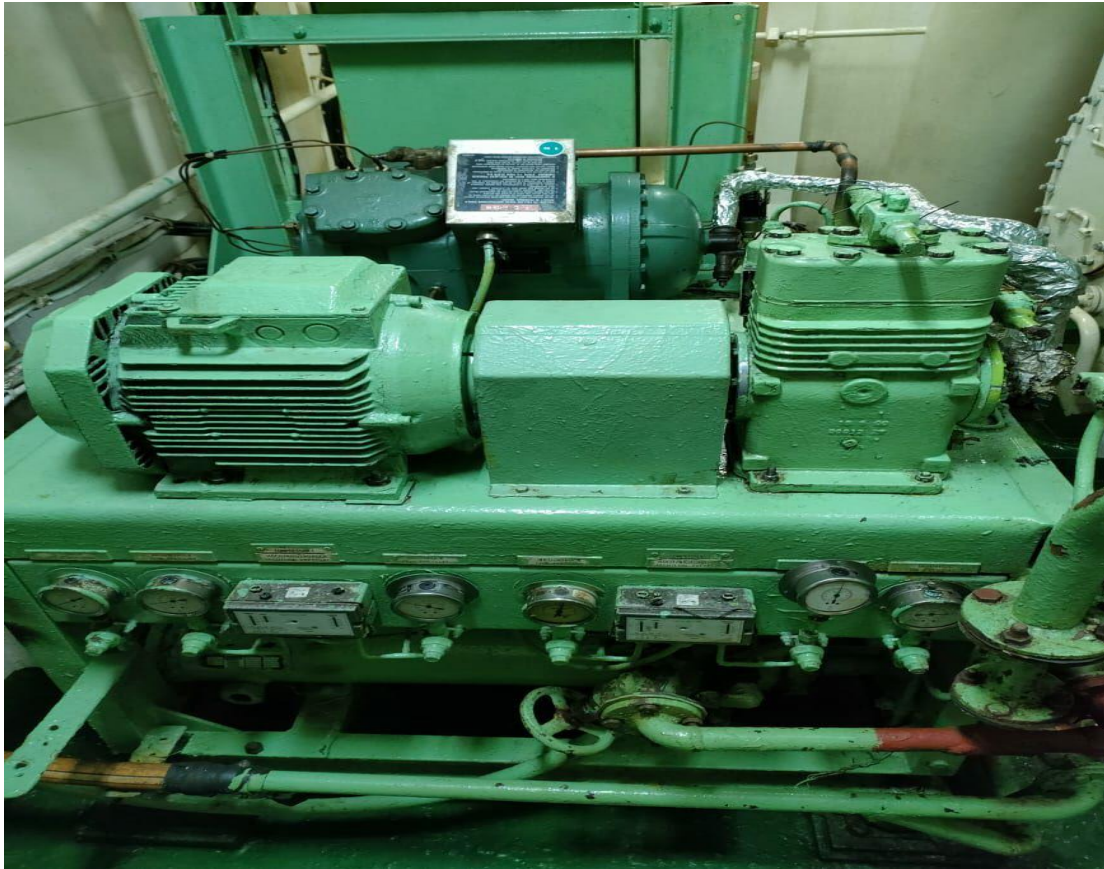
Sedangkan *Thermostatik Switch* sebagai alat kontrol temperatur berfungsi mempertahankan suhu di dalam ruang pendingin pada batas yang telah ditentukan. Alat ini bekerja berdasarkan sensor yang akan memberi tanda kepada saklar untuk memutus atau menghubungkan arus listrik ke katup *Selenoid*. Dalam hal ini *Thermo Bulb* dipasang dalam tiap-tiap ruangan pendingin. *High and Low Pressure Swich* berfungsi sebagai saklar pemutus arus ke elektro molar apabila tekanan hisap terlalu rendah dan tekanan keluar kompresor terlalu tinggi.

#### **4. Komponen-Komponen Utama Pada Mesin Pendingin**

##### **a. Kompresor**

Suatu pesawat bantu yang berfungsi menghisap dan menekan *Freon*, dari tekanan rendah dari *evaporator* dan menekannya ke katup ekspansi melalui kondensor dengan tekanan tinggi. Dan juga kompresor dapat bekerja secara otomatis, dan akan berhenti bila ruang pendingin telah mencapai suhu yang diinginkan, yaitu bisa tekanan terlalu rendah ataupun tekanan terlalu tinggi.

Kompresor yang digunakan pada *refrigerator* terdiri dari beberapa jenis mulai dari kompresor *hermetic* (dimana *electro motor* berada pada satu ruang dengan komponen yang lain seperti piston), semi *hermetic* (merupakan tipe kompresor yang berbentuk menyerupai kompresor *hermetic* hanya saja pada tipe ini bagian penutup dapat dibuka), dan yang terakhir ada kompresor *open type* dimana bagian *electro motor* terletak terpisah dengan komponen piston.



