

**ANALISA KINERJA MESIN PENDINGIN BAHAN MAKANAN
DI KAPAL MT. PIS PATRIOT**



ANDREW VITO HARIANTO

21.42.055

TEKNIKA

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya : Andrew Vito Harianto

NIT : 21.42.055

Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

Analisa Kinerja Mesin Pendingin Bahan Makanan Di Kapal MT. PIS PATRIOT

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada didalam skripsi ini, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 16 Mei 2025



ANDREW VITO HARIANTO
NIT : 21.42.055

**ANALISA KINERJA MESIN PENDINGIN BAHAN MAKANAN
DI KAPAL MT. PIS PATRIOT**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan diajukan oleh

ANDREW VITO HARIANTO

NIT. 21 42 055

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

SKRIPSI
ANALISA KINERJA MESIN PENDINGIN BAHAN MAKANAN
DI KAPAL MT. PIS PATRIOT

ANDREW VITO HARIANTO

NIT. 21.42.055

Telah dipertahankan di depan Panitia seminar
Skripsi Pada tanggal, 16 Mei 2025.

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Sarifuddin, M.Pd., M.Mar.E
NIP : 196712091999031001

Pembimbing II



Agustina Setyaningsih, S.Si., M.Pd
NIP : 198508082009122004

Mengetahui :

a.n. Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Ketua Program Studi Teknika

Pembantu Direktur 1



Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar
NIP. 19750329 199903 1 002



Ir. Alberto, S, Si.T., M.Mar.E., M.A.P
NIP. 19760409 200604 1 001

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “ Analisa Kinerja Mesin Pendingin Bahan Makanan Di Kapal MT. PIS PATRIOT“.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan bagi Taruna jurusan Teknika dalam menyelesaikan studinya pada program Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Tujuan penulisan skripsi ini untuk mengaplikasikan pengetahuan teori yang diperoleh dalam pendidikan dan pengalaman selama melaksanakan praktek di atas kapal dalam penyelesaian masalah yang timbul sesuai dengan pengetahuan penulis.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E.,M.A.P Selaku Ketua Jurusan Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
3. Bapak Dr. Sarifuddin, M.Pd.,M.Mar.E sebagai dosen Pembimbing 1
4. Ibu Agustina Setyaningsih, S.Si., M.Pd sebagai dosen Pembimbing 2
5. Seluruh Dosen dan Staff Pembina Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
6. Nahkoda beserta Chief Engineer dan seluruh Crew kapal MT. PIS PATRIOT yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama penulis melaksanakan praktek laut
7. Kepada kedua orang tua yang sudah mendidik saya sampai saat ini
8. Seluruh Taruna(i) Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi bahasa, susunan kalimat, maupun cara penulisan serta pembahasan materi akibat keterbatasan

penulis dalam penguasaan materi, waktu dan data-data yang diperoleh. Untuk itu penulis senantiasa menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melindungi dan memberkati kita semua, hingga penulisan skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca yang membutuhkannya dan khususnya bagi penulis sendiri.

Makassar, 16 Mei 2025



ANDREW VITO HARIANTO

NIT : 21.42.055

ABSTRAK

ANDREW VITO HARIANTO, Analisa Kinerja Mesin Pendingin Bahan Makanan Di Kapal Mt. Pis Patriot (dibimbing oleh Sariffudin dan Agustina Setyaningsih)

Memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kestabilan suhu ruang penyimpanan agar bahan makanan tetap segar selama pelayaran. Namun, selama praktek laut ditemukan adanya permasalahan berupa ketidaknormalan suhu pada ruang pendingin yang dapat menyebabkan kerusakan bahan makanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kenaikan suhu serta mengidentifikasi gangguan pada komponen sistem pendingin.

Permasalahan utama yang ditemukan adalah penyumbatan pada saringan katup ekspansi dan kebocoran pada sistem pendingin, yang menyebabkan suhu tidak mencapai standar operasional yaitu $+5^{\circ}\text{C}$ hingga $+10^{\circ}\text{C}$ untuk ruang sayur dan buah, serta -10°C hingga -17°C untuk ruang daging dan ikan. Penelitian ini menggunakan metode observasi langsung selama pelayaran, wawancara dengan kru kapal, dan studi pustaka untuk mengumpulkan data yang relevan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa gangguan tersebut menurunkan efisiensi pendinginan dan menyebabkan kerusakan sebagian bahan makanan. Perbaikan dilakukan dengan membersihkan filter ekspansi, melakukan pengisian ulang refrigeran, dan pengecekan sistem perpipaan. Diperlukan penerapan sistem pemeliharaan terjadwal (Planned Maintenance System/PMS) untuk menjaga performa sistem pendingin dan mencegah kerusakan serupa di masa mendatang.

Kata kunci: mesin pendingin, kenaikan suhu, refrigeran, filter ekspansi, pemeliharaan

ABSTRACT

ANDREW VITO HARIANTO, *Performance Analysis of the Food Refrigeration System on Board MT. PIS PATRIOT* (Supervised by Sariffudin and Agustina Setyaningsih)

The refrigeration system plays a crucial role in maintaining stable storage temperatures to keep food fresh during voyages. However, during sea practice, issues were discovered in the form of abnormal temperatures in the cooling chambers, which could potentially damage stored food. This study aims to analyze the factors contributing to the temperature rise and to identify disruptions within the refrigeration system components.

The main problems identified were a blockage in the expansion valve filter and a refrigerant leak within the system, preventing the cooling chambers from reaching operational standards of +5°C to +10°C for vegetable and fruit storage and -10°C to -17°C for meat and fish storage. The research employed direct observation during sailing, interviews with crew members, and literature study to collect relevant data.

The analysis revealed that these disruptions reduced cooling efficiency and caused partial spoilage of food supplies. Corrective actions included cleaning the expansion filter, refilling refrigerant, and inspecting the piping system. The implementation of a Planned Maintenance System (PMS) is highly recommended to maintain optimal refrigeration performance and prevent similar issues in the future.

