



**ANALISIS PENURUNAN KINERJA *RELIQUEFACTION*
SYSTEM TERHADAP TEMPERATUR DAN TEKANAN KARGO
DI LPG/C PERTAMINA GAS 1**

SKRIPSI

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

NANDI FAIZIN MUSYAFFA

58211118119 N

PROGRAM STUDI NAUTIKA DIPLOMA IV

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

SEMARANG

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PENURUNAN KINERJA RELIQUEFACTION SYSTEM
TERHADAP TEMPERATUR DAN KARGO
DI LPG/C PERTAMINA GAS 1**

DISUSUN OLEH

NANDI FAIZIN MUSYAFFA
NIT. 582111118119 N

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dosen Pembimbing I

Materi

Dr. Capt. KAROLUS GELEUK SENGADJI, M. M, M. H

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 19591016 199503 1 001

Dosen Pembimbing II

Metodologi dan Penulisan

Drs. SUHARTO, M.T.

Penata Tk. I (IV/b)

NIP. 19661219 199403 1 001

Mengetahui

Ketua Program Studi Nautika

Dr. YUSTINA SAPAN, S.Si.T, M.M

Penata Tingkat I (III/d)

NIP. 19771129 200502 2 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Analisis Pengaruh Penurunan Kinerja *Reliquefaction System* Terhadap Temperatur dan Tekanan Kargo di LPG/C Pertamina Gas 1”

Nama : NANDI FAIZIN MUSYAFFA

NIT : 58211118119

Program Studi : D-IV Nautika

Telah dipertahankan di hadapan panitia penguji skripsi prodi Nautika Politeknik Ilmu

Pelayaran Semarang , pada hari *Rabu*..., tanggal *12 Maret*

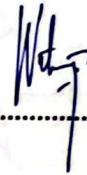
Semarang, *2025*

PENGUJI

Penguji I : WAHJU WIBOWO., S.Sos., M.Psi., M.Mar

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19710102 199803 1 003



Penguji II : Drs. SUHARTO, M.T.

Penata Tk.I (IV/b)

NIP. 19661219 199403 1 001



Penguji III : TARUGA RUNADI, M. Si.

Penata Muda Tk. I (III/b)

NIP. 19910601 202012 1 009



Mengetahui

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dr. Ir. Mafrisal., M.T., M. Mar. E

Pembina Tk. I (IV/b)

NIP. 19730205 199903 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : NANDI FAIZIN MUSYAFFA

NIT : 58211118119

Program Studi : D-IV Nautika

Skripsi dengan judul “Analisis Pengaruh Penurunan Kinerja *Reliquefaction System* terhadap Temperatur dan Tekanan Kargo di LPG/C Pertamina Gas 1”. Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan penulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku baik sebagian maupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.



NANDI FAIZIN MUSYAFFA

NIT. 58211118119 N

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

1. *There is a will, there is a way* (disitu ada kemauan, disitu ada jalan)
2. *The only person that you should compare yourself to, is the person that you were yesterday* (bandingkanlah dirimu dengan dirimu yang kemarin)
3. Konsistensi menjadi kunci dalam setiap kesuksesan yang terjadi
4. Libatkan orang tua dan tuhan dalam setiap proses yang dijalani

Persembahan:

1. Kepada orang tua tecinta, Bapak Endi Rohendi dan Ibu Nanin Suminar serta adik saya Syauqi Shihab Ramadhan
2. Kepada Almamaterku Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
3. Kepada PT. Pertamina International Shipping dan kru kapal LPG/C Pertamina Gas 1

PRAKATA

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia dan nikmat yang diberikan sehingga peneliti mampu menyelesaikan penelitian skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh Penurunan Kinerja *Reliquefaction System* terhadap Temperatur dan Tekanan Kargo di LPG/C Pertamina Gas 1”.

Skripsi ini disusun bertujuan untuk memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S. Tr. Pel), serta syarat dalam menyelesaikan program pendidikan Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, ditemukan hambatan dan rintangan yang dihadapi dimana pada akhirnya dapat dilalui berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, saya sampaikan ucapan terima kasih kepada:

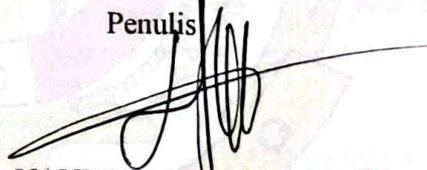
1. Dr. Ir. Mafrisal., M. T., M. Mar. E selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan kemudahan dalam menuntut ilmu di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Dr. Yustina Sapan., S.Si.T., M.M selaku Kaprodi Nautika yang telah memberikan kemudahan kepada peneliti dalam penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Capt. Karolus Geleuk Sengadji., M.M., M.H selaku Dosen Pembimbing materi yang dengan sabar dan tanggungjawab telah memberikan dukungan, bimbingan, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Drs. Suharto, M.T. selaku Dosen Pembimbing penelitian yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.

5. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan semangat, kasih sayang dan dukungan spiritual.
6. Adik kandung saya yang selalu memberikan dukungan serta doa.
7. Teman dan sahabat saya taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
8. Seluruh kru dan perwira LPG/C Pertamina Gas 1 yang senantiasa mendampingi dan melancarkan penelitian ini.

Peneliti berharap skripsi yang telah dibuat dapat bermanfaat bagi diri sendiri dan orang lain. Dengan segala keterbatasan yang ada, peneliti menyadari masih banyak kekurangan dari skripsi yang dibuat sehingga peneliti berhadapan adanya kritik dan saran.

Semarang, 11 *maret*2025

Penulis



NANDI FAIZIN MUSYAFFA

NIT. 58211118119 N

ABSTRAKSI

NANDI FAIZIN MUSYAFFA. 2025 “Analisis Pengaruh Penurunan Kinerja *Reliquefaction System* terhadap Temperatur dan Tekanan Kargo di LPG/C Pertamina Gas 1” Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Nautika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. Capt Karolus Geleuk Sengadji., M.M., M.H, Pembimbing II: Drs. Suharto, M.T.

Gas released merupakan suatu peristiwa yang sangat tidak diharapkan oleh kapal LPG, dikarenakan menimbulkan banyak resiko yang membahayakan bagi seluruh awak kapal dan operasi. Terjadinya *gas released* dikarenakan tingginya temperatur dan tekanan di dalam tangki kargo yang melebihi M.A.R.V.S (*Maximum Allowable Relief Valve System*). Tingginya temperatur dan tekanan kargo dalam tangki ini disebabkan oleh menurunnya kinerja *reliquefaction system* sehingga tidak bekerja dengan maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor penyebab menurunnya kinerja *reliquefaction system* dalam menanggulangi agar peristiwa yang sama tidak terjadi dikemudian hari.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode kualitatif dengan menerapkan metode analisis data SHELL (*Software, Hardware, Environment, liveware*) dengan membandingkan tiap komponen. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, wawancara dan studi pustaka berupa foto, dokumen dan manual yang relevan dengan penelitian. Uji keabsahan data yang digunakan yaitu triangulasi (sumber, teknik dan waktu).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kurangnya pemeliharaan dan perawatan terhadap instrumen kompresor menyebabkan menurunnya kinerja *reliquefaction system*. *Seawater filter* yang kotor dan pompa air laut yang korosi menjadi salah satu faktor penyebabnya. Perawatan dan pemeliharaan sesuai dengan *plan maintenance system* dan standar operasional prosedur perlu diaplikasikan dalam menjaga kinerja sistem ini.