Gambar 2. 5 kompressor  
Sumber: Dokumentasi pribadi KM. Tanto Bagus (2021)

b. *Oil separator*

*Oil separator* mesin pendingin, *oil separator* digunakan untuk memisahkan gas *freon* panas hasil dari kompresi dari kompressor yang masih bercampur dengan minyak lumas dan kemudian dipisahkan. *Oil separator* yang bermasalah dapat menyebabkan banyaknya minyak lumas yang ikut bersirkulasi ke dalam sistem, sehingga pada kompressor akan terjadi kekurangan minyak lumas yang mana hal itu dapat menyebabkan kurangnya pelumasan.



Gambar 2. 6 *oil separator*

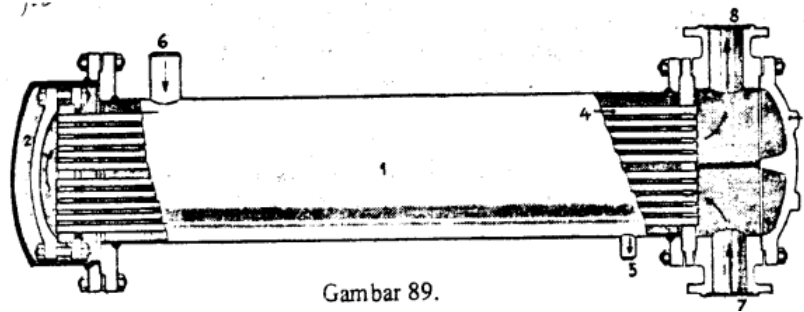
Sumber: <http://www.manufacturers.com.tw/showroom-4303-4-5-0000024155-3740.php>

Di dalam *oil separator* terdapat *filter* atau saringan yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang biasanya berupa gram-gram hasil gesekan antara komponen kompressor. komponen yang berukuran besar akan tertahan di bagian filter atas sedangkan komponen yang halus akan menempel di bagian bawah yang mana terdapat sebuah magnet. minyak lumas yang memiliki massa lebih besar dari gas akan mengumpul di bagian bawah dan akan kembali ke karter kompressor apabila volume telah mencapai batas ditandai dengan terangkatnya pelampung dan gas yang memiliki massa lebih ringan dapat langsung keluar melalui pipa *outlet*.

c. Kondensor

Merupakan bagian dari mesin pendingin yang berfungsi untuk mengubah gas *freon* menjadi *freon* berbentuk cair yang berasal dari kompressor. Gas *freon* yang memasuki kondensor memiliki tekanan dan temperatur yang tinggi.





Gambar 89.

Gambar 2. 7 kondensor

Sumber: <http://repository.stimart-amni.ac.id/1652/2/9.BAB%202.pdf>

Gas *freon* dari kompressor masuk melalui bagian atas kondensor (di luar pipa) keluar berupa cairan (di dalam pipa). Aliran air laut masuk ke dalam kondensor melalui sekat dan bersirkulasi sehingga terjadi proses konveksi dimana perpindahan panas dari *freon* akan dibuang ke dalam media pendingin (air laut) sehingga terjadi penyerapan kalor oleh air laut, serta mengubah gas *Freon* menjadi *Freon* cair.

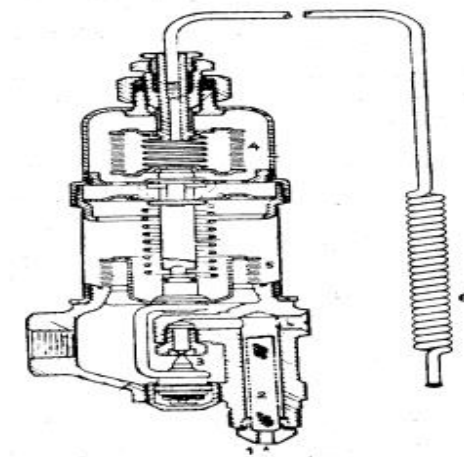
Bila penurunan suhu mencapai pada titik jenuh uap air maka akan terjadi proses pengembunan atau kondensasi. Wujud gas berubah menjadi cair dengan suhu yang rendah, sedangkan tekanannya tetap tinggi, lalu mengalir ke *Dehydrator*. Dalam hal ini, tekanan *freon* yang meninggalkan kondensor haruslah cukup tinggi agar tidak terjadi tahanan pada katup ekspansi, sebaliknya jika *freon* memiliki tekanan yang kurang maka *freon* tidak dapat mengalir melewati ekspansi.

d. *Dehydrator*

Suatu alat pengering yang berfungsi menyerap kadar air yang terbawa oleh *freon*. *Dehydrator*, berupa saringan yang berisikan bahan pengering (*silica gel*) yang digunakan untuk menyerap uap air maupun menyaring kotoran di dalam sistem, saringan ini berupa kawat. Selain itu, penggunaan *silica gel* dipilih karena tidak menyerap *freon*. Alat ini dipasang pada saluran udara *receiver* dengan *evaporator*.

e. Katup Ekspansi

Disebut sebagai *thermo* karena, kerjanya atas perbedaan suhu (katup terbuka bila adanya perbedaan suhu yang diatur oleh diafragma). Katup ini memiliki fungsi untuk mengatur jumlah *Freon* yang mengalir ke dalam *evaporator* dan sekaligus menurunkan tekanan. Katup ini ada 2 jenis yaitu katup ekspansi otomatis dan katup *thermostatis*.



