

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH PENURUNAN KINERJA *COMPRESSOR*
PADA *REFRIGATOR* YANG MENYEBABKAN TIDAK
OPTIMALNYA PROSES PENDINGINAN BAHAN MAKANAN
DI KAPAL MV. PRIMA PIONEER**



AGUNG SASTRADINATA
NIT. 22.36.306.3.070

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESIANAN KAPAL
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH PENURUNAN KINERJA *COMPRESSOR*
PADA *REFRIGATOR* YANG MENYEBABKAN TIDAK
OPTIMALNYA PROSES PENDINGINAN BAHAN MAKANAN
DI KAPAL MV. PRIMA PIONEER**



AGUNG SASTRADINATA
NIT. 22.36.306.3.070

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESIANAN KAPAL
TAHUN 2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : AGUNG SASTRADINATA

Nomor Induk Taruna : 22 36 306 3 070

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**“PENGARUH PENURUNAN KINERJA *COMPRESSOR*
PADA REFRIGERATOR YANG MENYEBABKAN TIDAK
OPTIMALNYA PROSES PENDINGIN BAHAN MAKANAN
DI KAPAL MV. PRIMA PIONEER ”**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 30 Juni 2026


AGUNG SASTRADIANATA
NIT. 22.36.306.3.070

ABSTRAK

AGUNG SASTRADINATA, “ Penurunan Kinerja Compressor Pada Refrigerator Yang Menyebabkan Tidak Optimalnya Proses Pendingin Bahan Makanan Di Kapal MV. Prima Pioneer”. Dibimbing oleh pembimbing I, bapak Dirhamsyah S.E.M.Pd. dan pembimbing II, ibu Dr. Indah Ayu Johanda Putri S.E.Mak.

Kapal merupakan salah satu lingkungan kerja yang membutuhkan perhatian khusus terhadap sistem pendingin guna menjaga kualitas bahan makanan yang tersimpan di dalamnya. Salah satu komponen krusial dalam sistem tersebut adalah *compressor* pada refrigerator. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kerusakan-kerusakan *compressor* yang menyebabkan tidak maksimalnya proses pendinginan bahan makanan di kapal. Metode yang digunakan melibatkan observasi langsung, pengukuran suhu, dan analisis komponen *compressor*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan pada *compressor* dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti keausan komponen, kebocoran refrigerant, atau kerusakan pada sistem kontrol. Identifikasi dini kerusakan ini penting untuk meminimalkan kerugian dan menjaga keamanan bahan makanan selama pelayaran. Studi ini memberikan pemahaman mendalam tentang pentingnya pemeliharaan secara berkala dan deteksi dini kerusakan pada *compressor* dalam memastikan kelancaran proses pendinginan di kapal.

Kata Kunci : *Compressor, Refrigerator*, Pendingin bahan makanan, Kapal

ABSTRACT

AGUNG SASTRADINATA, “The Effect Of Decreased Compressor Performance In Refrigeration Systems On The Suboptimal Cooling Process Of Food Storage On Ships MV. Prima Pioneer.”. Guided by Mr. Dirhamsyah S.E.M.Pd. As Supervisor I and Mrs. , Dr. Indah Ayu Johanda Putri S.E.Mak. As Supervisor II.

Ships represent one of the working environments that require special attention to cooling systems to maintain the quality of food items stored within them. One crucial component in these systems is the compressor in the refrigerator. This research aims to identify damages to the compressor that lead to suboptimal cooling processes for food items on ships. The method employed involves direct observation, temperature measurements, and compressor component analysis. The research findings indicate that compressor damage can be caused by various factors, such as component wear, refrigerant leaks, or damage to the control system. Early identification of these damages is important to minimize losses and ensure food safety during voyages. This study provides an in-depth understanding of the importance of regular maintenance and early detection of compressor damage in ensuring the smooth operation of cooling processes on ships.

Keywords : *Compressor, Refrigerator, Food Cooling, Ship*

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, peneliti dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini dengan baik. Karya ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan Pelayaran di Politeknik Pelayaran Surabaya, dengan judul: **“PENGARUH PENURUNAN KINERJA COMPRESSOR PADA REFRIGERATOR YANG MENYEBABKAN TIDAK OPTIMALNYA PROSES PENDINGIN BAHAN MAKANAN DI KAPAL MV. PRIMA PIONEER”**

Penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini dapat terlaksana dengan baik berkat adanya dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya, Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E., yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan kepada seluruh taruna dan taruni Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Kepala Program Studi Pendidikan Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E., M.Pd., yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada taruna-taruni Politeknik Pelayaran Surabaya, khususnya pada Program Studi Pendidikan Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal .
3. Pembimbing I, Dirhamsyah S.E.M.Pd. yang telah memberikan masukan dan arahan tentang isi dari materi proposal karya ilmiah terapan kepada peneliti.
4. Pembimbing II, Dr. Indah Ayu Johanda Putri S.E.Mak. yang telah memberikan masukan dan arahan tentang isi dari materi proposal karya ilmiah terapan kepada peneliti.
5. Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh dosen dan civitas akademika Politeknik Pelayaran Surabaya atas bimbingan dan arahannya.
6. Kedua orang tua saya, Bapak Mashuda Damanhuri dan Ibu Evi Yoritasanti, yang telah memberikan dukungan moril, material, dan doa dengan penuh kasih sayang dalam penyelesaian proposal karya ilmiah terapan ini.
7. Seluruh Crew MV. Prima Pioneer yang telah mensupport peneliti selama melaksanakan praktek laut dan memberikan informasi data terkait penelitian yang dilakukan oleh peneliti
8. Rekan-rekan kelas Pendidikan Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal yang telah memberikan doa, dukungan, dan motivasi dalam penyusunan proposal karya ilmiah terapan ini.

Penulis berharap karya ilmiah terapan ini dapat menjadi sumber pengetahuan dan referensi yang bermanfaat bagi pembaca. Namun demikian, penulis menyadari bahwa masih terdapat berbagai kekurangan dalam penyusunan karya ini, sehingga kritik dan saran yang konstruktif sangat diperlukan guna penyempurnaan pada masa mendatang.

Surabaya,.....2026

AGUNG SASTRADIANATA
NIT. 22.36.306.3.070

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR	iv
PENGESAHAN PROPOSAL KARYA ILMIAH TERAPAN	v
PENGESAHAN LAPORAN KARYA ILMIAH TERAPAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Penelitian	1
B. Rumusan masalah	5
C. Batasan masalah	5
D. Tujuan penelitian	6
E. Manfaat penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	7
B. Landasan Teori	8
C. Kerangka Berpikir	32
D. Hipotesis	33

BAB III METODE PENELITIAN	34
A. Jenis Penelitian.....	34
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	34
1. Lokasi Penelitian.....	34
2. Waktu Penelitian	34
C. Populasi dan Sempel Penelitian	35
1. Populasi.....	35
2. Sempel.....	35
D. Definisi Operasional Variabel.....	36
1. Variabel Independen (X).....	36
2. Variabel Dependen (Y)	36
E. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data	36
1. Sumber Data.....	36
2. Teknik Pengumpulan Data.....	37
F. Teknik Analisis Data.....	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	41
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian / Subjek Penelitian.....	41
B. Hasil penelitian.....	42
1. Deskripsi Variabel Penelitian.....	42
2. Hasil Uji Statistik	45
3. Analisis Data	52
C. Pembahasan.....	53
BAB V PENUTUP.....	59
A. Simpulan	59
B. Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya.....	7
Tabel 4. 1 Hasil Uji Normalitas.....	45
Tabel 4. 2 Uji Multikolinearitas	46
Tabel 4. 3 Hasil Uji T.....	48
Tabel 4. 4 Hasil Uji F (Stimulan).....	49
Tabel 4. 5 Koefisien Determinasi.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Indirect System</i>	10
Gambar 2. 2 <i>Compressor</i>	11
Gambar 2. 3 <i>Piston Crown</i>	13
Gambar 2. 4 <i>Ring Piston</i>	15
Gambar 2. 5 <i>Piston Skirt</i>	15
Gambar 2. 6 Kondensor	16
Gambar 2. 7 Evaporator	19
Gambar 2. 8 Katub <i>Expantion</i>	20
Gambar 2. 9 <i>Oil Separator</i>	23
Gambar 2. 10 <i>Receiver</i>	23
Gambar 2. 11 <i>Dryter</i>	24
Gambar 2. 12 Katub Seloid.....	25
Gambar 2. 13 Kerangka Berpikir	32
Gambar 4. 1 MV. Prima Pioneer.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Normalitas	63
Lampiran 2 Hasil Uji Multikolinearitas	63
Lampiran 3 Uji Heteroskedastisitas	63
Lampiran 4 Hasil Uji t (Parsial)	64
Lampiran 5 Hasil Uji F (Stimulan)	64
Lampiran 6 Hasil Koefisien Determinasi.....	64
Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian	65

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Dalam operasional maritim, terutama pada kapal yang melakukan pelayaran jarak jauh, sistem pendingin untuk penyimpanan bahan makanan memainkan peran yang sangat penting. Lemari pendingin (refrigerator) pada kapal digunakan untuk menjaga kualitas dan kesegaran bahan makanan agar tetap aman dikonsumsi selama perjalanan laut yang bisa berlangsung dalam waktu beberapa minggu hingga beberapa bulan. Pada sistem pendingin ini, kompresor menjadi komponen utama yang berperan menekan refrigeran sehingga proses siklus pendinginan dapat bekerja dengan efektif dan stabil. Namun, kerusakan pada kompresor refrigerator sering kali menjadi masalah yang signifikan dan dapat mengganggu fungsi penyimpanan bahan makanan di atas kapal.