Kata kunci: *Reliquefaction system*, instrumen kompresor, *gas released*

ABSTRACT

NANDI FAIZIN MUSYAFFA. 2025 “Analisis Pengaruh Penurunan Kinerja *Reliquefaction System* terhadap Temperatur dan Tekanan Kargo di LPG/C Pertamina Gas 1” Thesis. Diploma IV Program, Nautical Study Program, Merchant Marine Polytechnic of Semarang, Supervisor I: Dr. Capt. Karolus Geleuk Sengadji., M.M., M.H, Supervisor II: Drs. Suharto, M.T.

Gas released is something that is not expected by LPG vessel, because it can pose many dangerous risks to all crewmembers and operations. The occurrence of gas released due to high temperature and pressure in the cargo tank that exceeds M.A.R.V.S (*Maximum Allowable Relief Valve System*). The high temperature and pressure in the cargo tank caused by the decline of the performance of reliquefaction system so that it does not work maximally. This research is intended to understand the factors causing the decline of the reliquefaction system in overcoming so that same event does not occur in the future.

The method used in this research is a qualitative method by applying the SHEL (Software, Hardware, Environment, and Liveware) data analysis method by comparing each components. Data collection techniques were carried out by means of observation, interviews and literature studies in the form of photos, documents and manuals relevant to the research. The data validity test used is triangulation (source, technique and time).

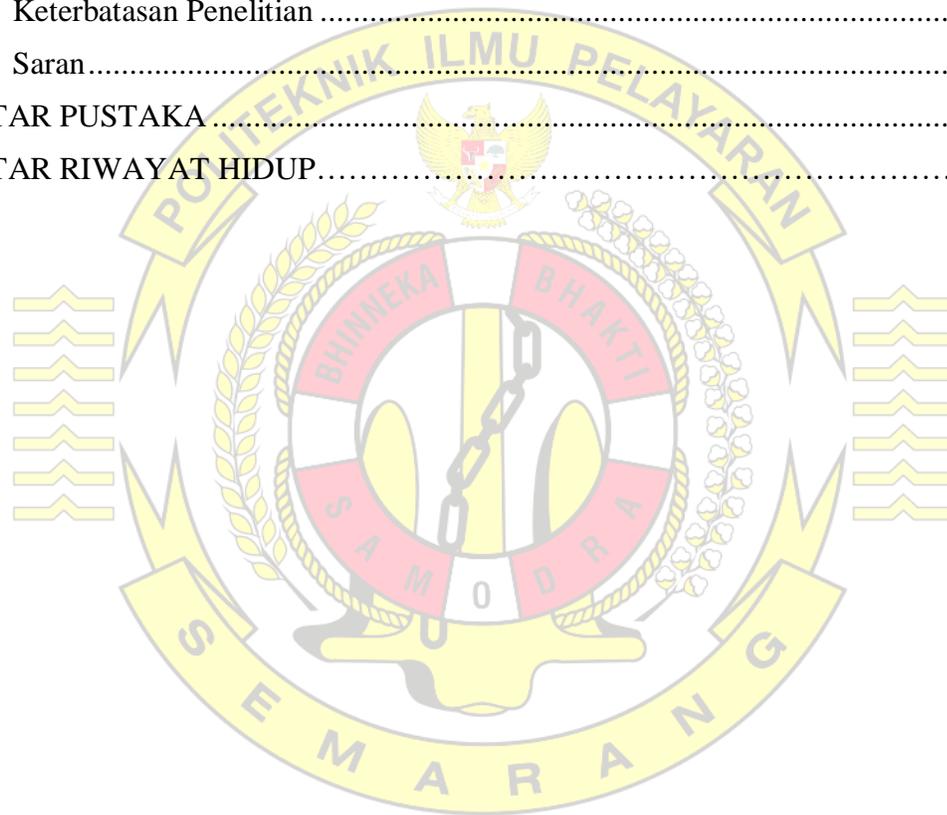
The result showed that the lack of maintenance and care of the compressor instrument caused a decrease in the performance of reliquefaction system. Dirty seawater filter and corroded seawater pumps were among the contributing factors. Care and maintenance in accordance with the plan maintenance system and standard operating procedures need to be applied in maintaining the performance of the system.

Keywords : Reliquefaction system, compressor instruments, gas released

DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA	vi
ABSTRAKSI.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Fokus Penelitian.....	3
C. Rumusan Masalah.....	4
A. Tujuan Penelitian	4
B. Manfaat Hasil Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. Deskripsi Teori.....	7
B. Kerangka Pikir Peneliti.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Metode Penelitian.....	25
B. Tempat Penelitian.....	26
C. Sumber Data Penelitian	27
D. Teknik Pengumpulan Data	28
E. Instrumen Penelitian.....	30
F. Teknik Analisa Data Kualitatif	31

G. Pengujian Keabsahan Data	34
BAB IV HASIL PENELITIAN.....	36
A. Deskripsi Data.....	38
B. Temuan	42
C. Pembahasan Hasil Penelitian	48
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	68
A. Simpulan.....	68
B. Keterbatasan Penelitian	69
C. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	72
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	79



DAFTAR TABEL

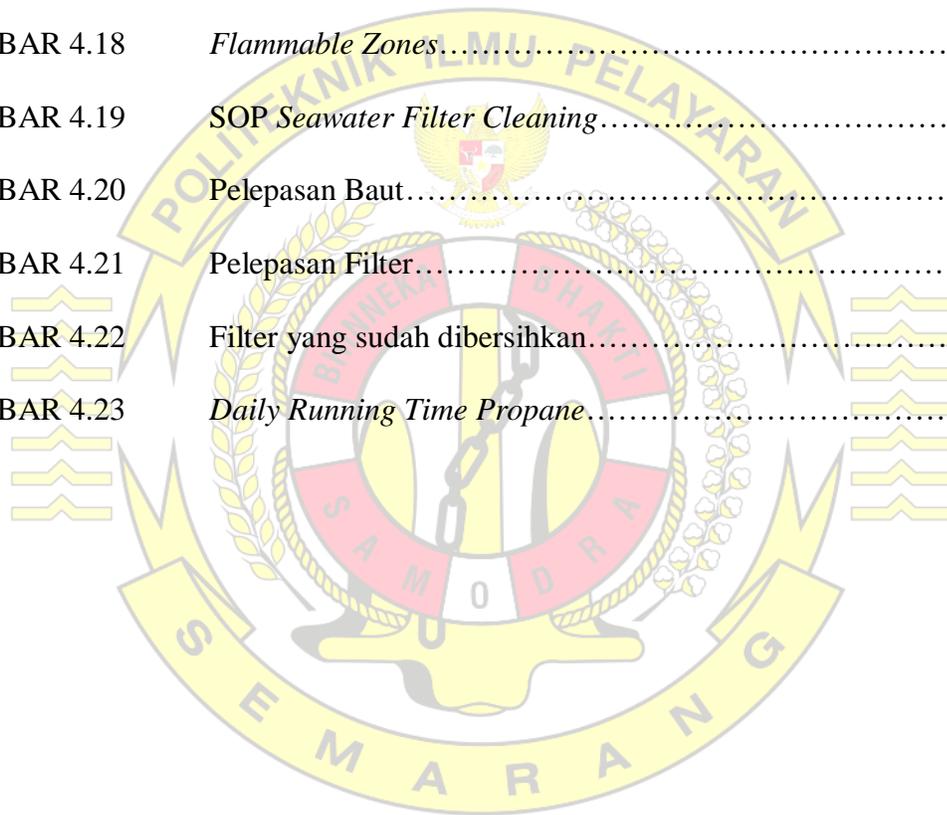
TABEL 2.1	Tabel Spesifikasi Kompresor Muatan.....	13
TABEL 2.2	Tabel Spesifikasi Kondensor.....	15
TABEL 4.1	Tabel Penelitian Terdahulu.....	37