Keywords: refrigeration system, temperature rise, refrigerant, expansion filter, maintenance

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	0
A. Latar Belakang	0
B. Rumusan Masalah	1
C. Batasan Masalah	1
D. Tujuan Penelitian	2
E. Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. Pengertian Mesin Pendingin	3
B. Fungsi Mesin Pendingin.....	4
C. Prinsip Kerja Mesin Pendingin	4
D. Pembagian Mesin Pendingin	7
E. Komponen Utama Mesin Pendingin.....	8
F. Alat-alat Otomatis Pada Sistem Pendingin	17
G. Media Pendingin	18

H. Alat-alat Pengontrol Freon Cair	19
I. Kerangka Pikir	21
J. Hipotesis	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
A. Tempat dan Waktu Penelitian	24
B. Metode Pengumpulan Data	24
C. Jenis Sumber Data	24
D. Metode Analisis	25
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	26
A. Hasil Penelitian	28
B. Pembahasan	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
A. Kesimpulan	42
B. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Provision Refrigerator System	5
Gambar 2. 2 Kompresor	8
Gambar 2. 3 Penampang Condensor	10
Gambar 2. 4 Penampang Evaporator	12
Gambar 2. 5 Katup Expantion.....	13
Gambar 2. 6 Katup Ekspansi Manual	15
Gambar 2. 7 Katup Ekspansi Thermostatic.....	16
Gambar 2. 8 Kerangka Pikir.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Ship Particular MT. PIS PATRIOT.....	26
Tabel 4. 2 Provision Refrigerating Plant.....	27
Tabel 4. 3 Temperatur Normal Ruang Pendingin	30
Tabel 4. 4 Data Ruang Pendingin Pada Saat Alarm.....	31
Tabel 4. 5 Data Ruang Pendingin Setelah Perbaikan	31
Tabel 4. 6 Data variabel pendukung hipotesis 1.....	31
Tabel 4. 7 Data variabel yang mendukung hipotesis 2.....	31

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu pesawat yang tak kalah pentingnya dalam menunjang kelancaran pengoperasian kapal yaitu mesin pendingin, khususnya pendingin bahan makanan. Dimana bahan makanan merupakan kebutuhan utama di atas kapal untuk meningkatkan kinerja seluruh crew kapal. Bahan makanan tersebut terdiri dari bahan makanan basah dan bahan makanan kering. Dalam hal ini bahan makanan basah seperti : daging, ikan, sayur-sayuran dan buah-buahan perlu penanganan khusus. Dimana bahan makanan tersebut mempunyai daya tahan yang tidak terlalu lama. Guna untuk mendapatkan bahan makanan tetap segar dan layak dikonsumsi, penanganan yang lebih tepat yakni melalui proses pendinginan dalam ruang mesin pendingin.

Dengan sarana sistem mesin pendingin yang telah meluas pemakaiannya di atas kapal, kondisi bahan makanan yang diinginkan tersebut dapat diatasi. Salah satu sistem mesin pendingin yang banyak digunakan di atas kapal adalah "*system multievaporator*" yang berfungsi menyimpan bahan makanan dan minuman sesuai dengan suhu penyimpanannya.

Pada kapal tempat penulis melaksanakan praktek laut, mesin pendinginnya menggunakan media pendingin refrigerant . Dimana suhu ruang pendinginnya telah ditentukan, yaitu tempat penyimpanan buah-buahan dan sayur-sayuran dengan temperatur (+5°C) - (+10°C), dan tempat penyimpanan daging dan ikan dengan suhu (-10°C) - (-17°C).

Mesin pendingin menghasilkan suhu dingin dengan cara menyerap panas yang ada dalam ruang pendingin, sehingga suhu yang ditentukan dapat tercapai dan terjadilah proses pengawetan bahan makanan. Namun pada kenyataannya yang terjadi di kapal MT. PIS PATRIOT penulis melaksanakan praktek laut, mesin pendingin bahan makanan tersebut mengalami kenaikan suhu *vegetable room* +20°C,

dan *fish & meat room* -5°C sampai dengan -6°C . Pada tanggal 13 Oktober 2023 dalam pelayaran dari Tg. Priok ke Singapura tidak dapat mencapai suhu yang telah ditentukan. Sehingga sebagian dari bahan makanan mengalami kerusakan.

Berdasarkan kejadian tersebut di atas, maka penulis mulai mengamati dan menganalisa serta mengaitkan sesuai dengan teori yang pernah penulis dapatkan sehubungan perawatan dan perbaikan mesin pendingin. Dari latar belakang tersebut yang telah diuraikan di atas maka penulis memilih judul Analisa Kinerja Mesin Pendingin Bahan Makanan Di Atas Kapal MT. PIS PATRIOT.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja mesin pendingin bahan makanan di atas kapal MT. PIS PATRIOT?
2. Bagaimana upaya yang dilakukan agar temperatur di dalam ruang pendingin bahan makanan tetap tercapai secara optimal?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah adalah ruang lingkup dari penelitian yang akan membatasi aspek-aspek yang akan diteliti agar penelitian lebih fokus dan terarah. Berikut adalah batasan masalah yang di gunakan :

1. Penelitian ini berfokus membahas pengaruh turunnya suhu pada mesin pendingin bahan makanan di atas kapal MT. PIS PATRIOT
2. Standar yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja mesin pendingin bahan makanan didasarkan pada *manual book* pabrik pembuat mesin, khususnya terkait penyebab suhu tidak normal pada ruang pendingin bahan makanan.

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk mencari tahu penyebab suhu tidak normal pada ruang pendingin bahan makanan.
2. Untuk mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan suhu di ruang bahan makanan di atas kapal menjadi lebih rendah dari normalnya.

E. Manfaat Penelitian

Didalam penelitian ini, penulis berharap akan beberapa manfaat didalam penelitian ini, penulis berharap akan beberapa manfaat yang dapat dicapai yaitu :

1. Teoritis

Secara teoritis hasil penelitian ini dapat bertambahnya pengetahuan, pengalaman, dan pengembangan pemikiran, serta wawasan tentang kinerja mesin pendingin bahan makanan yang dalam hal ini dituntut untuk mengidentifikasi dan mengolah data yang diperoleh dari tempat penelitian.

2. Praktis

Secara praktis penelitian ini dapat memberikan manfaat yaitu untuk kontribusi bagi para pembaca khususnya para Masinis dan juga taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar untuk memberikan masukan dan saran dalam mengatasi masalah mengenai kinerja mesin pendingin bahan makanan

3. Kebaruan Penelitian (*Novelty*)

- a. Penelitian ini dilakukan langsung pada mesin pendingin bahan makanan di kapal MT. Pis Patriot dalam kondisi operasional. Pengamatan dilakukan saat mesin bekerja, sehingga data yang diperoleh menggambarkan kinerja komponen secara nyata.
- b. Mengurangi risiko kerusakan bahan makanan selama pelayaran akibat suhu yang tidak sesuai dengan kondisi normal.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Mesin Pendingin

Mesin pendingin adalah pesawat yang mampu membuat ruangan menjadi dingin juga mampu membuat makanan dan minuman menjadi lebih awet supaya tidak rusak atau cepat membusuk dan mesin pendingin mampu mendinginkan semua ruangan baik itu ruang akomodasi, ruang muatan pada kapal yang membawa muatan ikan (M Syahrul Bakry, 2023)

Sistem refrigerasi telah menciptakan alat yang di sebut *refrigerating* yang berfungsi untuk penyejuk ruangan bahan makanan, Biasanya digunakan untuk menyimpan sayuran, buah – buahan, dan daging. Dengan menyerap panas dari udara begitulah cara mesin pendingin memperoleh dingin, proses perubahan panas inilah yang membuat suhu ruang pendingin menjadi dingin. Pendingin (refrigerant) umumnya di definisikan sebagai proses perpindahan panas atau lebih spesifik menjaga temperatur di bawah sekelilingnya.