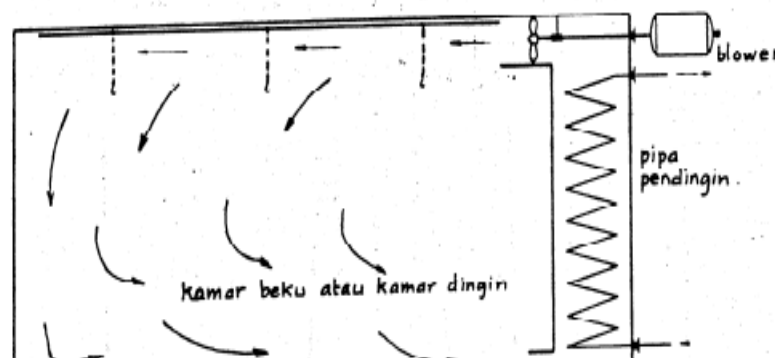
Gambar 2. 8 katup ekspansi

Sumber: <http://repository.stimart-amni.ac.id/1652/2/9.BAB%202.pdf>

Pada katup ekspansi *thermostatis* jumlah aliran *Freon* yang keluar dari katup ekspansi dikontrol oleh temperatur pada sensor *bulb*, sedangkan pada katup otomatis jumlah aliran *Freon* yang keluar dikontrol dengan tekanan pada *evaporator*. Jika katup ekspansi buntu ataupun rusak pada saat mesin berjalan, tekanan manometer hisap akan di bawah normal atau nol.

f. *Evaporator*

Merupakan sebuah komponen yang berfungsi untuk memisahkan kedua fasa antara liquid gas dan liquid cair. *Freon* cair yang masuk ke *evaporator* akan diubah wujudnya menjadi gas dengan cara menurunkan tekanannya sehingga dapat menyerap panas dengan baik.



Gambar 2. 9 evaporator

Sumber: [https://www.researchgate.net/figure/Gambar-46-Temperatur-air-dingin-di-evaporator-dan-temperatur-Ice-Storage\\_fig4\\_299945058](https://www.researchgate.net/figure/Gambar-46-Temperatur-air-dingin-di-evaporator-dan-temperatur-Ice-Storage_fig4_299945058)

g. *Fan*

*Blower*, yang juga dikenal sebagai kipas, adalah suatu komponen yang berperan dalam mengalirkan udara ke dalam ruangan pendingin. Kipas ini terletak di

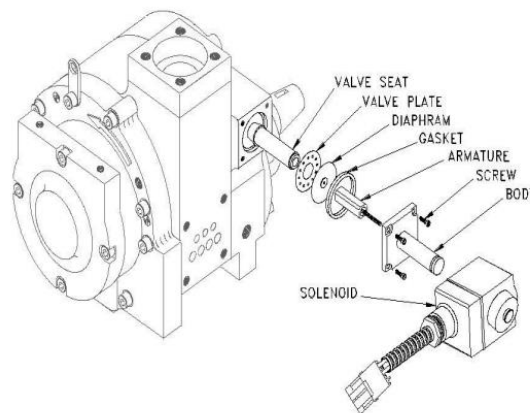
belakang pelapis dinding kompartemen makanan, berdekatan dengan kontrol damper kulkas.

*Blower* bekerja dengan cara mengisap udara sekitar ruangan kemudian mengalir melewati *evaporator* dan panas yang terkandung di dalam udara akan terkonveksi oleh *refrigerant* yang mengalir sepanjang pipa *evaporator* sehingga tersisa udara dingin yang keluar melewati *evaporator* dan karena adanya dorongan dari kipas menyebabkan udara tersebut menyebar ke seluruh ruang pendingin.

#### h. *Thermostatic Switch*

Merupakan suatu saklar pengontrol temperatur yang berfungsi untuk mengontrol atau mempertahankan suhu pada batas yang ditentukan.

#### i. *High and Low Pressure Switch*



Gambar 2. 10 *High and low pressure switch*

Sumber: <http://www.refrigeratoridiagrams.com/refrigerator-troubleshooting/refrigerator-service-diagnosis-and-repairs/refrigerator-pressure-controls.html>

Merupakan suatu saklar pemutus tekanan arus listrik apabila tekanan isap pada kompressor rendah dan tekanan keluar kompressor terlalu tinggi melebihi batas yang telah ditentukan.

j. Media Pendingin

Media pendingin adalah sebuah media berbentuk gas yang mudah berubah menjadi cair atau *refrigerant* untuk menyerap kalor dari *evaporator* dan membuangnya di kondensor. Selama mencapai titik jenuh, uap gas akan berubah menjadi cair.

Sistem pendinginan perlu adanya media pendingin yang diuapkan, dari penguapan digunakan untuk mendinginkan udara yang dihisap oleh blower didalam ruang *evaporator* sebelum diteruskan ke ruang pendingin, dan mengganti udara-udara yang bersuhu tinggi dengan udara-udara yang bersuhu rendah, sehingga membuat ruangan sesuai dengan yang diharapkan.