DAFTAR GAMBAR

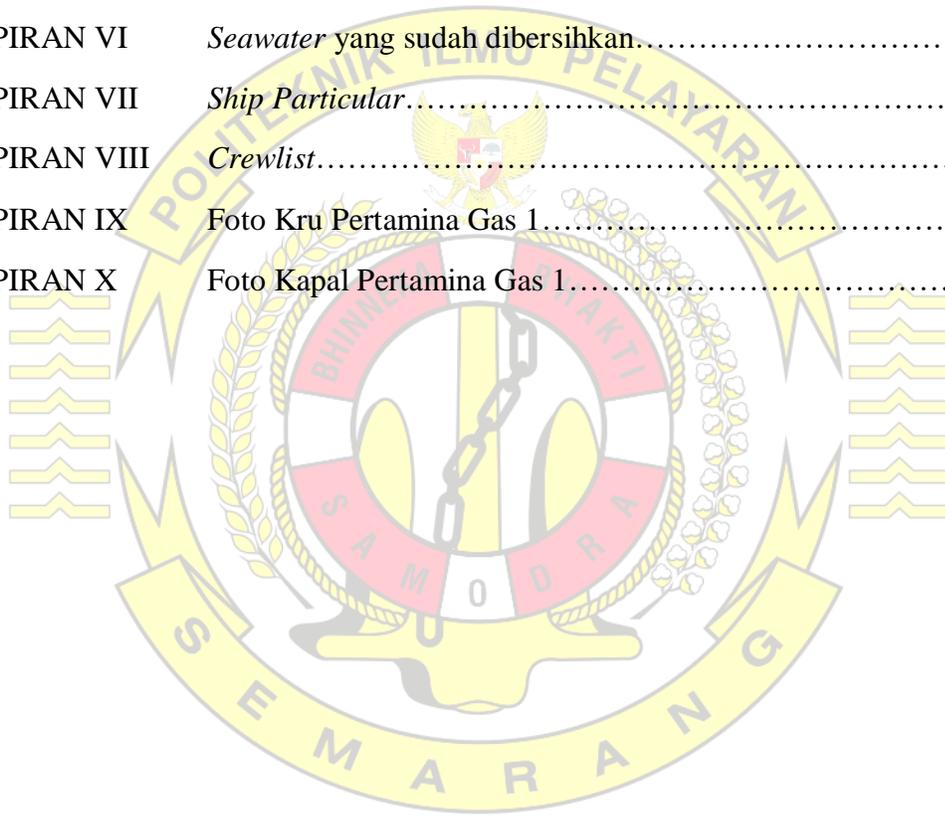
GAMBAR 2.1	<i>Type A Tank Fully Refrigrated Carrier</i>	10
GAMBAR 2.2	<i>Prismatic Tank Type A</i>	10
GAMBAR 2.3	<i>Panel Reliquefaction System di CCR</i>	17
GAMBAR 2.4	<i>1-Stage and 2-Stage</i>	18
GAMBAR 2.5	<i>Condenser</i>	19
GAMBAR 2.6	<i>Expansion Valve</i>	20
GAMBAR 2.7	Kerangka Berfikir Peneliti.....	24
GAMBAR 3.1	Triangulasi Sumber Penelitian.....	35
GAMBAR 4.1	PT PIS.....	39
GAMBAR 4.2	LPG/C Pertamina Gas 1.....	40
GAMBAR 4.3	<i>Crewlist</i>	41
GAMBAR 4.4	<i>Thermodynamic Properties of Gases</i>	43
GAMBAR 4.5	<i>Cooling Down Calculation</i>	43
GAMBAR 4.6	<i>Seawater Filter</i>	46
GAMBAR 4.7	<i>Maintenance of Seawater</i>	47
GAMBAR 4.8	<i>Compressor Specification</i>	48
GAMBAR 4.9	<i>Impeller yang keropos</i>	50
GAMBAR 4.10	<i>Seawater Filter yang kotor</i>	51
GAMBAR 4.11	<i>Seawater Filter Normal Operation</i>	52
GAMBAR 4.12	<i>First Flushing Phase</i>	53

GAMBAR 4.13	<i>Second Flushing Phase</i>	54
GAMBAR 4.14	<i>Final Flushing Phase</i>	55
GAMBAR 4.15	<i>Cargo Tank Compartment</i>	57
GAMBAR 4.16	<i>Flammable Range</i>	59
GAMBAR 4.17	<i>Flammable Range by Vol</i>	60
GAMBAR 4.18	<i>Flammable Zones</i>	61
GAMBAR 4.19	<i>SOP Seawater Filter Cleaning</i>	62
GAMBAR 4.20	Pelepasan Baut.....	63
GAMBAR 4.21	Pelepasan Filter.....	64
GAMBAR 4.22	Filter yang sudah dibersihkan.....	65
GAMBAR 4.23	<i>Daily Running Time Propane</i>	66



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	Wawancara 1.....	73
LAMPIRAN II	Wawancara 2.....	75
LAMPIRAN III	Wawancara 3.....	77
LAMPIRAN IV	<i>Seawater Filter</i> yang kotor.....	78
LAMPIRAN V	<i>Impeller</i> yang keropos.....	79
LAMPIRAN VI	<i>Seawater</i> yang sudah dibersihkan.....	80
LAMPIRAN VII	<i>Ship Particular</i>	81
LAMPIRAN VIII	<i>Crewlist</i>	82
LAMPIRAN IX	Foto Kru Pertamina Gas 1.....	83
LAMPIRAN X	Foto Kapal Pertamina Gas 1.....	84



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dalam buku “*Liquefied Gas Handling Principles On Ship and Terminals*, LGHP4 4th edition 2016.” LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) merupakan bahan bakar berupa gas yang dicairkan dari proses distilasi dalam tekanan yang tinggi. Komponen utama dari LPG adalah hidrokarbon berupa *Propane* (C₃H₈), *Butane* (C₄H₁₀) dan campuran keduanya.

LPG merupakan komponen penting untuk suplai energi dunia yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri (*petrochemical feedstock*), transportasi, sumber daya energi (*power generation*), dan bahan bakar pada bidang industri. Pengolahan gas bumi khususnya bagi negara Indonesia diolah menjadi gas tabung untuk kepentingan nasional berupa keperluan rumah tangga.

