



**UPAYA OPTIMALISASI KINERJA *PROVISION*
REFRIGERATOR COMPRESSOR DI MV PAN CLOVER:
SEBUAH PENDEKATAN CAMPURAN**

SKRIPSI

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

IRWAN ALFARIZKY AMRULLAH

NIT. 582111238282 T

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

**UPAYA OPTIMALISASI KINERJA *PROVISION REFRIGERATOR*
COMPRESSOR DI MV. PAN CLOVER: SEBUAH PENDEKATAN
CAMPURAN**

Disusun Oleh:

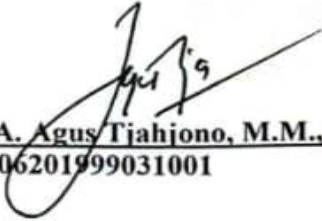
IRWAN ALFARIZKY AMRULLAH
NIT. 582111238282 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, 18 Juni 2025

Dosen Pembimbing I


Prof. Dr. A. Agus Tjahjono, M.M., M. Mar.E.
NIP. 197106201999031001

Dosen Pembimbing II


Kresno Yuntoro, S.ST., M.M., M.Mar.E.
NIP. 197709202009121001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika


Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T, M.Mar.E
NIP.197303312006041001

HALAMAN PERNYATAAN DAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Irwan Alfarizky Amrullah
NIT : 582111238282 T
Program Studi : D IV Teknika

Skripsi dengan judul “Upaya Optimalisasi Kinerja *Provision Refrigerator Compressor* di Mv Pan Clover: Sebuah Pendekatan Campuran”

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang di jatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang.....2025

Yang menyatakan pernyataan,

IRWAN ALFARIZKY AMRULLAH
NIT. 582111238080 T

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Upaya Optimalisasi Kinerja *Provision Refrigerator Compressor* di Mv Pan Clover: Sebuah Pendekatan Campuran” karya,

Nama : Irwan Alfarizky Amrullah

NIT : 582111238282 T

Program Studi : D IV TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari, tanggal.....2025

Semarang, 2025

PENGUJI

Penguji I : H. Mustholiq, M.M., M.Mar.E.
NIP. 19650320 199303 1 002

Penguji II : Prof. Dr. A. Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E.
NIP. 19710620 199903 1 001

Penguji III : Imam Safi'i, S.Si.T., M.Si.
NIP. 19771222 200502 1 001

Mengetahui :

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dr. Ir. Mafrisal, M.T., M.Mar.E.
NIP. 19730205 199903 1 002

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

1. “Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri” (QS. Ar Rad:11)
2. “Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (QS. Al-Insyirah:5-6)
3. “Seseorang yang pernah melakukan kesalahan dan tidak pernah memperbaikinya berarti Ia telah melakukan satu kesalahan lagi” (Konfusius)
4. *Money can't buy happiness but money can buy what makes you happy*
5. *Think twice, be wise!*

Persembahan:

1. Kepada kedua orang tua, Bapak Erwin Corbusier Amrullah dan Ibu Indah Tri Wahyuni yang senantiasa merawat, memberikan dukungan, mendoakan, member nasihat, serta mengupayakan dalam segala hal bagi peneliti.
2. Almamater Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

PRAKATA



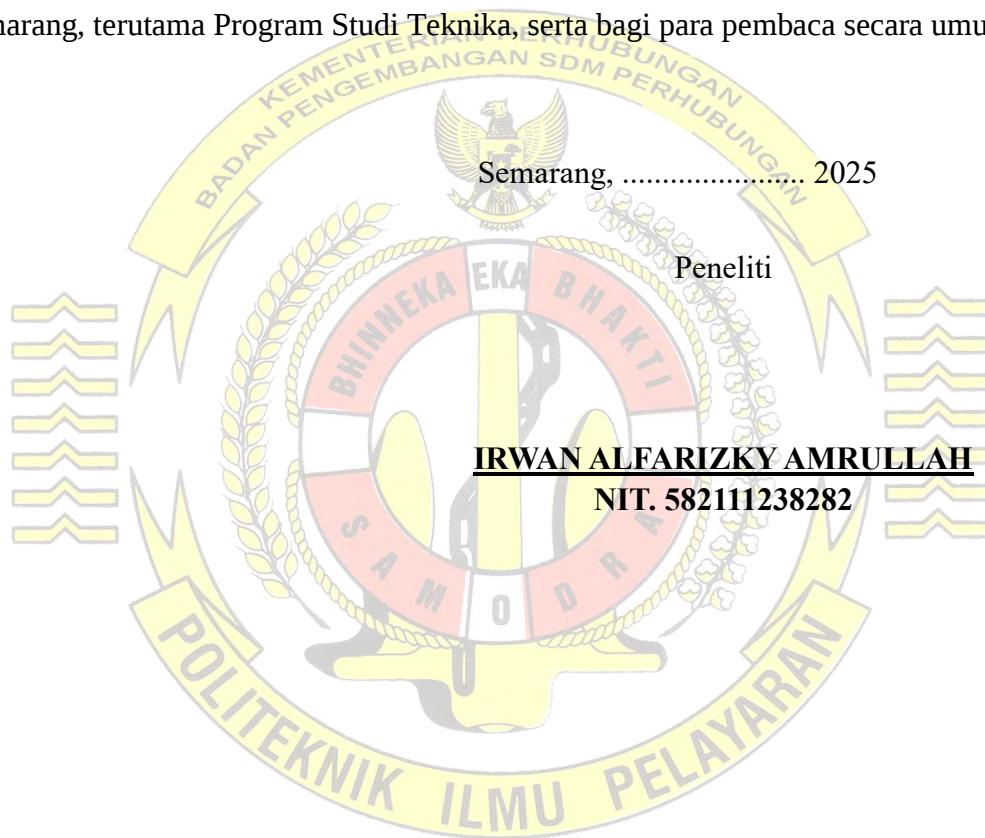
Segala puji dan syukur kami haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan petunjuk-Nya, peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Upaya Optimalisasi Kinerja *Provision Refrigerator Compressor* di MV. Pan Clover: Sebuah Pendekatan Campuran”, Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Terapan Pelayaran serta menyelesaikan program studi Diploma IV Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, peneliti memperoleh berbagai bentuk bimbingan, arahan, serta dukungan dari sejumlah pihak yang telah memberikan kontribusi yang sangat berarti. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan apresiasi dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Ir. Mafrisal, M.T.,M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T, M.Mar.E selaku Ketua Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
3. Bapak Prof. Dr. A. Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing serta mendukung penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

4. Bapak Kresno Yuntoro, S.ST., M.M., M.Mar.E. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing serta mendukung penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Tim Penguji Skripsi yang telah memberikan masukan konstruktif dan berharga selama proses ujian.
6. Seluruh dosen PIP Semarang yang telah berkenan membagikan ilmu pengetahuan yang bernilai dan memberikan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Erwin Corbusier Amrullah dan Ibu Indah Tri Wahyuni selaku orang tua tercinta, yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral maupun materiil, serta menjadi sumber semangat utama dalam penyusunan skripsi ini
8. Perusahaan Jasindo Duta Segara dan seluruh crew kapal MV. Pan Clover yang telah memberikan kesempatan untuk tempat penelitian dan praktik laut serta membantu proses penelitian skripsi ini.
9. Diah Isni Umulia selaku rekanita yang senantiasa memberikan dukungan, serta semangat, dimana turut menjadi bagian penting dalam memberikan motivasi dan mendukung kelancaran penyusunan skripsi ini.
10. Seluruh teman-teman angkatan LVIII terutama teman-teman Prodi Teknika yang telah memberikan dukungan.
11. Seluruh teman-teman kasta Semarang yang telah memberikan dukungan.

Dengan penuh kerendahan hati, peneliti menyadari bahwa penelitian dalam skripsi ini masih memiliki berbagai kekurangan dan belum mencapai kesempurnaan. Oleh karena itu, peneliti sangat mengharapkan masukan serta kritik yang membangun guna penyempurnaan di masa mendatang. Besar harapan peneliti agar skripsi ini dapat memberikan manfaat, khususnya bagi civitas akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, terutama Program Studi Teknik, serta bagi para pembaca secara umum.



ABSTRAKSI

Amrullah, Irwan Alfarizky. NIT. 582111238282 T, 2025, “Upaya Optimalisasi Kinerja *Provision Refrigerator Compressor* di MV. Pan Clover: Sebuah Pendekatan Campuran”, Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Teknik, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. A agus Tjahjono, M. M., M. Mar. E. Pembimbing II: Kresno Yuntoro, S.ST., M.M., M.Mar.E.

Sistem pendingin makanan di kapal merupakan komponen penting untuk menjaga kualitas dan ketersediaan bahan pangan kru selama pelayaran. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan kinerja *Provision Refrigerator Compressor* (PRC) di MV Pan Clover, yang mengalami gangguan berupa penumpukan bunga es pada evaporator ruang sayur, yang menyebabkan peningkatan suhu penyimpanan dan penurunan efisiensi pendinginan. Penelitian menggunakan pendekatan *mixed methods* dengan observasi, wawancara, dokumentasi, dan kuesioner sebagai instrumen. Populasi terdiri dari 53 taruna semester VII PIP Semarang, dengan jumlah sampel sebanyak 52 orang yang ditentukan melalui rumus Slovin (margin of error 1%). Analisis data dilakukan menggunakan SmartPLS 4.0. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa variabel perawatan dan perbaikan, sumber daya manusia (SDM), serta kondisi lingkungan sekitar secara signifikan memengaruhi kinerja PRC, yang pada gilirannya berdampak terhadap kinerja operasional kapal. Nilai R^2 untuk kinerja PRC sebesar 0,653, sedangkan untuk kinerja operasional kapal sebesar 0,721. Temuan ini menunjukkan bahwa perbaikan teknis, peningkatan kualitas SDM, dan kontrol lingkungan mampu meningkatkan efektivitas sistem pendingin dan operasional kapal secara menyeluruh.

Kata kunci: Bunga Es, Kompresor, Operasional Kapal, *Provision Refrigerator*, SmartPLS

ABSTRACT

Amrullah, Irwan Alfarizky. NIT. 582111238282 T, “Optimization of the Provision Refrigerator Compressor Performance on MV. Pan Clover: A Mixed-Method”, Thesis. Diploma IV Program, Marine Engineering Study Program, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Advisor I: Dr. Agus Tjahjono, M. M., M. Mar. E. Advisor II: Kresno Yuntoro, S.ST., M.M., M.Mar.E.

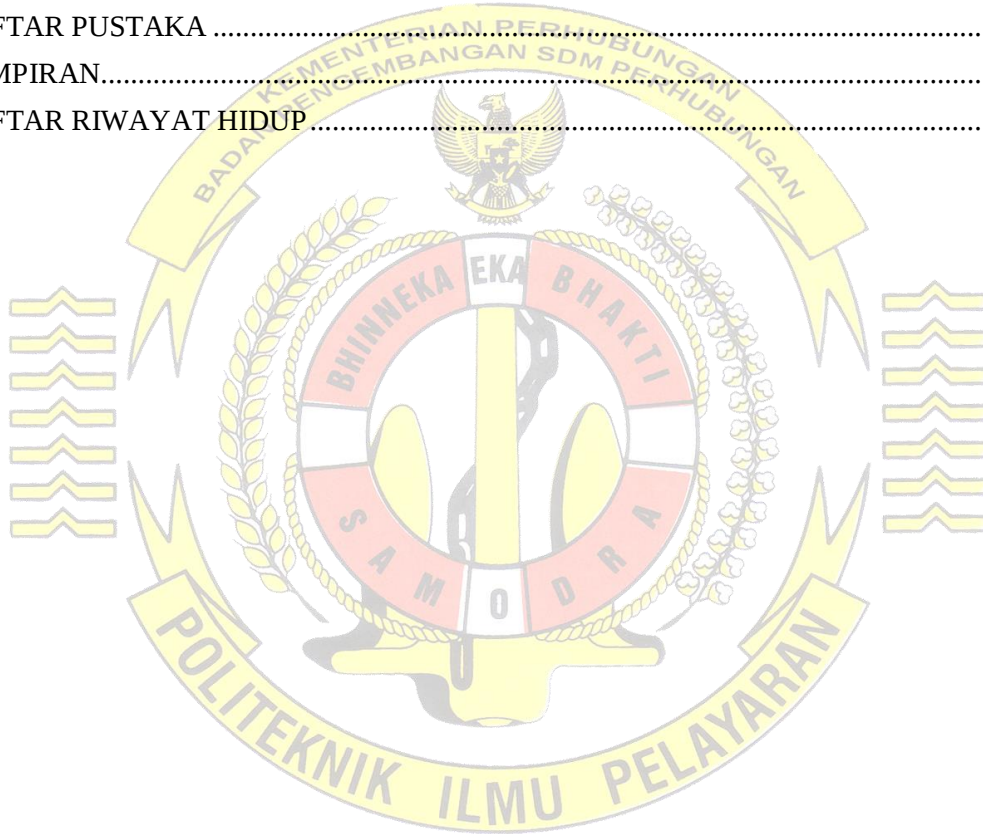
The food refrigeration system on ships is essential for preserving food quality and ensuring its availability for the crew during voyages. This study aims to optimize the performance of the Provision Refrigerator Compressor (PRC) on MV Pan Clover, which experienced issues due to frost buildup on the vegetable room evaporator. This condition led to increased storage temperatures and decreased cooling efficiency. The study applied a mixed-method approach using observation, interviews, documentation, and questionnaires. The population comprised 53 cadets in the 7th semester at PIP Semarang, and 52 respondents were selected as the sample using Slovin's formula (1% margin of error). Data analysis was conducted using SmartPLS 4.0. The results showed that maintenance and repair, human resources, and environmental conditions significantly affected the performance of the PRC, which subsequently influenced the ship's operational performance. The R^2 value for PRC performance was 0.653, while for ship operational performance it was 0.721. These findings indicate that technical improvements, enhanced crew competency, and environmental control can significantly improve the effectiveness of the refrigeration system and overall ship operations.

Keywords: Compressor, Frost, Provision Refrigerator, Ship Operation, SmartPLS

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN DAN KEASLIAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
ABSTRAKSI	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Fokus Penelitian	4
C. Rumusan Masalah	5
D. Batasan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Hasil Penelitian.....	6
BAB II LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS	8
A. Deskripsi Teori	8
B. Definisi Operasional.....	26
C. Kerangka penelitian.....	36
D. Hipotesis	38
BAB III PROSEDUR PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
A. Metode Penelitian	Error! Bookmark not defined.
B. Populasi dan Sampel	Error! Bookmark not defined.
C. Instrumen penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
D. Teknik pengolahan data	Error! Bookmark not defined.
E. Teknik analisis data.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL PENELITIAN, PENGUJIAN HIPOTESIS, DAN PEMBAHASAN ...	Error! Bookmark not defined.