*Refrigerant* merupakan sebuah media yang dapat dengan mudah berubah menjadi uap selama mencapai pada titik didih maksimal. Pada sistem pendinginan *refrigerant* yang digunakan mengalami perubahan bentuk mulai dari gas ke cair maupun sebaliknya. Perjalanan *refrigerant* dimulai dari kompressor yang mengisap gas *refrigerant* bertekanan rendah untuk dikompresikan di mana hal itu menyebabkan naiknya tekanan dan suhu pada *refrigerant*. *Freon* yang keluar dari kompressor berwujud gas bersuhu dan bertekanan tinggi mengalir masuk ke dalam kondensor untuk dikondensasikan berubah menjadi zat cair bertekanan tinggi. *Freon* mengalir melewati katup ekspansi dan keluar menjadi partikel zat yang lebih kecil. *Freon* dalam pipa *evaporator* berubah menjadi gas bertekanan rendah

menyerap panas di ruang *evaporator*, kemudian diisap kompresor dan proses ini akan terus berulang-ulang.

Sumanto (2004) mengatakan bahwa, bahan pendingin dibagi menjadi dua, yaitu:

a. *Amonia* (R 717 atau NH<sub>3</sub>)

*Amonia* (R 717) merupakan komponen yang digunakan secara luas pada mesin *refrigerator* yang besar. Titik didih normalnya adalah 33°C. *Amonia* mempunyai karakteristik bau meskipun pada konsentrasi yang kecil di udara, tidak dapat terbakar, tetapi dapat meledak ketika bercampur dengan udara dengan perbandingan volume 13 : 28. Karena efek korosi dari *amonia*, maka tembaga atau campuran tembaga harus tidak digunakan pada mesin yang menggunakan *amonia*.

b. *Fluorinated* (CFC)

*Fluorinated* adalah *refrigerant* yang aman dan tidak beracun yang banyak dipakai saat ini. Pada khalayak luas dikenal dengan nama *freon*, *frigen*, *areton*, *isotro*, *asahi frond*, dan lain-lain. Jenis *refrigerant* ini terdiri dari:

1. R 11 (*Tricloromono fluoro methane* = CC13F)
2. R 12 (*Dicloro difluoro methane* = CCL<sub>2</sub>F<sub>2</sub>)
3. R 22 (*Monochloro difluoro methane* = CHCLF<sub>2</sub>)
4. R 502 (campuran, antara CCL<sub>2</sub>F<sub>2</sub>-CF<sub>3</sub> = 51,2% dan CHCLF<sub>2</sub> = 48,8%)

*Refrigerant* merupakan suatu zat yang berbentuk gas pada suhu normal udara luar. Titik/suhu penguapan dapat diatur seiring dengan perubahan tekanan. Semakin rendah tekanannya semakin rendah pula titik penguapannya, begitu pun sebaliknya.

## 5. Komponen Pendukung Pada *Refrigerator*

### a) *Thermostat*

Menurut Dickson (2018) *thermostat* adalah suatu komponen pendukung yang banyak dipasang pada sistem pendingin. *Thermostat* ini memiliki fungsi untuk memutus dan menyambung arus listrik berdasarkan dengan mendeteksi suhu lingkungan sekitar sesuai dengan pengaturan suhu yang telah disetting sebelumnya. Saat ini termostat yang banyak beredar terbagi menjadi dua jenis yaitu *thermostat* elektronik dan juga *thermostat* mekanikal.

### b) *Sight Glass*

Menurut Prasetyadi (2017) *sight glass* berfungsi untuk tempat melihat aliran *refrigerant* di dalam sistem AC. Selain itu *sight glass* juga dapat berfungsi untuk melihat jumlah *refrigerant* yang terdapat di dalam sistem AC. *Refrigerant* yang kurang akan membuat ada banyak udara pada sistem, udara pada dasarnya terdapat kandungan air didalamnya sehingga ketika kondisi dingin maka air yang terdapat atau terkandung pada udara akan mengembun oleh sebab itu akan mengakibatkan adanya air di dalam sistem AC.

### c) *Temperature Control*

Menurut Testindo (2013) *temperature control* adalah sistem otomatisasi yang dapat berfungsi dengan memanfaatkan bantuan berbagai macam sensor sebagai *input*, seperti sensor gerak, sensor suhu, sensor kecepatan, dan masih banyak lagi yang selanjutnya akan diproses oleh *control unit* untuk memberikan perintah kepada sistem selanjutnya.

d) *Solenoid Valve*

Menurut Suprianto (2015) *solenoid valve* merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan/*solenoid*. *Solenoid valve* ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem *fluida*. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolik ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. Contohnya pada sistem pneumatik, *solenoid valve* bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator *pneumatic (cylinder)*.