Menurut (Nurul Fajri Ramadhan, 2020) Sistem pendingin adalah kumpulan rangkaian yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan suhu atau suhu dingin. Proses pendinginan terjadi ketika panas dari bahan dilepaskan ke dalam ruang pendingin dan kemudian dilepaskan dari pendingin ruang ke sistem pendingin. Suhu akan stabil selanjutnya. Tiga mekanisme perpindahan panas - konveksi, radiasi, dan penguapan - berlangsung secara bersamaan selama proses pendinginan. Media pendingin harus mampu menyerap panas dari tiga sumber : panas konduksi dari dinding pengemas dan penyimpanan, panas dari bahan yang akan didinginkan, dan panas infiltrasi dari ruang terbuka.

B. Fungsi Mesin Pendingin

Mengingat besarnya fungsi sistem pendingin di atas kapal bahwa sistem pendingin juga menjadi tanggung jawab petugas bagian mesin (Irwanto Hasanuddin, 2020). Di atas kapal sistem pendinginan berfungsi sebagai pengatur suhu pada :

1. Penyimpanan bahan makanan anak buah kapal, seperti susu, keju, telur, buah-buahan, sayur-sayuran, ikan, daging dan lain-lainnya.
2. Ruang muatan khusus seperti film, bahan-bahan kimia.
3. Pendingin ruangan, sebagai *air conditioner*.

Dengan pengaturan suhu tersebut diharapkan dapat mencegah atau mengecek kerusakan atau kebusukan bahan makanan yang disebabkan :

1. Pertumbuhan mikroorganisme, bakteri dan jamur.
2. Perubahan-perubahan oksidasi, bau dan kondisi jelek.
3. Proses-proses *enzymatic* atau pemanasan yang menyebabkan bau tidak enak.
4. Pengeringan.

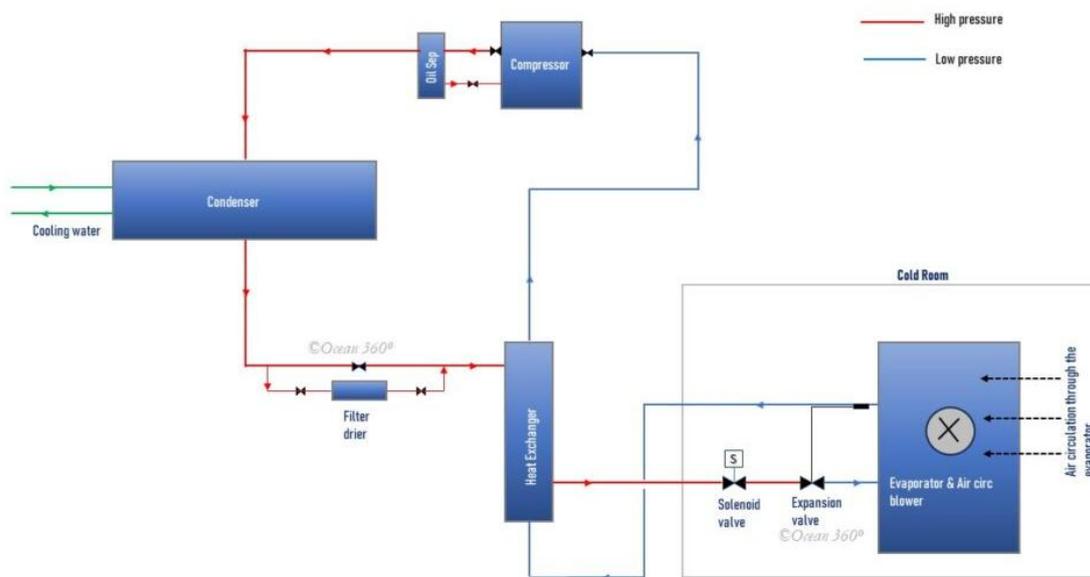
C. Prinsip Kerja Mesin Pendingin

Pada prinsip kerja mesin pendingin adalah mendinginkan (*cooling*) produk atau pun makanan yang ada di dalamnya proses pendinginan *freezer* atau kulkas hampir sama dengan *air conditioner* di dalam sistem pendingin terdapat komponen utama dari sistem pendingin (refrigerasi) adalah kompresor, *condensor*, katup ekspansi, dan *evaporator* berfungsi untuk mengalirkan menaikkan tekanan gas *refrigerant* dari *evaporator* yang selanjutnya dicairkan di dalam *condensor*. Fungsi dari *condensor* mengkondensasikan gas *refrigerant* dengan menurunkan temperatur dan tekanan gas yang konstan, lalu *refrigerant* cair dialirkan ke katup ekspansi untuk diturunkan temperature dan tekanan yang selanjutnya dialirkan ke dalam *evaporator*.

Menurut (Irwanto Hasanuddin, 2020) Prinsip dasar yang digunakan dalam menyelenggarakan sistem pendingin adalah pengambilan panas dari suatu zat untuk keperluan penguapan yang dapat dipahami bahwa :

1. Untuk keperluan proses penguapan (*evaporation*) dibutuhkan panas.
2. Penguapan adalah peristiwa perubahan bentuk dari cair menjadi gas.
3. Panas dapat mengalir dengan beberapa cara.
4. Suatu (ruangan) yang ditinggalkan panas akan turun suhunya.

Gambar 2. 1 *Provision Refrigeration System*



Sumber : www.ocean-360/marineengineering.net.com

Keterangan :

1. Kompresor
2. Oil separator
3. Kondensor
4. Receiver
5. Dryer

6. Distributor
7. Solenoid valve
8. Expansion valve
9. Evaporator
10. Feed back valve

Fungsi dan kegunaan tiap-tiap bagian :

1. Kompresor

Fungsi dari kompresor ialah untuk menghisap gas-gas freon tekanan rendah dari evaporator, kemudian dipampatkan (dikompresi) agar suhu dan tekanannya naik.

2. *Oil Separator*

Fungsi dari *oil separator* ialah untuk memisahkan minyak pelumas yang ikut dalam gas freon.

3. *Condensor*

Fungsi *condensor* yaitu untuk mengubah bentuk media pendingin dari bentuk gas menjadi cair.

4. *Receiver*

Berfungsi untuk menampung media pendingin (freon) yang dikondensasikan.

5. *Dryer*

Fungsi *dryer* untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara dan kelembaban dalam system.

6. *Distributor*

Fungsinya ialah untuk membagi freon ketiap-tiap ruangan termasuk kamar pendingin bahan makanan.

7. *Solenoid Valve*

Fungsi *solenoid valve* ialah untuk membuka dan menutup aliran media pendingin (freon) kedalam system.

8. *Expansion Valve*

Fungsinya ialah untuk mengatur jumlah freon yang mengalir menuju evaporator, dan sekaligus menurunkan tekanan freon didalam *evaporator*.

9. *Evaporator*

Berfungsi untuk menguapkan freon (media pendingin) setelah menyerap panas agar dapat dihisap oleh kompresor.