A. Deskripsi Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
B. Deskriptif Data.....	Error! Bookmark not defined.
C. Temuan	Error! Bookmark not defined.
D. Pembahasan Hasil Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	41
A. Simpulan	41
B. Keterbatasan Penelitian.....	43
C. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	53
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	64



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kuisisioner.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Gambaran umum kapal peneliti.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 <i>Provision Refrigerator Compressor</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Uji validitas konvergen	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Nilai kriteria fornell-larcker	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5 Nilai <i>cross loading</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.6 Uji reliabilitas.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7 Hasil Kuesioner Para Ahli	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.8 Nilai VIF	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.9 Uji HTMT	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.10 Hasil pengujian R-Square.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.11 Hasil pengujian F-Square	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.12 <i>Predictive Relevance</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.13 Analisis Regresi Berganda	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Provision refrigeration plant</i>	10
Gambar 2.2 <i>Semihermetic reciprocating compressors</i>	13
Gambar 2.3 <i>Water cooled condensers type shell and tube</i>	15
Gambar 2.4 <i>Thermostatic expansion valves</i>	16
Gambar 2.5 <i>Accumulators</i>	19
Gambar 2.6 <i>Drier</i>	20
Gambar 2.7 <i>Solenoid valves</i>	22
Gambar 2.8 Sistem kerja mesin <i>provision refrigeration</i>	24
Gambar 2.9 Kerangka penelitian.....	37
Gambar 4.1 MV. <i>Pan Clover</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 <i>Provision Refrigerator Compressor</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3 Uji Validitas Secara Manual	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4 Model struktural	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.5 <i>Predictive Relevance</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6 Analisis Regresi Berganda	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.7 Bunga es pada evaporator	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.8 Bagian Evaporator yang kotor dan berkarat.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.9 Gagang pintu yang berkarat	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.10 Katup Ekspansi yang Mengalami <i>Frosting</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.11 <i>Indicator Panel</i> Temperatur Ruang Sayur	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.12 Proses defrosting	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.13 <i>Rubber Seal</i> Baru yang Telah Terpasang.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.15 Katup Ekspansi Danfoss R407C	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I <i>Ship's Particular</i>	53
Lampiran II <i>Crew List</i>	54
Lampiran III Bunga Es pada Evaporator <i>Provision Refrigerator Vegetable Chamber</i>	55
Lampiran IV Wawancara	56
Lampiran V Rekap Data Kuesioner <i>Inner Model</i>	60
Lampiran VI Rekap Data Kuesioner <i>Outer Model</i>	61
Lampiran VII Hasil Uji SmartPLS 4.0	62



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sistem pendingin untuk bahan makanan merupakan perangkat yang dibuat guna mengatur dan menjaga kestabilan suhu serta kelembaban udara dalam suatu ruang, disesuaikan dengan karakteristik udara pada waktu tertentu. Aplikasi mesin pendingin pada kapal umumnya digunakan sebagai media pendingin di dalam ruang kabin dan untuk pengawetan bahan makanan (*cold storage*). Di kapal, mesin pendingin digunakan di berbagai kompartemen, seperti ruang daging, ruang ikan, dan ruang sayuran, masing-masing dengan pengaturan suhu yang berbeda yang dikalibrasi secara cermat agar sesuai dengan kebutuhan khusus barang yang disimpan. Pendinginan makanan bertujuan untuk menurunkan suhu agar dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Susana dan Santoso, 2021). Hal ini dapat mencegah makanan menjadi busuk dan basi. Bahan makanan harus disimpan untuk menjaga kualitas meskipun dalam penyimpanan yang lama karena berhubungan dengan kesejahteraan dan kesehatan kru kapal. Pendekatan ini memastikan pengawetan bahan makanan yang optimal, sehingga berkontribusi pada efisiensi dan keberlanjutan penyimpanan makanan di lingkungan maritim.

Pemanfaatan mesin pendingin untuk penyimpanan bahan makanan di kapal merupakan strategi yang digunakan untuk mengurangi laju pembusukan pada bahan makanan, sehingga memperpanjang masa simpan dan memastikan

ketersediaan yang cukup untuk dikonsumsi oleh awak kapal. Pendekatan ini memungkinkan kapal untuk tetap beroperasi dalam waktu yang lama, karena bahan makanan tetap segar dan bergizi. Sistem pendingin berisi media pendingin, yang merupakan media pendingin yang digunakan dalam seluruh siklus pendinginan. Penerapan mesin pendingin di kapal sebagai tempat penyimpanan bahan makanan memiliki tujuan untuk mengurangi proses pembusukan pada bahan makanan sehingga dapat bertahan lama dan mencukupi kebutuhan bahan makanan di kapal. Alhasil, meski dalam pelayaran yang lama, pasokan makanan kapal tetap segar dan layak dikonsumsi oleh para kru kapal.

Pada sistem refrigerasi menurut Manik (2024) terdapat empat bagian utama yang menyusun sistem refrigerasi meliputi kompresor, kondensor, katup ekspansi, serta evaporator. Kompresor memainkan peran penting dalam siklus pendinginan dengan memompa, meningkatkan tekanan dan menarik refrigeran, sehingga memfasilitasi perpindahan panas di dalam sistem. Refrigeran dengan suhu dan tekanan tinggi yang keluar dari kompresor akan dialirkan ke dalam kondensor, tempat terjadinya perubahan fase dari gas menjadi cair tanpa mengalami perubahan tekanan. Setelah proses ini, zat pendingin yang kini telah berbentuk cair, diarahkan ke katup ekspansi, di mana ia mengalami transisi ke kondisi tekanan yang lebih rendah, memungkinkan media pendingin untuk kembali ke kondisi gas. Perubahan fase ini terjadi di dalam *evaporator*, yang merupakan komponen integral dari kompresor pendingin. Perubahan fase refrigeran dari bentuk cair menjadi gas terjadi selama jalannya sistem ini, yang menyebabkan penyerapan panas

lingkungan. Hal ini, pada gilirannya, menghasilkan penurunan suhu ruangan. Pengulangan siklus ini secara terus menerus pada akhirnya mengarah pada pencapaian suhu yang diinginkan.

Untuk memastikan fungsionalitas mesin pendingin yang optimal, komponen harus ditangani dan dirawat dengan benar. Jika kondisi ini terpenuhi, mesin pendingin dapat beroperasi dalam parameter normal, sehingga mencegah komplikasi pada sistem pendinginan makanan. Sebaliknya, perawatan yang tidak memadai dapat mengakibatkan suhu ruang pendingin menyimpang dari kisaran yang diinginkan, sehingga berpotensi mengganggu proses pengawetan makanan .

Selama pelaksanaan praktek laut di MV. Pan Clover mengalami masalah dengan alat pendingin yang digunakan untuk pengawetan makanan. Penulis menemukan masalah pada sistem pendingin yang berfungsi untuk mengawetkan makanan selama kapal beroperasi. Ketika kapal berangkat dari Pelabuhan Newcastle, Australia menuju Pelabuhan Shajiao, China, Masinis III menerima laporan dari Juru Masak yang mengindikasikan bahwa *cold storage* penyimpanan sayur dan buah-buahan mengalami penumpukan bunga es pada *evaporator*. Secara umum, sistem pendingin evaporasi dapat digunakan sebagai sistem penyimpanan dengan perlambatan yang signifikan terhadap proses pembusukan beberapa sayuran dan buah-buahan (Yeneneh, 2023). Pembekuan dan pendinginan memainkan peran penting dalam pemeliharaan kualitas produk makanan yang mudah rusak, namun, penambahan es atau embun beku yang tidak diinginkan pada permukaan fasilitas pembekuan menghasilkan konsumsi energi tinggi dengan efek

ekonomi dan lingkungan yang merugikan (Zhu *et al.*, 2021). Adanya embun beku pada *evaporator* ruang sayur telah terbukti menyebabkan peningkatan resistensi termal, penurunan laju aliran udara, dan penurunan kapasitas *evaporator*. Pemeriksaan lebih lanjut terhadap kompartemen penyimpanan menunjukkan peningkatan suhu yang signifikan. Suhu yang seharusnya berkisar antara 4°C hingga 6°C meningkat menjadi 11°C. Kondisi ini sangat mengkhawatirkan karena berpotensi merusak kualitas bahan pangan selama proses penyimpanan. Selain itu, kurangnya perawatan dapat mengurangi daya tahan *refrigerator* (Lizana *et al.*, 2022).

Permasalahan yang terjadi pada cold storage menjadi perhatian penulis dan mendorong keinginan untuk mengkajinya lebih lanjut dalam bentuk karya tulis ilmiah yang berjudul “Upaya Optimalisasi Kinerja *Provision Refrigerator Compressor* di Mv. Pan Clover: Sebuah Pendekatan Campuran”. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang masalah, implikasinya, dan solusi potensial untuk menangani masalah tersebut di lingkungan maritim.

B. Fokus Penelitian

Adapun fokus penelitian ini adalah tentang sebab serta akibat terjadinya bunga es pada *Vegetable Chamber* dan bagaimana upaya penanganannya di atas kapal MV. Pan Clover

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka Penulis menyimpulkan rumusan masalah yang akan dibahas pada bab berikutnya. Adapun rumusan masalah tersebut sebagai berikut:

1. Apakah faktor penyebab terjadinya bunga es pada *Vegetable Chamber* MV. Pan Clover?
2. Dampak apa yang ditimbulkan dengan terjadinya bunga es pada *Vegetable Chamber* MV. Pan Clover?
3. Bagaimana upaya mengatasi terjadinya bunga es pada *Vegetable Chamber* MV. Pan Clover?
4. Bagaimana pengaruh variabel bebas yang dimoderasi oleh variabel terikat terhadap kinerja operasional kapal?

D. Batasan Masalah

Untuk mempermudah pelaksanaan penelitian dan proses pembahasannya, peneliti menetapkan batasan fokus pada perawatan serta perbaikan mesin bantu, khususnya mesin pendingin di kapal MV. Pan Clover pada periode Juli 2023 s/d Juli 2024.

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis faktor penyebab terjadinya bunga es pada *Vegetable Chamber* MV. Pan Clover.

2. Untuk menganalisis dampak yang ditimbulkan dengan terjadinya bunga es pada *Vegetable Chamber* MV. Pan Clover
3. Untuk menganalisis upaya dalam mengatasi terjadinya bunga es pada *Vegetable Chamber* Pan Clover.
4. Untuk menganalisis pengaruh variable bebas yang dimoderasi oleh variable terikat terhadap kinerja operasional kapal.

F. Manfaat Hasil Penelitian

1. Secara praktis manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. Bagi Penulis
 - 1). Menjadi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran Prodi Teknika di PIP Semarang.
 - 2). Penulis memperoleh pengalaman dan pengetahuan tambahan terkait prosedur penanganan gangguan pada sistem pendingin di atas kapal, yang akan bermanfaat saat bertugas sebagai perwira kapal di masa depan.
 - 3). Sebagai sarana penerapan ilmu yang telah diperoleh selama masa Praktik Laut, khususnya dalam menghadapi kejadian serupa di lingkungan kerja kapal.
 - b. Bagi Institusi
 - 1). Memberikan tambahan wawasan kepada taruna yang tengah atau akan menjalani praktek laut, khususnya mengenai sistem pendingin

penyimpan bahan pangan.

- 2). Menjadi referensi baru dalam khazanah literatur perpustakaan PIP Semarang yang dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa lainnya.

c. Bagi pembaca

- 1). Memberikan informasi berguna mengenai strategi penanganan bunga es *Vegetable Chamber* di kapal.
- 2). Diharapkan dapat menjadi salah satu bentuk kontribusi pemikiran yang bermanfaat bagi para pembaca, baik dari kalangan pelaut, akademisi, maupun praktisi di bidang teknik kapal.

2. Secara teoritis manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya serta pemecahan masalah pada saat terjadi bunga es pada *Vegetable Chamber*.
- b. Diharapkan dapat menambah pemahaman, perspektif baru, serta memberikan masukan terhadap pengembangan keilmuan dalam bidang teknik pelayaran, terutama dalam upaya menjaga kinerja sistem pendingin agar tetap optimal.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

A. Deskripsi Teori

Menurut Amruddin, (2022) teori dalam suatu penelitian berfungsi sebagai pijakan konseptual yang mengarahkan peneliti dalam mengkaji hubungan antarvariabel. Dalam deskripsi teori ini, peneliti berusaha untuk menguraikan secara mendalam landasan-landasan teori yang relevan dan berkaitan erat dengan topik penelitian yang diangkat. Mengingat bahwa pembahasan dalam penelitian ini melibatkan banyak komponen yang saling berhubungan satu sama lain, maka perlu adanya penjelasan yang jelas mengenai topik pembahasan tersebut. Selain itu, teori-teori yang dikutip sebagai sumber pustaka dalam penelitian ini juga memiliki peranan penting untuk memberikan perspektif yang lebih luas dan mendalam terkait dengan fokus penelitian. Dengan demikian, pemahaman yang komprehensif terhadap teori-teori tersebut akan sangat membantu dalam menganalisis dan menyusun kesimpulan yang valid serta memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dibidang yang diteliti.

1. Optimalisasi

Menurut Habiburrahman et al., (2022) optimalisasi banyak juga diartikan sebagai ukuran dimana semua kebutuhan dapat dipenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan. Sehingga dapat dikatakan bahwa

optimalisasi adalah serangkaian upaya sistematis yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja, efisiensi, keandalan, dan umur operasional mesin melalui perbaikan teknis, pengaturan operasi yang tepat, serta penerapan perawatan yang terencana. Tujuan utama dari optimalisasi permesinan adalah memaksimalkan output atau hasil kerja mesin dengan meminimalkan konsumsi energi, kerusakan, serta biaya operasional.

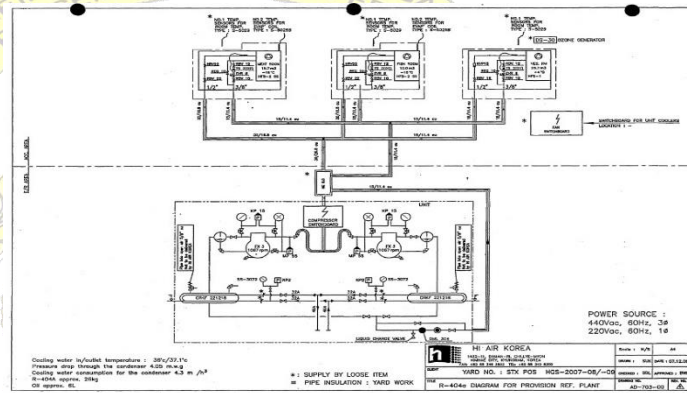
2. Kinerja

Kinerja adalah hasil kerja secara kualitas dan kuantitas yang dicapai oleh untuk melaksanakan tugasnya sesuai dengan tanggung jawab yang diberikan. Dengan kata lain kinerja permesinan adalah hasil kerja mesin yang diukur secara kualitas dan kuantitas, yang dicapai oleh suatu sistem permesinan dalam melaksanakan fungsinya sesuai dengan spesifikasi teknis dan fungsi dari mesin tersebut (Augustine et al., 2022)

3. *Provision refrigeration*

Refrigerasi merupakan proses untuk menurunkan dan mempertahankan suhu suatu benda atau ruangan di bawah suhu lingkungan sekitarnya dengan cara menarik atau menyerap panas dari objek atau ruang tersebut. Secara umum, refrigerasi dapat diartikan sebagai mekanisme perpindahan panas dari satu tempat ke tempat lain. Sistem ini juga bertujuan menjaga suhu tetap rendah dengan mendinginkan udara hingga mencapai temperatur dan kelembaban tertentu yang sesuai dengan kebutuhan suatu ruangan. Suhu dan

Menurut Roofiif & Anwar (2025) *provision refrigeration* merupakan wadah yang digunakan untuk tempat penyimpanan bahan pangan kering dan bahan pangan basah dengan pengaturan suhu yang telah ditentukan sesuai dengan lingkungan penyimpanan.



Sumber : Manual book MV. Pan Clover

a. *Provision refrigeration freezer*

Provision refrigeration freezer (freezer) merupakan salah satu bagian dari sistem pendinginan di kapal yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan bahan makanan dengan suhu yang sangat rendah, bahkan dapat mencapai hingga -18°C . *Freezer* dirancang untuk mempertahankan suhu dingin yang stabil dalam jangka panjang, guna memastikan bahan makanan tetap beku dan tidak mengalami penurunan kualitas selama masa penyimpanan yang

panjang. *Freezer* pada umumnya di fungsikan untuk menyimpan *frozen food*, daging beku (*meet room*), dan makanan laut beku (*fish room*).

b. *Provision refrigeration chiller*

Provision refrigeration chiller (chiller) adalah sebuah fasilitas penyimpanan yang digunakan untuk menjaga suhu produk pada tingkat yang lebih tinggi dibandingkan dengan *freezer*, yaitu pada suhu yang dapat mencapai hingga 2°C. *Chiller* dirancang untuk menyimpan bahan makanan yang memiliki masa simpan lebih singkat dibandingkan dengan bahan makanan yang disimpan di *freezer*, dengan tujuan untuk menjaga kesegaran bahan makanan tersebut dalam periode waktu tertentu. Pada *chiller* difungsikan untuk menyimpan sayuran, buah-buahan, produk minuman kemasan dan produk susu.

c. Komponen utama

Komponen utama merupakan elemen-elemen vital yang keberadaannya mutlak diperlukan agar sistem pendingin dapat berfungsi secara optimal. Empat komponen utama yang wajib ada dan saling terhubung dalam satu rangkaian sistem ini meliputi kompressor, kondensor, katup ekspansi, dan *evaporator*. Berikut merupakan penjelasan dari komponen tersebut:

1). Kompresor (*compressors*)

Pada sistem refrigerasi, kompresor berperan penting dalam dua hal utama. Pertama, kompresor berfungsi mengalirkan uap refrigeran dari evaporator guna menjaga suhu dan tekanan tetap sesuai kebutuhan. Kedua, kompresor menaikkan tekanan uap refrigeran melalui proses kompresi yang juga menyebabkan peningkatan suhu uap tersebut. Akibat kenaikan tekanan ini, refrigeran panas dapat bergerak menyusuri sistem (Dincer & Kanoglu., 2017: 109).