Dalam mengangkut muatan LPG, berdasarkan IGC Code (2016) terdapat beberapa jenis kapal yang dapat mengangkutnya, salah satunya yaitu *Fully-Refrigerated Vessel* yang dapat memuat *Propane* (C₃H₈) dan *Butane* (C₄H₁₀) . Kapal jenis ini dapat memuat kargo dengan temperatur tidak lebih dari minus 55° C (-55°C) dan tekanan atmosfer tidak lebih dari 0.25 bar pada saat di pelabuhan dan 0.40 bar pada saat di laut lepas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyetulan terhadap alarm ketika kapal berada di pelabuhan dan ketika kapal berada di laut lepas agar terhindar dari bahaya-bahaya yang tidak diinginkan.

Kapal dengan jenis ini, memerlukan sebuah sistem yang dapat menjaga temperatur dan tekanan kargo (*temperature and pressure control*) agar tetap stabil dan tidak melebihi MARVS (*Maximum Allowable Relief Valve System*), yang dimana jika temperatur dan tekanan melebihi yang ditentukan, maka *safety valve* akan aktif dan gas akan dibuang melalui *vent mast*, peristiwa ini dinamakan *gas released*. Menurut *European Commission*, pada tahun 2019 terjadi 88 peristiwa pembuangan gas dan 26 diantaranya dikarenakan *mechanical integrity*. Oleh karena itu dalam kapal gas, sistem *pressure and temperature control* memiliki peranan yang esensial.

Dalam hal ini, kapal dengan tipe *Fully-Refigerated* memiliki sistem yang dinamakan *Reliquefaction System* sebagai *temperature and pressure control*. Namun, dalam pelaksanaannya, seperti contoh di MT. Pertamina Gas 1, *Reliquefaction system* bekerja dengan tidak maksimal yang menyebabkan temperatur dan tekanan melebihi yang telah ditentukan. Hal ini sangat membahayakan keselamatan kru kapal dan menyebabkan kerugian.

Sistem reliq ini sangat perlu diperhatikan perawatannya agar dapat bekerja dengan maksimal sehingga temperatur dan tekanan kargo berada pada batas yang telah ditentukan. Ada beberapa instrumen yang dapat mempengaruhi kinerja dari sistem reliq ini, salah satunya yaitu instrumen pada kompressor. Jika salah satu instrumen pada kompressor tidak bekerja dengan maksimal, maka akan mempengaruhi seluruh sistem. Salah satu komponen dalam kompressor yang perlu

diperhatikan yaitu kondensor. Alat ini berpengaruh dalam *heat exchange* pada *reliequfaction system*. Memanfaatkan laju air laut dalam prosesnya. Jika perawatan terhadap kondensor bermasalah, maka akan memperlambat proses *heat exchange* sehingga temperatur dan tekanan kargo akan naik dengan sangat cepat.

Perawatan kompressor dalam memaksimalkan *reliequfaction system* sangat esensial, bukan hanya kondensor, namun elemen lainnya juga seperti *knockout drum*, *intercooler*, *expansion valve* dan *liquid receiver*. Diperlukan perawatan berkala sehingga *reliequfaction system* dapat bekerja dengan maksimal.

Jika terjadi kelalaian dalam perawatan sistem ini, maka dapat menyebabkan temperatur dan tekanan muatan menjadi tinggi dan berlebihan, sehingga kebocoran gas pun bisa terjadi, meskipun dilengkapi dengan *safety relief valve*, kebocoran gas dapat menimbulkan kondisi yang berbahaya dikarenakan karakteristik gas yang bersifat *combustible*. Hal tersebut dapat mengakibatkan ledakan, pencemaran udara dan instrumen lainnya yang dapat membahayakan dan menyebabkan kerugian.

B. Fokus Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah dipaparkan di atas, dalam menjaga temperatur dan tekanan kargo, diperlukan kinerja *reliequfaction system* yang maksimal. Kinerja *reliequfaction system* ini dipengaruhi oleh beberapa faktor. Dalam penelitian ini, peneliti akan fokus membahas bagaimana perawatan

instrumen kompressor yang tidak maksimal dapat menjadi faktor major menurunnya kinerja *reliquefaction system*. Penurunan kinerja *reliquefaction system* ini dapat membahayakan keselamatan kru dan menyebabkan kerugian. Oleh karena itu, sebagai langkah preventif agar peristiwa di atas tidak terulang, penulis meneliti lebih lanjut dengan mengambil judul penelitian:

”Analisis Pengaruh Penurunan Kinerja *Reliquefaction System* Terhadap Temperatur dan Tekanan Kargo di LPG/C Pertamina Gas 1”.

C. Rumusan Masalah

Dari uraian di atas jelas bahwa penurunan kinerja *reliquefaction system* berpengaruh terhadap temperatur dan tekanan kargo. Oleh karena itu, perumusan masalah yang dibahas meliputi:

1. Apa faktor penyebab menurunnya kinerja *reliquefaction system*?
2. Apa akibat atau dampak yang disebabkan dari menurunnya kinerja *reliquefaction system*?
3. Bagaimana upaya yang dapat dilakukan dalam mempertahankan kinerja *reliquefaction system*?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari masalah yang telah dibahas maka tujuan penelitian yang akan dibahas ini untuk memahami isi dari penelitian. Berikut ini merupakan tujuan penelitian yang akan disampaikan peneliti sesuai dengan rumusan masalah:

1. Untuk mengetahui faktor penyebab menurunnya kinerja *reliquefaction system*.

2. Untuk mengetahui akibat atau dampak yang disebabkan dari menurunnya kinerja *reliquefaction system*.
3. Untuk mempelajari upaya yang harus dilakukan dalam mempertahankan kinerja *reliquefaction system*.

E. Manfaat Hasil Penelitian

Dengan adanya penelitian dan pembuatan karya ilmiah skripsi ini, penulis berharap skripsi ini dapat menjadi pembelajaran dan bermanfaat bagi para pembaca. Terdapat beberapa manfaat yang dapat diambil dari penulisan karya ilmiah skripsi ini yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Secara Teoritis
 - a. Penelitian ini berguna dalam mengetahui dan mempelajari ilmu pengetahuan mengenai penyebab menurunnya kinerja pada sistem *reliquefaction* tidak beroperasi secara maksimal, serta pengaruhnya terhadap temperatur dan tekanan kargo.
 - b. Dengan hasil penelitian ini agar dapat bermanfaat dalam mengetahui upaya yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kinerja *reliquefaction system* dalam mencegah terjadinya *gas released*.
 - c. Penelitian ini berguna bagi pihak kampus dalam menambah referensi untuk para taruna/i dalam pengembangan penelitian lanjutan yang memiliki subjek penelitian yang sama.

2. Manfaat Secara Praktis

- a. Bagi taruna/i pelayaran, hasil penelitian ini dapat digunakan dalam pembelajaran dan menambah wawasan mengenai *reliquefaction system* dan pengaruhnya terhadap temperatur dan tekanan kargo.
- b. Bagi perusahaan pelayaran, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi tambahan dalam meneliti terjadinya *high temperature* dan *pressure* untuk menjaga keselamatan dan keamanan kru.



BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Teori merupakan suatu konsep, prinsip ataupun asumsi yang menjelaskan suatu fenomena tertentu berdasarkan pengamatan, analisis maupun eksperimen yang dapat digunakan dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan. Dalam pembahasan mengenai analisis pengaruh penurunan kinerja *reliquefaction system* terhadap temperatur dan tekanan kargo, maka diperlukan penjelasan mengenai istilah-istilah yang berkaitan dengan topik diatas guna mempermudah pemahaman. Istilah-istilah yang dijelaskan diambil dari berbagai sumber literatur.

Diantaranya sebagai berikut:

1. Analisis

Menurut Sugiyono (2019) analisis adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan bahan-bahan lain, yang dilakukan dengan mengelompokan data, menjabarkannya ke dalam unit-unit, melakukan penyatuan, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan yang akan dipelajari, dan membuat kesimpulan sehingga dapat mudah dipahami dan temuannya dapat diinformasikan kepada orang lain. Dalam pengertian lain analisis adalah kegiatan berpikir untuk menguraikan suatu keseluruhan menjadi komponen sehingga dapat mengenal tanda-tanda komponen, hubungannya satu sama lain

dan fungsi masing-masing dalam satu keseluruhan yang terpadu. Sedangkan menurut Krippendorf (2021) analisis merupakan suatu teknik penelitian untuk membuat referensi yang dapat ditiru dan shahih datanya dengan memperhatikan konteks penelitiannya. Jadi menurut pengertian beberapa ahli diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa analisis merupakan suatu proses mencari dan menyusun suatu data atau permasalahan yang diperoleh dari wawancara, catatan lapangan atau bahan-bahan lain yang dapat ditarik kesimpulannya dan diinformasikan kepada orang lain.

2. Kapal

Berdasarkan *The Convention on the International Regulations for Preventing Collision at Sea 1972 (COLREG 1972)*, kapal mencakup setiap jenis pesawat air, termasuk pesawat tanpa berat benaman, pesawat *WIG (Wing in Ground)* dan pesawat terbang laut yang digunakan atau yang dapat digunakan sebagai sarana angkutan transportasi di air.

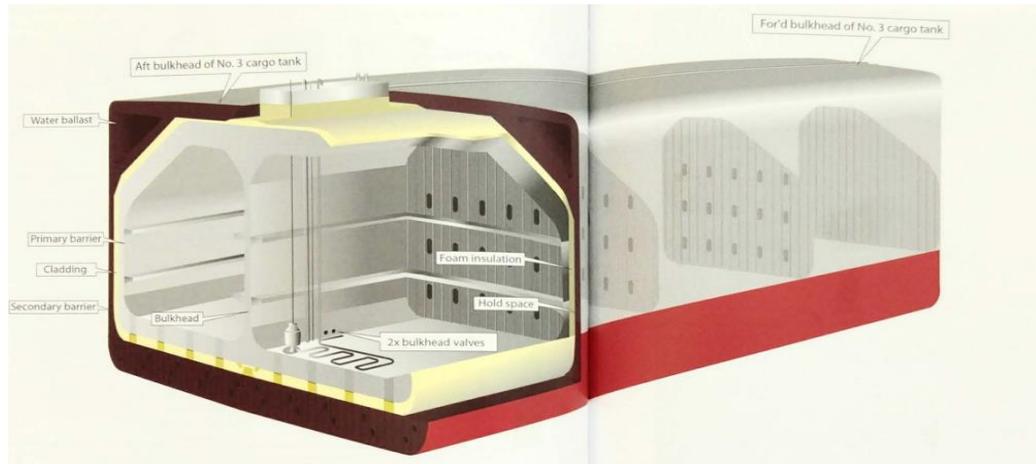
Kapal gas merupakan kapal yang dirancang untuk mengangkut berbagai jenis muatan *liquefied gas* dalam jumlah yang besar. Salah satu jenis dari kapal ini yaitu *Fully-Refrigerated Vessel*. Dalam buku *Liquefied Gas Handling Principles On Ship and Terminals*, LGHP4 4th edition 2016, kapal jenis ini merupakan kapal yang berkapasitas besar dan memuat LPG, *ammonia* dan *vinyl chloride*. Berkapasitas sekitar 70.000 – 85.000 m³, dengan *working pressure* 0.7 bar dan didesain dengan temperatur rendah sekitar -48°C.

Kapal dengan jenis ini memiliki karakteristik membawa muatan dengan temperatur dan tekanan yang rendah sehingga dapat membawa muatan gas dengan bentuk cair. Adapun karakteristik dari kapal Pertamina Gas 1:

a. Tangki muatan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) Pertamina Gas 1

Kapal LPG/C Pertamina Gas 1 membawa muatan LPG yang didinginkan sepenuhnya dibawah tekanan udara eksternal sehingga suhunya harus mendekati dengan titik didih (*Boiling Point*). Tangki muatan di Pertamina Gas 1 merupakan jenis independen tipe "A". tangki jenis ini tidak membentuk konstruksi lambung kapal, dan tidak berpengaruh terhadap lambung kapal. Bentuk tangki tipe "A" di Pertamina Gas 1 merupakan berbentuk prismatic. Yang dimana didesain untuk memungkinkan tekanan maksimum 0.7 bar.

Kapal dengan jenis ini memiliki *secondary barrier* yang bertujuan untuk keamanan dalam pencegahan kebocoran kargo. kargo tangki sebagai (*primary barrier*) dan *cargo hold space* sebagai (*secondary barrier*). *Hold space* harus diisi dengan inert gas dalam mencegah terjadinya *flammable atmosphere* ketika kargo mengalami kebocoran. Berdasarkan IGC Code, tangki tipe "A" didesain untuk dapat memuat muatan dengan temperatur dibawah -55°C.



Gambar 2.1 Type A tank fully-refrigerated LPG carrier
 Sumber: *Liquefied Gas Handling Procedure 4th edition*



Gambar 2.2 Prismatic tank type A

Sumber: dokumentasi pribadi

b. Muatan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*)

Muatan yang terdapat pada LPG/C Pertamina Gas 1 yaitu *propane* (C₃H₈) dan *Butane* (C₄H₁₀). *Propane* memiliki *boiling point* atau titik didih sebesar -42.3° C dan *butane* sebesar -0.5°C. Dan tangki pada kapal

jenis ini memiliki batas suhu sampai -50°C . Berdasarkan *International Gas Carrier* (IGC Code) Bab 3, *Liquefied gas* atau gas yang cair merupakan cairan yang memiliki tekanan uap jenuh lebih dari 2.8 bar absolut (bar a) pada temperatur 37.8°C . Karakteristik fisik dari muatan jenis ini, yaitu memungkinkan gas dapat diangkut dalam keadaan cair pada temperatur dan tekanan tertentu.

Muatan *propane* dan *butane* merupakan hasil olahan gas alam yang memiliki karakteristik tidak berwarna (*colorless*), mudah terbakar (*flammable*) dan tidak berbau (*odorless*). Muatan jenis ini memiliki peran vital sebagai sumber energi dunia yang dimana kita perlu mengetahui lebih lanjut mengenai sifat-sifat fisik dan kimia dalam menjamin keamanan.