10. *Feed Back Valve*

Berfungsi untuk mencegah agar gas freon dari Kompresor tidak kembali ke *evaporator*.

Adapun proses kerjanya adalah "Penguapan". Untuk mendapatkan penguapan diperlukan gas (udara) yang mencapai temperature tertentu (panas). Setelah udara tersebut panas diubah agar kehilangan panas, sehingga terjadi penguapan. Disaat adanya penguapan, maka timbullah suhu di dalam temperature rendah (dingin).

D. Pembagian Mesin Pendingin

Menurut (Nurul Fajri Ramadhan, 2020) mesin pendingin dibagi menjadi dua sistem pendingin yaitu antara lain :

1. *Direct System* (Sistem Langsung)

Cara kerja dari sistem ini yaitu dimana pendinginnya secara langsung mendinginkan ruangan yang coilnya berisi bahan pendingin

2. *Indirect System* (Sistem Tidak Langsung)

Sistem kerja ini prosesnya terjadi penguapan, dimana sistem pendingin yang satu ini prosesnya secara tidak langsung, *evaporator* didalam proses penguapan *refrigerant* tersebut menyerap panas dari refrigerant sekunder ini ataupun yang disebut

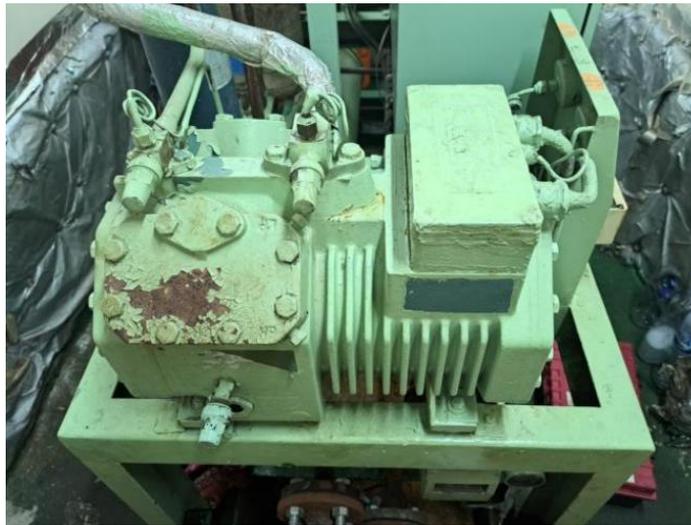
dengan *brine*, kemudian *brine* yang dingin mendinginkan ruangan atau semua bahan makanan yang dimau.

E. Komponen Utama Mesin Pendingin

Komponen utama pada mesin pendingin ialah sebagai berikut :

1. Kompresor

Gambar 2. 6 Kompresor



Sumber : *Engine Room* MT. PIS PATRIOT

Mainil (2020) Kompresor merupakan pompa hisap tekan dimana terdapatnya kompresor bahan pendingin dapat bergerak mengalir pada seluruh sistem pendingin. Kompresor akan mengeluarkan tenaga yang besar apabila temperatur yang dipompakan juga tinggi. Kompresor merupakan jantung dari sistem refrigerasi. Saat yang bersamaan uap *refrigerant* dari *evaporator* yang tekanannya rendah akan terhisap oleh Kompresor lalu mengubahnya menjadi uap yang tekanannya tinggi sehingga uap akan tersirkulasi.

Salempang, Suyuti, dan Hasiah (2022) Kompresor yang banyak digunakan yaitu model torak. Ketika torak bergerak turun dalam silinder, katup hisap terbuka dan uap *refrigerant* masuk dari saluran hisap ke dalam silinder. Pada saat torak bergerak ke atas,

tekanan uap di dalam silinder meningkat dan katup hisap menutup, sedangkan katup tekan akan terbuka dan uap *refrigerant* akan keluar dari silinder melalui saluran tekan menuju ke *condensor*.

Prinsip kerjanya yaitu memanfaatkan bahan pendingin yang dihisap dari *evaporator* dengan temperatur dan tekanan rendah, agar berubah temperatur dan tekanannya menjadi tinggi. Gas yang dimanfaatkan ini ditekan keluar dari Kompresor lalu dialirkan ke *condensor*. Jika ruang pendingin mencapai titik bekunya atau tegangan pada listrik tinggi, Kompresor akan berhenti secara otomatis.

Jenis-jenis kompresor uap yang digunakan pada sistem pendingin antara lain;

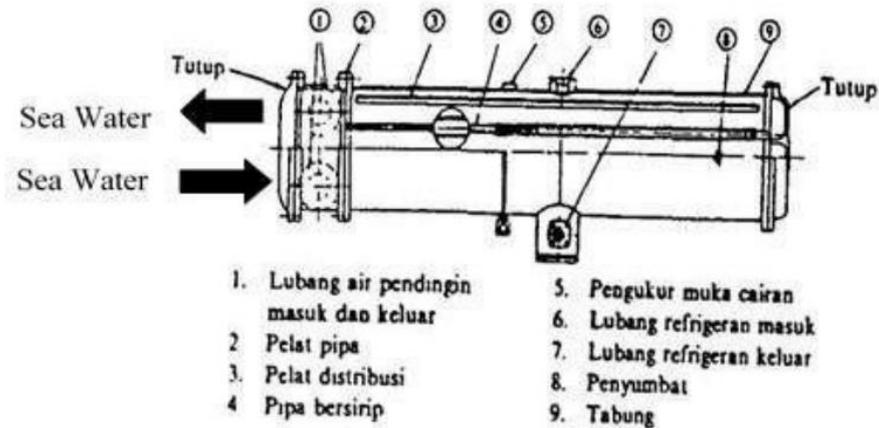
- 1) *Reciprocating*
- 2) *Rotary*
- 3) *Centrifugal*

Diantara ketiganya, Kompresor jenis *reciprocating* (bolak-balik) yang lebih banyak digunakan. Jenis *Reciprocating* dan *Rotary* merupakan jenis kompresor desak positif, dimana untuk jenis *reciprocating* proses kompresi dilakukan oleh torak, sementara untuk kompresor jenis *Rotary* kompresi dapat dilakukan oleh *vane*, *roller* atau *lobe*.

Sedangkan untuk Kompresor *Centrifugal* tak ada yang melakukan kompresi, tetapi pertama yang terjadi adalah timbulnya aksi gaya *Centrifugal* yang disebabkan oleh adanya putaran impeller berkecepatan tinggi. Keseluruhan jenis Kompresor masing-masing mempunyai manfaat tersendiri dalam pemakaiannya.

2. Condensor

Gambar 2. 11 Penampang Condensor



Sumber : www.maritimeworld.web.id

(Susana & Putra, 2024) *Condensor* adalah merubah gas freon yang panas menjadi freon yang cair untuk selanjutnya digunakan dalam proses pendinginan. Tabung *condensor* menyiapkan permukaan pemindahan panas dari *refrigerant* lalu ke panas yang dimana sisi terluar tabungnya melintasi dinding tabung ke dalam air pendingin. Media pendingin biasa untuk *shell* dan tabung *condensor* adalah air laut, akan tetapi air tawar yang terdapat pada sistem pendingin sentral semakin bnyak juga digunakan oleh uap *refrigerant* di dinginkan pertama pada titik jenuh, lalu ke keadaan cair.