Kompresor memiliki fungsi penting dalam sistem pendingin *provision refrigeration*, yaitu untuk mengatur pergerakan dan tekanan *refrigerant* agar dapat menjalani proses pendinginan dengan efisien. Proses ini dimulai dengan kompresor yang bertugas menghisap uap *refrigerant* bertekanan rendah yang berasal dari *evaporator*. Setelah *refrigerant* tersebut masuk ke dalam kompresor, kompresor kemudian melakukan proses kompresi, yaitu dengan mengecilkan volume uap *refrigerant* yang masuk, sehingga menyebabkan peningkatan tekanan dan suhu *refrigerant* tersebut. Selanjutnya, kompresor memompa uap *refrigerant* yang telah terkompresi dengan tekanan tinggi menuju kondensor untuk melanjutkan proses kondensasi. Dengan cara

ini, kompresor berperan sebagai penggerak utama dalam sistem, menjaga agar *refrigerant* tetap bergerak melalui seluruh siklus pendinginan, dan memastikan bahwa tekanan dan suhu yang diperlukan untuk proses kondensasi tercapai sesuai dengan kebutuhan. Kompresor dapat dibedakan menjadi beberapa tipe berdasarkan bentuk konstruksinya, yaitu *hermetic compressors*, *semihermetic compressors*, dan *open compressors*.



Gambar 2.2 *Semihermetic reciprocating compressors*

Sumber: Dincer & Kanoglu (2017: 112)

2). Kondensor (*condensers*)

Kondensor merupakan salah satu komponen dasar dari sistem refrigerasi. Kondensor membuang kalor yang diserap dari zona beku ke lingkungan sekitarnya. Efektivitas perpindahan kalor dari kondensor memiliki pengaruh besar terhadap konsumsi daya. (Sun et al., 2022)

Kondensor, yang sering disebut juga sebagai *heat*

exchanger atau alat penukar panas, memiliki peran penting dalam sistem *provision refrigeration*. Fungsi utama kondensor adalah untuk membuang panas yang telah diserap oleh *refrigerant* dari *evaporator*, serta panas yang diperoleh dari proses kompresi oleh kompresor, dan kemudian mengubah *refrigerant* dari bentuk uap menjadi cair. Pipa-pipa ini dirancang sedemikian rupa sehingga permukaannya tetap terjaga pada suhu yang rendah, memungkinkan proses perpindahan panas berlangsung secara efisien. Dengan demikian, kondensor memainkan peran krusial dalam mengatur suhu dan tekanan *refrigerant* agar dapat melanjutkan siklus pendinginan secara optimal. Tanpa adanya proses kondensasi yang efisien di kondensor, *refrigerant* tidak akan berubah menjadi cairan, yang dapat menghambat kelancaran proses pendinginan secara keseluruhan. Kondensor dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis berdasarkan tipe zat pendingin yang digunakan, yaitu *air cooled condensers*, *water cooled condensers*, dan *evaporative condensers*.



Gambar 2.3 *Water cooled condensers type shell and tube*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

3). Katup ekspansi (*expansion valves*)

Katup ekspansi (*expansion valves*) berujuan untuk mengendalikan aliran refrigeran dari sisi kondensasi bertekanan tinggi pada sistem ke evaporator bertekanan rendah. Katup ekspansi membantu untuk menjaga tekanan kondensasi tetap stabil, meskipun tidak harus konstan dan biasanya dapat dibiarkan turun dalam cuaca dingin untuk menghemat daya kompresor. (Hundy et al., 2008: 140).

Katup ekspansi berperan dalam mengatur aliran refrigeran dari kondensor menuju evaporator dengan cara mengurangi tekanannya, serta mengendalikan proses penguapan refrigeran

cair saat berpindah dari area bertekanan tinggi ke area bertekanan rendah. Terdapat berbagai tipe katup ekspansi, di antaranya *thermostatic expansion valve*, *constant pressure expansion Valves*, dan *capillary tubes*.



Gambar 2.4 *Thermostatic expansion valves*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

4). *Evaporator*

Evaporator berfungsi dengan menerima refrigeran yang memiliki tekanan dan suhu rendah dari katup ekspansi, kemudian mempertemukannya secara langsung dengan sumber panas. Dalam proses ini, refrigeran menyerap panas laten dari sumber tersebut dan keluar dari evaporator dalam bentuk uap kering (Hundy et al., 2008: 91).

Evaporator berperan penting dalam sistem *provision refrigeration* sebagai komponen yang bertugas menyerap panas dari udara atau benda-benda yang berada di dalam ruang pendingin, seperti makanan atau minuman, sehingga menyebabkan suhu di dalam ruangan tersebut menurun. Proses ini terjadi saat *refrigerant* cair bertekanan rendah yang mengalir dalam pipa-pipa *evaporator* menguap akibat menyerap panas dari lingkungan sekitarnya. Panas yang diserap kemudian dibawa oleh *refrigerant* dalam bentuk uap menuju kompresor. Kompresor yang bekerja secara terus-menerus akan menghisap uap *refrigerant* tersebut dari *evaporator*, menciptakan tekanan rendah bahkan mendekati vakum di dalam *evaporator*, yang mempercepat proses penguapan berikutnya. Selanjutnya, panas yang terkandung dalam *refrigerant* uap tersebut dibuang ke luar ruang pendingin melalui kondensor. Berbeda dari alat pemanas, *evaporator* tidak memancarkan panas, melainkan mengambil panas dari udara atau benda di sekitarnya untuk menjaga suhu ruangan tetap rendah sesuai kebutuhan pendinginan.

d. Komponen bantu (*auxiliary devices*)

Komponen bantu atau *auxiliary device* merupakan perangkat tambahan yang digunakan untuk mendukung dan meningkatkan

efisiensi kinerja sistem pendingin dalam *provision refrigeration*. Meskipun tidak mutlak diperlukan, keberadaan alat-alat bantu ini sangat membantu dalam memastikan sistem pendingin berjalan dengan lancar, efisien, dan mudah dalam proses pemantauan serta perawatannya. Adapun beberapa komponen bantu dalam *provision refrigeration* adalah sebagai berikut:

1). *Accumulators*

Mekanisme kerja kompresor berfungsi untuk memampatkan uap. Namun, dalam sejumlah sistem refrigerasi, sering terjadi pengembalian refrigeran dalam bentuk cair secara berlebihan ke kompresor. Kondisi ini dalam beberapa kasus dapat mengakibatkan oli dalam kompresor tersapu habis atau hilang sama sekali (Dincer & Kanoglu, 2010: 144).

Kondisi ini sering disebut sebagai *oil pumping* atau *slugging*, yang dapat menyebabkan kerusakan pada kompresor. Secara umum, akumulator berfungsi sebagai wadah penampung sementara bagi refrigeran cair bersuhu rendah yang berasal dari evaporator, sebelum kembali dialirkan ke kompresor. Cairan refrigeran akan terkumpul di bagian bawah, sementara uap refrigeran yang terbentuk akan diarahkan menuju kompresor.



Gambar 2.5 *Accumulators*

Sumber: Dincer & Kanoglu (2017: 145)

2). *Receivers*

Pada beberapa unit refrigerasi, kondensor dirancang dengan kapasitas ruang yang cukup luas untuk dapat menampung seluruh volume *refrigerant* dalam sistem. Namun, untuk menunjang fungsi tersebut secara lebih efisien, digunakan sebuah komponen bantu yang disebut *receiver*. *Receiver* berfungsi sebagai wadah penampung *refrigerant* dalam bentuk cair selama proses sirkulasi berlangsung dalam sistem pendingin. Selain itu, *receiver* juga memiliki peran penting sebagai tempat penyimpanan sementara bagi *refrigerant* ketika sistem dihentikan untuk keperluan perawatan, pemeriksaan, atau perbaikan. Dengan adanya

receiver, pengelolaan volume *refrigerant* dalam sistem menjadi lebih fleksibel dan aman, karena *refrigerant* tidak perlu dikeluarkan seluruhnya dari sistem saat dilakukan pemeliharaan.

3). *Drier*

Drier merupakan salah satu komponen bantu dalam sistem pendingin yang berfungsi untuk menyaring *refrigerant* yang mengalir di dalam sistem dari partikel-partikel kotoran, serta menghilangkan kandungan air yang mungkin ikut bersirkulasi. Dengan adanya *drier*, kebersihan dan kemurnian *refrigerant* dapat terjaga, sehingga mencegah terjadinya penyumbatan atau kerusakan pada komponen lainnya, seperti katup ekspansi dan *evaporator*.



Gambar 2.6 *Drier*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

4). *Oil Separators*

Oil separators merupakan suatu alat yang berfungsi untuk memisahkan minyak pelumas yang terbawa bersama *refrigerant* akibat proses kompresi oleh kompresor. Pemisahan ini sangat penting karena jika minyak terus-menerus ikut bersirkulasi dalam sistem bersama *refrigerant*, maka volume pelumas yang tersedia di kompresor akan berkurang, yang dapat menyebabkan pelumasan komponen internal menjadi tidak optimal dan meningkatkan risiko kerusakan. Selain itu, minyak pelumas yang tidak dipisahkan dapat masuk ke dalam kondensor dan *evaporator*, yang pada akhirnya akan mengganggu efisiensi proses perpindahan panas, karena lapisan minyak dapat menghambat kontak langsung antara *refrigerant* dan permukaan penukar panas.

5). *Solenoid Valves*

Solenoid valves dalam sistem *provision refrigeration* berfungsi sebagai katup otomatis yang mengatur aliran *refrigerant* berdasarkan perubahan suhu dalam ruang pendingin. Katup ini akan menutup aliran *refrigerant* ketika suhu telah mencapai batas terendah yang ditentukan, dan akan kembali membuka aliran tersebut saat suhu ruang mulai meningkat untuk melanjutkan proses pendinginan.



Gambar 2.7 Solenoid valves

Sumber: Dokumentasi Pribadi

e. Refrigerant

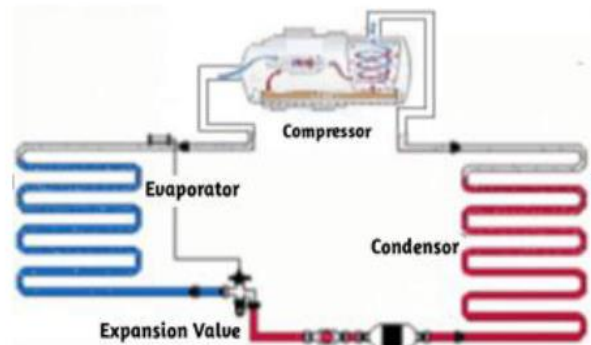
Dalam siklus pendinginan, *refrigerant* berfungsi sebagai media untuk memindahkan panas dengan cara menyerap panas melalui perubahan fase dari cair menjadi gas (evaporasi), dan melepaskan panas saat berubah dari gas menjadi cair (kondensasi). *Refrigerant* memiliki sifat-sifat tertentu, seperti tidak bersifat korosif, memiliki titik didih yang rendah, kapasitas kalor laten yang tinggi, tidak mudah terbakar, serta tidak mudah tercampur dengan minyak pelumas.

Refrigerant dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu *refrigerant* primer dan *refrigerant* sekunder. *Refrigerant* primer adalah zat pendingin yang langsung terlibat dalam proses refrigerasi, sementara *refrigerant* sekunder adalah zat yang

didinginkan oleh *refrigerant* primer dan kemudian digunakan untuk aplikasi pendinginan lebih lanjut. Setiap jenis *refrigerant* memiliki karakteristik, titik didih, dan tekanan yang berbeda-beda. Beberapa jenis *refrigerant* yang sering digunakan dalam sistem pendinginan di pasaran antara lain adalah *azeotrope refrigerants*, *halo-carbon refrigerants*, *zeotrope refrigerants*, *hydro-carbon refrigerants*, dan *inorganic refrigerants*.

4. Sistem kerja *provision refrigeration*

Sistem pendingin terdiri dari empat komponen utama: kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan *evaporator*. Kompresor menaikkan tekanan dan mengalirkan *refrigerant* bertekanan tinggi ke kondensor, di mana *refrigerant* cair dihasilkan tanpa perubahan tekanan. Setelah itu, *refrigerant* cair melewati katup ekspansi yang menurunkan tekanannya, memungkinkan *refrigerant* berubah menjadi gas di *evaporator*. Proses perubahan ini menyerap panas dari lingkungan, menurunkan suhu ruangan, dan terus berulang hingga suhu yang diinginkan tercapai (Sinaga et al., 2022)



Gambar 2. 8 Sistem kerja mesin *provision refrigeration*

Sumber: Sinaga et al. (2022)

Uap *refrigerant* yang bertekanan tinggi dan bersuhu panas yang keluar dari kompresor akan dialirkan menuju kondensor untuk didinginkan dengan menggunakan air laut. Di dalam kondensor, *refrigerant* mengalami proses kondensasi, yaitu perubahan fase dari gas menjadi cair. Setelah itu, *refrigerant* cair akan disimpan dalam *receivers*, yang berfungsi sebagai wadah penampung *refrigerant* ketika dilakukan perbaikan pada sistem. Selanjutnya, *refrigerant* cair mengalir menuju *expansion valve*, yang mengatur aliran *refrigerant* dan menyebabkan penurunan suhu serta tekanan. Setelah melewati *expansion valve*, *refrigerant* cair akan masuk ke dalam pipa *evaporator*, dimana terjadi penyerapan panas dari ruangan yang menyebabkan *refrigerant* berubah dari cair menjadi gas dalam proses evaporasi. Uap *refrigeran* dengan tekanan dan suhu rendah kemudian dialirkan ke ruang pendingin dengan bantuan blower. Sebelum mengalir kembali ke

kompresor, uap tersebut melewati *accumulator*, yang berperan sebagai wadah sementara untuk menampung sisa refrigeran cair dari evaporator. Hal ini bertujuan agar hanya refrigeran dalam bentuk gas yang masuk ke dalam kompresor.

5. Bunga es

Pembentukan lapisan embun beku menjadi salah satu isu penting dalam berbagai sistem pendingin dan penyejuk udara. Proses pertumbuhan embun beku ini dapat menimbulkan dampak negatif, seperti terhambatnya aliran udara serta menurunnya efisiensi perpindahan panas pada penukar kalor (Aviles et al., 2003: 1).

Terbentuknya bunga es dapat menghambat proses penyerapan panas di bagian evaporator. Lapisan embun beku yang melekat pada pipa evaporator menghalangi perpindahan panas dari udara dalam ruangan, sehingga suhu yang ditargetkan sulit untuk dicapai.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas mengenai pembentukan bunga es pada evaporator, khususnya dalam sistem pendingin pada ruang penyimpanan (*provision room*). Reichl et al. (2021) dalam penelitiannya Es yang menumpuk ini dapat menyelimuti sirip-sirip evaporator dan secara signifikan menghalangi aliran udara dingin yang seharusnya disirkulasikan ke seluruh ruang pendingin. Akibatnya, udara tidak dapat mengalir secara optimal, suhu menjadi tidak merata, dan sistem pendinginan bekerja kurang efisien.

Hal serupa juga ditemukan oleh Saygin et al. (2023), Pada kondisi kecepatan udara yang rendah dan suhu permukaan yang tidak terlalu dingin, terjadi peningkatan awal dalam perpindahan panas. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh bentuk es yang runcing di awal pembentukan bunga es, yang penambahan luas permukaan bunga es yang menjadi semakin padat dapat menambah hambatan termal secara keseluruhan. Efek penghambatan ini menjadi lebih jelas ketika suhu permukaan evaporator sangat rendah, karena lapisan es yang terbentuk cenderung lebih tebal dan rapat, sehingga mengurangi efisiensi perpindahan panas. Sedangkan hasil penelitian, Liu, et al. (2024) menunjukkan bahwa ada 4 sumber embun beku pada evaporator: pembukaan pintu, penetrasi paking, penetrasi lubang pembuangan, dan kelembapan makanan.