e) *Defrost Timer*

Menurut Setiadi (2014) *defrost timer* atau biasa disebut *timer* merupakan sebuah alat pada kulkas yang berfungsi sebagai pengatur kerja kompresor dan proses pencairan bunga es pada *evaporator* atau biasa disebut dengan *defrost cycle*. Umumnya bekerja sekitar 6 jam dari proses kerja pendinginan pertama kali ketika kompresor hidup. Lamanya proses *defrost* tergantung pada ketebalan es di *evaporator*, semakin tebal es maka semakin lama juga proses pencairannya.

f) *Door switch* (saklar pintu)

Menurut Wijaya (2011) saklar pintu terletak pada dinding bagian dalam mesin pendingin di dekat pintu. Hidup-matinya (*on-off*) saklar pintu digerakkan oleh posisi pintu mesin pendingin. Fungsi saklar pintu untuk *on-off* kipas dan lampu mesin pendingin. Pada mesin pendingin model tertentu, terdapat 2 saklar yaitu saklar pintu atas dan saklar pintu bawah, ada juga mesin pendingin yang hanya memiliki 1 saklar yaitu di pintu bawah.



Ketika pintu atas tertutup maka kipas *on*, bila pintu atas dibuka maka kipas *off*. Ketika pintu bawah tertutup maka lampu mesin pendingin *off* dan kipas *on*, bila pintu bawah dibuka maka lampu mesin pendingin *on* dan kipas *off*.

g) Lampu Mesin Pendingin

Menurut Wijaya (2011) lampu mesin pendingin memiliki fungsi untuk memberikan cahaya pada bagian dalam (tempat penyimpanan makanan dan minuman) pada mesin pendingin. *On-off* lampu mesin pendingin dikendalikan oleh pergerakan pintu mesin pendingin. Bila pintu mesin pendingin dibuka maka lampu *on*, bila pintu ditutup maka lampu *off*.

h) *Overload Motor Protector*

Menurut Santoso (2012) *Overload Motor Protector* pada AC ini merupakan alat pengaman kompresor, yang berfungsi memutus arus yang mengalir ke kompresor pada saat kompresor mengalami panas. Cara kerja overload ini di kendalikan oleh sensor panas yang terbuat dari campuran bahan logam dan bahan *non* logam (bimetal). Batang bimetal inilah yang membuka dan menutup arus listrik secara otomatis ke motor listrik (kompresor). Ketika bimetal ini di lewati arus tinggi secara terus menerus atau kondisi kompresor yang terlalu panas, bimetal ini akan terbuka sehingga arus listrik menuju kompresor akan terputus, ketika suhu kompresor sudah mulai turun maka bimetal yang terdapat pada *overload* ini akan menutup kembali sehingga kompresor dapat kembali bekerja.

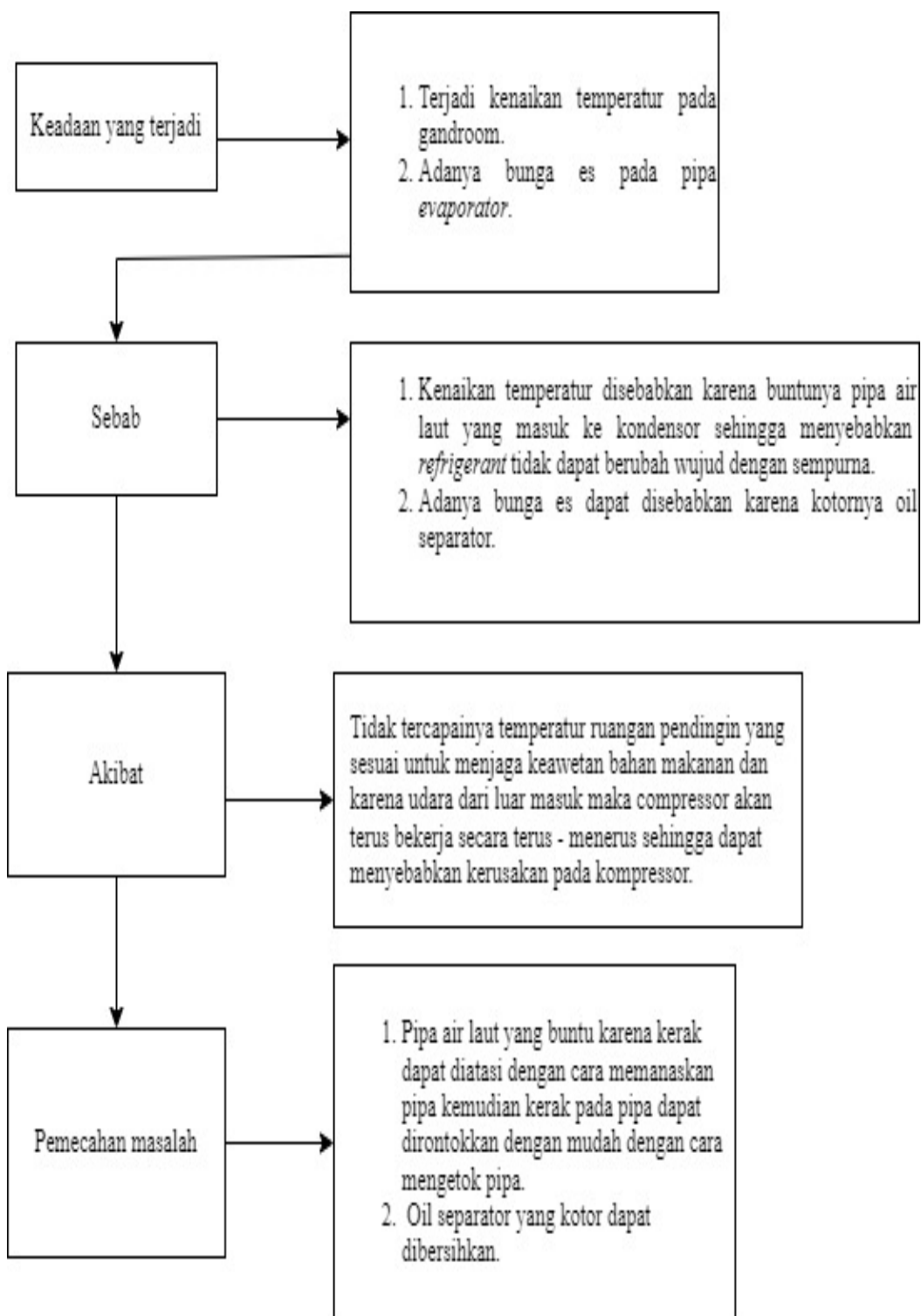
## 6. Faktor Penyebab Menurunnya Kinerja *Refrigerator*