Desain *Condensor* kebanyakan sudah ditentukan oleh jumlah hasil dan harga air yang ada, sebanyak air yang ada di lautan, dengan kuantitasnya yang besar peredaran pendek bisa dipakai, demi menjaga penurunan tekanan hingga ke titik yang paling rendah. Kecepatan air sudah ditentukan untuk menghindari erosi tabung biasanya disimpan di bawah 2.5 m/s

Kebanyakan *condensor* dengan air pendingin terdiri dari sebuah silinder dengan berpuluh-puluh pipa yang ada di dalamnya dialirkan air pendingin. Gas-gas freon yang panas dialirkan dalam silinder itu dan selanjutnya mengembun (menjadi air), Adapun cara pengalirannya yaitu :

a. Aliran Gas

Gas dari Kompresor masuk ke bagian atas *condensor* (gas di luar pipa air laut) dan keluar dari bagian bawah Kompresor dalam bentuk cair.

b. Aliran Air Laut

Air laut masuk ke *condensor* dari bagian bawah mengalir dalam pipa kesisi-sisi (karena ada sekat), kemudian berputar kekanan dan keluar kebagian bawah *condensor*. Jenis *condensor* dari media pengembunnya antara lain :

1) *Air Cooled Condensor*

Tipe ini merupakan tipe kondensor dimana untuk pengembunan medianya atau bahannya memakai udara.

2) *Water Cooled Condensor*

Berbeda dengan *air cooled condensor* tipe ini untuk pengembunannya media yang digunakan adalah air laut. Tipe *condensor* ini banyak dipakai di kapal-kapal untuk mengatur udara ruangan ataupun pendingin muatan atau cargo.

3) *Evaporative Condensor*

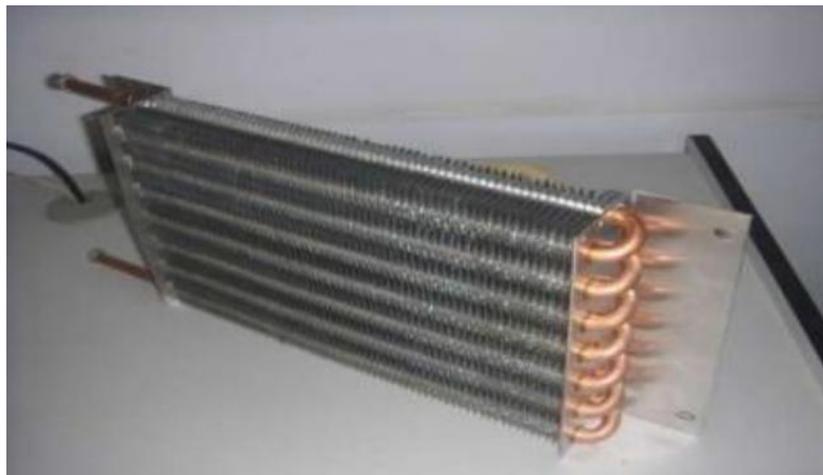
Tipe ini pengembunannya adalah pencampuran antara media yang dipakai oleh *air cooled kondensor* yaitu udara dengan percikan air atau kabut dari air yang dipompa. Tipe ini tidak pernah dijumpai, pengecualian untuk hal urgent misalnya untuk kepentingan pada instalasi pendingin yang ada di darat. Campuran ini membentuk kabut yang mampu mengambil panas *refrigerant* dari dalam *coil* yang menghasilkan perubahan bentuk uap menjadi cairan.

Cara atau sistem pengembunan yang dilakukan dengan media pengembun air terbagi dalam dua bagian, antara lain :

- 1) Sistem pengembunan terbuka, artinya media pengembun setelah mengambil panas dan *refrigerant* langsung keluar dan dibuang.
- 2) Sistem pengembunan tertutup atau sirkulasi, dimana air pengembun setelah mengambil panas dialirkan ke *cooling water* untuk didinginkan, selanjutnya dipergunakan kembali untuk pengembunan.

3. *Evaporator*

Gambar 2. 12 Penampang *Evaporator*



Sumber : *Engine Room* MT. PIS PATRIOT

(Saputra, 2019) *Evaporator* adalah *coil* pipa yang dibengkokkan berulang-ulang. Tujuannya dibekokkan berulang-ulang agar penyerapan panas dari ruang pendingin lebih lama dibandingkan bila pipa tidak dibengkokkan berkali-kali. Sehingga efek penguapan gas lebih efektif. Dengan dinginnya ruang pendingin tersebut, maka bahan makanan (daging, ikan, sayur dan lain-lain) yang ditempatkan diruang tersebut menjadi awet atau tidak busuk. Menguapkan *refrigerant* dari

cair menjadi gas pada tekanan dan temperatur yang terendah agar bisa terjadinya proses penguapan harus ada bantuan panas dari sekelilingnya setelah mengambil panas maka suhu sekelilingnya menjadi dingin adalah fungsi dari *evaporator*.

Penguapan terjadi karena *freon* diberikan kalor. Di dalam *evaporator*, terjadi perubahan dimana *freon* yang tadinya cair akan berubah jadi uap dingin. *Freon* yang cair dari *condensor* berubah menjadi uap dingin di dalam *evaporator*. Ruang di sekitar *evaporator* menjadi dingin karena kalor yang diserap oleh uap dingin di dalam *evaporator* tersebut. Yang perlu diketahui bahwa didalam *evaporator* terjadi proses penguapan, maksudnya terjadinya transisi bentuk *refrigerant*, dari yang bentuknya cair menjadi uap. Maka dari itu, *refrigerant* yang memasuki *evaporator* diharuskan bentuknya cair, cepat dan siap berproses untuk menguap, setelah keluarnya dari *evaporator* berubah bentuk menjadi uap. Penguapan terjadi pada suhu yang rendah. Resiko yang mengakibatkan suhu sekelilingnya kehilangan panas kemudian menjadi dingin.

4. Katup *Expantion*

Gambar 2. 17 Katup *Expantion*



Sumber : *Engine Room MT.PIS PATRIOT*

Katup ekspansi tujuannya adalah untuk mengubah tekanan *refrigerant* dari tekanan kondensasi menjadi tekanan *evaporator* dengan mengatur seberapa banyak *refrigerant* yang mengalir masuk ke dalam *evaporator* melalui proses percikan atau yang keluar melalui katup ekspansi.

Dengan adanya percikan maka hasil yang kita dapatkan dari kinerja katup ekspansi adalah :

- 1) Tekanan *condensor* turun ke tekanan *evaporator*.
- 2) Cairan *refrigerant* berkembang atau membesar membentuk kabut basah yang terdiri dari partikel cairan dan gas.
- 3) *Refrigerant* menguap pada tekanan saat panas yang masuk ke dalamnya.