B. Definisi Operasional

Sistem pendingin ini memiliki empat bagian utama, yakni kompresor, kondensor, katup ekspansi, serta *evaporator*. Kompresor menaikkan tekanan dan mengalirkan *refrigerant* bertekanan tinggi ke kondensor, di mana *refrigerant* cair dihasilkan tanpa perubahan tekanan. Setelah itu, *refrigerant* cair melewati katup ekspansi yang menurunkan tekanannya, memungkinkan *refrigerant* berubah menjadi gas di *evaporator*. Proses perubahan ini menyerap panas dari lingkungan, menurunkan suhu ruangan, dan terus berulang hingga suhu yang diinginkan tercapai (Roofiif & Anwar, 2025).

1. Perawatan

Menurut Sodikin et al., (2024) perawatan ialah Proses pelaksanaan pada suatu fasilitas yang mengikuti prosedur sistematis tertentu untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Perawatan mesin yang dilakukan secara teratur dan berdasarkan jadwal yang telah dirancang dengan baik berperan penting dalam menjaga kestabilan operasional serta meningkatkan keandalan setiap unit mesin dalam jangka panjang. Selain itu, pemeliharaan yang konsisten juga mampu mempertahankan performa mesin agar tetap optimal dan efisien, sekaligus membantu mengurangi biaya perbaikan yang lebih besar akibat kerusakan mendadak yang tidak terdeteksi sejak dini.

Perawatan dapat diartikan sebagai serangkaian kegiatan teknis dan operasional yang dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa kapal senantiasa berada dalam kondisi laik laut, aman, dan siap beroperasi sesuai dengan standar keselamatan pelayaran. Untuk mencapai tujuan tersebut, pemeliharaan rutin harus dilaksanakan secara berkala dengan mengikuti prosedur yang telah ditetapkan dalam sistem pemeliharaan terencana (Planned Maintenance System), sehingga setiap potensi kerusakan dapat diidentifikasi dan ditangani secara preventif sebelum menimbulkan gangguan yang lebih serius terhadap operasional kapal.

Tujuan dari diterapkannya sistem perawatan terencana (Planned Maintenance System) adalah sebagai berikut:

- a. Memastikan setiap mesin dan peralatan dalam sistem selalu dalam kondisi prima serta mampu beroperasi secara normal sesuai fungsinya.
 - b. Memelihara mesin dan peralatan secara berkala guna memperpanjang masa guna dan menjaga performa jangka panjang.
 - c. Menghindari kerusakan besar yang terjadi secara tiba-tiba serta mencegah penurunan kinerja dan efisiensi mesin.
 - d. Menjamin agar seluruh peralatan yang digunakan tersedia dalam kondisi optimal setiap saat.
 - e. Menjaga kesiapan operasional seluruh peralatan penting agar dapat langsung digunakan dalam situasi darurat kapan pun diperlukan.
 - f. Memberikan perlindungan terhadap pengguna dengan memastikan bahwa semua peralatan dan mesin aman untuk dioperasikan, sehingga mendukung terciptanya lingkungan kerja yang selamat.
2. Perbaikan

Perbaikan merupakan langkah yang dilakukan untuk menangani kerusakan ketika masalah tersebut muncul (Pranowo, 2019: 4). Perbaikan adalah solusi yang dirancang untuk mengatasi masalah atau memperbaiki kesalahan. Ini berarti mengambil langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah sehingga tidak terus menyebabkan penundaan, kegagalan, atau efek negatif lainnya. Tujuan perbaikan dalam operasi kapal pada dasarnya adalah untuk menegakkan keselamatan, efisiensi, dan keandalan kapal

yang aktif terlibat dalam pengiriman. Perbaikan memastikan bahwa kapal memenuhi klasifikasi ketat dan standar hukum yang ditetapkan oleh badan pengatur dengan mengatasi kerusakan atau penyimpangan yang mungkin membahayakan standar ini. Proses pemeliharaan dan perbaikan hal ini memegang peranan penting, bukan sekadar menjaga nilai integritas operasional kapal tetapi juga untuk mengamankan kepercayaan pemilik kapal dan badan pengatur. Perbaikan dan pemeliharaan rutin berfungsi sebagai tindakan proaktif yang mencegah masalah yang lebih signifikan berkembang, sehingga memperpanjang umur operasional kapal. Dengan merencanakan dan melaksanakan tugas perbaikan komprehensif, galangan kapal dapat menghindari penundaan dan mempertahankan jadwal yang diperlukan untuk lalu lintas maritim yang aman.

Perbaikan terhadap permesinan di kapal yang buruk dapat berakibat pada beberapa aspek. Perbaikan mesin yang buruk memiliki dampak signifikan pada keandalan operasional secara keseluruhan dan kinerja ekonomi mesin kelautan. Ketika pekerjaan perbaikan tidak memadai atau tidak lengkap, mesin lebih cenderung mengalami kegagalan yang tidak direncanakan, yang menyebabkan *downtime* yang diperpanjang dan kerugian finansial. Peningkatan *downtime* ini mengganggu operasi pengiriman dengan menyebabkan penundaan dan pembatalan, yang pada gilirannya mempengaruhi jaringan logistik global dan rantai pasokan.

3. *Provision Refrigerator Compressor*

Dalam siklus kompresi uap, kompresor berperan untuk menaikkan tekanan gas kering bertekanan rendah yang dikeluarkan oleh evaporator agar sesuai dengan tekanan yang dibutuhkan pada bagian kondensor (Hundy et al., 2008: 41). Urutan ini sangat penting untuk menghasilkan efek pendinginan di kompartemen berpendingin di atas kapal. Masalah kinerja kompresor dapat diidentifikasi melalui berbagai gejala yang jelas yang berfungsi sebagai indikator awal masalah yang berguna dalam sistem pendingin laut. Salah satu gejala penting adalah bahwa kompresor berjalan pada suhu yang lebih tinggi dari biasanya. Ketika kompresor menjadi terlalu panas, itu tidak hanya menandakan bahwa refrigeran mungkin tidak bersirkulasi dengan benar, tetapi juga menyiratkan bahwa efisiensi kompresor berkurang karena bekerja di bawah tekanan dan kondisi yang tidak efisien. Situasi ini mirip dengan bagaimana mesin mobil mungkin terlalu panas jika tidak mendapatkan cukup pendingin, menyebabkannya bekerja kurang efektif.

Tanda penting lainnya adalah superheat tinggi di sisi hisap kompresor, yang berarti bahwa gas refrigeran jauh lebih hangat dari yang diharapkan sebelum dikompresi. Secara sederhana, ini menunjukkan bahwa refrigeran belum menyerap jumlah pendinginan yang tepat dari evaporator, mengisyaratkan masalah mendasar dalam siklus pendinginan. Kondisi superheat yang tinggi ini menghasilkan ketidakseimbangan

dalam sistem, dan seperti mencoba membuat smoothie dengan bahan-bahan yang tidak pada suhu yang tepat, proses keseluruhan gagal bekerja semulus atau seefisien yang seharusnya. Selain itu, pembacaan tekanan rendah pada kedua sisi hisap dan pelepasan kompresor selanjutnya berkontribusi untuk mengidentifikasi masalah kinerja. Dengan membandingkan ini dengan mencoba menggembungkan ban dengan tekanan udara rendah, menjadi jelas bahwa ketika tekanan ini di bawah tingkat optimal, kompresor gagal menciptakan daya yang diperlukan untuk mengedarkan refrigeran secara efektif melalui sistem. Penumpukan tekanan yang tidak memadai ini menekan kompresor dan menurunkan kinerja keseluruhannya.

4. Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia di atas kapal/awak kapal adalah mereka yang ditugaskan oleh pemilik atau operator kapal untuk menjalankan fungsi tertentu sesuai dengan posisi yang tertulis dalam buku siji (Budiasa, 2021: 1). Kompetensi merupakan kemampuan sebagai fungsi dari pengetahuan dan kemahiran. Pengetahuan mencerminkan sekumpulan informasi yang tersusun secara sistematis dan memiliki kaitan erat dengan pelaksanaan suatu pekerjaan, mencakup prinsip, metode, teknik, serta karakteristik dari bahan, peralatan, mesin, dan sebagainya. Sementara itu, kemahiran merujuk pada kemampuan dalam menjalankan aktivitas fisik maupun mental, yang diperoleh melalui proses latihan atau pengalaman

langsung. Terdapat dua unsur penting dalam peningkatan variable kompetensi, salah satunya pelatihan (Setiawan & Sudji, 2021). Perusahaan dapat berperan aktif dengan menerapkan berbagai strategi, salah satunya dengan menyelenggarakan program pelatihan yang disesuaikan dengan bidang serta kebutuhan khusus setiap kru secara tepat sesuai dengan proporsinya. Pelatihan ini bertujuan untuk memberikan kesempatan bagi kru untuk meningkatkan keterampilan dan keahlian, terutama dalam bidang-bidang yang menjadi tanggung jawab utama mereka.

5. Kondisi Lingkungan Sekitar

Menurut Kirani et al. (2022), perubahan iklim merupakan perubahan cuaca yang berdampak terhadap kondisi iklim suatu tempat atau dari heterogenitas statistiknya secara faktual untuk jangka waktu yang lama. Perubahan iklim yang terjadi secara global dapat berdampak langsung pada kinerja *provision refrigerator* (kulkas penyimpanan bahan pangan di kapal) yang mengandalkan sirkulasi air laut sebagai media pendingin kondensor. Salah satu faktor utama yang dipengaruhi oleh perubahan iklim adalah suhu air laut yang cenderung meningkat seiring dengan naiknya suhu global. Suhu air laut yang lebih tinggi ini dapat menyebabkan penurunan efisiensi sistem pendinginan pada *provision refrigerator*, terutama di bagian kondensor.

Kondensor pada sistem pendinginan bekerja dengan cara melepaskan

panas dari *refrigerant* ke air laut yang mengalir melaluinya. Ketika suhu air laut lebih tinggi dari suhu normal, kemampuan kondensor untuk melepaskan panas menjadi berkurang. Hal ini menyebabkan *refrigerant* tidak dapat mengalami proses kondensasi secara optimal, sehingga mengurangi efektivitas sistem pendinginan.

6. Kinerja *Provision Refrigerator Compressor*

Indikator kinerja *provision refrigerator* yang baik dapat diukur melalui beberapa parameter teknis yang penting untuk memastikan sistem pendinginan berjalan secara optimal dan efisien. Pertama, suhu ruang sayur harus dijaga dalam kisaran antara 4°C hingga 6°C, yang merupakan rentang suhu yang ideal untuk menjaga kesegaran bahan pangan yang disimpan. Selanjutnya, suhu keluaran air laut yang digunakan untuk mendinginkan kondensor harus berada pada suhu sekitar 36°C, memastikan proses pelepasan panas dari *refrigerant* ke air laut berjalan dengan efektif. Indikator lainnya adalah tekanan keluaran dari kompresor, yang seharusnya berada pada 14 bar, menjadi indikator penting dalam menjaga kinerja sistem secara keseluruhan, memastikan bahwa kompresor berfungsi dalam rentang tekanan yang tepat untuk mendinginkan *refrigerant* dengan efisien. Terakhir, ketiadaan pembentukan bunga es pada *evaporator*, yang mengindikasikan bahwa sistem pendinginan bekerja dengan baik dan tidak ada penyumbatan atau penurunan aliran udara yang mengganggu.

Menurut (Sandstrom, 2021) embun beku yang terkumpul pada penukar kalor menurunkan kinerja pompa kalor dan dalam kasus terburuk dapat menyebabkan kegagalan fungsi. Kondisi ini disebabkan oleh terbentuknya embun beku pada pipa, yang menghambat proses penyerapan panas dari ruangan sehingga suhu yang diharapkan tidak dapat tercapai. Untuk menjaga efisiensi sistem, defrosting *evaporator* dilakukan secara berkala, dengan waktu ideal setiap satu bulan untuk menghilangkan penumpukan es. Semua parameter ini harus dipantau secara rutin untuk memastikan provision refrigerator berfungsi dengan baik, menjaga kualitas bahan pangan, serta mengurangi kemungkinan kerusakan pada sistem pendinginan.

7. Kinerja Operasional Kapal

Menurut Purba et al., (2025), operasional kapal merupakan kegiatan dimulai dari saat kedatangan kapal hingga keberangkatannya menuju pelabuhan berikutnya sedangkan efektivitas operasional kapal merujuk pada sejauh mana kapal mampu menjalankan seluruh proses tersebut secara lancar, efisien, dan tanpa hambatan, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap peningkatan produktivitas, efisiensi biaya, serta daya saing perusahaan pelayaran secara keseluruhan. Beberapa indikator yang penting adalah sebagai berikut:

a. Ketepatan Waktu Pengiriman Muatan

Ketepatan waktu pengiriman sering kali dipengaruhi oleh

perencanaan yang buruk dan ketidakpastian dalam rantai pasokan. Oleh karena itu, ketepatan waktu bisa menjadi indikator utama dalam menilai efektivitas sebuah sistem logistik. Ketepatan waktu yang baik berkontribusi pada pengurangan biaya operasional

b. Muatan yang dikirimkan dalam kondisi baik

Pengiriman muatan dalam kondisi baik sangat bergantung pada beberapa faktor. Pengemasan dalam pengiriman yang tepat penting untuk melindungi barang dari kerusakan akibat guncangan atau perubahan suhu, sementara pemilihan moda transportasi yang sesuai memastikan perlakuan yang tepat sesuai dengan jenis barang.

c. Keselamatan dalam kerja

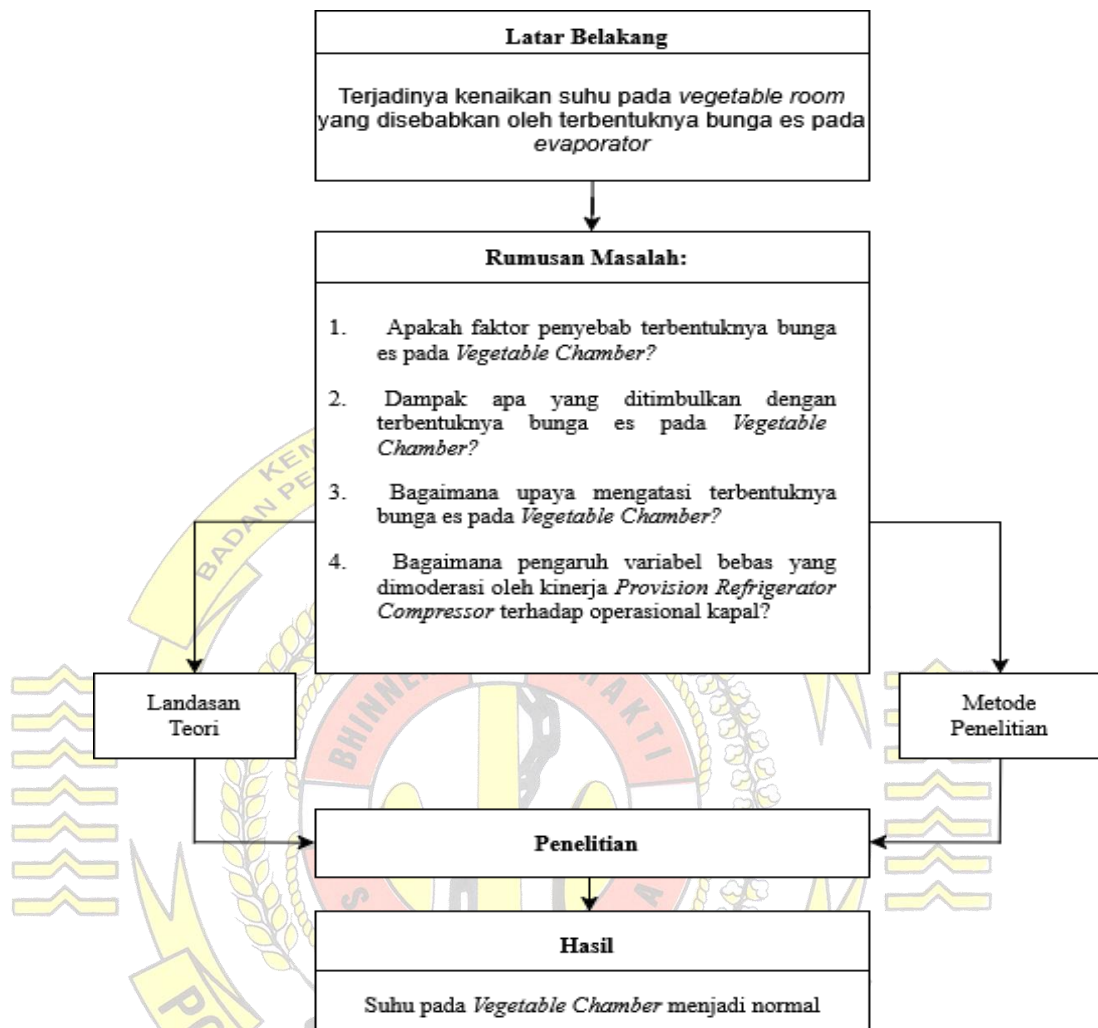
Keselamatan kerja melibatkan penerapan prosedur dan kebijakan untuk melindungi pekerja dari kecelakaan, cedera, atau penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan. Hal ini mencakup identifikasi dan pengendalian risiko untuk mencegah kecelakaan, serta pendekatan sistem yang mengurangi kesalahan yang dapat terjadi. Keselamatan kerja juga harus menjadi bagian dari budaya organisasi, di mana setiap individu memiliki tanggung jawab untuk menjaga keselamatan bersama. Selain itu, penting untuk menciptakan budaya keselamatan yang kuat, dengan perhatian pada kesehatan fisik dan mental pekerja. Secara keseluruhan, keselamatan kerja memerlukan manajemen risiko yang efektif, pelatihan yang memadai, dan penerapan nilai keselamatan dalam setiap aspek operasional.

d. Kesejahteraan kru terjamin karena ketersediaan makanan

Kesejahteraan kru sangat dipengaruhi oleh ketersediaan makanan yang cukup dan bergizi. Penyediaan makanan yang memadai membantu berkontribusi pada keselamatan dan produktivitas kerja. Selain itu, makanan yang seimbang penting untuk menjaga semangat kru. Ketersediaan makanan yang cukup dan bergizi merupakan faktor krusial dalam memastikan kesejahteraan kru.