Sistem komponen pendukung pada permesinan di atas kapal, khususnya permesinan bantu, mempunyai fungsi yang penting untuk menunjang sarana dan prasarana di kapal. Demi terciptanya pelayaran yang aman dan nyaman, kondisi tersebut menjadi prioritas bagi seluruh awak kapal, sehingga seluruh sistem permesinan pendukung harus senantiasa dijaga agar tetap berfungsi dengan baik, terutama pada kapal.

Sistem permesinan bantu di kapal merupakan rangkaian peralatan dan sistem pendukung yang berfungsi untuk menunjang operasional utama kapal serta menjamin keselamatan, efisiensi, dan kenyamanan selama berada di atas

kapal. Permesinan bantu memiliki peranan penting dalam berbagai kebutuhan operasional, mulai dari penyediaan tenaga listrik hingga sistem pemompaan, pemanas, dan pengolahan air.

Sistem refrigerasi di kapal menjadi bagian yang sangat penting dalam operasi pelayaran karena berfungsi mengontrol temperatur sesuai kebutuhan berbagai aspek, mulai dari penyimpanan bahan pangan, pendinginan ruang mesin, hingga pengaturan sirkulasi udara di dalam kapal. Peran sistem ini krusial dalam menunjang keselamatan, kenyamanan, serta efisiensi kerja kapal, terutama pada perjalanan laut jarak jauh yang menghadapi perubahan kondisi iklim yang beragam.

Mesin pendingin merupakan alat yang mengubah energi dengan cara memindahkan panas dari area bersuhu rendah ke area bersuhu lebih tinggi menggunakan bantuan kerja dari sumber eksternal (Rivan, 2020). Di lingkungan kapal, penggunaan sistem pendingin menjadi hal yang sangat esensial. Oleh karena itu, para masinis perlu memiliki pengetahuan yang baik, baik secara teori maupun praktik, terkait sistem tersebut. Pengetahuan tersebut bertujuan agar masinis mampu mengoperasikan dan merawat sistem dengan baik serta dapat mengambil tindakan secara cepat apabila terjadi gangguan atau kerusakan pada mesin pendingin. Dengan demikian, persediaan bahan makanan dapat tetap terjaga kesegarannya dan tingkat kenyamanan yang diharapkan selama pelayaran maupun operasional kapal dapat tercapai dengan baik.

Dalam industri maritim, khususnya di kapal-kapal yang melakukan pelayaran jauh atau dalam waktu yang lama, keberadaan sistem pendingin bahan makanan sangatlah vital. Provision refrigerator atau lemari es yang

berada di atas kapal bertanggung jawab untuk menjaga kualitas bahan makanan bagi ABK. Namun, kerusakan pada komponen kunci, seperti *compressor*, sering kali mengakibatkan tidak optimalnya proses pendinginan, yang pada gilirannya dapat menyebabkan penurunan kualitas dan bahkan kerusakan pada persediaan makanan.

Nasution (2020:77), Kompresor merupakan komponen penting dalam berbagai sistem mekanis dan industri, berfungsi untuk meningkatkan tekanan gas atau udara. Penggunaan kompresor sangat luas, meliputi industri manufaktur, perawatan kesehatan, pengolahan makanan, dan lain-lain. Namun, seperti semua peralatan mekanis, kompresor juga rentan terhadap kerusakan yang dapat mengakibatkan masalah operasional dan biaya perbaikan yang tinggi.

Kompresor pendingin di kapal merupakan komponen vital dalam sistem refrigerasi dan pendinginan, berfungsi untuk menjaga suhu yang diperlukan untuk berbagai aplikasi seperti penyimpanan makanan, pendinginan ruang mesin, dan sistem HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*). Kerusakan kompresor pendingin dapat menyebabkan masalah serius, termasuk pembusukan bahan makanan, gangguan kenyamanan penumpang, dan potensi bahaya terhadap keselamatan kapal.

Mesin pendingin merupakan suatu sistem yang tersusun dari beberapa komponen utama, antara lain kompresor, kondensor, evaporator, serta perangkat pengatur suhu. Dalam sistem ini, kompresor berperan penting dengan cara menekan refrigeran serta mendukung proses perubahan wujudnya dari gas menjadi cair, sehingga siklus pendinginan dapat berjalan secara efisien dan

terus-menerus. Namun, kondisi lingkungan di atas kapal yang cukup ekstrem, seperti guncangan, kelembapan tinggi, serta perubahan suhu yang tidak stabil.

Kerusakan pada kompresor dalam sistem pendingin bahan makanan di kapal dapat terjadi akibat berbagai faktor. Pengoperasian yang terus-menerus serta suasana lingkungan laut yang tajam menjadi penyebab utama terjadinya keausan dan kerusakan. Suhu dan kelembapan yang ekstrem, serta paparan air laut yang korosif, dapat mempercepat penurunan kualitas komponen mesin. Selain itu, minimnya perawatan dan inspeksi rutin juga dapat menurunkan kinerja kompresor, sehingga berdampak pada efisiensi sistem pendingin secara keseluruhan.

Kerusakan kompresor dapat mengganggu kestabilan dan efisiensi proses pendinginan. Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan suhu pada ruang pendingin, meningkatnya penggunaan energi, hingga berpotensi menimbulkan kegagalan sistem dalam menjaga kesegaran bahan makanan. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai dampak kerusakan kompresor terhadap proses pendinginan bahan makanan di kapal menjadi sangat penting.

Penelitian ini membahas pengaruh penurunan kinerja kompresor pada sistem refrigerasi yang mengakibatkan tidak sempurnanya proses pendinginan bahan pangan di kapal MV. Prima Pioneer. Kondisi ini perlu mendapat perhatian karena kompresor merupakan komponen utama yang sangat menentukan kinerja sistem pendingin secara keseluruhan. Oleh sebab itu, diperlukan kajian untuk mengetahui penyebab penurunan kinerja serta dampaknya, sehingga dapat dirumuskan upaya perbaikan guna meningkatkan efektivitas sistem refrigerasi di kapal.

Penelitian lanjutan terkait permasalahan ini diharapkan mampu memperdalam pemahaman mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kinerja kompresor, serta langkah-langkah pencegahan dan penanganan kerusakan yang dapat dilakukan. Dengan demikian, keandalan dan efisiensi sistem pendingin dapat ditingkatkan sehingga kualitas dan ketersediaan bahan makanan di kapal tetap terjaga. Berdasarkan hal tersebut, penulis menyusun karya tulis dengan judul berikut: **“PENGARUH PENURUNAN KINERJA COMPRESSOR PADA REFRIGERATOR YANG MENYEBABKAN TIDAK OPTIMALNYA PROSES PENDINGIN BAHAN MAKANAN DI KAPAL MV. PRIMA PIONEER”**

B. Rumusan masalah

Rumusan masalah adalah tahap awal penelitian untuk mengidentifikasi dan menjelaskan permasalahan yang akan dikaji secara mendalam. Adapun rumusan masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Apa faktor yang menjadi pengaruh dalam kerusakan *compressor* pada refrigerator?
2. Bagaimana cara pemeliharaan *compressor* refrigerator untuk memastikan kinerja optimal dari komponen tersebut?

C. Batasan masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini disusun untuk mengarahkan fokus kajian, yaitu pada kinerja sistem kompresor yang berhubungan dengan ruang pendingin sebagai area penyimpanan bahan makanan di atas kapal.

D. Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada *compressor* di sistem refrigerator.
2. Untuk mengetahui langkah-langkah perawatan yang diperlukan *compressor* refrigerator sehingga kinerja komponen tersebut optimal.

E. Manfaat penelitian

1. Secara teori, penelitian ini diharapkan bisa memberikan sumbangan pemikiran bagi para masinis di kapal dalam upaya mengoptimalkan performa sistem pendingin untuk bahan makanan, sehingga suhu ruang refrigerated tetap terjaga dengan baik. Hal ini bertujuan untuk mendukung kenyamanan selama pelayaran serta menambah wawasan dan pengetahuan.
2. Manfaat secara praktis
 - a. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi sumber informasi bagi kru kapal terkait jumlah komponen pada sistem pendingin bahan makanan di atas kapal, serta memberikan gambaran mengenai rencana pengembangan teknis komponen sistem pendingin tersebut di kapal.
 - b. Bagi industri yang bergerak di bidang maritim, dapat memberikan usulan-usulan untuk membantu memajukan industri perkapalan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Review* Penelitian Sebelumnya

Review penelitian sebelumnya merupakan proses di mana peneliti menyusun, mengevaluasi, dan menganalisis studi sebelumnya dalam suatu bidang pengetahuan tertentu. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi literatur relevan, memahami kemajuan yang telah dicapai, menemukan celah pengetahuan, dan mengarahkan penelitian baru. Selama proses ini, artikel ilmiah, jurnal, buku, tesis, dan sumber lain yang relevan dikaji secara kritis. Dengan hasil dari *review* ini, peneliti mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang topik penelitian, mengidentifikasi celah pengetahuan, serta mengevaluasi strategi atau teknik yang telah digunakan. Informasi dari *review* ini juga memperlihatkan temuan dari penelitian sebelumnya. Secara keseluruhan, *review* penelitian sebelumnya sangat penting untuk membangun fondasi pengetahuan yang kokoh, menghindari duplikasi penelitian, dan merumuskan pertanyaan penelitian yang inovatif dan relevan.