3. *Reliquefaction*

Menurut Mc Guire & White (2016) dalam buku *Liquefied Gas Handling Procedure* (LGHP4), *reliquefaction* merupakan sebuah proses pencairan kembali *vapour* gas yang bertujuan untuk menjaga temperatur dan tekanan dalam tangki. Sistem ini menggunakan kompressor dalam prosesnya dengan menarik *vapour* dari dalam tangki, disalurkan melalui *condensate line* menuju kompressor room untuk melewati beberapa tahapan.

a. Tujuan *reliquefaction system*

- 1) Untuk mempertahankan agar muatan tetap pada temperatur dan tekanan sesuai dengan desain muatan kapal.
- 2) Untuk menjaga muatan agar tetap dalam keadaan cair dengan cara mensirkulasikan *vapour* (uap) kedalam kompressor dan kembali kedalam tangki.

b. Instrumen *reliquefaction system*

Dengan ini, adapun instrumen dalam *reliquefaction system*:

1) Kompressor

Kargo kompressor yang dimiliki oleh LPG/C Pertamina Gas 1 memiliki tipe (3k140-3A-1) *Burckhardt Compression*. Dan berjumlah 4 kompressor dengan elektrik motor yang berotasi dengan kecepatan 590 rpm . Dalam *reliquefaction system*, kompressor ini berfungsi sebagai tempat *vapour* diubah menjadi *liquid* kembali dengan beberapa tahapan yang harus dilewati.

Dikarenakan kompressor ketika bekerja akan menghasilkan panas, diperlukan temperatur kontrol agar kompressor dapat bekerja dengan batas temperatur yang sudah diatur. Oleh karena itu, sebelum mengaktifkan kompressor, perlu mengaktifkan *glycol system* sebagai *cooling* untuk kompressor.

Dalam proses kompresor ini, *vapour* akan ditekan sehingga memiliki suhu yang tinggi dan akan berubah menjadi *liquid* ketika melewati *heat exchanger*. Kompresor dalam proses *reliquefaction* memiliki beberapa tahapan yang harus dilewati. Yang pertama, *vapour* akan disirkulasikan dari tangki menuju kompresor dengan melewati *condensate line*, lalu *vapour* akan masuk melewati *knockout drum*, *1-stage suction*, *1-stage discharge*, *intercooler*, *2-stage suction*, *2-stage discharge*, *condenser*, *liquid receiver*, *expansion valve* dan kembali kedalam tangki dalam bentuk *liquid*.

Tabel 2.1 Spesifikasi kompresor muatan

Sumber: Cargo Handling Manual – Pertamina 84k

Percepatan	245 kW/596 rpm
Model	M3BP 400LK 4-12 B3
Pembuat	ABB
Percepatan	Warsita oil & gas system Amerika Serikat

2) *Knockout drum*

Instrument ini merupakan tahapan awal pada sistem reliq, dimana vapour dihisap dan akan difilter atau dipisahkan agar liquid tidak masuk kedalam kompressor.

3) *1-stage and 2-stage*

Dalam proses ini, vapour dari knockout drum akan di kompres sehingga mencapai tekanan dan temperatur tertentu.

4) *Intercooler*

Suhu yang telah dihasilkan dari *1-stage discharge* sangat tinggi, jika diteruskan langsung ke *2-stage suction*, maka kompressor akan terhenti dikarenakan suhu yang tinggi. Oleh karena itu, *intercooler* berfungsi untuk menurunkan suhu sebelum masuk ke *2-stage suction*. *Intercooler* menurunkan suhu dengan cara *spraying vapour* menggunakan *vapour* dingin ketika sudah melewati *liquid receiver*.

5) Kondensor

Gas yang telah dikompres dan melewati *2-stage discharge* akan memiliki temperatur yang sangat tinggi (*superheated*). Pada kondenser, gas yang memiliki temperatur yang tinggi akan *cooled down* sehingga menjadi *liquid* dan memiliki suhu sesuai dengan *seawater temperature*.

Sesuai dengan Second law “*heat will flow naturally from the hot body to a cooler one*”.

Pada proses ini, *seawater* akan masuk kedalam *seawater inlet* dan terjadilah *heat exchange* pada kondenser sehingga gas yang semula memiliki temperatur tinggi akan terjadi kondensasi dan memiliki temperatur sesuai dengan *seawater temperature*.

Tabel 2.2 Spesifikasi kondenser

Sumber: Cargo Handling Manual – Pertamina 84k

Percepatan	579 kW/126 m ³ /h
Model	TM10
Pembuat	Alfa Laval
Percepatan	Warsita oil & gas system Amerika Serikat

6) *Liquid Receiver*

Liquid receiver merupakan tempat dimana liquid ditampung setelah mengalami proses kondensasi dari kondenser. Dalam proses ini, tidak terjadi apa-apa, hanya menampung liquid dari kondenser.

7) *Expansion Valve*

Expansion valve merupakan *sub-cooling unit* dalam proses *reliquefaction system*. Merupakan sebuah valve yang terhubung dengan *liquid receiver* yang berfungsi sebagai pendingin liquid. Ketika sudah melewati *liquid receiver*, liquid akan melewati *expansion valve* sebelum masuk ke *condensate line*. Sesuai dengan *The joule-Thomson effect*, “ setiap fluida saat mengalir dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah, akan terjadi proses sub-cooling”.

c. *Preliminary Precautions*

Sebelum proses *reliquefaction system* dimulai, *Chief Officer* ataupun *Gas Engineer* perlu memperhatikan dan memastikan hal-hal dibawah ini:

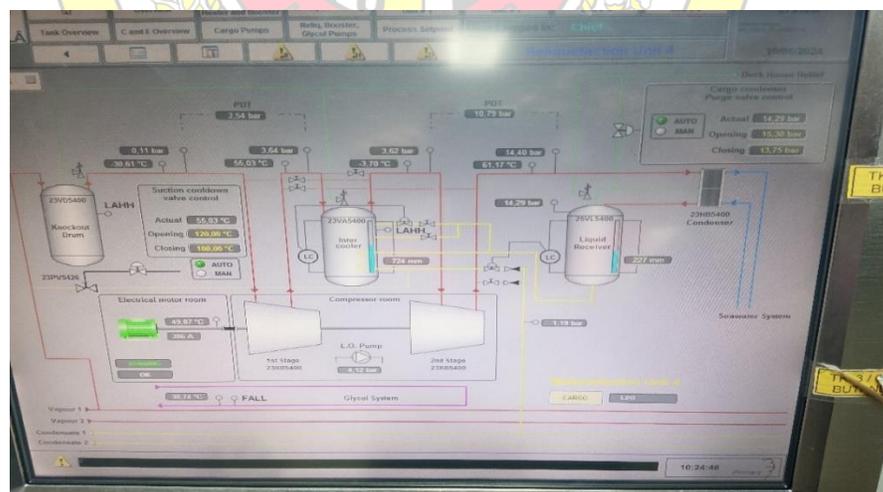
- 1) *Gas detection system* dipastikan sudah aktif dan bekerja dengan baik
- 2) Memulai *Glycol heater* pada kompressor sebelum memulai *reliquefaction*
- 3) Mengecek kembali setiap *line up* atau *valve* agar terbuka
- 4) Mengaktifkan sistem pendingin air laut untuk kompressor sebagai temperatur kontrol
- 5) Menyalakan kompresor dengan membuka *by pass* dari katup keluaran tahap dua ke sisi penghisap lalu menutup *by pass* dan menjalankan

kompresor dengan kapasitas 50% kemudian ditingkatkan ke 100% jika diperlukan, ketika telah berjalan dengan sempurna.