C. Kerangka penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menyusun sebuah pola sistematis untuk menggambarkan secara sederhana topik yang dikaji, khususnya terkait faktor-faktor penyebab, dampak yang ditimbulkan, serta langkah-langkah penanggulangan terhadap munculnya bunga es pada evaporator. Oleh karena itu, digunakan kerangka penelitian yang tersusun secara terstruktur seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.9 Kerangka penelitian

Kerangka berpikir ini berangkat dari permasalahan meningkatnya suhu pada *vegetable room* yang disebabkan oleh terbentuknya bunga es pada evaporator, yang kemudian memicu perumusan masalah untuk mengidentifikasi faktor penyebab, dampak, serta solusi untuk mengatasi pembentukan bunga es tersebut di *Vegetable Chamber*, termasuk menganalisis pengaruh variabel bebas yang dimoderasi oleh kinerja *Provision Refrigerator*

Compressor terhadap operasional kapal. Dengan mengacu pada landasan teori dan metode penelitian yang sesuai, dilakukan pengkajian dan observasi secara sistematis untuk menemukan permasalahan terkait pembentukan bunga es pada evaporator Vegetable Chamber serta merumuskan solusi yang tepat dan aplikatif; hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah dilakukan perbaikan dan optimalisasi sistem pendingin, suhu pada Vegetable Chamber kembali normal, yang menandakan bahwa pendekatan analitis dan teknis yang diterapkan terbukti efektif dalam mengatasi permasalahan serta berpotensi meningkatkan efisiensi operasional sistem pendingin secara keseluruhan.

D. Hipotesis

Hipotesis adalah suatu dugaan sementara yang belum diuji yang berasal dari analisis peneliti dan akan diverifikasi melalui penelitian. Pengujian hipotesis harus didasarkan pada landasan teori dan kerangka kerja yang kuat, disertai dengan solusi yang sesuai. Ini merupakan hipotesis penelitian:

1. X_1 (Perawatan dan perbaikan) dan Y_1 (Kinerja PRC)
 - a. $H_0 \rightarrow X_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_1
(Perawatan dan perbaikan tidak berpengaruh terhadap Kinerja PRC)
 - b. $H_1 \rightarrow X_1$ berpengaruh terhadap Y_1
(Perawatan dan perbaikan berpengaruh terhadap Kinerja PRC)
2. X_2 (Sumber daya manusia) dan Y_1 (Kinerja PRC)
 - a. $H_0 \rightarrow X_2$ tidak berpengaruh terhadap Y_1
(Sumber daya manusia tidak berpengaruh terhadap Kinerja PRC)

b. $H_1 \rightarrow X_2$ berpengaruh terhadap Y_1

(Sumber daya manusia berpengaruh terhadap Kinerja PRC)

3. X_3 (Kondisi Lingkungan Sekitar) dan Y_1 (Kinerja PRC)

a. $H_0 \rightarrow X_3$ tidak berpengaruh terhadap Y_1

(Kondisi Lingkungan Sekitar tidak berpengaruh terhadap Kinerja PRC)

b. $H_1 \rightarrow X_3$ berpengaruh terhadap Y_1

(Kondisi Lingkungan Sekitar berpengaruh terhadap Kinerja PRC)

4. Y_1 (Kinerja PRC) dan Y_2 (Kinerja operasional kapal)

a. $H_0 \rightarrow Y_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja PRC tidak berpengaruh terhadap kinerja operasional kapal)

b. $H_1 \rightarrow Y_1$ berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja PRC berpengaruh terhadap kinerja operasional kapal)

5. X_1 (Perawatan dan perbaikan) dan Y_2 (Kinerja operasional kapal)

a. $H_0 \rightarrow X_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Perawatan dan perbaikan tidak berpengaruh terhadap kinerja operasional kapal)

b. $H_1 \rightarrow X_1$ berpengaruh terhadap Y_2

(Perawatan dan perbaikan berpengaruh terhadap kinerja operasional kapal)

6. X_2 (Sumber daya manusia) dan Y_2 (Kinerja operasional kapal)

a. $H_0 \rightarrow X_2$ tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Sumber daya manusia tidak berpengaruh terhadap kinerja operasional kapal)

b. $H_1 \rightarrow X_2$ berpengaruh terhadap Y_2

(Sumber daya manusia berpengaruh terhadap kinerja operasional kapal)

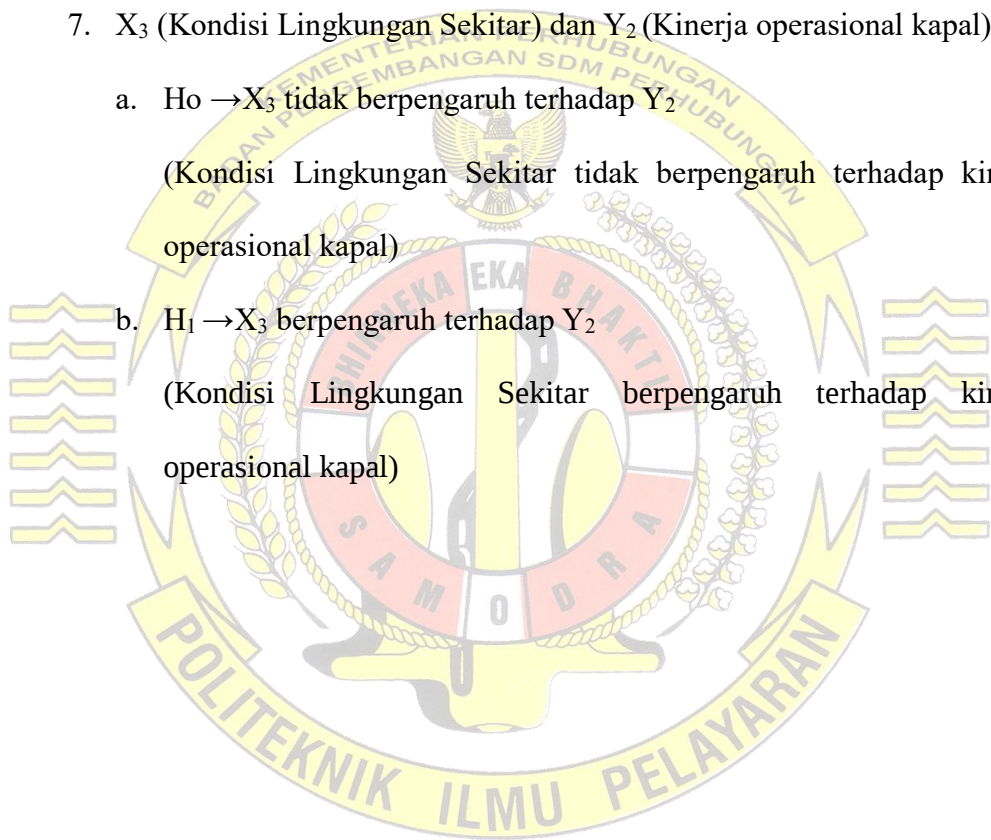
7. X_3 (Kondisi Lingkungan Sekitar) dan Y_2 (Kinerja operasional kapal)

a. $H_0 \rightarrow X_3$ tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Kondisi Lingkungan Sekitar tidak berpengaruh terhadap kinerja operasional kapal)

b. $H_1 \rightarrow X_3$ berpengaruh terhadap Y_2

(Kondisi Lingkungan Sekitar berpengaruh terhadap kinerja operasional kapal)



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian serta temuan-temuan yang telah diperoleh selama proses penelitian mengenai Optimalisasi Kinerja *Provision Refrigerator Compressor* pada MV. Pan Clover, maka dapat disimpulkan beberapa poin penting sebagaimana berikut:

1. Faktor yang menyebabkan penurunan kinerja *provision refrigerator compressor* yaitu kondisi evaporator yang kotor, kerusakan pada gagang pintu dan *rubber seal*, kerusakan katup ekspansi. Faktor-faktor tersebut berkontribusi pada penurunan kinerja *provision refrigerator compressor*.
2. Dampak penurunan kinerja pada *provision refrigerator compressor* yaitu Temperatur pada ruang sayur meningkat. Peningkatan suhu penyimpanan pada ruang sayur, berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas dan daya simpan bahan makanan yang disimpan di dalamnya. Suhu yang melebihi batas optimal dapat menyebabkan bahan pangan yang disimpan mengalami kerusakan
3. Upaya penanganan yang dilakukan untuk mengatasi kerusakan pada *provision refrigerator compressor* yaitu pembersihan dan *defrosting* pada evaporator, penggantian gagang pintu dan *rubber seal*, melakukan perbaikan terhadap katup ekspansi yang rusak, memberikan pemahaman terhadap kru khususnya

juru masak tentang pentingnya mengoptimalkan penggunaan *provision room* dengan tidak terlalu sering serta terlalu lama membukanya.

4. Optimalisasi kinerja *provision refrigerator compressor* melalui pengaruh antara perawatan dan perbaikan permesinan refrigerasi, sumber daya manusia, dan kondisi lingkungan sekitar. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, perawatan dan perbaikan permesinan refrigerasi, sumber daya manusia, dan kondisi lingkungan sekitar memiliki pengaruh positif terhadap kinerja *provision refrigerator compressor* dan operasional kapal.
 - a. Pengaruh perawatan dan perbaikan permesinan refrigerasi terhadap kinerja *provision refrigerator compressor*: berpengaruh positif dan signifikan ($p\text{-values } 0,010 < 0,05$ t-statistik $2,573 > 1,960$).
 - b. Pengaruh SDM di atas kapal terhadap kinerja *provision refrigerator compressor*: berpengaruh positif dan signifikan ($p\text{-values } 0,001 < 0,05$ dan t-statistik $3,442 > 1,960$).
 - c. Pengaruh kondisi lingkungan sekitar terhadap kinerja *provision refrigerator compressor*: berpengaruh positif dan signifikan ($p\text{-values } 0,000 < 0,05$ dan t-statistik $4,442 > 1,960$).
 - d. Pengaruh kinerja *provision refrigerator compressor* terhadap kinerja operasional kapal: berpengaruh positif dan signifikan ($p\text{-values } 0,008 < 0,05$ dan t-statistik $2,643 > 1,960$).

- e. Pengaruh perawatan dan perbaikan permesinan refrigerasi terhadap kinerja operasional kapal: berpengaruh positif dan signifikan (p-values $0,000 < 0,05$ dan t-statistik $3.784 > 1,960$).
- f. Pengaruh SDM di atas kapal terhadap kinerja operasional kapal: berpengaruh positif dan signifikan (p-values $0,005 < 0,05$ dan t-statistik $2.783 > 1,960$).
- g. Pengaruh kondisi lingkungan sekitar terhadap kinerja operasional kapal: berpengaruh positif dan signifikan (p-values $0,014 < 0,05$ dan t-statistik $2.454 > 1,960$).

B. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan hasil temuan dan pelaksanaan penelitian, terdapat sejumlah kendala yang memengaruhi kualitas serta hasil akhir penelitian. Keterbatasan-keterbatasan ini dapat dijadikan sebagai referensi, acuan, maupun informasi awal bagi penelitian lanjutan di masa mendatang. Adapun beberapa keterbatasan yang dihadapi dalam penelitian ini antara lain:

1. Keterbatasan waktu pelaksanaan penelitian di lapangan, khususnya selama kegiatan Praktik Laut (Prala), yang berdampak pada ketercapaian target penelitian sebagaimana yang telah direncanakan.
2. Keterbatasan pemahaman peneliti dalam proses penyusunan laporan hasil penelitian, sehingga diperlukan peningkatan kapasitas dan kompetensi peneliti dimasa mendatang guna menghasilkan laporan yang lebih komprehensif dan berkualitas.

3. Kendala dalam pemilihan responden yang memiliki pemahaman memadai terhadap topik penelitian, yang menyebabkan proses pengumpulan data memerlukan waktu lebih lama dari yang diproyeksikan.

C. Saran

Berdasarkan identifikasi permasalahan serta hasil penelitian yang telah dilaksanakan selama pelaksanaan Praktik Laut (Prala) di kapal MV. Pan Clover, peneliti memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam upaya perbaikan dan pengembangan di masa mendatang:

1. Pelaksanaan kegiatan pembersihan dan proses pencairan es (*defrosting*) pada *evaporator* dilakukan secara rutin dan terjadwal sebagai bagian dari upaya pemeliharaan preventif untuk menjaga kinerja optimal sistem pendingin. Prosedur ini bertujuan untuk menghilangkan akumulasi kotoran serta lapisan es yang terbentuk pada permukaan *evaporator*, yang jika dibiarkan dapat menghambat efisiensi perpindahan panas dan mengganggu fungsi pendinginan secara keseluruhan. Dengan menjaga kebersihan dan kondisi *evaporator* secara konsisten. Selain itu, penerapan metode pencairan es yang efektif juga berkontribusi terhadap penghematan energi, sehingga penting untuk diintegrasikan dalam prosedur perawatan berkala.
2. Dilakukan penggantian gagang pintu dan *rubber seal* pada pintu ruang penyimpanan sayuran yang mengalami kerusakan sebagai bagian dari upaya perawatan guna menjaga kinerja optimal sistem pendingin. Komponen tersebut memiliki peran krusial dalam memastikan pintu ruang penyimpanan dapat

tertutup rapat, sehingga mencegah terjadinya kebocoran udara dari lingkungan luar ke dalam ruang pendingin. Masuknya udara luar yang mengandung uap air dapat menyebabkan kondensasi dan pembentukan bunga es pada permukaan *evaporator*, yang pada akhirnya akan menghambat efisiensi perpindahan panas dan menurunkan performa sistem secara keseluruhan. Uap air dari udara luar umumnya meresap melalui sambungan antara permukaan lunak dan keras pada paking pintu, kemudian mengalami pengembunan menjadi embun beku pada *evaporator*. Oleh karena itu, pemeliharaan dan penggantian komponen penutup pintu secara tepat dan berkala menjadi langkah penting untuk menjaga stabilitas suhu dan efisiensi energi pada sistem pendingin.

3. Perbaikan terhadap katup ekspansi yang mengalami penyumbatan akibat akumulasi kotoran atau penggantian terhadap katup ekspansi yang mengalami kerusakan, guna memastikan sistem pendingin dapat beroperasi dengan optimal. Katup ekspansi memiliki fungsi vital dalam mengatur aliran refrigeran ke dalam *evaporator* melalui mekanisme buka-tutup yang presisi, sehingga gangguan pada komponen ini dapat menyebabkan distribusi refrigeran menjadi tidak merata. Ketidakseimbangan distribusi tersebut berpotensi menurunkan efisiensi proses pendinginan dan memicu terbentuknya bunga es pada permukaan *evaporator*, yang selanjutnya dapat mengganggu kinerja sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, pemeliharaan dan perbaikan katup ekspansi secara tepat dan berkala menjadi langkah penting untuk menjaga

stabilitas operasional sistem pendingin serta mempertahankan kualitas dan kesegaran bahan makanan, khususnya sayuran, selama proses penyimpanan.