Tabel 2. 1 *Review* Penelitian Sebelumnya
Sumber : Diolah Peneliti

No	Judul Penelitian	Penulis	Hasil
1.	Analisis Kinerja Mesin Pendingin Bahan Makanan Di Atas Kapal Mv. Meratus Batam	Abdul Muhaimin Amin, 2023	Hasil peneelitan ini menunjukkan adanya sumbatan pada saringan katup ekspansi yang membuat sistem tidak bekerja secara optimal, serta kebocoran pada instalasi yang menyeebabkan suhu pada mesin pendingin bahan makanan (<i>gandroom</i>) menjadi tidak stabil.
2.	Analisis Suhu Yang Tidak Normal Pada Mesin Pendingin Bahan Makanan Di Atas Kapal Mv. Kang Ping	M.Syahrul Bakry, 2023	Penelitian ini menemukan adanya permasalahan berupa penyumbatan pada filter expansion valve yang tidak bekerja dengan baik serta kebocoran pada sistem, sehingga menyebabkan suhu/tempekratur pada

No	Judul Penelitian	Penulis	Hasil
			mesin pendingin bahan makanan di atas kapal menjadi tak normal.
3.	Analisa Kerusakan Compressor Pada Refrigerator Di Mv. Karunia	Rangga Bayu Prasetya, 2019	Penelitian ini menunjukkan bahwa kerusakan kompresor refrigerator disebabkan oleh tidak berfungsinya dual pressure switch akibat kebocoran pada membran serta terhambatnya kerja pegas mekanik. Kondisi ini menyebabkan proses pendinginan bahan makanan terhenti, sehingga berdampak pada penurunan kualitas bahan yang disimpan. Penanganan yang dilakukan adalah melalui proses overhaul. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penyebab utama kerusakan kompresor refrigerator berasal dari gangguan pada dual pressure switch yang mengakibatkan sistem pendinginan tidak berjalan dengan baik, sehingga diperlukan perbaikan dengan melakukan overhaul untuk mengganti komponen yang mengalami kerusakan..

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan penyebab utama kerusakan kompresor pada refrigerator adalah tidak berfungsinya dual pressure switch yang disebabkan oleh adanya kebocoran pada membran serta gangguan pada pegas mekanik yang mengalami kemacetan. Kondisi ini berpengaruh langsung terhadap proses pendinginan bahan makanan di kapal, sehingga diperlukan perbaikan melalui overhaul untuk memulihkan kinerja sistem pendingin agar kembali optimal.

B. Landasan Teori

Landasan teori adalah dasar konseptual dalam sebuah penelitian yang berfungsi memberikan pemahaman secara sistematis terhadap permasalahan serta menjadi acuan dari berbagai penelitian terdahulu. Pada bab ini dijelaskan berbagai teori yang relevan dengan judul “Pengaruh Penurunan Kinerja Kompresor pada Refrigerator yang Menyebabkan Tidak Optimalnya Proses Pendinginan Bahan Makanan di Kapal”. Pembahasan ini meliputi kajian

pustaka mengenai konsep refrigerator beserta komponen-komponennya, yaitu kompresor, kondensor, evaporator, katup ekspansi, dryer, katup solenoid, pemisah oli, serta saklar tekanan oli.

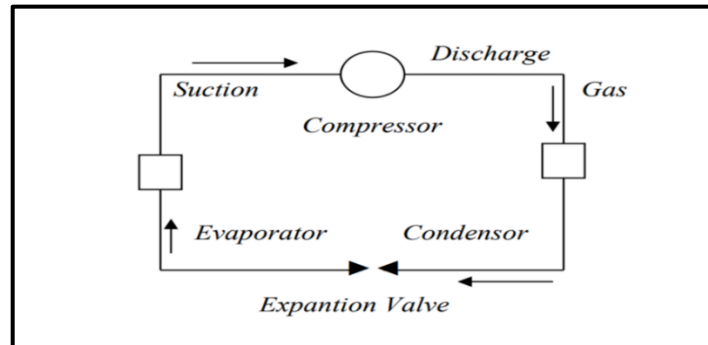
1. Pengertian Refrigerator

Mesin pendingin, atau refrigerator, adalah sebuah perangkat yang mampu menghasilkan suhu rendah. Fungsi pokoknya adalah menghilangkan panas yang tidak diinginkan dari suatu ruangan dan mengalihkannya ke lokasi lain di luar ruangan. Proses tersebut terjadi dengan menggunakan refrigeran yang bersirkulasi di dalam sistem pendingin. Dalam perjalanannya, refrigeran mengalami perubahan bentuk atau fase akibat perbedaan tekanan, sehingga memungkinkan terjadinya aliran dan siklus yang berlangsung secara terus-menerus tanpa henti.

Refrigerasi adalah proses pengambilan kalor dari suatu objek, di mana jumlah panas yang dimiliki setiap benda bergantung pada tingkat suhunya (Erita et al., 2021). Menurut Nurdin Harahap, mesin pendingin dibagi menjadi dua, yakni :

- a. Sistem Langsung, Cara kerja sistem ini adalah dengan melakukan pendinginan secara langsung pada ruangan, di mana bagian coil di dalamnya dialiri oleh bahan pendingin (refrigeran) untuk menghasilkan proses pendinginan tersebut.
- b. Sistem Tidak Langsung, Sistem kerja ini berlangsung melalui proses penguapan, di mana pendinginan terjadi secara tidak langsung. Pada evaporator, refrigeran mengalami penguapan dan menyerap panas dari refrigeran sekunder atau brine. Selanjutnya, brine yang telah menjadi

dingin tersebut digunakan untuk mendinginkan ruangan atau bahan makanan sesuai kebutuhan. Berikut sirkulasi pendinginan pada mesin pendingin (refrigerator) :



Gambar 2. 1 *Indirect System*

Sumber : G F Hundy,dkk, 2016.

Tekanan kerja di suatu sistem pendingin dibagi menjadi :

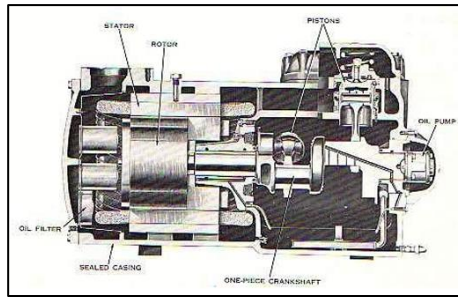
1) Tekanan tinggi

Pada bagian ini, refrigeran terdapat dalam bentuk campuran dua fase, yaitu cair dan uap. Ruang ini meliputi lintasan aliran yang berawal dari keluaran kompresor, kemudian melewati kondensor, sampai menuju katup ekspansi.

2) Tekanan rendah

Pada segmen ini, zat pendingin berada dalam kondisi dua fase, yaitu cair dan uap secara bersamaan. Ruang pergerakannya meliputi lintasan aliran yang dimulai dari katup ekspansi, kemudian mengalir melewati evaporator, hingga kembali menuju sisi isap kompresor.

2. Compressor



Gambar 2. 2 *Compressor*

Sumber : <https://teachintgraton.wordpress.com/>

Kompresor merupakan perangkat pemompa yang bekerja dengan cara menghisap dan menekan untuk mengedarkan refrigeran ke seluruh sistem pendingin. Cara kerjanya dilakukan melalui perubahan tekanan yang menghasilkan perbedaan tekanan, Sehingga refrigeran dapat mengalir dari wilayah bertekanan tinggi ke wilayah bertekanan rendah. (Irwanto, 2023).

Pada sistem pendingin, seluruh kompresor bekerja dengan cara mengompresi uap refrigeran. Proses kompresi dapat dilakukan dengan berbagai metode sesuai jenis kompresor yang digunakan. Jenis kompresor yang umum dipakai pada instalasi pendingin dan air conditioning plant adalah kompresor reciprocating, rotary, dan scroll. Sistem pelumasan pada kompresor terbagi menjadi dua jenis:

- a. Pada kompresor berukuran kecil, Pelumasan biasanya cukup dilakukan dengan sistem percikan. Pada kompresor jenis piston, pelumasan percikan ini bekerja dengan cara mengisi ruang engkol dengan minyak pelumas hingga mencapai bagian bawah main bearing.
- b. Kompresor berukuran besar menggunakan sistem pelumasan tekan (paksa), di mana oli pelumas dialirkan secara bertekanan ke main bearing, connecting rod bearing, dan komponen lainnya melalui bantuan

pompa.