Menurut Jatmiko (2017) dalam penelitiannya di KM. JHONI XXXVIII ada berbagai gangguan atau kerusakan pada *refrigerator*nya, antara lain:

1. Kerusakan pada *evaporator* akibat kebocoran dan kebuntuan, dan setelah diperiksa ternyata ada pipa *evaporator* yang gepeng dan sedikit sobek.
2. Kerusakan pada kompresor yang pada saat itu sedang berjalan tetapi suara dari kompresor tersebut sangat keras dan setelah di periksa ternyata ada pegas kompresor yang patah dan kemudian segera di overhaul dan diganti dengan pegas yang baru.
3. Terlalu banyak barang/bahan makanan yang dimasukkan kedalam ruang pendingin sehingga suhu di dalam ruang pendingin tidak maksimal.
4. Pengisian *refrigerant* pada mesin pendingin yang melebihi batas kemampuan menampung *refrigerant* akan menyebabkan overheat pada mesin pendingin dan akan mengakibatkan kerusakan.
5. *Overhaul* kompresor akibat kerusakan yang disebabkan kurangnya oli pada kompresor.

Dari permasalahan di atas, *refrigerator* yang menjadi obyek penelitian penulis sempat mengalami beberapa permasalahan contohnya adanya bunga es pada pipa *evaporator* dan buntunya pipa *inlet* air laut kondensor.

### C. Kerangka Berpikir



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Dalam pembuatan karya ilmiah terapan ini, jenis metode penelitian yang penulis gunakan dalam melakukan penelitian ini adalah dengan metode penelitian kualitatif deskriptif. Metode penelitian kualitatif deskriptif merupakan metode penelitian yang berfungsi untuk meneliti masalah secara aktual yang sedang dihadapi serta mengumpulkan data maupun informasi untuk selanjutnya dianalisis.

Penggunaan metode kualitatif dipilih karena penelitian menitik beratkan pada data-data dan hasil observasi secara langsung selama melakukan praktek. Selama penelitian, peneliti mengumpulkan data dan dokumen yang dibutuhkan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis kembali dan dipaparkan sesuai hasil penelitian. Data yang dikumpulkan pada penelitian ini tentunya berhubungan dengan menurunnya kinerja sistem *refrigerator gandroom* selama di kapal.

#### **B. Lokasi Penelitian**

Penulis melakukan tempat penelitian tentang menurunnya kinerja sistem *refrigerator* kapal pada waktu praktek berlayar di MV. TANTO BAGUS selama satu tahun atau pada waktu semester V dan VI. Penulis menyadari bahwa selama di kapal tidak hanya mencari sumber dari masinis maupun *electriciant* yang bertanggung jawab melainkan juga dari berbagai buku maupun jurnal yang ada.

### C. Sumber Data

Jenis data yang digunakan penulis merupakan jenis data kualitatif, yang diperoleh melalui hasil pengamatan secara langsung maupun dari informasi lainnya. Untuk sumber data yang digunakan dalam melakukan penelitian adalah:

#### 1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara melakukan observasi, pencatatan, dan hasil wawancara secara langsung kepada sumber pertama penelitian yang terjadi pada objek penelitian. Data primer tentang menurunnya kinerja sistem *refrigerator* di MV. TANTO BAGUS didapat dari hasil wawancara bersama dengan masinis maupun *electriciant*.

#### 2. Data Sekunder

Data yang disebut sebagai data sekunder digunakan untuk mendukung data primer dalam menjelaskan topik penelitian. Data jenis ini diperoleh dari berbagai sumber dokumenter, termasuk buku referensi, materi/jurnal/handout dan *manual book* yang terdapat di atas kapal.