4. Memberikan pemahaman kepada seluruh kru kapal, khususnya juru masak, mengenai pentingnya mengoptimalkan penggunaan ruang penyimpanan (*provision room*) dengan cara meminimalkan frekuensi dan durasi pembukaan pintu. Kebiasaan membuka pintu terlalu sering dan terlalu lama dapat menyebabkan masuknya uap air dari udara luar ke dalam kompartemen yang didinginkan. Uap air tersebut, ketika bersirkulasi di dalam ruang pendingin, akan mengalami kondensasi dan membentuk embun beku pada permukaan *evaporator*. Kondisi ini dapat mengganggu efisiensi perpindahan panas, menurunkan kinerja sistem pendingin, serta mempercepat pembentukan bunga es. Oleh karena itu, edukasi mengenai prosedur penggunaan yang tepat perlu dilakukan sebagai bagian dari upaya menjaga performa sistem pendingin dan kualitas bahan makanan yang disimpan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Douri, J., Hmood, K. S., Apostol, V., Pop, H., Alqaisy, S. J., & Iborean, E. B. (2021). Review regarding defrosting methods for refrigeration and heat pump systems. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 286). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128601012>
- Ali, M. M. (2022). Metodologi penelitian kuantitatif dan penerapan nya dalam penelitian. *PIB: Jurnal Penelitian Ibnu Rusyd*, 1(2), 1–5. <https://ojs.stai-ibnurusyd.ac.id/index.php/jpib/article/view/86>
- Alwiyah, A. Febriyanti, D., & Sayyida, S., (2024). Persepsi Kualitas Dan Citra Merek Dalam Memediasi Pengaruh E-Wom Terhadap Minat Beli. *PERFORMANCE: Jurnal Bisnis & Akuntansi*, 14(1), 224-240.
- Amruddin, S. P. (2022). Paradigma kuantitatif, teori dan studi pustaka. In *Metodologi Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif* (Vol. 1, Issue 6).
- Aprina, M., Repelita, T., Endrian, M., & Nabila, P. (2025). Kemampuan Komunikasi Dalam Menghadapi Wawancara Kerja. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(2), 228–234.
- Arioen, R., Ahmaludin, A., Junaidi, J., Indriyani, I., & Wisnaningsih, W. (2023). *Buku Ajar Metodologi Penelitian*.
- Arriaga-Lorenzo, P., Rodolfo, R. V., Arturo, M. H. P., Nazmín, T. G. D., & Antonio, S. J. L. (2023). Cold chain relevance in the food safety of perishable products. *Foods and Raw materials*, 11(1), 116-128.
- Augustine, A. K., Sunaryo, A. C., & Firmansyah, Y. (2022). Pengaruh kepuasan kerja terhadap kinerja karyawan. *Juremi: Jurnal Riset Ekonomi*, 2(1), 147-156.
- Aviles, E. A., Miller, N. R., & Newell, T. A. (2003). *Detection of Evaporator Frost*.
- Badri, D., Toubanc, C., Rouaud, O., & Havet, M. (2021). *Review on frosting, defrosting and frost management techniques in industrial food freezers*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111545.
- Biglia, F. M., da Silva, R. D. C. R., de Moraes Lino, F., Ismail, K. A. R., & Alves, T. A. (2022). *Improving the Thermal Efficiency and Performance of Refrigeration Systems: Numerical-Experimental Analysis of Minimization of Frost Formation*. *Energy Engineering*. Tech Science Press.

- Budiasa, I. K. (2021). *Beban kerja dan kinerja sumber daya manusia*. CV. Pena Persada.
- Dincer, I. & Kanoglu, M. (2017). *Refrigeration systems and applications*. John Wiley & Sons.
- Diwantara, B. P. (2024). *Kajian penanganan kinerja main air compressor di mt. kirana tritya: sebuah pendekatan dengan metode SWOT dan AHP*. Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
- Fiantika, F. R., Wasil, M., Jumiyati, S. R. I. Honesti, L., Wahyuni, S. R. I., Mouw, E., Mashudi, I., Hasanah, N. U. R., Maharani, A., & Ambarwati, K. (2022). *Metodologi penelitian kualitatif. Metodologi Penelitian Kualitatif. In Rake Sarasin (Issue March)*. PT. Pustaka Pelajar.
- Habiburrahman, H., Idrus, S., & Purwata, I. N. T. (2022). Optimalisasi Peran Pokdarwis Desa Wisata Setanggor Selama Pandemi Covid 19. *Journal Of Responsible Tourism*, 2(1), 143-148.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). *Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook*. Springer Nature. 10.1007/978-3-030-80519-7
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to Use and How to Report the Results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31, 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Hasan, H. (2022). Pengembangan sistem informasi dokumentasi terpusat pada stmik tidore mandiri. *Jurasik (Jurnal Sistem Informasi Dan Komputer)*, 2(1), 23–30.
- Hasibuan, M. P., Azmi, R., Arjuna, D. B., & Rahayu, S. U. (2023). Analisis pengukuran temperatur udara dengan metode observasi. *Jurnal Garuda Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 8–15.
- Hundy, G. F. (2008). Refrigerant and scroll compressor options for best performance of various European heat pump configurations. *International Refrigeration and Air Conditioning Conference*.
- Hundy, G. F. (2016). *Refrigeration, air conditioning and heat pumps*. Butterworth-Heinemann.
- Hussain, D., Abbas, H., & Wang, D. (2021). Contributing agents for Forest management of rural areas: An analysis through smart PLS methods. *Journal of Business Strategies*, 15(1), 109-134.

- Irwan, I., Ilham, C. I., & Pratama Putra, F. G. A. (2022). Performance Analysis Of Fuel Oil Purifier Filtration Process On Ships MV. TANTO LUAS. *IWJ: Inland Waterways Journal*, 4(2), 1–5. <https://doi.org/10.54249/iwj.v4i2.64>
- Kirani, N. S., Rachmasari, D., Marbun, R., Ramadhan, M. I. R., & Utomo, A. P. Y. (2022). Upaya Konservatif UNNES dalam Menyikapi Urgensi Krusial Climate Change di Lingkungan Kampus. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(1). <https://doi.org/10.15294/ijc.v11i1.36913>
- Kumar, M., Kiran, K. K., Mondal, S., Khan, M. A., Khan, T. Y., Almakayeel, N., & Khan, W. A. (2024). Performance evaluation of evaporator coil of a domestic refrigerator under frosting. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 19, 2746-2754.
- Lall, D. (2021). Mixed-methods research: Why, when and how to use. *Indian Journal of Continuing Nursing Education*, 22(2), 143–147.
- Liu, G., Xiong, T., Sun, T., He, G., & Yan, G. (2024). Frosting and defrosting characteristics of household refrigerators and freezers: Recent progress and perspectives. In *Energy and Buildings* (Vol. 303). <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113755>
- Lizana, J., Miranda, N.D., Gross, L., Mazzone, A., Cohen, F., Palafox-Alcantar, G., Fahr, P., Jani, A., Renaldi, R., McCulloch, M. and Khosla, R. (2022). *Overcoming the incumbency and barriers to sustainable cooling*. *Buildings and Cities*, 3(1), 1075–1097. <https://doi.org/10.5334/bc.255>.
- Manik, H. M., Yulianto, M., Hartulistiyoso, E., Sumatri, W., & Hestirianoto, T. (2024). *Performance profile of Cold Storage Using R32 as Refrigerant for Traditional Fishing Boat with Photovoltaic as Energi Source*. *Journal of Agricultural Engineering/Jurnal Keteknikaan Pertanian*, 12(2), 184-203. <https://doi.org/10.19028/jtep.012.2.184-203>
- Musarat, M. A., Maqsoom, A., Naeem, M. H., Ullah, F., Salman, A., Alaloul, W. S., & Zahoor, H. (2024). Evaluating the correlation between project selection criteria and organizational performance within the construction industry. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(7), 102794.
- Nusrang, M., Fahmuddin, M., & Hafid, H. (2023). Penerapan metode Structural Equation Modelling-Partial Least Squares (SEM-PLS) dalam mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi PDRB di Indonesia. *Seminar Nasional Dies Natalis 62, 1*, 543–548. <https://doi.org/10.59562/semnasdies.v1i1.1088>

- Pedro, A. L., Rodolfo, R. V., Arturo, M. H. P., Nazmín, T. G. D., & Antonio, S. J. L. (2023). Cold chain relevance in the food safety of perishable products. *Foods and Raw Materials*, 11(2), 116–128. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-1-559>
- Pranowo, I. D. (2020). Sistem Dan Manajemen Pemeliharaan. *Maintenance: System and Management*.
- Prawiyogi, G. A., Sadihah, T. L. P. A., & Elisa, P. N. (2021). Penggunaan Media Big Book untuk Menumbuhkan Minat Baca Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5, 446–452.
- Purba, M. S., Dirhamsyah, & Sutria, Y. (2025). Jurnal Transformasi Bisnis Digital. *Jurnal Transformasi Bisnis Digital*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.61132/jutrabidi.v2i1.453>
- Purwanto, A., Asbari, M., & Santoso, T. I. (2021). Analisis Data Penelitian Sosial dan Manajemen: Perbandingan Hasil antara Amos, SmartPLS, WarpPLS, dan SPSS Untuk Jumlah Sampel Medium. *International Journal of Social and Management Studies*, 2(4), 43–53. <https://doi.org/10.5555/ijosmas.v2i4.50>
- Reichl, C., Sandström, C., Hochwallner, F., Linhardt, F., Popovac, M., & Emhofer, J. (2021). Frosting in heat pump evaporators part A: Experimental investigation. *Applied Thermal Engineering*, 199.
- Roofiif, I., & Anwar, T. (2025). Penggunaan Rerata Suhu saat Terbentuknya Bunga Es pada Provision Refrigeration Compressor KM Sinabung. *Jurnal Matematika Dan Sains Pada Pelayaran*, 3(1). <https://doi.org/10.5281/zenodo.14854167>
- Sandström, C. (2021). Frosting and Defrosting on Air Source Heat Pump Evaporators. *Degree Project in Energy and Environment*, 30, 383
- Santoso, N. P. L., Sunarjo, R. A., & Fadli, I. S. (2023). Analyzing the factors influencing the success of business incubation programs: A smartpls approach. *ADI journal on recent innovation*, 5(1), 60-71.
- Sayal, A., & Pant, M. (2022). Examining the moderating effect of green product knowledge on green product advertising and green product purchase intention: a study using SmartPLS SEM approach. *International Journal of Asian Business and Information Management (IJABIM)*, 13(1), 1-16.
- Saygin, A., Basol, A. M., & Arik, M. (n.d.). An experimental study on the frost formation over a flat plate: effect of frosting on heat transfer. *2023*, 144.

- Setiawan, H. D., & Sudja, M. D. (2021). Kompetensi Sumber Daya Manusia Kelautan di Indonesia. *Ilmu Dan Budaya*, 42(2). <https://doi.org/10.47313/jib.v42i2.1442>
- Shevchenko, R. Z., Wiweko, A., & Siregar, M. S. (2023). Penyebab Menurunnya Kinerja Mesin Pendingin di MV. Vancouver. *Mutiara: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 1(2), 89–100. <https://doi.org/10.61404/jimi.v1i2.13>
- Shi, D. (2023). *Penelitian tentang model struktur faktor persaingan sistem informasi pariwisata mempengaruhi sosial ekonomi industri seni pertunjukan lingkungan di Anhui Provinsi berdasarkan metode analisis SmartPLS*. 8(2).
- Shmueli, G., Sarstedt, M., Hair, J. F., Cheah, J. H., Ting, H., Vaithilingam, S., & Ringle, C. M. (2019). Predictive model assessment in PLS-SEM: guidelines for using PLSpredict. *European Journal of Marketing*, 53(11), 2322–2347.
- Sinaga, J., Witanto, Y., & Nuramal, A. (2022). Analisa Koefisien Ujuk Kerja Mesin Pendingin (Chiller) Unit 1 Pada Power House. *Rekayasa Mekanika*, 6(1), 31–37.
- Sofyani, H. (2025). Penggunaan Teknik Partial Least Square (PLS) dalam Riset Akuntansi Berbasis Survei. *Reviu Akuntansi Dan Bisnis Indonesia*, 9(1), 80–94.
- Sodikin, I., Parwati, C. I., Fayzi, F., & Indrayana, M. (2024). Penjadwalan Perawatan Mesin Dengan Metode Preventive Maintenance & Predictive Maintenance (Studi Kasus Di PLTD Kota Masohi). *Jurnal Tekstil: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Tekstil dan Manajemen Industri*, 7(1), 37-46.
- Subhaktiyasa, P. G. (2024). PLS-SEM for multivariate analysis: A practical guide to educational research using SmartPLS. *Journal of Education and Learning Innovation*, 4(3), 353–365. <https://doi.org/10.35877/454RI.eduline2861>
- Sun, Y., Zhao, R., Yang, Y., & Huang, D. (2022). Experimental and Numerical Study on Fan-Supplied Condenser Deterioration under Built-In Condition and Its Corresponding Refrigerator Performance. *Energies*, 15(22), 8666.
- Susana, I. G. B., & Santosa, I. G. (2021). *Thermal Performance Evaluation of the Variation of Condenser Dimensions for Foodstuffs Transportation Cooling Systems*. *Logic: Jurnal Rancang Bangun Dan Teknologi*, 21(3), 184-189. <https://doi.org/10.31940/logic.v21i3.184-189>
- Tumpu, M., Putra, M. N. E., Siahaan, J. P., Abrori, M. Z. L. Demeianto, B., & Haris, D. (2024). Calculation Of Cooling Load In Cold Storage for Catch Storage. *Aurelia Journal*, 6(2). <http://dx.doi.org/10.15578/aj.v6i2.14671>

- Utomo, B. P. (2023). *Penanganan kerusakan first stage valve pada saat olah gerak di MV. Manalagi Asti*. Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
- Wicaksono, M. W., Hakim, M. B., Wijaya, F. H., Saleh, T., & Sana, E. (2022). Analyzing the influence of artificial intelligence on digital innovation: A smartpls approach. *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, 5(2), 108-116.
- Widiatmaka, P. (2018). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan Kapal*. PIP Semarang.
- Yeneneh, K. (2023). Design, Fabrication and Evaluation of Evaporative Cooling System for the Storage of Fruits and Vegetables. *International Journal of Applied and Structural Mechanics*, 3(04), 9–22. <https://doi.org/10.55529/ijasm.34.9.22>
- Zahra, A. R. A., Jonas, D., Erliyani, I., & Yusuf, N. A. (2023). Assessing customer satisfaction in ai-powered services: An empirical study with smartpls. *International Transactions on Artificial Intelligence*, 2(1), 81-89.
- Zhu, Z., Zhang, Y., & Sun, D. W. (2021). *Biomimetic modification of freezing facility surfaces to prevent icing and frosting during freezing for the food industry*. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 581-594. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.034>