Unit kompresor terdiri atas motor penggerak dan kompresor. Kompresor berfungsi mengisap serta memampatkan refrigeran agar dapat bersirkulasi dalam sistem pendingin, sedangkan motor penggerak menyediakan tenaga untuk memutar kompresor. (Irwanto, 2023). Jika ditinjau dari jenis penggeraknya, unit kompresor dapat dikelompokkan:

a. Jenis unit terbuka

Pada jenis ini, kompresor dan motor bantu dibuat terpisah. Kompresor digerakkan menggunakan V-belt, sedangkan penggeraknya dapat berupa motor listrik atau mesin diesel.

b. Unit semi hermatis

Sedangkan jenis ini, kompresor dan motor listrik dipasang terpisah namun dihubungkan sehingga terlihat sebagai 1 unit. Kompresor digerakkan langsung oleh poros motor listrik.

c. Unit hermatis

Pada tipe ini, Kompresor & motor listrik disatukan dalam satu unit yang tertutup. Namun, kekurangannya yaitu jika terjadi kerusakan, proses perbaikannya menjadi lebih sulit untuk dilakukan. Tapi, kelebihanannya yakni ukuran unit menjadi lebih selaras, tidak membutuhkan banyak ruang, dan biaya relatif lebih murah, sehingga cocok digunakan pada lemari es rumah tangga dengan daya kecil. Meskipun memiliki perbedaan bentuk dan konstruksi, fungsi dari ketiga jenis unit kompresor tersebut tetap sama, yaitu untuk mensirkulasikan refrigeran dalam sistem mesin pendingin agar proses pendinginan dapat

berlangsung dengan baik.

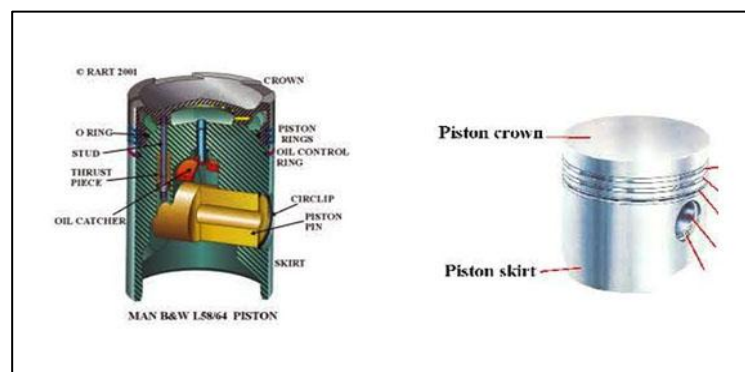
Kompresor pada refrigerator merupakan perangkat yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan refrigeran serta mengalirkan gas refrigeran ke seluruh sistem pendingin. Jika dianalogikan, cara kerja kompresor pada refrigerator menyerupai fungsi jantung pada tubuh manusia. Kompresor memiliki dua saluran pipa:

- a. Pipa hisap
- b. Pipa tekan,

serta bekerja pada dua zona tekanan, yakni tekanan rendah dan tekanan tinggi.

Di dalam kompresor terdapat torak berukuran kecil yang biasanya dibuat dari satu bagian cor, sedangkan torak berukuran besar umumnya terdiri dari beberapa bagian yang dirakit menjadi satu. Bagian terpenting yaitu:

- a. *Piston Crown*



Gambar 2. 3 *Piston Crown*

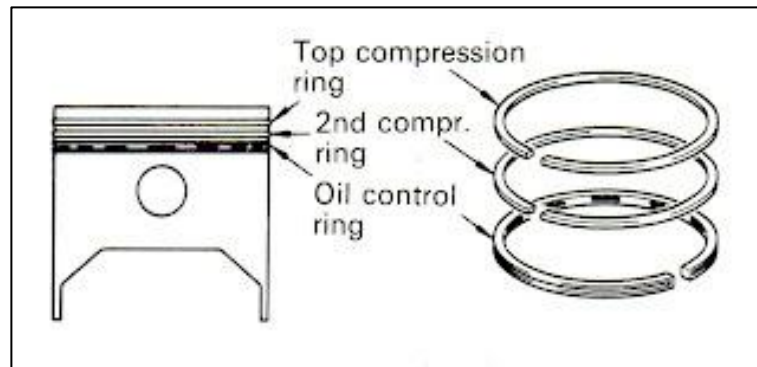
Sumber : <https://sse-vanderhorst.co.id/piston-crown-repair/>

Bagian atas torak (piston crown) merupakan bagian yang menerima gaya pegas yang diteruskan melalui pena torak atau batang torak. Komponen ini biasanya dibuat dari baja tempa atau baja tuang.

Pada bagian tersebut juga terdapat alur berbentuk cincin yang berfungsi sebagai tempat pemasangan piston ring.

Berbagai jenis material digunakan untuk piston, seperti besi tuang (yang saat ini banyak menggunakan spheroidal graphite cast iron), baja tempa, dan baja tuang, yang umumnya dipilih untuk mahkota piston pada mesin diesel. Material tersebut dipilih karena mampu menggabungkan kekuatan dan ketahanan aus, sehingga ketebalan piston dapat dibuat seminimal mungkin untuk meningkatkan perpindahan panas serta mengurangi risiko retak akibat panas dan deformasi. Untuk menambah kekuatan pada bagian yang lebih tipis, digunakan penguatan struktur rangka. Pendinginan piston yang optimal diperoleh melalui sistem sirkulasi cairan pendingin yang bekerja seperti pengadukan (*cocktail effect*) pada air. Udara yang berada dalam piston, yang berasal dari sistem teleskopik dan dilengkapi bantalan untuk mencegah water hammer, bercampur dengan air sehingga menghasilkan efek inersia yang membantu proses pendinginan. Selain itu, bentuk tertentu dengan tambahan material seperti timah juga membantu menjaga efektivitas pendinginan melalui aliran sekunder pada saat mekanisme bekerja setelah TMA. Dilaporkan bahwa suhu logam pada area terpanas dapat diturunkan hingga sekitar 40°C. Namun perlu diperhatikan bahwa pada putaran rendah, efek pendinginan ini akan berkurang, sehingga mesin tidak disarankan beroperasi dalam waktu lama pada kondisi kecepatan rendah. Umumnya, mesin dengan sistem pendinginan minyak pada piston dengan laju sedang lebih sering digunakan. (Superadmin, 2021).

b. Cincin Hantar (*Ring Piston*)

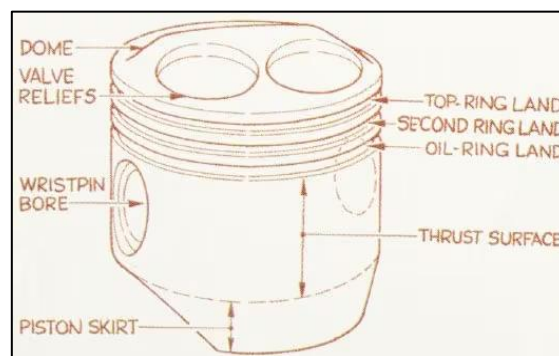


Gambar 2. 4 *Ring Piston*

Sumber : <https://sl1nk.com/qyd486z>

Cincin hantar (piston ring) berfungsi mencegah bagian atas torak bersentuhan langsung dengan dinding silinder akibat perubahan suhu. Pada bagian ini juga berpotensi terjadi keausan, sehingga digunakan cincin jalan dari campuran timah hitam dan perunggu yang sedikit menonjol di antara cincin penuntun. Pada torak tipe trunk, gaya samping yang timbul lebih besar sehingga diperlukan celah yang sesuai dengan silinder serta pelumasan yang baik agar pergerakan tetap stabil. Oleh karena itu, dipasang cincin penuntun atau cincin mantel berdiameter lebih dari yang menempel pada silinder.

c. *Piston Skirt*



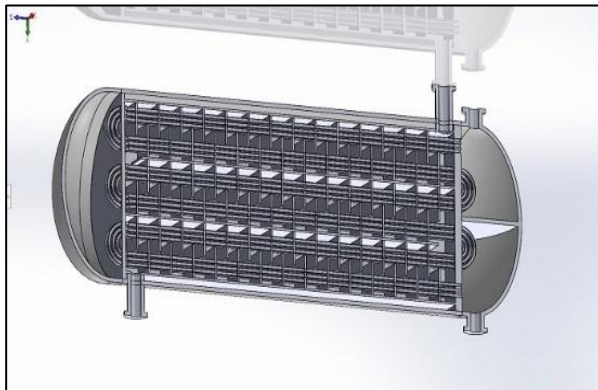
Gambar 2. 5 *Piston Skirt*

Sumber : <https://11nq.com/qu1ohci>

Bagian bawah torak (*piston skirt*) adalah bagian terbawah piston yang umumnya terdapat pada motor diesel 2 langkah menggunakan sistem pembilasan port. Saat piston berada di titik mati atas (TMA), piston skirt berfungsi menutup saluran pemasukan udara pada dinding silinder. Hal ini bertujuan agar udara tidak masuk ke ruang pembakaran secara tidak terkontrol, karena dapat menyebabkan proses pembakaran menjadi tidak sempurna akibat kebocoran.

Pada suhu kerja normal, permukaan piston dan silinder liner harus tetap sejajar. Oleh karena itu, perlu diperhitungkan adanya perbedaan suhu dari bagian atas hingga bagian bawah piston, sehingga saat proses pembuatan ditetapkan celah pada bagian atas dinding piston lebih kecil dibandingkan bagian bawah. Kenaikan suhu tersebut umumnya tidak bersifat linier, dan deformasi akibat panas dapat menimbulkan tegangan tarik pada dinding bagian dalam maupun luar piston sehingga mengurangi kekuatan material. Tegangan tarik yang berubah-ubah pada kondisi beban panas tinggi dapat memicu terjadinya retakan yang merambat dari badan piston hingga ke alur ring piston. (Irgy, 2023).