### D. Teknik Pengumpulan Data

Menurut Sutopo (2006) metode pengumpulan data dalam penelitian kualitatif secara umum dikelompokkan ke dalam dua jenis cara, yaitu teknik yang bersifat interaktif dan non-interaktif. Metode interaktif meliputi *interview* dan observasi berperanserta, sedangkan metode noninteraktif meliputi observasi tak berperanserta, teknik kuesioner, mencatat dokumen, dan partisipasi tidak berperan.

Namun berdasarkan teori Sugiyono (2008) ada empat macam tehnik pengumpulan data, yaitu observasi, wawancara, dokumentasi dan gabungan /triangulasi. Berdasarkan teori tersebut, maka peneliti menggunakan tiga metode dalam melakukan pengumpulan data, yaitu: wawancara, observasi, dan dokumentasi.

#### 1. Teknik Wawancara

Dalam penelitian kualitatif, wawancara mendalam adalah metode wawancara yang digunakan untuk merevisi atau memvalidasi informasi atau keterangan yang telah diperoleh sebelumnya. Wawancara mendalam juga dikenal sebagai *in depth interview*, merupakan sebuah proses untuk mendapatkan informasi tentang tujuan penelitian melalui tanya jawab secara langsung antara pewawancara dan orang yang diwawancarai dengan atau tanpa menggunakan pedoman wawancara. Dalam wawancara mendalam, pewawancara dan informan terlibat dalam hubungan sosial yang relatif lama.

Pertanyaan dalam sebuah wawancara merupakan upaya untuk mendapatkan informasi dengan mengajukan sejumlah pertanyaan secara lisan dan meminta jawaban dari orang lain secara lisan. Salah satu karakteristik utama dari wawancara adalah hubungan langsung tatap muka (*face to face*) antara individu yang mencari informasi (atau pencari informasi) dan sumber informasi. Data yang dikumpulkan melalui wawancara berasal dari ahli atau pihak yang bertanggung jawab atas masalah tersebut, yaitu *electriciant*.

## 2. Teknik Observasi

Secara sederhana, observasi adalah bagaimana peneliti melihat keadaan penelitian. Penggunaan metode ini sangat bermanfaat dalam penelitian kelas yang melibatkan pengamatan kondisi interaksi pembelajaran, perilaku anak, dan interaksi anak dengan kelompoknya. Pengamatan dapat dilakukan secara terorganisir atau tidak terorganisir. Lembar observasi, *checklist*, catatan kejadian, dan lainnya adalah alat yang dapat digunakan untuk observasi

Beberapa informasi yang diperoleh dari observasi adalah ruang (tempat), pelaku, kegiatan, objek, perbuatan, kejadian atau peristiwa, waktu, dan perasaan. Tujuan dari melakukan observasi adalah untuk memberikan gambaran nyata tentang perilaku atau kejadian, menjawab pertanyaan, meningkatkan pemahaman mereka tentang perilaku manusia, dan evaluasi, yaitu melakukan pengukuran terhadap aspek tertentu dan kemudian membuat umpan balik tentang pengukuran tersebut.

## 3. Teknik Dokumentasi

Bahasa Latin "docere", yang berarti mengajar, adalah asal kata dokumen. Menurut Louis Gottschalk (1986), istilah "dokumen" sering digunakan oleh para ahli dalam dua pengertian. Pengertian pertama mengacu pada sumber tertulis untuk informasi sejarah sebagai kebalikan dari kesaksian lisan, artefak, peninggalan terlukis, dan petilasan arkeologis. Pengertian kedua berlaku untuk surat-surat resmi dan surat negara, seperti perjanjian, undang-undang, hibah, konsesi, dan lainnya. Gottschalk juga mengatakan bahwa dokumen (dokumentasi) dalam pengertian yang lebih luas berarti setiap proses

pembuktian yang didasarkan pada sumber apa pun, entah itu berupa tulisan, lisan, gambaran, maupun arkeologis.

#### 4. Studi Pustaka

Studi pustaka memiliki tujuan untuk mengumpulkan data tentang masalah penelitian dan menemukan solusi untuk masalah tersebut dengan bergantung pada buku. Tahap ini sangat penting karena merupakan dasar untuk membangun kerangka teoritis yang sangat bermanfaat dalam pemecahan masalah. Untuk menyusun karya tulis ini, penulis mencari referensi dari buku-buku yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas dalam KIT ini. Dalam hal ini, buku yang digunakan sebagai referensi untuk penyusunan KIT ini.

#### **E. Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data merupakan suatu proses untuk mengubah data yang dihasilkan oleh penelitian menjadi informasi yang dapat digunakan untuk mengambil keputusan dalam penelitian. Dalam istilah lain, analisis data juga dapat didefinisikan sebagai kegiatan yang dilakukan untuk mengubah data menjadi informasi sehingga karakteristik data menjadi mudah dipahami dan bermanfaat untuk menemukan sebuah solusi dari sebuah masalah yang terutama merupakan masalah penelitian. Dari data yang sudah terkumpul kemudian dapat diambil sebuah garis besar untuk dipergunakan dalam mengambil sebuah kesimpulan.