Oleh karena dengan adanya percikan yang dilakukan oleh katup ekspansi terjadi hal-hal sebagai berikut :

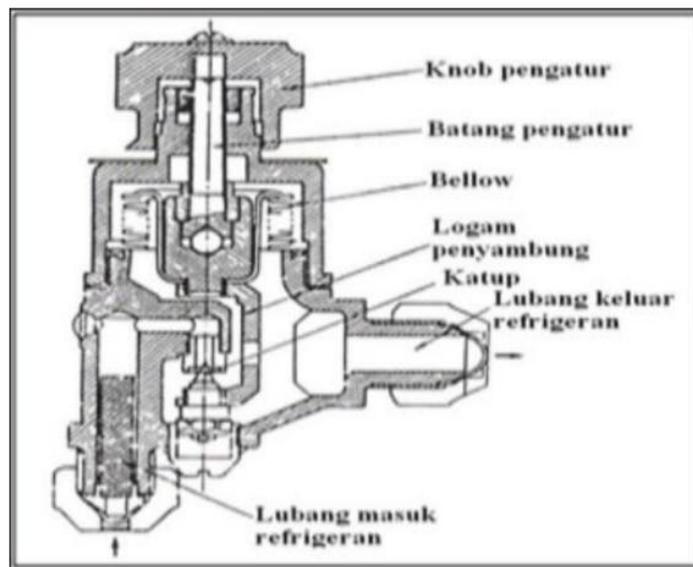
- 1) Karena kondisi bertekanan rendah *refrigerant* yang keluar dari katup ekspansi, bentuknya telah berubah menjadi partikel cair dan gas, sehingga *refrigerant* telah siap untuk menguap ketika tersedia panas yang memenuhi syarat suhunya pada tekanan yang ada.
- 2) Karena fungsi *evaporator*, penguapan hanya dapat terjadi di *evaporator* sampai suhu yang lebih tinggi daripada titik penguapan.
- 3) Karena sifat *evaporator*, penguapan hanya dapat terjadi di *evaporator* Untuk mencegah penguapan di tengah jalan sebelum masuk ke dalam ruangan *evaporator*, katup ekspansi harus ditempatkan sedekat mungkin dengan *evaporator* atau dipasang isolator pada pipa yang mengarah ke *evaporator*

Prinsip operasi dari katup ekspansi ini adalah katup tersebut terbuka saat digerakkan oleh sebuah diafragma, di mana tekanan gas mendorongnya dari bagian atas. Tekanan gas dari lampu bulb menekan diafragma ke bawah, sementara katup memungkinkan aliran bahan

pendingin masuk ke *evaporator* dari bawah. Untuk menjaga agar katup tetap terbuka, tekanan gas di dalam lampu bulb harus lebih tinggi daripada tekanan bahan pendingin itu sendiri, yang juga berarti bahwa suhu gas di dalam lampu bulb harus lebih tinggi daripada suhu bahan pendingin di bawah diafragma. Ketika kompresor mulai beroperasi, cairan bahan pendingin dengan tekanan tinggi akan masuk ke katup ekspansi, dan selanjutnya cairan ini akan menguap di *evaporator*. Penguapan ini akan berlangsung lebih cepat karena suhu ruang pendingin akan kembali cepat dingin. Ketika ruangan telah mencapai suhu yang diinginkan, maka perbedaan suhu antara lampu bulb dan bahan pendingin akan berkurang, menyebabkan katup secara otomatis akan semakin tertutup, dan Kompresor akan berhenti beroperasi. Pengaturan katup ekspansi sangat sensitif, dengan maksimal satu perempat putaran sebagai baut pengaturan atau penyetelan yang diizinkan. Katup ekspansi berdasarkan cara kerjanya terdiri dari :

a) Katup Ekspansi *Manual*

Gambar 2. 22 Katup Ekspansi Manual



Sumber : (Nurul Fajri Ramadhan, 2020)

Berperan dalam mengatur aliran *refrigerant* agar sesuai dengan kebutuhan pendinginan. Perangkat ini hanya diterapkan ketika beban

pendinginan tetap stabil, menunjukkan bahwa perubahan yang kecil dan lambat sedang terjadi. Biasanya dipasang bersama dengan perangkat pengontrol lainnya agar sistem tetap beroperasi dalam kondisi darurat jika katup lain mengalami kerusakan.

b) Katup Ekspansi *Automatic*

Katup ekspansi ini bekerja berdasarkan perubahan tekanan dalam *evaporator*. Pada saat mesin pendingin tidak aktif, katup ekspansi akan tetap tertutup karena tekanan dalam *evaporator* lebih tinggi daripada tekanan yang diatur oleh pegas pada katup. Setelah mesin mulai beroperasi, kompresor akan menarik uap dari *evaporator*, mengakibatkan penurunan tekanan di dalam *evaporator*. Ketika tekanan di dalam *evaporator* lebih rendah daripada tekanan yang diatur oleh pegas, pegas akan memperluas diafragma dan mendorong katup untuk membukanya.

c) Katup Ekspansi *Thermostatic*

Gambar 2. 27 Katup Ekspansi Thermostatic



Sumber : (Nurul Fajri Ramadhan, 2020)

Katup ini memiliki fungsi untuk mengatur aliran *refrigerant* berdasarkan suhu dan tekanan yang ada di dalam *evaporator*. Operasi

katup ini dikendalikan oleh suhu yang diukur oleh bulb kontrol dan oleh tekanan yang ada di dalam evaporator.

F. Alat-alat Otomatis Pada Sistem Pendingin

1. Pengontrol tekanan rendah (*Low Pressure Control Switch*)

Jika tekanan isap sangat rendah maka akan menimbulkan masalah yaitu proses pendinginan tidak berjalan dengan baik, maka dari itu fungsi dari *switch* ini untuk menjaga tekanan isap tersebut. Hal yang akan terjadi pula apabila tekanan isap lebih rendah daripada tekanan atmosfer udara akan terisap ke kedalam, meskipun kebocorannya sekecil jarum. Kompresor akan rusak jika udara tercampur aduk dengan gas freon karena mengakibatkan naiknya tekanan kompresi. Tekanan isap bila turun dan setara hingga tekanan udara atmosfer maka akan mengakibatkan putusnya hubungan listrik antara motor Kompresor dengan alat otomatis maka Kompresor secara langsung akan berhenti beroperasi/bekerja. Terdapat membran atau tabung harmonika pada otomatis ini, yang terbuat dari logam yang saling berhubungan dengan bagian isap. Spring/pegas akan menekan membran kebawah jika tekanan dari freon mulai berkurang, dengan perantara (batang-batang) jika hal ini terjadi, hubungan aliran listrik dapat diputuskan secara otomatis.

2. Pengontrol tekanan tinggi (*High Pressure Control Switch*)

Jika kompresi tinggi akan mengakibatkan kerusakan, yaitu pada Kompresor dan motor, maka *switch* inilah yang mampu untuk menjaga tekanan kompresi agar tetap stabil. Banyaknya udara yang masuk ke dalam instalasi ataupun jika kurangnya air pendingin maka akan menyebabkan tekanan kompresi menjadi tinggi.