3. Kondensor



Gambar 2. 6 Kondensor

Sumber : <https://caramesiin.com/fungsi-kondensor-adalah/>

Kurniawan (2020:237) menyatakan bahwa kondensor merupakan alat yang berfungsi mengubah refrigeran berbentuk uap atau gas menjadi cair dengan cara melepaskan panas dari sistem ke lingkungan sekitar. Kondensor laut umumnya menjadi komponen utama pada sistem pendingin kapal dan biasanya menggunakan tipe shell and tube (kulit dan tabung) yang dirancang untuk bekerja pada tekanan tinggi, meskipun masih terdapat beberapa jenis kumparan lain yang juga digunakan. Pada kondensor tipe tabung, permukaan perpindahan panas disediakan oleh tabung yang memungkinkan panas dari refrigeran dialirkan ke air pendingin melalui dinding tabung. Proses pendinginan uap refrigeran dimulai dari kondisi jenuh, kemudian secara bertahap berubah menjadi fase cair.

Desain kondensor umumnya ditentukan oleh ketersediaan air serta biaya yang diperlukan. Karena air laut tersedia dalam jumlah besar, sistem dapat menggunakan sirkulasi pendek dengan volume yang besar untuk menjaga penurunan tekanan agar tetap minimal. Kecepatan aliran air juga diatur untuk mencegah terjadinya erosi pada pipa.

Sebagian besar kondensor berpendingin air berbentuk tabung silinder yang berisi banyak pipa sebagai saluran air pendingin. Gas freon bersuhu tinggi masuk ke dalamnya lalu mengalami kondensasi hingga berubah menjadi cair. Proses alirannya yaitu:

- a. Gas dari kompresor dialirkan ke bagian atas kondensor (di luar pipa air laut), kemudian keluar melalui bagian bawah dalam keadaan cair.
- b. Air laut masuk dari bawah kondensor, mengalir melalui pipa-pipa yang dipisahkan sekat, berputar ke sisi lain, lalu keluar kembali melalui

bagian bawah kondensor.

Berikut merupakan macam kondensor dari media kegunaannya:

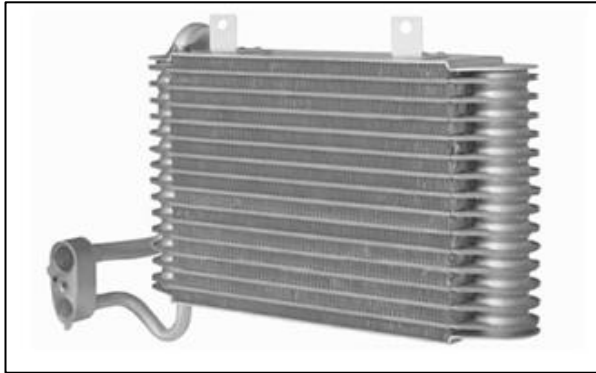
- a. *Air cooled condenser* merupakan kondensor yang memakai aliran udara untuk membantu proses kondensasi refrigeran dari fase gas menjadi cair.
- b. *Water cooled condenser* merupakan jenis kondensor yang memakai air untuk media pendingin dalam proses pengembunan. Berbeda dengan *air cooled condenser*, tipe ini memanfaatkan air laut sebagai media utamanya. Kondensor jenis ini banyak digunakan di kapal untuk sistem pengaturan pendinginan muatan/kargo.
- c. *Evaporative condenser* adalah jenis kondensor yang proses pengembunannya menggunakan kombinasi udara seperti pada *air cooled condenser* dan percikan air atau kabut yang dihasilkan dari pompa air. Campuran udara dan kabut air tersebut bermanfaat untuk media pendingin yang menyerap panas dari refrigeran di dalam koil, sehingga uap refrigeran berubah menjadi cair. Tipe ini umumnya jarang digunakan di kapal dan lebih banyak dijumpai pada instalasi pendingin di darat, terutama untuk kebutuhan tertentu yang bersifat mendesak atau khusus.

Cara atau sistem pengembunan yang menggunakan media air dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

- a. Sistem pengembunan terbuka adalah sistem di mana media pendingin setelah menyerap panas dari refrigeran langsung dialirkan keluar & dibuang.
- b. Sistem pengembunan tertutup (sirkulasi) adalah sistem di mana air

pendingin yang sudah menyerap panas dari refrigeran dialirkan ke *cooling water* guna didinginkan kembali, kemudian digunakan ulang dalam proses pengembunan..

4. Evaporator



Gambar 2. 7 Evaporator

Sumber : <https://11nq.com/333drxe>

Evaporator adalah bagian dari sistem penukar panas yang memiliki fungsi mengubah cairan menjadi uap. Dalam sistem refrigerasi, komponen ini bekerja dengan menyerap panas laten dari beban pendinginan sehingga refrigeran keluar dalam bentuk gas kering. Evaporator sendiri diklasifikasikan berdasarkan pola aliran refrigeran serta fungsi kerjanya masing-masing. Nasution (2020:35).

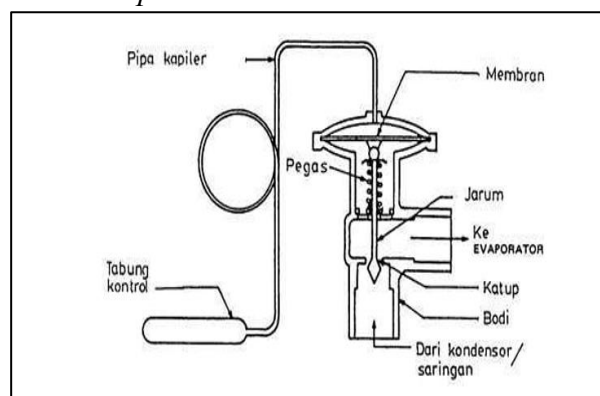
Evaporator berperan mengubah refrigeran dari fase cair Jadi fase gas pada kondisi tekanan serta suhu yang rendah . Proses penguapan ini dapat dengan menyerap panas dari lingkungan sekitarnya. Setelah panas tersebut diserap, suhu di sekitar evaporator akan menurun sehingga menjadi lebih dingin.

Penguapan terjadi ketika refrigeran mengambil panas dari sekitarnya. Pada bagian evaporator, *freon* yang awalnya berbentuk cair akan berubah menjadi uap dengan suhu rendah. Akibatnya, refrigeran yang datang dari

kondensor mengalami perubahan wujud dari cair menjadi gas di dalam evaporator.

Lingkungan di sekitar evaporator menjadi lebih dingin karena refrigeran menyerap panas selama proses penguapan berlangsung di dalamnya. Pada bagian ini, refrigeran mengalami perubahan wujud dari fase cair menjadi uap. Karena itu, refrigeran yang masuk ke evaporator harus dalam kondisi cair agar dapat segera mengalami penguapan, dan setelah melewati evaporator, refrigeran diharapkan telah berubah menjadi uap. Proses ini berlangsung pada suhu rendah, sehingga lingkungan sekitarnya kehilangan panas dan mengalami penurunan suhu menjadi lebih dingin.

5. Katub *Expantion*



Gambar 2. 8 Katub *Expantion*

Sumber : <http://www.teachintegration.wordpress.com>

Katup ekspansi berfungsi menurunkan tekanan refrigeran dari tekanan tinggi setelah proses kondensasi menjadi tekanan rendah yang diperlukan pada evaporator. Penurunan tekanan tersebut dilakukan dengan mengatur dan membatasi aliran refrigeran yang masuk melalui proses throttling. Dengan adanya pengaturan ini, refrigeran dapat lebih mudah menguap di dalam evaporator sehingga proses pendinginan berlangsung secara optimal. Dengan adanya proses throttling atau percikan tersebut, hasil kinerja katup

ekspansi adalah sebagai berikut:

- a. Terjadi penurunan tekanan, yaitu perubahan dari tekanan kondensor menjadi tekanan evaporator.
- b. Terjadi proses ekspansi pada refrigeran cair, di mana cairan tersebut berubah menjadi kabut basah yang merupakan campuran partikel cair dan gas. Kondisi ini mempercepat penguapan refrigeran pada tekanan rendah, terutama saat ada panas dari lingkungan sekitar. Melalui proses penyemprotan oleh katup ekspansi, maka menyebabkan beberapa kondisi:
 - 1) Refrigeran yang meninggalkan katup ekspansi berada pada tekanan rendah dan masih berupa campuran cair dan uap. Kondisi ini membuatnya siap untuk menguap ketika menerima panas pada suhu yang sesuai dengan tekanan operasinya.
 - 2) Proses terjadinya penyerapan panas dari lingkungan sekitar hingga mencapai kondisi yang disyaratkan, yaitu suhu yang melewati titik penguapan, sehingga memungkinkan terjadinya penguapan pada tekanan yang telah ditentukan sebelumnya. Penguapan harus terjadi sepenuhnya di dalam evaporator agar penyerapan panas dari ruang atau bahan yang didinginkan berlangsung maksimal. Oleh sebab itu, katup ekspansi sebaiknya dipasang dekat dengan evaporator atau pipa penghubungnya diberi isolasi. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya penguapan sebelum refrigeran masuk ke dalam ruang evaporator.