LAMPIRAN

Lampiran I Ship's Particular

SHIP'S PARTICULAR

1. GENERAL	SHIP'S NAME		M.V. "PAN CLOVER"			
	OFFICIAL NUMBER		8560			
	CALL SIGN		V7A2513			
	IMO NUMBER / MMSI NO.		9621417 / 538008560			
	TLX / FAX / TEL No		453848477(SSAS) & 453848478(LRIT) / 870783110244 / 870773110125			
	E-MAIL ADDRESS		panclover@panocean.com			
	PORT OF REGISTRY		MAJURO			
	NATIONALITY		MARSHALL ISLANDS			
	OWNER	NAME	POS MARITIME RC S.A.			
	OWNER	ADDRESS	TRUST COMPANY COMPLEX, AJELTAKE ROAD, AJELTAKE ISLAND, MAJURO, REPUBLIC OF THE MARSHALL ISLANDS MH96960			
	OPERATOR	NAME	PAN OCEAN CO., LTD			
	OPERATOR	ADDRESS	TOWER8, 7, JONG-RO 5-GIL, JONGNO-GU, SEOUL, KOREA.			
	BUILDER		JINGJIANG, NEW CENTURY SHIPBUILDING CO. LTD			
	2. PRINCIPAL DIMENSIONS	KEEL LAID		28 NOV 2011		LAUNCHED
DELIVERED		31 MAY 2012		DRYDOCK	17JUNE 2020	
CLASSIFICATION		K R		CLASS No.	1275609	
KIND OF SHIP		BULK CARRIER				
L. O. A.		229.00 M		TPC	71.9	
L. B. P.		225.50 M		FWA	330 MM	
BREADTH (MOULDED)		32.26 M				
DEPTH (MOULDED)		20.05 M				
HIGHT FROM BL TO H/C		22.40 M		/ H/C COAMING - 22.00M		
HIGHT FROM BL TO TOP		47.50 M				
3. TONNAGE	INTERNATIONAL	GRT	44,003.00 TONS		SUEZ	GRT 45,435.26 TONS
					NET 41,827.42 TONS	
		NET	27,714.00 TONS		PANAMA	NET 36,932.00 TONS
4. DEADWEIGHT & DRAFT			DEADWEIGHT		DRAFT	FREEBOARD
	SUMMER		81,176.8 TONS		14.469M(TK)	5.628
	WINTER		79,014.4 TONS		14.168M(TK)	5.929
	TROPICAL		83,340.5 TONS		14.770M(TK)	5.327
	DISPLACEMENT		SUMMER 95,047.0 TONS		WINTER 92,884.6 TONS	
5. MAIN ENGINE	LIGHT SHIP		13,870.2 T			
	TYPE		5S60MC-C8(TIER II)			
	MAKER		STX - MAN B & W			
6. PROPELLER IMMERSION	POWER		9800 KW x 98RPM			
	6.60 M					
7. HATCH &HOLD	HATCH 1		14.7m x 12.8m (L x B) HOLD 1 CAP. - 12,621.3 m ³			
	HATCH 2/3/5/6/7		17.3m x 15.0m (L x B) HOLD 2 CAP. - 14,937.0 m ³			
	HATCH 4		15.6m x 15.0m (L x B) HOLD 3 CAP. - 14,520.2 m ³			
	HOLD 1/3		25.0m x 18.3m (L x B) HOLD 4 CAP. - 12,947.5 m ³			
	HOLD 2/7		26.8m x 18.3m (L x B) HOLD 5 CAP. - 14,527.2 m ³			
	HOLD 4		23.1m x 18.3m (L x B) HOLD 6 CAP. - 14,471.8 m ³			
	HOLD 5/6		26.0m x 18.3m (L x B) HOLD 7 CAP. - 14,559.3 m ³			
8. NUMBER OF CREW		21 PERSON (Including Master)				
9. NAME OF MASTER		Capt.PARK KYONG PIL				

Lampiran II
Crew List

IMO CREW LIST
IMO FAL Form 5

(Name of shipping line, agent etc.) Pan Ocean Co., Ltd							☒ Arrival ☐ Departure		Page No. 1	
1. Name of ship PAN CLOVER		1.2 IMO NO. 9621417		1.3 Call Sign V7A2513		2. Port of Arrival SINGAPORE, SG		3. Date of Arrival		
4. Nationality of ship MARSHALL ISLANDS				5. Next Port PHU MY, VN				6. Nature and No. of identity document & Expiry date		
No.	Name	Rank	Sex	Nationality	Date of Birth / Place (yyyy-mm-dd)	Date / Place of Onboard (yyyy-mm-dd)	Passport		Seaman's Book	
							Passport No.	Expiry date (yyyy-mm-dd)	S.B. No.	Expiry date (yyyy-mm-dd)
1	PARK KYONG PIL	Master	M	Korean	1969-10-08 / R.O. KOREA	2023-11-28 / FUKUYAMA, JAPAN	M22182726	2030-10-15	BS087-02065	UNLIMITED
2	YUSRAN MARTHEN UNG	C/O	M	Indonesian	1990-07-09 / UJUNG PANDANG, INDONESIA	2024-03-31 / SHAJIAO, CHINA	E7167850	2034-03-14	H096117	2025-12-09
3	MAHARDIKA PUTRA SAMPEALLO	2/O	M	Indonesian	1992-09-20 / UJUNG PANDANG, INDONESIA	2024-03-11 / NEWCASTLE, AUSTRALIA	C9279237	2027-05-25	F274728	2026-08-28
4	MUHAMMAD GHIFFARY TRISHA PUTRA	3/O	M	Indonesian	1997-05-07 / PANGKALAN BUN, INDONESIA	2024-02-17 / GUNSAN, R.O. KOREA	C7545166	2026-09-23	I119849	2027-01-18
5	LEE YONG BU	C/E	M	Korean	1975-01-30 / R.O. KOREA	2024-01-17 / FANGCHENG, CHINA	M37818360	2027-12-21	BS10201223	UNLIMITED
6	SONNY TETELEPTA	1/E	M	Indonesian	1975-06-16 / BANJARNEGARA, INDONESIA	2024-01-16 / FANGCHENG, CHINA	E5592677	2033-12-22	I118394	2026-12-15
7	RISAL BUDIYONO	2/E	M	Indonesian	1987-11-25 / WONOSOBO, INDONESIA	2024-06-07 / SANTOS, BRAZIL	C8100681	2026-10-06	H031559	2025-05-19
8	WISNU BAYU AJI	3/E	M	Indonesian	1997-01-14 / PATI, INDONESIA	2024-03-31 / SHAJIAO, CHINA	C7925572	2026-12-07	J016707	2027-02-12
9	DODO SETYANTO	BSN	M	Indonesian	1982-04-19 / BOYOLALI, INDONESIA	2024-06-07 / SANTOS, BRAZIL	E2792322	2033-03-03	I028071	2026-03-20
10	AHMAD SAMSUL	AB	M	Indonesian	1978-05-10 / BERUNDUNG, INDONESIA	2024-03-31 / SHAJIAO, CHINA	C9660135	2027-06-30	E134473	2026-10-12
11	IKHSANUDIN	AB	M	Indonesian	1989-02-06 / BREBES, INDONESIA	2024-06-07 / SANTOS, BRAZIL	C6842621	2025-12-16	F259857	2026-10-14
12	SISWANDI BUDIMAN	AB	M	Indonesian	1980-03-01 / JAKARTA, INDONESIA	2024-02-17 / GUNSAN, R.O. KOREA	C7932099	2026-05-10	F141152	2025-05-28
13	ADE HIMAWAN	OS	M	Indonesian	1982-11-04 / TEGAL, INDONESIA	2024-06-07 / SANTOS, BRAZIL	E5549838	2033-11-06	F139916	2025-05-15
14	MOCH AGUS ARIYANTO	VO.1OLF	M	Indonesian	1976-08-13 / PEKALONGAN, INDONESIA	2024-06-07 / SANTOS, BRAZIL	C8094804	2026-08-18	I057475	2026-06-07
15	UMBOYKE WICANDRA ASMARA	OLR	M	Indonesian	1978-06-09 / SURABAYA, INDONESIA	2024-03-11 / NEWCASTLE, AUSTRALIA	C8102821	2026-11-12	I004307	2026-02-03
16	SETYADI DJAMIL MARTO	OLR	M	Indonesian	1981-07-25 / CILACAP, INDONESIA	2024-06-07 / SANTOS, BRAZIL	C7791693	2026-02-11	I026896	2026-02-27
17	YAHYA TABSAM	OLR	M	Indonesian	1977-02-05 / SULI, INDONESIA	2024-03-11 / NEWCASTLE, AUSTRALIA	E5591992	2033-12-13	F198888	2025-12-06
18	KURTUBI SAIRIN BAHRUDIN	C/CK	M	Indonesian	1973-01-06 / PANDEGLANG, INDONESIA	2024-01-11 / HONG KONG	E5590633	2033-11-23	F309102	2025-02-06
19	DENI ARMAWAN	2CK	M	Indonesian	1982-12-31 / AMLAPURA, INDONESIA	2024-01-11 / HONG KONG	E5593029	2033-12-29	F178044	2025-10-02
20	MUHAMMAD ARYA CHANDRA	A/O	M	Indonesian	2002-10-24 / JAKARTA, INDONESIA	2023-07-27 / PHU MY, VIETNAM	E2601847	2033-03-16	I049726	2026-05-15
21	IRWAN ALFARIZKY AMRULLAH	A/O	M	Indonesian	2000-08-11 / MERAL KECAMATAN KARIMUN, INDONESIA	2023-07-27 / PHU MY, VIETNAM	E2860439	2033-03-28	I031074	2026-03-06

13. Date and signature by master, authorized agent

Lampiran III
Bunga Es pada *Evaporator Provision Refrigrator Vegetable Chamber*



Gambar 1
Tampak bunga es dari sisi belakang evaporator



Gambar 2
Tampak bunga es dari sisi samping kanan evaporator



Gambar 3
Tampak bunga es dari sisi bawah evaporator



Gambar 4
Tampak bunga es dari sisi samping kanan evaporator

Lampiran IV Wawancara

Cuplikan catatan hasil wawancara Penulis dengan Masinis 3 di MV. Pan Clover yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Penulis/Engine Cadet : Irwan Alfarizky Amrullah

Masinis 3 : Wisnu Bayu Aji

Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 2 Mei 2024

Penulis : Selamat pagi bas. (“bas” panggilan untuk masinis)

Masinis 3 : Iya, selamat pagi. Gimana dek?

Penulis : Izin bas, saya mau nanya soal kejadian di provision kemarin ya.
Boleh dijelasin awal mula masalahnya gimana?

Masinis 3 : Jadi waktu itu kapal lagi berlayar dari Newcastle ke Shajiao.
Nah, juru masak ngelapor ke saya, katanya kulkas buat nyimpen sayuran di provision kayaknya ada masalah. Setelah saya cek, ternyata di evaporator-nya itu muncul bunga es yang cukup tebal. Akibatnya, suhu ruang penyimpanan naik sampai 11 derajat. Padahal normalnya ya cuma di angka 4 sampai 6 derajat.

- Penulis : Kalau bunga esnya numpuk gitu, efeknya apa aja sih ke sistem pendinginnya?
- Masinis 3 : Lumayan parah. Aliran udara ke dalam ruang penyimpanan jadi nggak lancar, terus kemampuan evaporator buat nyerap panas jadi turun drastis. Kalau nggak segera ditangani, bahan makanan bisa cepet rusak karena suhunya udah jauh dari standar.
- Penulis : Langkah awal yang bas ambil waktu itu apa?
- Masinis 3 : Langsung kita lakuin pengecekan total. Kita cek refrigerant-nya, komponen-komponen dalam sistem, terus seal pintu sama gaganga pintunya juga nggak luput. Setelah tahu masalahnya dari bunga es, kita langsung lakuin defrost manual.
- Penulis : Defrost manualnya gimana tuh prosesnya?
- Masinis 3 : Mesin pendingin dimatiin dulu, baru es yang nempel di evaporator kita siram pake air pelan-pelan sampai mencair semua. Harus hati-hati juga biar nggak kena komponen lain.
- Penulis : Ternyata ada komponen lain yang rusak juga nggak ya bas?
- Masinis 3 : Ada dek, seal pintu provision ternyata udah nggak bagus lagi. Udah aus karena umur pakai, jadi meskipun pintunya ditutup, udara hangat dari luar masih bisa masuk ditambah gagang pintunya rusak. Itu yang mempercepat pembentukan bunga es. Akhirnya seal pintu sama gagang pintunya kita ganti juga.

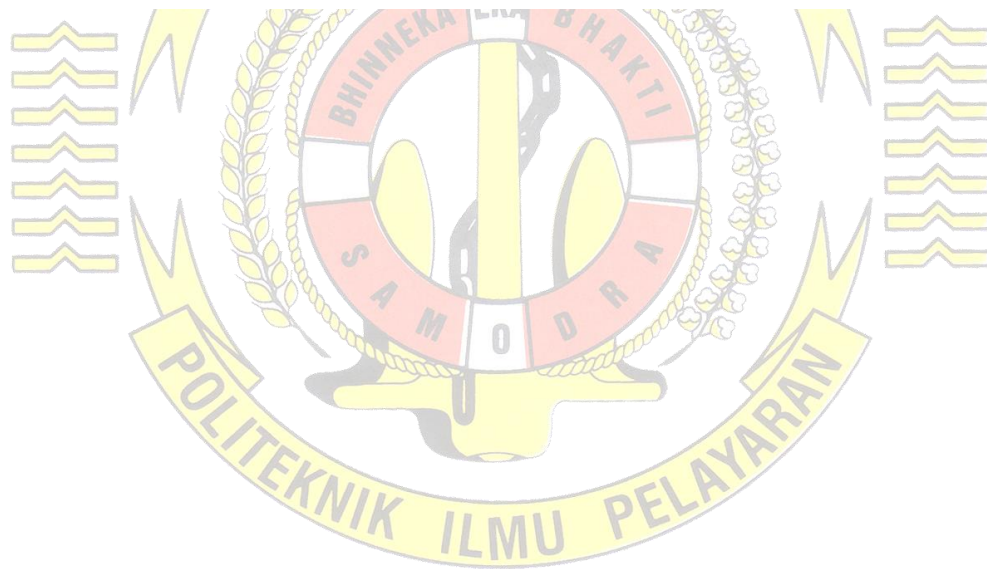
- Penulis : Kalau untuk katup ekspansinya bas?
- Masinis 3 : Nah iya, Katupnya bermasalah juga, jadi aliran refrigerant ke evaporator nggak optimal. Jadi refrigerant yang masuk ke evaporator bisa terlalu sedikit atau nggak stabil tekanannya. Kalau alirannya nggak cukup, evaporator nggak bisa dingin secara merata. Akibatnya bisa muncul bunga es di satu sisi, tapi sisi lain malah nggak dingin sama sekali. Ini jelas pengaruh ke suhu chamber secara keseluruhan. Itu juga bikin proses pendinginan jadi nggak maksimal. Akhirnya itu juga diganti.
- Penulis : Setelah semua diperbaiki, hasilnya gimana bas?
- Masinis 3 : Sistemnya balik normal. Suhu di chamber turun lagi ke kisaran 4–5 derajat. Udah sesuai standar, dan makanan bisa disimpan dengan aman. Sistem pendingin juga kerjanya udah lebih stabil.
- Penulis : Bas, selain perbaikan teknis, ada langkah lain yang dilakukan buat mencegah kejadian kayak gini terulang?
- Masinis 3 : Ada. Saya juga kasih pemahaman ke kru, khususnya juru masak, soal pentingnya cara pakai ruang provision yang benar. Saya jelasin, kalau terlalu sering buka tutup pintu, apalagi lama, uap air dari luar bisa masuk. Nah, uap air itu nanti yang bikin bunga es terbentuk di evaporator.

Penulis : Oh, jadi buka pintu terlalu lama bisa bikin uap air masuk ya bas?

Masinis 3 : Iya, itu yang sering nggak disadari. Begitu pintu dibuka, udara hangat dan lembap dari luar langsung masuk ke dalam ruang dingin. Kalau itu terjadi berulang-ulang, es gampang banget terbentuk di permukaan evaporator. Makanya, saya minta ke kru supaya buka pintu seperlunya aja dan langsung ditutup rapat.