- 6) Memastikan seluruh instrumen *reliequfaction* bekerja dengan maksimal
- 7) Dan yang paling penting, sebelum memulai proses ini, selalu menginformasikan ke kamar mesin, apakah *power* mencukupi atau tidak.

d. Pengoperasian *reliequfaction* system

Dalam proses *reliequfaction* system, terdapat dua cara dalam monitoring line up, yaitu dengan mengontrol menggunakan panel di CCR dan local. Dengan panel di CCR, *Gas Engineer* dapat memonitor proses dan perkembangan sistem yang sedang dilaksanakan dengan mudah. Adapun proses pelaksanaan sistem ini sebagai berikut:



Gambar 2.3 Panel *Reliequfaction* system in CCR

Sumber: Dokumentasi kapal

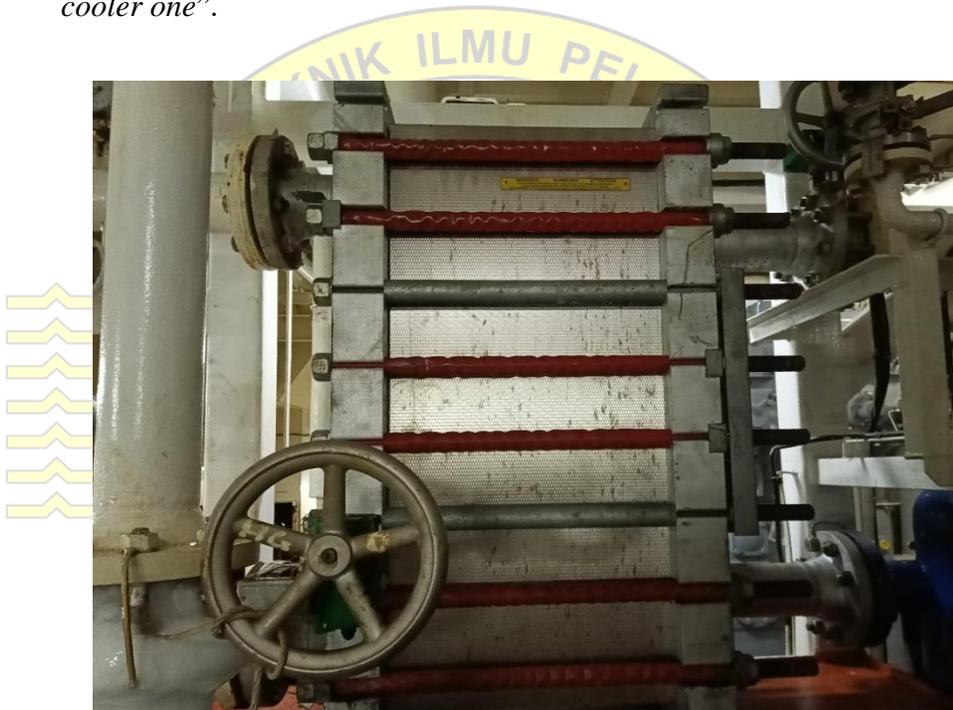
- 1) Setelah kompresor sudah dinyalakan dan line up sudah dilakukan dengan benar, maka *vapour* akan disirkulasikan melalui *vapour line* kedalam kompresor.
- 2) Karena *vapour* memiliki *moisture*, maka perlu dipastikan tidak ada liquid yang masuk kedalam kompresor karena dapat menyebabkan kompresor mengalami trip. Dalam hal ini, fungsi *knock out drum* dan demensernya.
- 3) Sesudah melewati *knock out drum*, *vapour* akan di *compress* di *1-stage suction* dan *discharge* dimana pada tahapan ini, temperatur dan tekanan mengalami kenaikan.
- 4) Dari *1-stage suction* dan *discharge*, *vapour* yang memiliki temperatur dan tekanan yang tinggi, harus didinginkan terlebih dahulu melewati *intercooler*.
- 5) Setelah itu *vapour* masuk ke *2-stage suction* dan *discharge* untuk mengalami proses kompresi yang kedua kalinya.



Gambar 2.4 *1-stage* dan *2-stage*

Sumber: Dokumentasi kapal

- 6) Lalu tahapan selanjutnya vapour yang memiliki temperatur dan tekanan yang tinggi akan mengalami *heat exchange* pada *condenser*.
- 7) Dalam *condenser*, terdapat proses *heat exchange* dari *vapour* menjadi liquid dikarenakan aliran air laut yang memiliki temperatur yang berbeda, dalam hal ini sesuai dengan gas law "*heat will flow naturally from a hot body to a cooler one*".



Gambar 2.5 Condenser

Sumber: Dokumentasi kapal

- 8) Setelah *vapour* berubah wujud menjadi liquid, liquid akan dialirkan ke *liquid receiver* hanya untuk menampung liquid.
- 9) Sebagian dari liquid akan masuk kembali kedalam *intercooler* untuk *spray vapour* dalam proses kompresi.

- 10) Dikarenakan liquid masih memiliki temperatur yang sama dengan air laut, perlu dilakukan *subcooling* dengan melewati *expansion valve*. Ketika melewati *expansion valve*, temperatur dan tekanan liquid akan menjadi lebih dingin sesuai dengan Joule-Thompson Effect “*if a gas is allowed to expand freely, there should be no change in temperature. However, under certain condition, the expansion of a gas can cause a reduction in temperature. Simply, if a gas expanded, it will be cooled*”.



Gambar 2.6 *expansion valve*

Sumber: Dokumentasi kapal

- 11) Setelah melewati *expansion valve*, liquid akan kembali dialirkan melalui *condensate line* dan masuk kedalam tangki melewati *bottom spray* atau *top spray*.

4. *Safety Relief Valve*

Setiap tangki kargo memiliki 2 *safety relief valve* yang terhubung dengan *vent mast*. Ketika tekanan kargo melebihi batas yang telah ditentukan, maka *safety relief valve* akan aktif dan gas akan direlease melalui *vent mast*. Tangki kargo didesain dengan tekanan internal sebesar 0.275 barg ketika dalam pelayaran dan 0.400 barg ketika berada di pelabuhan.

Para perwira perlu memastikan agar tekanan dan temperatur di tangki kargo tidak melebihi batas yang telah ditentukan, jika melebihi batas yang telah ditentukan, akan membahayakan keselamatan kru dan menyebabkan kerugian.

5. Pemeliharaan/perawatan

Sehrawat dan Narang, (2001). Memaparkan bahwa pemeliharaan merupakan pekerjaan yang secara sistematis dilakukan dalam tujuan memperbaiki atau menjaga fasilitas agar sesuai dengan standar fungsional.