Dalam kondisi terbuka dan dikendalikan oleh diafragma, tekanan gas memberikan gaya tekan pada bagian atasnya. Selanjutnya, gas pada bulb memberikan tekanan pada diafragma, sementara refrigeran yang menuju evaporator mengalir melalui bagian bawah katup. Inilah prinsip kerja komponen tersebut.

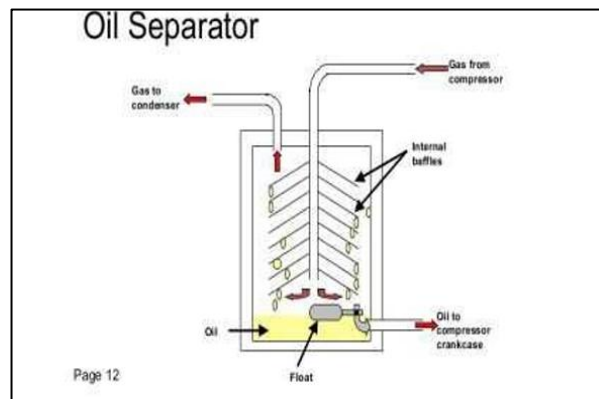
Supaya katup tetap terbuka, tekanan gas di dalam bulb harus lebih tinggi daripada tekanan refrigeran, sehingga suhu gas pada bulb juga lebih besar dibandingkan suhu refrigeran yang berada di bawah diafragma. Saat kompresor mulai beroperasi, katup ekspansi menyalurkan refrigeran cair bertekanan tinggi ke evaporator. Refrigeran tersebut kemudian menguap di dalam evaporator, dan proses penguapan berlangsung lebih cepat karena suhu ruang pendingin kembali menurun dengan cepat.

Ketika suhu ruangan telah mencapai kondisi sejuk, selisih suhu antara refrigeran dan gas di dalam bulb menjadi kecil, sehingga katup ekspansi semakin menutup & kompresor pun berhenti secara otomatis. Pengaturan katup ekspansi sangat sensitif, di mana penyetelan baut pengaturnya umumnya hanya sekitar $\frac{1}{4}$ putaran.

6. Komponen Pembantu Mesin Pendingin

Menurut Mochamad (2022), perangkat bantu pada sistem mesin pendingin memiliki fungsi untuk menunjang dan memastikan proses operasional berjalan dengan lancar sesuai tugas dari setiap komponen:

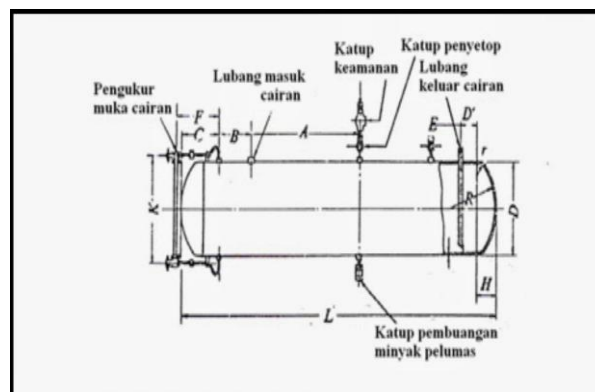
- a. Salah satunya adalah oil separator yang berfungsi memisahkan oli dan freon, kemudian mengembalikan oli ke carter kompresor



Gambar 2. 9 Oil Separator

Sumber : <https://brighubengineering.dots>

- b. *Receiver* berfungsi sebagai wadah untuk menampung atau mengumpulkan *refrigeran*.



Gambar 2. 10 *Receiver*

Sumber : [www://sl1nk.com/y03ot76](http://www.sl1nk.com/y03ot76)

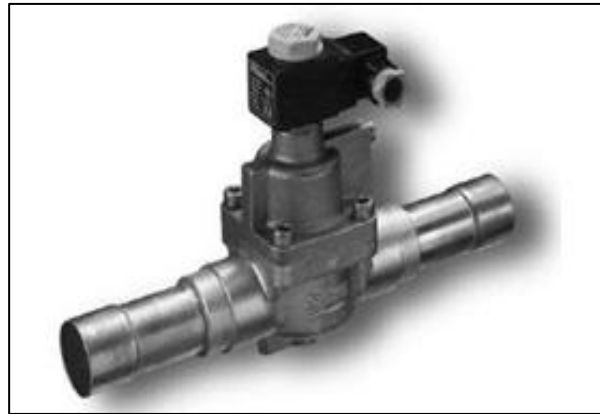
- c. Gelas penduga berfungsi untuk memantau dan mengendalikan jumlah refrigeran cair (*freon*) yang terdapat pada sistem.
- d. *Dryer* berfungsi menyerap uap air yang ada dalam sistem, dengan menggunakan silica gel sebagai bahan penyerap kelembapan di dalamnya. Pada *dryer* juga diisi bahan pengering serta dilengkapi kawat penyaring, sehingga seluruh uap air dapat tersaring.



Gambar 2. 11 *Dryter*

Sumber : [www://teachinegration-wordpress.com](http://teachinegration-wordpress.com)

- e. Thermostat berfungsi mengatur kerja kompresor dengan menyalakan atau mematikannya sesuai suhu yang disetel.
- f. Presostat adalah komponen yang mengatur operasi kompresor dengan cara memantau tekanan hisap, tekanan discharge, serta tekanan oli pelumas.
- g. Pipa perata tekanan berfungsi menjaga tekanan keluaran evaporator tetap stabil dan merata.
- h. Pipa pengisi berfungsi untuk mengisi refrigeran ke dalam sistem pendingin.
- i. Katup solenoid berfungsi sebagai pengatur aliran refrigeran dengan cara membuka dan menutup jalur aliran secara otomatis, sehingga besar kecilnya aliran dapat dikendalikan sesuai kebutuhan sistem. Perangkat ini bekerja menggunakan energi listrik yang menggerakkan kumparan (*coil*) dari kawat tembaga untuk menghasilkan medan magnet, yang kemudian menarik armature atau inti besi di dalamnya. Gerakan tersebut menggerakkan batang katup (*valve stem*) yang akan membuka atau menutup kedudukan katup sehingga aliran dapat diatur.



Gambar 2. 12 Katub Seloid

Sumber : <http://teachintegration.wordpress.com>

- j. *Coil evaporator* merupakan komponen yang bekerja dengan memanfaatkan proses penguapan untuk merubah refrigeran dari fase cair jadi gas pada kondisi tekanan rendah dan suhu rendah. Pada saat proses ini berlangsung, energi panas dari udara atau lingkungan sekitar diserap oleh refrigeran sehingga menyebabkan penurunan suhu di area tersebut. Dengan demikian, refrigeran yang awalnya masuk dalam bentuk cair akan berubah menjadi uap ketika keluar dari evaporator.

Terdapat dua akibat yang membuat lingkungan di sekitar kehilangan panas menjadi dingin:

- 1) Sistem ini tergolong sebagai sistem pendingin langsung karena evaporator dipasang di dalam ruang yang menjadi target pendinginan. Ketika panas di dalam ruangan berhasil diserap dan suhu mulai menurun, efek dingin akan langsung dirasakan pada area tersebut. Dalam keadaan ini, evaporator bekerja secara maksimal sesuai fungsinya dalam sistem. Sistem ini disebut pendingin langsung karena proses pendinginan terjadi secara langsung di ruang yang sama tempat evaporator berada.

- 2) Sistem ini tergolong sebagai sistem pendingin tidak langsung, karena proses penurunan suhu tidak dilakukan pada ruang yang didinginkan secara langsung. Pendinginan terjadi melalui perantara berupa media dengan titik beku rendah, yaitu larutan air garam (*brine*). Setelah air garam didinginkan, cairan inilah yang kemudian digunakan untuk menurunkan suhu pada ruangan yang menjadi target pendinginan.

7. Komponen Otomatis Pada Sistem Pendingin

Berbagai faktor dapat mengakibatkan kerusakan pada kompresor, seperti tekanan isap yang terlalu rendah, tekanan oli yang tidak mencukupi, atau tekanan kompresi yang terlalu tinggi. Untuk mencegah hal tersebut, dapat dipasang perangkat otomatis sebagai langkah pengaman, di antaranya sebagai berikut:

a. Saklar pengontrol tekanan rendah

Tekanan isap yang terlalu rendah dapat mengganggu proses pendinginan sehingga tidak bekerja secara optimal. Saklar ini berfungsi menjaga tekanan isap tetap stabil. Jika tekanan isap turun di bawah tekanan atmosfer, udara dapat masuk ke dalam sistem meskipun hanya melalui kebocoran kecil. Campuran udara dengan gas freon dapat merusak kompresor karena meningkatkan tekanan kompresi.