3. Saklar tekanan minyak (*Oil Pressure Switch*)

Haryadi (2020) Hilangnya minyak lumas ataupun berkurang biasanya penyebab dari masalah ini adalah dikarenakan saringan minyak yang kotor, bisa juga karna pompa minyak tersebut mengalami kerusakan. Tercampurnya minyak dengan gas freon

akan menimbulkan buih/busa akibatnya sulitnya dihisap oleh pompa dan kurangnya minyak didalam *carter* merupakan juga penyebab dari kurangnya/hilangnya minyak lubas, maka fungsi dari *oil pressure switch* ini untuk memutuskan ataupun menghentikan aliran listrik dengan motor *compresor* jika terjadi adanya kekurangan atau hilang pada tekanan minyak lubas.

4. Saklar gangguan air (*Water Failure Switch*)

Switch ini jika bermasalah/terganggu oleh sesuatu maka menyebabkan pendinginan pada freon tidak maksimal maka akan diputuskan pula aliran listrik ke motor kompresor secara otomatis.

5. Katup keamanan (*Safety Valve/Relief Valve*)

Katup keamanan ini dipasang pada *condensor*, jika tekanan terlalu berat melebihi kapasitasnya dan juga alat-alat yang lain tidak beroperasi, maka disinilah katup keamanan ini bekerja agar tidak terjadi masalah, maka katup keamanan memindahkan kelebihan beban tadi ke tekanan atmosfer.

G. Media Pendingin

Instalasi pendingin ialah suatu instalasi mekanik yang menggunakan suatu cairan pendingin untuk mengambil panas. Media pendingin yang sering dipakai yaitu CO₂, Amoniak (NH₃), choormethyel (CH₃CL) gas freon 12, gas freon 22. Cairan tersebut yang mana ini banyak digunakan ialah :

1. Freon R-12

Sifat dari freon ini tidak terdapat racun juga tidak korosif dan tidak dapat terbakar baik itu dalam bentuk gas atau cair. Freon jenis ini merupakan freon yang pada tekanan atmosfer titik didihnya sebesar -29,8°C.

2. Freon R-22

Sifat dari freon ini tidak korosif terhadap logam. Freon R-22 adalah suatu jenis freon yang mempunyai titik didih -400C yang dimana freon dipakai di atas kapal untuk mengawetkan makanan,

freon R-22 juga bisa mengawetkan barang-barang yang harus didinginkan pada temperatur yang sangat rendah.

Berikut syarat untuk *refrigerant* :

- a. Tidak terdapat racun dan juga tidak memiliki bau yang merangsang.
- b. Apabila bercampur bersama pelumas, ataupun udara tidak dapat terbakar.
- c. Tidak menyebabkan korosi dan tekanan kondensasi yang rendah.
- d. Mempunyai panas laten penguapan yang besar agar panas yang diserap evaporator sebesar-besarnya.
- e. Bila terjadi kebocoran mudah dicari.

H. Alat-alat Pengontrol Freon Cair

Selain pemasangan alat-alat pada sistem pendingin juga dipasang alat-alat pengontrol freon cair yang terdiri dari :

1. Filter atau Saringan

Filter atau saringan gunanya untuk menahan atau menjaring kotoran-kotoran yang dibawa oleh freon itu masuk melalui *solenoid valve* dan katup *expansi* ke *evaporator*. Kotoran ini umumnya terdiri dari kotoran bekas las, gergaji, kotoran dioksida atau dehydrator. Kotoran-kotoran ini bila tidak ditahan akan menutup lubang-lubang aliran freon terutama pada katup *expansi* mengotori kompresor yang mengakibatkan rusaknya torak, dinding silinder dan ruang-ruang torak. Saringan ini berisikan silicagel, yang berfungsi untuk menghisap uap air yang biasanya bercampur aduk dengan freon. Silicagel jika habis bisa dipakai lagi dengan cara harus dibersihkan dan juga dipanasi hingga kering

2. *Solenoid Valve* (katup solenoid)

Tempat *Solenoid valve* terletak diantara filter dan katup ekspansi. Katup solenoid ini mempunyai tugas yang utama yakni

sebagai pengatur suhu. *Valve* bekerja dengan cara diatur oleh *thermostatic switch*, dimana memiliki kontrol dari bulb yang ada pada kamar pendingin. Magnet akan muncul jika arus listrik mengalir ke kumparan. Plunyer besi lunak akan tertarik oleh lapangan magnet, lalu plunyer besi akan tertarik ke atas lalu katup jarum terangkat dan mengalirlah freon ke *evaporator* lewat katup selenoid. Akan tetapi freon tidak akan ke *evaporator* apabila arus listrik putus, karena katup jarum akan kembali. Bila aliran listrik mengalir kedalam kumparan oleh *coil* maka timbullah lapangan magnet yang akan menarik plunyer besi lunak ke atas untuk kemudian mengangkat katup jarum kemudian freon mengalir ke *evaporator* melalui katup selenoid. Dan bila aliran listrik terputus maka katup jarum kembali karena berat katup serta plunyer freon tidak mengalir lagi ke dalam *evaporator*.

3. *Thermostatic Switch*

Thermostatic switch mirip dengan *pressure switch*, yang membedakan hanyalah pada *pressure switch* terhubung dengan komponen isap atau tekanan daripada Kompresor sedangkan *thermostatic switch* terhubung dengan bulb kontrol/tabung pengontrol yang terdapat di dalam ruang pendingin. Tabung pengontrol tersebut berisi *refrigerant* yang gampang memuai oleh temperatur.

Temperatur dalam bulb akan naik jika temperatur kamar juga naik, hal ini disebabkan oleh tekanan gas yang juga meningkat, tekanan gas melakukan dorongan ke dalam dan mengakibatkan hubungan listrik dengan *valve* terjadi. Apabila temperatur dalam ruangan pendingin rendah, tekanan gas turun lalu pegas akan menekan keluar, maka aliran *refrigerant* akan ditutup oleh pluyer dan terputusnya arus listrik secara otomatis ke *selenoid valve*.

4. Katup Ekspansi (*Expansi Valve*)

Pemasangan katup harus sebanding dengan termostatik *expansi valve* atau dinamakan juga dengan *by pass valve*. *By pass* dipakai apabila ingin dilakukan pembersihan pada filter. Kontruksi *by pass valve* sama dengan kran-kran yang biasa dipakai instalasi pendingin.

5. Pengatur Tekanan Isap (*Suction Pressure Regulating Valve*)

Agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan seperti rusaknya bahan makanan akibat rendahnya temperatur/suhu maka pengatur tekanan isap inilah yang dipakai agar tidak terjadi masalah seperti itu. Ekspansi dapat berlangsung terus hingga tekanan isap pada *condensor*.