Penulis : Baik bas, terimakasih atas ilmunya

Masinis 3 : Santai dek



Lampiran V
Rekap Data Kuesioner *Inner Model*

Nama	Kelas	NIT	X1.1	X1.2	X1.3	X1.4	X2.1	X2.2	X2.3	X2.4	X3.1	X3.2	X3.3	X3.4	Y1.1	Y1.2	Y1.3	Y1.4	Y2.1	Y2.2	Y2.3	Y2.4
MUHAMMAD FARKHAN SURYA	T7A	582111228070	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4
AGUNG DWINUGROHO	T7A	582111228055	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4
MUHAMMAD TAUFIQUE ROHMAN	T7B	582111238101	1	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3
NUGROHO AJISAPUTRO	T7A	582111228044	1	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3
RIZKISATRIA	T7A	582111228047	2	1	2	2	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4
AHMAD ALFITHO ANDREANS YAH	T7B	582111238269	5	1	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5
SHELLY NOVA HUKAWA	T7B	582111238089	4	4	1	4	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	4	4	3	3	4	3
LEGAN ALIMUS TAFID	T7A	582111228062	4	5	1	5	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4
MUHAMMAD DEDE YUSUF	T7B	582111238085	5	5	5	4	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2
MUHAMMAD YAFI ANWAR S	T7A	582111228074	5	5	4	5	1	2	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5
RICO SEPTIAN PRIANTO	T7A	582111228046	5	5	5	5	4	1	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3
BADIL IDDO SIBARANI	T7A	582111228057	5	5	5	5	2	2	1	2	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4
DHIVA SUKMA ARDHANA	T7B	582111238271	3	3	3	3	4	4	5	1	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4
FIRMANS YAH UMAR ARRASYID SUROSO	T7B	582111217991	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2
FATAHARRAS YID	T7B	582111238079	4	5	4	4	3	5	3	5	5	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
HARYUDHANTO GIGIH BINTANG KUSUMA	T7B	582111238273	4	4	4	4	5	5	5	5	1	2	2	1	4	3	3	4	3	3	4	3
BRYAN ARYA PUTRA NIGARA	T7B	582111218012	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	2	1	3	4	4	3	3	4	4	3
DYLAN ADITYO NUGROHO	T7A	582111228036	2	2	2	2	5	5	4	5	5	5	4	5	3	3	4	4	3	3	4	3
EDGAR DWI BADRIKHA	T7B	582111238095	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2
EDGAR WIRA CELESTA	T7A	582111228060	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3
NADHIF FADHANS YAH	T7A	582111228043	5	5	5	5	4	5	4	4	4	1	1	1	3	4	4	4	3	4	4	4
NABIL NURRUS ADI	T7B	582111238286	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3
KRENA MAHA PERDANA	T7B	582111238099	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4
BAGAS PRASETYO	T7A	582111228058	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	3	4	4	3	5	5	5	5
KEVIN EGGY PASTRANA	T7A	582111228037	5	5	5	5	5	2	4	2	3	4	1	4	4	4	5	5	4	5	5	4
LEONARDO ACRUX	T7A	582111228039	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	1	4	4	5	4	4	4	5	4
MIKHAEL HUTAGALUNG	T7A	582111228064	5	5	5	5	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3
AGUNG RIYADI PRATAMA	T7B	582111238277	5	5	5	5	4	3	2	4	3	3	2	3	2	3	3	2	4	4	4	4
MUHAMMAD AHNE BATRA HUSADA	T7B	582111238275	5	5	5	5	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	4	4	3	3
ARDHA RAMADHANI ANDIAN TO PUTRA	T7A	582111228034	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	2	3	3	3	4	4	5	5
BAYU AIPAMUNGKAS	T7A	582111228035	5	5	5	5	4	5	5	5	4	3	3	3	2	2	3	3	4	5	5	4
DZAKI FATH MAULANA	T7B	582111218015	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	3	2	4	4	4	4	4	5	5	5
PRIMA YASWIDI	T7A	582111228045	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	3	3	4	3	4	5	5	5
ARDIAN YUSUF	T7B	582111238270	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4
KAILIE KURNIANTO	T7B	582111238274	4	4	5	5	4	5	5	5	5	3	3	3	5	3	3	3	4	4	5	4
MUHAMMAD AURICK SINDBAD A	T7A	582111228068	5	5	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3
SATRIA ADHI PRAKUSYA WIBOWO	T7A	582111228049	1	5	5	5	4	4	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3
FAIZAL PUTRA PRADANA	T7B	582111238097	1	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2
MUHAMMAD AKBAR ADI SUSENO	T7A	582111228041	4	1	4	4	3	4	3	4	3	2	3	2	3	3	4	3	3	4	4	4
KS ATRIA MUKTI DARMAWAN	T7A	582111228028	5	1	4	5	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	2	3	2	2
WENDY PUTRA TEGAR WESTYPAR	T7B	582111238104	2	2	1	2	4	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
ADI LAKSONO	T7B	582111238268	5	5	1	5	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4
ANDIKA FRENDI ARI PUTRA	T7B	561911237310	5	5	5	1	3	3	2	3	3	3	2	3	3	4	4	3	4	4	3	4
EKA CANDRA WIJAYA	T7B	582111238096	5	5	5	1	4	5	5	5	2	3	3	2	3	4	4	4	4	4	3	4
GANI MURA IGUSTI	T7B	582111238098	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4
SURYA PUTRA ARDIANS YAH	T7A	582111228051	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
ZULFAN ALIF FIRDAUS	T7B	582111238091	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3
M. RIGEL SADDAM AL KHAFI	T7A	582111228063	2	1	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3
MUHAMMAD NAUFAL ANUL DAFFA	T7A	582111228071	2	2	2	2	4	3	3	3	4	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	2
ROMZI NAUFAL MUS TAGHFRIN	T7A	582111228048	3	4	3	4	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3
DENI HUSEIN WICAKSONO	T7B	582111238279	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	3	2	2	3
FAUZAN FADHLUR ROHMAN	T7A	582111228061	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3
MUHAMMAD AUF A FAHMIFATA	T7A	582111228067	5	5	3	5	4	4	2	4	5	3	5	4	3	5	1	5	3	4	4	2

Lampiran VI
Rekap Data Kuesioner *Outer Model*

Nama	Kelas	NIT	X1.1	X1.2	X1.3	X1.4	X2.1	X2.2	X2.3	X2.4	X3.1	X3.2	X3.3	X3.4	Y1.1	Y1.2	Y1.3	Y1.4	Y2.1	Y2.2	Y2.3	Y2.4
MUHAMMAD YAFI ANWAR S	T7A	582111228074	3	3	3	3	4	4	5	1	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4
RICO SEPTIAN PRIANTO	T7A	582111228046	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	2
BADIL IDDO SIBARANI	T7A	582111228057	4	5	4	4	3	5	3	5	5	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
DHIVA SUKMA ARDHANA	T7B	582111238271	4	4	4	4	5	5	5	5	1	2	2	1	4	3	3	4	3	3	4	3
FIRMANSYAH UMAR ARRASYID SUROSO	T7B	582111217991	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	2	1	3	4	4	3	3	4	4	3
EDGAR WIRA CELESTA	T7A	582111228060	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3
NADHIF FADHANSYAH	T7A	582111228043	5	5	3	5	4	4	2	4	5	6	5	4	3	5	1	5	3	4	4	2
NABIL NURRUSADI	T7B	582111238286	5	5	5	5	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	4	4	3	3
MUHAMMAD FARKHAN SURYA	T7A	582111228070	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	2	3	3	3	4	4	5	5
RIZKI SATRIA	T7A	582111228047	5	5	5	5	4	5	5	5	4	3	3	3	2	2	3	3	4	5	5	4
AGUNG RIYADI PRATAMA	T7B	582111238277	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	3	2	4	4	4	4	4	5	5	5
MUHAMMAD AHNIS BATRA HUSADA	T7B	582111238275	5	1	4	5	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2
MUHAMMAD AUFA FAHMI FATA	T7A	582111228067	2	2	1	2	4	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
ADI LAKSONO	T7B	582111238268	5	5	1	5	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4
ZULFAN ALIF FIRDAUS	T7B	582111238091	2	2	2	2	4	3	3	3	4	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	2
ROMZI NAUFAL MUSTAGHFIRIN	T7A	582111228048	3	4	3	4	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3
ARDIAN YUSUF	T7B	582111238270	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	3	2	2	3
KAILEE KURNIANTO	T7B	582111238274	5	5	5	1	3	3	2	3	3	3	2	3	3	4	4	3	4	4	3	4
MUHAMMAD TAUFIQUEUR ROHMAN	T7B	582111238101	5	5	5	1	4	5	5	5	2	3	3	2	3	4	4	4	4	4	3	4
SHELLY NOVA HUKAWA	T7B	582111238089	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4
FAIZAL PUTRA PRADANA	T7B	582111238097	5	5	5	4	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2
DENI HUSEIN WICAKSONO	T7B	582111238279	5	5	4	5	1	2	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5
EKA CANDRA WIJAYA	T7B	582111238096	5	5	5	5	4	1	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3
HARYUDHANTO GIGIH BINTANG KUSUMA	T7B	582111238273	5	5	5	5	2	2	1	2	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4
KEVIN EGGY PASTRANA	T7A	582111228037	1	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3
FAUZAN FADHLUR ROHMAN	T7A	582111228061	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	3	4	4	3	5	5	5	5
KRISNA MAHA PERDANA	T7B	582111238099	5	5	5	5	5	2	4	2	3	4	1	4	4	4	5	5	4	5	5	4
BAGAS PRASETYO	T7A	582111228058	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	1	4	4	5	4	4	4	5	4
KSATRIA MUKTI DARMAWAN	T7A	582111228028	5	5	5	5	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	3
SATRIA ADHI PRAKUSYA WIBOWO	T7A	582111228049	5	5	5	5	4	3	2	4	3	3	2	3	2	3	3	3	2	4	4	4
MUHAMMAD AURICK SINBAD A	T7A	582111228068	2	2	2	2	5	5	4	5	5	5	4	5	3	3	4	4	3	3	4	3
NUGROHO AJI SAPUTRO	T7A	582111228044	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	3	3	4	3	4	5	5	5
AGUNG DWI NUGROHO	T7A	582111228055	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4
AHMAD ALFITHO ANDREANSYAH	T7B	582111238269	5	1	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5
FATAH ARRASYID	T7B	582111238079	4	4	1	4	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	4	4	3	3	4	3
EDGAR DWI BADRIKHA	T7B	582111238095	4	5	1	5	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4
DZAKI FATIH MAULANA	T7B	582111218015	1	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3
MUHAMMAD AKBAR ADI SUSENO	T7A	582111228041	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
ANDIKA FRENDI ARI PUTRA	T7B	561911237310	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3
MUHAMMAD NAUFAL AINUL DAFFA	T7A	582111228071	2	1	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3
GANI MURA I GUSTI	T7B	582111238098	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2
M. RIGEL SADDAM AL KHAFI	T7A	582111228063	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3
SURYA PUTRA ARDIANSYAH	T7A	582111228051	5	5	5	5	4	5	4	4	4	1	1	1	3	4	4	4	3	4	4	4
DYLAN ADITYO NUGROHO	T7A	582111228036	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3
LEGAN ALI MUSTAFID	T7B	582111228062	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4
BRYAN ARYA PUTRA NIGARA	T7B	582111218012	2	1	2	2	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4
MUHAMMAD DEDE YUSUF	T7B	582111238085	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4
BAYU AJI PAMUNGKAS	T7A	582111228035	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4
LEONARDO ACRUX	T7A	582111228039	4	4	5	5	4	5	5	5	5	3	3	3	5	3	3	3	4	4	5	4
PRIMA YASWIDI	T7A	582111228045	5	5	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3
MIKHAEL HUTAGALUNG	T7A	582111228064	1	5	5	5	4	3	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3
WENDY PUTRA TEGAR WESTYPAR	T7B	582111238104	1	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2
ARDHA RAMADHANI ANDIANTO PUTRA	T7A	582111228034	4	1	4	4	3	4	3	4	3	2	3	2	3	3	4	3	3	4	4	4

Lampiran VII Hasil Uji SmartPLS 4.0

Cross Loadings

Construct Crossvalidated Redundancy

Total	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6	Case7	Copy to Clipboard: Excel Format R Format	
				SSO	SSE	Q ² (= 1-SSE/SSO)			
Kinerja Operasional Kapal				208.000	88.644	0.574			
Kinerja Provision Refrigerator Compressor				208.000	132.737	0.362			
Kondisi Lingkungan Sekitar				208.000	208.000				
Perawatan dan Perbaikan Permesinan Refrigerasi				208.000	208.000				
SDM di Atas Kapal				208.000	208.000				

CRV

Construct reliability and validity - Overview					Copy to Excel/Word	Copy to R
	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)		
Kinerja Operasional Kapal	0.903	0.906	0.933	0.776		
Kinerja Provision Refrigerator Compressor	0.883	0.901	0.920	0.743		
Kondisi Lingkungan Sekitar	0.884	0.893	0.920	0.742		
Perawatan dan Perbaikan Permesinan Refrigerasi	0.869	0.875	0.911	0.718		
SDM di Atas Kapal	0.862	0.873	0.906	0.706		

F-square

f-square - Matrix					
	Kinerja Operasional Kapal	Kinerja Provision Refrigerator Compressor	Kondisi Lingkungan Sekitar	Perawatan dan Perbaikan Permesinan Refrigerasi	SDM di Atas Kapal
Kinerja Operasional Kapal					
Kinerja Provision Refrigerator Compressor	0.237				
Kondisi Lingkungan Sekitar	0.149	0.254			
Perawatan dan Perbaikan Permesinan Refrigerasi	0.296	0.089			
SDM di Atas Kapal	0.198	0.189			

Fornell

Discriminant validity - Fornell-Larcker criterion						Copy to Excel/Word	Copy to R
	Kinerja Operasional Kapal	Kinerja Provision Refrigerator Compressor	Kondisi Lingkungan Sekitar	Perawatan dan Perbaikan Permesinan Refrigerasi	SDM di Atas Kapal		
Kinerja Operasional Kapal	0.881						
Kinerja Provision Refrigerator Compressor	0.768	0.862					
Kondisi Lingkungan Sekitar	0.603	0.564	0.861				
Perawatan dan Perbaikan Permesinan Refrigerasi	0.613	0.444	0.199	0.848			
SDM di Atas Kapal	0.682	0.593	0.401	0.400	0.840		

HTMT

Discriminant validity - Heterotrait-monotrait ratio (HTMT) - Matrix						Copy to Excel/Word	Copy to R
	Kinerja Operasional Kapal	Kinerja Provision Refrigerator Compressor	Kondisi Lingkungan Sekitar	Perawatan dan Perbaikan Permesinan Refrigerasi	SDM di Atas Kapal		
Kinerja Operasional Kapal							
Kinerja Provision Refrigerator Compressor	0.849						
Kondisi Lingkungan Sekitar	0.673	0.635					
Perawatan dan Perbaikan Permesinan Refrigerasi	0.684	0.498	0.221				
SDM di Atas Kapal	0.762	0.662	0.453	0.464			

Path Coefficients

Path coefficients - Mean, STDEV, T values, p values					
	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
Kinerja Provision Refrigerator Compressor -> Kinerja Operasioal Kapal	0.341	0.336	0.130	2.624	0.004
Kondisi Lingkungan Sekitar -> Kinerja Operasioal Kapal	0.228	0.220	0.103	2.205	0.014
Kondisi Lingkungan Sekitar -> Kinerja Provision Refrigerator Compressor	0.380	0.389	0.084	4.513	0.000
Perawatan dan Perbaikan Permesinan Refrigerasi -> Kinerja Operasioal Kapal	0.301	0.295	0.081	3.710	0.000
Perawatan dan Perbaikan Permesinan Refrigerasi -> Kinerja Provision Refrigerator Compressor	0.226	0.225	0.091	2.489	0.006
SDM di atas Kapal -> Kinerja Operasioal Kapal	0.273	0.287	0.097	2.827	0.002
SDM di atas Kapal -> Kinerja Provision Refrigerator Compressor	0.350	0.350	0.103	3.409	0.000

R-square

R-square - Overview		
	R-square	R-square adjusted
Kinerja Operasioal Kapal	0.765	0.745
Kinerja Provision Refrigerator Compressor	0.521	0.491

VIF

Collinearity statistics (VIF) - Outer model - List		Copy to Excel/Word	Copy to R
	VIF		
X1.1	2.384		
X1.2	2.179		
X1.3	1.993		
X1.4	1.954		
X2.1	1.852		
X2.2	2.362		
X2.3	2.148		
X2.4	2.200		
X3.1	1.998		
X3.2	3.080		
X3.3	2.055		
X3.4	2.577		
Y1.1	1.757		
Y1.2	2.703		
Y1.3	3.812		
Y1.4	3.982		
Y2.1	2.146		
Y2.2	3.795		
Y2.3	2.768		
Y2.4	3.451		

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama: Irwan Alfarizky Amrullah
2. Tempat, Tanggal Lahir: Meral Kec. Karimun, 11 Agustus 2000
3. NIT: 582111238282 T
4. Agama: Islam
5. Jenis Kelamin: Laki-Laki
6. Golongan Darah: O
7. Alamat: Jl. Lemah Gempal 1/24, Bulustalan, Semarang Selatan, Kota Semarang,
Jawa Tengah
8. Nama Orang tua:

Ayah : Erwin Corbusier Amrullah

Ibu : Indah Tri Wahyuni
9. Praktek Laut:

Perusahaan Pelayaran : Pan Ocean Co., Ltd.

Divisi / Bagian : Engine Cadet

Masa Praktik : 27 Juli 2023 – 28 Juli 2024