Ketika tekanan isap turun sampai setara dengan tekanan atmosfer, sambungan listrik antara motor kompresor dan sistem otomatis akan terputus, sehingga kompresor otomatis berhenti beroperasi. Perangkat otomatis ini menggunakan membran atau tabung harmonika berbahan logam yang terhubung dengan saluran isap. Saat tekanan freon menurun,

pegas akan menekan membran ke bawah sehingga arus listrik terputus secara otomatis melalui mekanisme batang penghubung.

b. Pengontrol tekanan tinggi

Tekanan kompresi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada kompresor maupun motornya. Saklar ini berfungsi menjaga tekanan kompresi tetap pada kondisi yang aman dan stabil. Kenaikan tekanan kompresi dapat disebabkan oleh masuknya udara ke dalam sistem atau kurangnya suplai air pendingin.

c. Saklar tekanan minyak

Penurunan atau hilangnya minyak pelumas biasanya terjadi karena saringan minyak yang kotor atau kerusakan pada pompa minyak. Minyak yang bercampur dengan gas freon dapat menghasilkan busa yang menghambat proses penghisapan oleh pompa. Selain itu, berkurangnya volume minyak pada carter juga dapat menimbulkan kekurangan pelumasan. Saklar tekanan oli berfungsi memutus aliran listrik ke motor kompresor apabila terjadi penurunan atau hilangnya tekanan oli pelumas.

d. Saklar gangguan air

Apabila saklar ini mengalami kerusakan atau gangguan, kinerja pendinginan freon menjadi tidak optimal. Akibatnya, aliran listrik menuju motor kompresor akan terputus secara otomatis.

e. Katup keamanan

Katup keamanan dipasang pada kondensor sebagai pengaman ketika *over pressure* batas yang telah ditentukan menyebabkan

komponen lain tidak berfungsi, katup ini akan aktif untuk mencegah kerusakan dengan membuang kelebihan tekanan ke udara bebas.

8. Media Pendingin

(Mochamad, 2022), Instalasi pendingin merupakan sistem mekanik yang memanfaatkan zat pendingin untuk menyerap panas. Beberapa media pendingin yang umum digunakan meliputi CO₂, amoniak (NH₃), klorometil (CH₃Cl), serta gas freon 12 dan freon 22. Zat-zat tersebut sering diaplikasikan dalam berbagai sistem instalasi pendingin.

- 1) Freon R-12 merupakan refrigeran yang tidak beracun, tidak korosif, serta tidak mudah terbakar baik dalam bentuk gas maupun cair. Refrigeran ini memiliki titik didih sekitar -29,8°C pada tekanan atmosfer.
- 2) Freon R-22 merupakan jenis refrigeran yang tidak bersifat korosif terhadap logam. Freon ini memiliki titik didih sekitar -40°C, sehingga sering digunakan, misalnya di kapal untuk menjaga bahan makanan tetap segar. Selain itu, Freon R-22 bisa dimanfaatkan untuk menjaga berbagai barang yang memerlukan suhu sangat rendah. Berikut adalah persyaratan untuk refrigeran:
 - 1) Tidak memiliki kandungan yang beracun dan tidak menimbulkan bau yang tajam.
 - 2) Tetap aman karena tidak mudah terbakar, baik saat bercampur dengan udara maupun dengan pelumas.
 - 3) Tidak bersifat korosif serta mempunyai tekanan kondensasi yang relatif rendah.

- 4) Memiliki kalor laten penguapan yang tinggi sehingga mampu menyerap panas secara optimal pada evaporator.
- 5) Apabila terjadi kebocoran, kondisinya mudah untuk diketahui atau dilacak.

9. Alat-alat Pengontrol Freon

Selain pemasangan komponen pada sistem pendingin, juga terdapat perangkat pengatur aliran freon cair yang terdiri dari beberapa bagian berikut:

1) Filter atau saringan

Filter berperan dalam menyaring dan menahan kotoran yang ikut terbawa refrigeran (*freon*) ketika mengalir melalui katup solenoid dan katup ekspansi menuju evaporator. Kotoran tersebut bisa berupa sisa las, serbuk gergaji, oksida, atau dehidrator. Jika tidak disaring, kotoran dapat menyumbat aliran freon pada katup ekspansi serta masuk ke kompresor dan menyebabkan kerusakan pada piston, silinder, dan ruang piston.

2) Selenoit *valve* (katub selenoit)

Katup solenoid dipasang di antara filter dan katup ekspansi, dengan fungsi utama sebagai pengatur suhu. Katup ini dikendalikan oleh *thermostatic switch* yang merespons suhu dari *bulb* di ruang pendingin. Saat kumparan dialiri listrik, terbentuk medan magnet yang menarik plunger besi lunak ke atas. Ketika terjadi aliran listrik, katup jarum terbuka sehingga freon dapat mengalir ke evaporator melalui katup solenoid. Namun, jika arus listrik diputus, medan magnet tidak lagi terbentuk dan katup jarum akan kembali ke posisi semula akibat gaya

gravitasi, sehingga aliran freon menuju evaporator berhenti.

3) *Thermostatic switch*

Thermostatic switch bekerja dengan prinsip yang hampir sama seperti pressure switch, tetapi menggunakan metode kontrol yang berbeda. Pressure switch bergantung pada tekanan isap/tekanan kompresor, sedangkan thermostatic switch mengandalkan *bulb* berisi refrigeran yang sensitif terhadap perubahan suhu di ruang pendingin. Saat suhu naik, tekanan dalam bulb meningkat dan mengaktifkan katup solenoid. Sebaliknya, saat suhu turun, tekanan menurun sehingga plunyer menutup aliran refrigeran dan memutus arus listrik secara otomatis.

4) Katup Ekspansi

Fungsi filter adalah menahan kotoran yang ikut mengalir bersama freon sebelum refrigeran menuju evaporator melalui katup solenoid dan katup ekspansi. Kotoran tersebut dapat berupa sisa pengelasan, serbuk gergaji, oksida, maupun dehidrator. Jika tidak disaring, kotoran ini dapat menyumbat aliran freon, merusak katup ekspansi, serta mencemari kompresor yang berakibat pada kerusakan piston, silinder, dan ruang piston. Di dalam filter biasanya terdapat silika gel yang berfungsi menyerap uap air dalam freon. Jika sudah jenuh, silika gel dapat dipakai kembali setelah dibersihkan dan dikeringkan dengan pemanasan.. (Beban et al., 2022).

5) Pengatur Tekanan Isap

Untuk menghindari hal yang tak diinginkan, semacam kerusakan

bahan makanan oleh suhu yang terlalu rendah, digunakan pengatur tekanan isap agar kondisi tetap terkendali. Proses ekspansi dapat berlangsung sampai mencapai tekanan isap pada *condensor*.

6) Oil Separator

Oil separator dipasang pada kompresor dan kondensor. Refrigeran yang keluar melalui kompresor akan melewati oil separator terlebih dahulu. Di dalam alat ini, minyak yang ikut terbawa bersama refrigeran akan dipisahkan, kemudian dikembalikan lagi ke carter kompresor.

10. Teori Perpindahan Panas

Perpindahan panas merupakan proses transfer energi dalam bentuk kalor yang terjadi akibat perbedaan suhu. Sementara itu, refrigerasi adalah proses memindahkan panas dari area bersuhu rendah ke area bersuhu lebih tinggi sehingga menghasilkan efek pendinginan dengan melepaskan panas ke lingkungan. Proses perpindahan kalor ini berlangsung melalui tiga mekanisme utama.

a. Perpindahan panas secara konduksi

Konduksi merupakan proses perpindahan kalor melalui suatu zat yang disebabkan oleh perbedaan temperatur, dengan arah aliran panas dari daerah bersuhu tinggi menuju daerah bersuhu lebih rendah. Perpindahan ini berlangsung pada material yang saling bersentuhan langsung, baik pada benda padat maupun fluida.

b. Perpindahan panas secara konveksi

Konveksi yaitu mekanisme perpindahan panas yang terjadi akibat adanya gerakan massa fluida yang disertai proses konduksi, sehingga

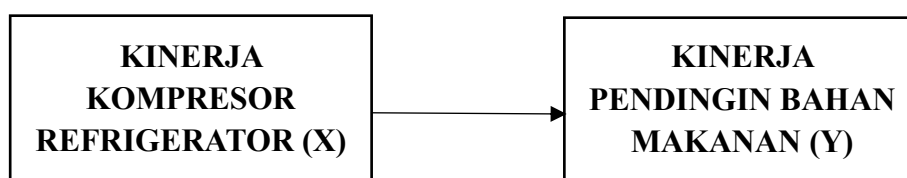
panas ikut terbawa oleh aliran cairan atau gas. Proses ini umumnya terjadi pada kontak antara permukaan benda padat dengan fluida di sekelilingnya.

c. Perpindahan panas secara radiasi

Radiasi adalah proses perpindahan energi panas dari suatu benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda lain yang bersuhu lebih rendah tanpa membutuhkan media perantara, dan proses ini tetap dapat berlangsung meskipun di ruang hampa.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir merupakan suatu susunan konsep yang dipakai untuk menata, mengaitkan, serta merumuskan ide dalam sebuah penelitian atau kajian. Kerangka ini berfungsi membangun pemahaman yang sistematis dan terarah terhadap topik yang diteliti. Kerangka berpikir dalam penulisan ini yakni sebagai berikut:



Gambar 2. 13 Kerangka Berpikir

Sumber : Diolah Peneliti

Keterangan :

X : Variabel Independen / Bebas —————> kerusakan kompresor

Y : Variabel Dependen / Terikat —————> pendingin bahan makanan

D. Hipotesis

Penelitian kuantitatif membutuhkan hipotesis, terutama pada penelitian eksploratif yang menghubungkan dua atau lebih variabel dalam hubungan sebab akibat. Oleh sebab itu, penulis menyusun hipotesis dengan:

H_0 : Tidak terdapat pengaruh tekanan compressor terhadap suhu ruang pendingin bahan makanan pada kapal.