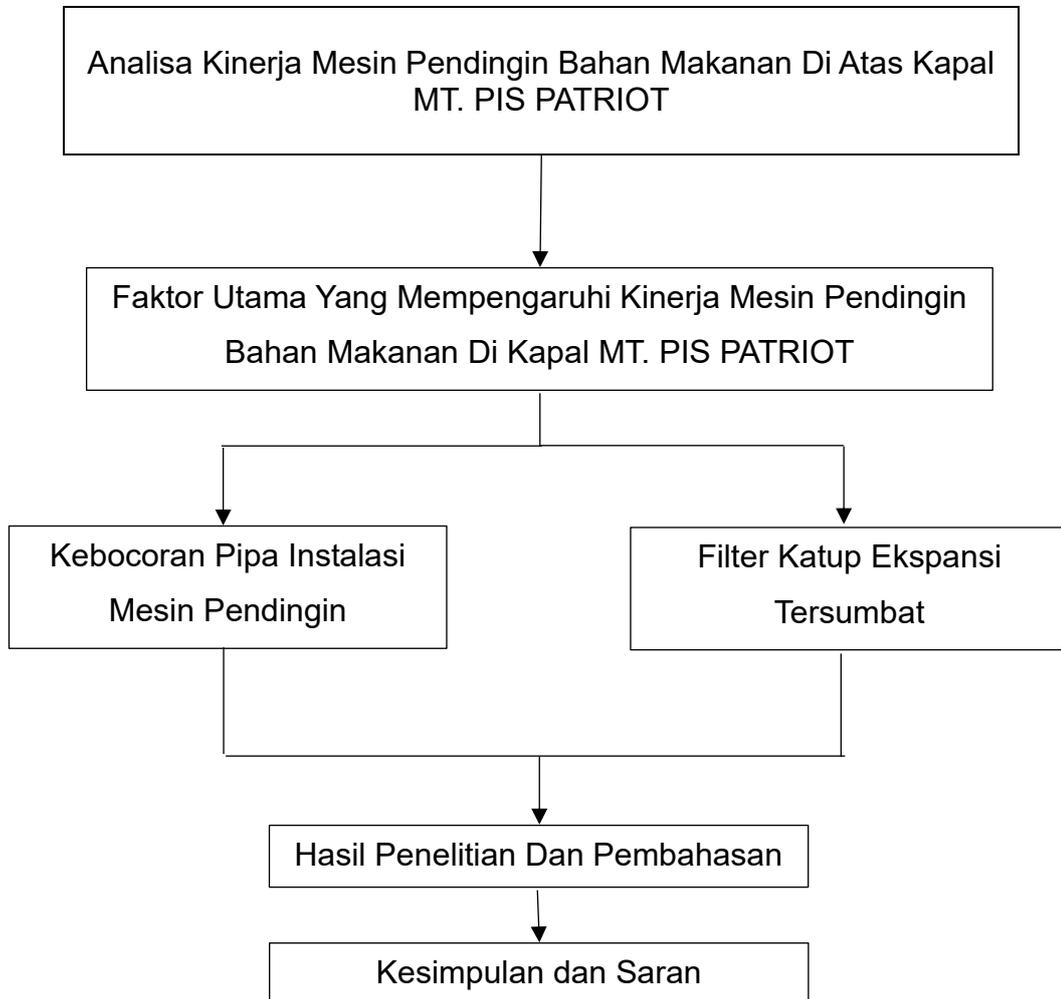
6. *Oil Separator*

Oil separator di pasang antara *compresor* dan *condensor*. *Refrigerant* dari *compresor* mengalir tepat pada di *oil separator*. Pada *oil separator* ini minyak yang ikut mengalir bersama *refrigerant* akan dialirkan kembali ke *carter compresor*.

I. Kerangka Pikir

Kerangka pikir ini menggambarkan penelitian tentang analisa kinerja mesin pendingin bahan makanan di atas kapal MT. PIS PATRIOT. Penelitian ini berfokus pada faktor utama yang mempengaruhi kinerja mesin pendingin tersebut, yaitu : Kebocoran pada pipa instalasi mesin pendingin dan Filter katup ekspansi tersumbat. Kedua faktor ini dianalisis dalam hasil penelitian dan pembahasan untuk menemukan akar permasalahan serta efeknya terhadap performa pendinginan. Penelitian ini diakhiri dengan kesimpulan dan saran berdasarkan temuan di lapangan.

Gambar 2.8 Kerangka Pikir



J. Hipotesis

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja mesin pendingin bahan makanan di kapal, yang berperan penting dalam menjaga kualitas dan keamanan produk selama pelayaran. Mesin pendingin harus mampu menjaga suhu stabil sesuai standar penyimpanan agar bahan makanan tidak cepat rusak. Kinerja mesin dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis refrigeran, usia dan kondisi mesin, serta frekuensi perawatan. Berdasarkan pada masalah pokok yang dikemukakan tersebut, maka yang menjadi hipotesis dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Adanya kebocoran pada pipa instalasi mesin pendingin itu sendiri.
2. Adanya filter katup ekspansi yang tersumbat disebabkan oleh endapan kotoran yang tidak dapat disaring.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu dilaksanakannya penelitian direncanakan pada melaksanakan praktek laut di atas kapal MT. PIS PATRIOT selama satu tahun dengan mengumpulkan data-data terkait Mesin Pendingin Bahan Makanan.

B. Metode Pengumpulan Data

1. Observasi

Metode observasi dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan di lapangan dan berdasarkan pengalaman penulis selama melaksanakan praktek laut di kapal MT. PIS PATRIOT.

2. Wawancara (*Interview*)

Metode wawancara dilakukan dengan cara mengadakan wawancara dengan masinis diatas kapal dan sesama rekan yang mempunyai pengalaman sama dengan penulis.

3. Studi Pustaka

Metode studi Pustaka adalah metode penelitian yang dilakukan dengan menghimpun bahan-bahan bacaan seperti buku-buku yang relevan dijadikan sebagai landasan teori serta dibuat acuan dan merumuskan masalah dengan pembahasan yang penulis ajukan.

C. Jenis Sumber Data

Adapun sumber data yang digunakan dapat digolongkan dalam dua jenis yaitu :

1. Data Primer, merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya, diamati dan dicatat untuk pertama kalinya, dalam hal ini penulis memperoleh data primer dengan membaca *instruction manual book* yang ada di kapal.

2. Data Sekunder, merupakan data yang tidak diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti. data ini diperoleh dari buku-buku yang berkaitan dengan obyek skripsi serta informasi lain yang telah disampaikan pada saat dikuliah.

D. Metode Analisis

Teknik atau metode analisis data dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kualitatif, Yaitu dengan cara menggambarkan data-data yang diperoleh dari study kepustakaan dan lapangan. Atas dasar data yang berhasil dikumpulkan, kemudian dianalisis untuk menemukan langkah-langkah yang tepat untuk melakukan perawatan dan perbaikan mesin, baik pada mesin itu sendiri maupun sistem perawatannya.