Pada penelitian kali ini teknik analisis yang penulis gunakan adalah dengan teknik RCA (*Root cause analysis*). *Root cause analysis* (RCA) merupakan sebuah metode pendekatan yang lebih terstruktur untuk menemukan faktor penyebab yang berpengaruh pada satu atau lebih peristiwa yang pernah terjadi yang mana hasil dari metode tersebut dapat digunakan untuk meningkatkan sebuah kinerja. Selain itu, seperti yang dinyatakan oleh Latino dan Kenneth (2006), penggunaan RCA dalam analisis perbaikan kinerja dapat membantu mengawasi komponen yang mempengaruhi kinerja. *Root cause* adalah komponen dari beberapa faktor, seperti peristiwa, kondisi, atau faktor organisasi, yang berkontribusi atau menimbulkan penyebab potensial dan diikuti oleh hasil yang tidak diharapkan.

Menurut Canadian Root Cause Analysis Framework (2005), analisis akar masalah merupakan suatu bagian penting dari pemahaman yang menyeluruh tentang "apa yang terjadi". Ditinjau dari "pemahaman awal" suatu insiden dan menemukan kesenjangan informasi dan pertanyaan yang belum terjawab. Analisis lingkungan masalah, wawancara dengan narasumber secara langsung dan tidak langsung, dan proses observasi adalah beberapa metode atau cara yang dapat digunakan untuk mengumpulkan sebuah informasi. Setelah mengumpulkan data, informasi ini menjadi "garis bawah" yang digunakan untuk menyelidiki "mengapa" masalah itu muncul.

Metode menemukan akar penyebab permasalahan (Dogget, 2005) mengatakan bahwa ada beberapa alat untuk menganalisis akar masalah yang telah banyak digunakan untuk menemukan akar masalah. Adapun beberapa jenis analisis yang

telah dikelompokkan diantaranya *Is/Is not comparative analysis*, *5 why analysis*, Diagram Tulang Ikan (*Fish Bone Diagram*), *Cause and effect matrix*, dan *Root Cause Tree*. Dogget mengatakan bahwa *5 why analysis* merupakan sebuah metode analisis untuk menemukan akar sebuah permasalahan yang paling sederhana dan dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu kerusakan pada sistem dan bekerja dengan sangat baik untuk dapat memahami sebab dan akibat dalam suatu kejadian.

Sakichi Toyoda merupakan orang yang pertama kali mengembangkan metode *5 why analysis* yang digunakan di dalam penelitian ini. Penggunaan *5 why analysis* di dalam suatu penelitian bertujuan untuk menemukan akar permasalahan dengan sangat terperinci, akar permasalahan dapat ditemukan dengan membuat pertanyaan “mengapa” secara berulang-ulang hingga mencapai pada suatu titik di mana terdapat satu jawaban yang mengerucut terhadap permasalahan tersebut.

Pada tahun 1998 seorang penulis ternama yang bernama Max Ammerman menulis sebuah buku berjudul *Root cause analysis*. Di dalam buku tersebut menjelaskan secara detail mengenai apa itu metode RCA termasuk juga beberapa cara yang harus dilakukan ketika akan melakukan analisis dengan metode RCA ini, diantaranya:

1. Mengidentifikasi masalah.

Identifikasi masalah merupakan suatu hal yang sangat penting dimana kita harus mempertimbangkan suatu peristiwa yang mana dapat memiliki suatu

dampak atau kerugian yang signifikan dan dari kejadian tersebut membutuhkan adanya tindakan perbaikan.

2. Memberi penjelasan tentang peristiwa yang terjadi.

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengkajian ulang dengan cara mengumpulkan sumber data, fakta, dan seluruh informasi yang di dapat tentang objek penelitian untuk lebih memahami tentang permasalahan yang sebenarnya terjadi.

3. Mengidentifikasi faktor penyebab.

Mengidentifikasi faktor penyebab digunakan untuk menemukan lebih dalam tentang permasalahan yang terjadi dan menemukan mengapa dapat terjadi permasalahan tersebut.

4. Mengidentifikasi akar penyebab masalah.

Untuk dapat mengidentifikasi akar penyebab dari suatu permasalahan dapat dilakukan analisis secara mendalam suatu permasalahan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk dapat menemukan akar permasalahan secara mendalam adalah dengan mengajukan pertanyaan “mengapa” secara berulang hingga menemukan jawaban yang mengerucut mengenai masalah tersebut, metode yang digunakan dalam menemukan akar masalah ini dikenal dengan nama “5 *why analysis*”.

5. Merancang sekaligus menemukan rencana perbaikan.

Merancang sekaligus menemukan rencana perbaikan dalam suatu permasalahan dapat digunakan untuk mencegah agar tidak terulang kembali permasalahan yang sudah pernah terjadi dikemudian hari.

6. Mengukur hasil evaluasi perbaikan.

Tindakan yang terakhir adalah memberi nilai atau mengevaluasi hasil dari perbaikan suatu permasalahan. Hasil perbaikan harus dievaluasi untuk mengetahui tindakan yang sudah diambil terbilang efektif atau tidak dalam menangani suatu masalah yang akan terjadi kembali.