H_1 : Terdapat pengaruh tekanan compressor terhadap suhu ruang pendingin bahan makanan di kapal.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Dalam Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini, penulis menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian kausal asosiatif. Metode tersebut dipakai untuk mengkaji hubungan serta pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pengaruh penurunan kinerja kompresor terhadap efektivitas sistem pendinginan bahan makanan di kapal. Pemilihan metode kuantitatif didasarkan pada penggunaan data numerik yang diperoleh melalui pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Data tersebut selanjutnya diolah menggunakan analisis statistik dengan bantuan perangkat lunak SPSS.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan ketika peneliti sedang menjalani praktik laut (PRALA) di kapal MV. PRIMA PIONEER

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di atas kapal yang menjadi lokasi penempatan penulis selama menjalani Praktik Laut (Prala) pada semester V dan VI. Pelaksanaan penelitian berlangsung selama 12 bulan, dihitung sejak penulis pertama kali bergabung dan naik ke kapal.

C. Populasi dan Sempel Penelitian

1. Populasi

Populasi yaitu seluruh objek/subjek yang menjadi sasaran penelitian dan memiliki karakteristik tertentu, yang ditentukan peneliti sebagai sumber data untuk dianalisis dan dijadikan dasar dalam menarik kesimpulan penelitian. Berdasarkan hal tersebut, populasi pada skripsi ini meliputi seluruh data operasional sistem pendingin di kapal yang berhubungan dengan kinerja kompresor serta suhu ruang pendingin (Sugiyono, 2020).

2. Sampel

Sampel adalah sebagian dari populasi yang dipilih dengan kriteria tertentu sehingga dianggap dapat mewakili keseluruhan populasi (Sugiyono, 2011). Pada skripsi ini, sampel yang digunakan berupa data pengukuran tekanan pada kompresor serta suhu ruang pendingin yang diperoleh secara langsung selama penulis melaksanakan kegiatan Praktik Laut (PRALA). Data diambil secara berkala dalam periode waktu tertentu untuk menggambarkan kondisi operasional sistem pendingin. Teknik sampling yang dipakai yaitu sampling jenuh (total sampling), yaitu seluruh data hasil pengamatan selama periode penelitian digunakan sebagai sampel tanpa dilakukan pengambilan sebagian. Penelitian ini memiliki 30 data pengamatan yang diperoleh dari pencatatan tekanan kompresor dan suhu ruang pendingin secara rutin.

D. Definisi Operasional Variabel

Penelitian ini menggunakan dua variabel, yaitu variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat). Berikut dijelaskan definisi operasional dari masing-masing variabel tersebut:

1. Variabel Independen (X)

Variabel bebas merupakan cara untuk menjelaskan secara rinci bagaimana suatu variabel diukur atau diamati secara nyata. Pada penelitian ini, variabel bebasnya kinerja kompresor yang diukur berdasarkan tekanan *discharge* dan tekanan *suction* (bar). Untuk menentukan indikator variabel ini, penulis menggunakan alat *Pressure Gauge*..

2. Variabel Dependen (Y)

Variabel terikat adalah variabel yang perubahan nilainya dipengaruhi oleh variabel lain. Pada penelitian ini, variabel tersebut berupa kinerja sistem pendingin bahan makanan di kapal yang terdampak oleh gangguan pada kompresor refrigerator. Untuk menentukan indikator variabel ini, penulis menggunakan thermostat guna mengukur suhu pendingin bahan makanan (°C).

E. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data

1. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis sumber data utama, yaitu data yang diperoleh secara langsung melalui observasi lapangan untuk memperoleh informasi sesuai kondisi nyata, serta data tidak langsung yang bersumber dari berbagai referensi seperti buku dan literatur yang relevan

sebagai pendukung. Dengan demikian, sumber data dalam penelitian ini mencakup observasi dan studi kepustakaan. Secara umum, sumber data penelitian dapat dibagi ke dalam beberapa kategori:

a. Data Primer

Data primer yakni data yang didapat oleh pengamatan langsung tekanan kompresor dan suhu ruang pendingin di kapal, serta wawancara dengan pihak terkait. Pada skripsi ini, data dikumpulkan dari pengukuran di lapangan dan wawancara dengan kru kapal (kapten, KKM, masinis 2, masinis 3, masinis 4, dan oiler) guna mengetahui penyebab tidak optimalnya kinerja sistem pendingin bahan makanan di kapal.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang sudah tersedia sebelumnya dan diperoleh melalui berbagai sumber seperti dokumen, catatan, atau internet. Dalam penelitian ini, data sekunder bersumber dari logbook mesin, manual book, serta literatur yang berkaitan dengan sistem pendingin kapal, termasuk jurnal dan artikel ilmiah. Data tersebut digunakan sebagai referensi teoritis dan pedoman praktis untuk melengkapi hasil observasi serta memperoleh informasi tambahan yang relevan terkait mesin induk di kapal.

2. Teknik Pengumpulan Data

Data dalam proposal ini diperoleh melalui pengamatan langsung di lokasi penelitian yang dilakukan penulis dengan menerapkan metode pengumpulan data yang relevan. Adapun proses pengumpulan data

dilakukan menggunakan beberapa teknik:

a. Observasi.

Observasi dilaksanakan dengan pengamatan langsung saat praktik laut, khususnya pada kompresor refrigerator sistem pendingin bahan makanan di kapal. Teknik ini mengumpulkan data melalui pengamatan dan pencatatan kondisi objek secara sistematis. Seluruh data yang berkaitan dengan masalah penelitian dicatat secara teratur selama proses berlangsung.

b. Wawancara.

Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan melalui sesi tanya jawab antara penulis sebagai peneliti dan responden untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan fokus penelitian. Pada proses penulisan ini, penulis melakukan wawancara terbuka dengan narasumber dalam kegiatan sehari-hari selama praktik layar di atas kapal, guna mendapatkan informasi yang relevan dan sesuai fakta.

c. Dokumentasi.

Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan serta menelaah berbagai dokumen yang relevan, baik berupa catatan tertulis, foto, maupun media elektronik.

d. Studi Pustaka

Sugiyono (2020), studi pustaka merupakan kegiatan mengkaji buku referensi serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan objek penelitian. Studi pustaka dalam penelitian ini dilakukan dengan mengkaji jurnal dan artikel yang relevan dengan topik.

F. Teknik Analisis Data

Dalam karya ilmiah terapan ini, penulis menggunakan pendekatan kuantitatif inferensial dalam penyajian data. Pemilihan metode tersebut disesuaikan dengan penelitian kuantitatif yang berfokus pada kegiatan observasi, pemaparan, dan analisis data. Data yang digunakan adalah data tekanan kompresor, yang menyoroti pentingnya perawatan kompresor untuk memastikan kinerja sistem pendingin di kapal tetap optimal. Melalui analisis data ini, penulis dapat mengidentifikasi masalah ketidakoptimalan kompresor refrigerator terhadap mesin pendingin di kapal.

Sugiyono (2020), data kuantitatif adalah jenis penelitian yang berlandaskan pada pendekatan positivisme, dengan menggunakan data dalam bentuk angka yang dapat diukur guna menganalisis permasalahan penelitian. Data tersebut dianalisis menggunakan alat statistik untuk menghasilkan kesimpulan.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan pengujian untuk mengetahui apakah data penelitian memiliki sebaran distribusi normal atau tidak, yang menjadi salah satu syarat dalam analisis regresi. Uji ini dilakukan dengan metode Kolmogorov–Smirnov menggunakan bantuan aplikasi SPSS. Hasil pengujian dilihat dari nilai signifikansi, apabila $\text{Sig} > 0,05$ maka data dinyatakan berdistribusi normal sehingga analisis dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya.

2. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas merupakan pengujian dalam analisis regresi yang bertujuan untuk melihat apakah terdapat hubungan yang kuat antar variabel independen dalam suatu model. Jika variabel bebas saling berkorelasi tinggi,

maka akan menyulitkan dalam menentukan pengaruh masing-masing variabel terhadap variabel dependen serta dapat menyebabkan hasil analisis menjadi kurang akurat. Oleh karena itu, model regresi yang baik seharusnya tidak mengandung multikolinearitas yang tinggi.

3. Uji *Heteroskedastisitas*

Uji ini dalam analisis regresi digunakan untuk menilai apakah sebaran varians dari residual (*error*) pada setiap pengamatan bersifat sama atau justru berbeda-beda. Dalam kondisi yang baik, residual memiliki varians yang konstan atau disebut *homoskedastisitas*. Namun, apabila variansnya tidak seragam (*heteroskedastisitas*), maka hal tersebut dapat menyebabkan model kurang efisien dan hasil analisis menjadi kurang valid atau tidak akurat.

4. Analisis Regresi Linear Sederhana

Regresi linear sederhana merupakan teknik analisis yang digunakan untuk mengetahui pengaruh satu variabel bebas terhadap variabel terikat. Hubungan keduanya dapat dinyatakan dalam persamaan $Y = a + bX$, di mana koefisien b menggambarkan perubahan pada variabel Y akibat perubahan variabel X . Pada penelitian ini, proses pengolahan data dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS.

5. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen secara parsial dengan menggunakan uji t pada taraf signifikansi 0,05. Jika nilai $Sig < 0,05$ maka H_1 diterima, sedangkan jika $Sig > 0,05$ maka H_0 diterima.