Perawatan atau pemeliharaan (*Maintenance*) adalah sebuah kegiatan untuk mengembalikan fungsi dari mesin atau system ke fungsi normal (Dhamayanti et al., 2016).

Sofy dan Assauri, (2004). Menjelaskan bahwa pemeliharaan yaitu aktifitas menjaga peralatan/fasilitas serta memperbaiki atau mengganti sesuai dengan kebutuhan supaya terbentuk kondisi operasi yang sesuai dengan yang telah direncanakan.

Degan mengacu dari definisi-definisi diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa pemeliharaan atau perawatan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara regular untuk merawat atau menjaga fasilitas atau alat agar dapat bekerja secara maksimal dan dapat digunakan secara normal.

a. Tujuan pemeliharaan

Menurut Assauri (2004), ada beberapa tujuan dilakukannya pemeliharaan, diantaranya:

- 1) Memperpanjang usia dari asset yang kita miliki
- 2) Menjamin kesiapan operasional alat dan ketersediaan produksi
- 3) Menjaga kualitas dari alat agar dapat digunakan dengan maksimal dan optimal
- 4) Menjamin keamanan dan keselamatan pengguna dari alat tersebut

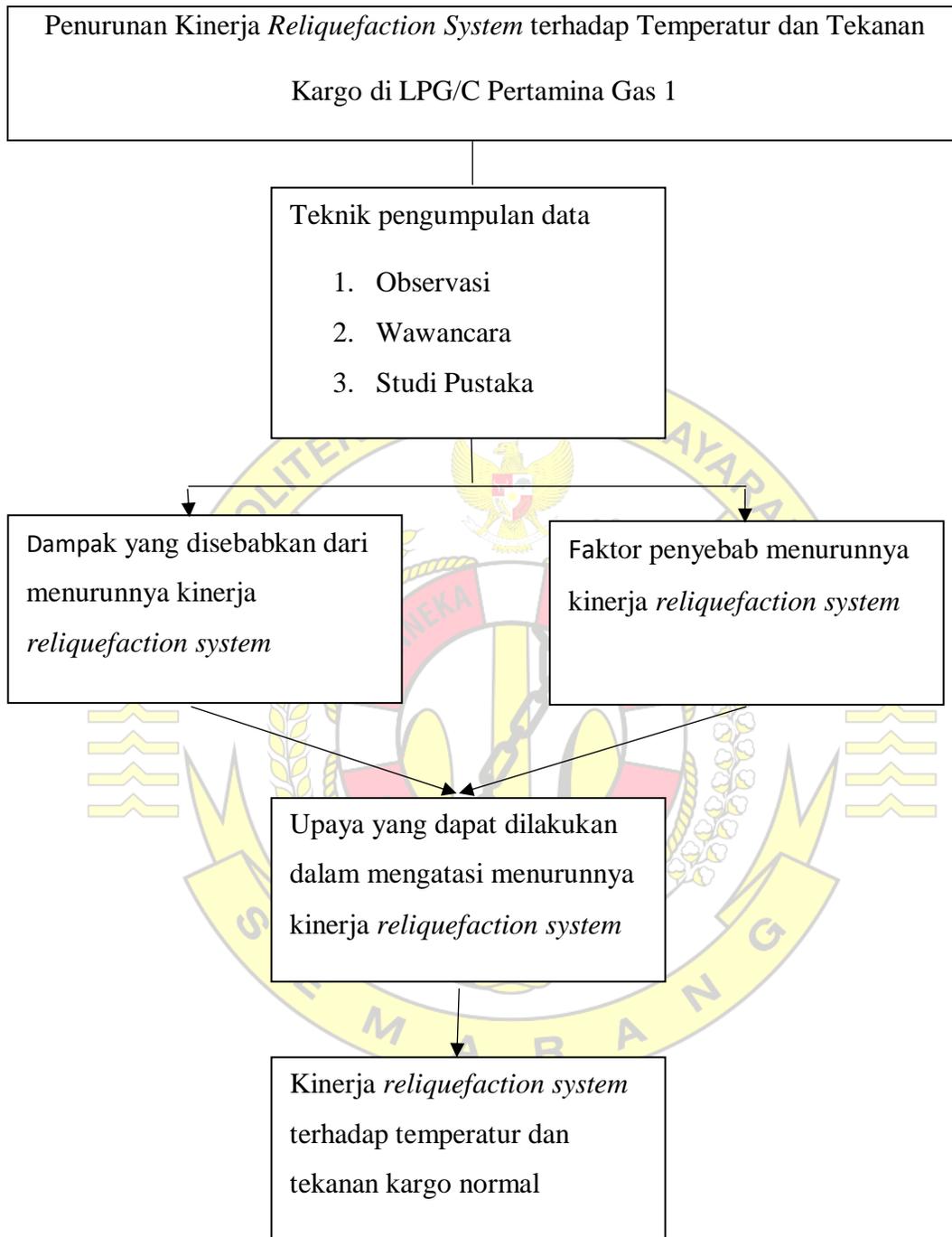
b. Fungsi pemeliharaan

Ahyari (2002) menjelaskan bahwa fungsi dari pemeliharaan yaitu agar memperpanjang umur ekonomis dari mesin dan ketersediaan alat-alat produksi agar dapat bekerja secara optimal. Dan demi terlaksananya proses produksi yang aman dalam jangka waktu yang panjang.

B. Kerangka Pikir Peneliti

Polancik (2009) menjelaskan bahwa kerangka pikir merupakan suatu alur sistematis mengenai topik penelitian yang akan dijelaskan. Kerangka berfikir merupakan penjelasan konseptual sementara mengenai keterkaitan objek permasalahan dengan teori yang menjelaskan suatu topik yang akan dibahas. Berikut ini kerangka pikir peneliti digambarkan dalam bentuk diagram:





Gambar 2.7 Kerangka Berfikir Peneliti

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dari pembahasan bab sebelumnya, peneliti memperoleh hasil terkait faktor penyebab penurunan kinerja *reliequfaction system*. Penurunan kinerja *reliequfaction system* pun memiliki dampak yang cukup besar terhadap keselamatan dan operasi. Selain itu peneliti memperoleh hasil mengenai penanganan yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan diatas.

Adapun kesimpulan mengenai penyebab penurunan kinerja *reliequfaction system* adalah sebagai berikut:

1. Faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja *reliequfaction system* di LPG/C Pertamina Gas 1

Ambient temperature (suhu lingkungan) menjadi salah satu penyebab menurunnya kinerja *reliequfaction system*. Suhu lingkungan yang tinggi ditambah dengan tidak maksimalnya performa instrumen-instrumen kompresor menyebabkan banyak kerugian. Instrumen-instrumen kompresor ini dipengaruhi oleh tidak maksimalnya perawatan dan pemeliharaan sesuai dengan *plan maintenance system* yang dilakukan oleh kru dan perwira terkait.

2. Dampak atau akibat yang ditimbulkan dari menurunnya kinerja *reliefaction system*

Menurunnya kinerja *reliefaction system* ini menyebabkan tingginya temperatur dan tekanan kargo sehingga terjadi *gas released*. Dikarenakan *gas released* terjadi, *chief officer* harus menghentikan operasi dan kegiatan yang dilakukan diatas kapal dalam menjaga keselamatan dan keamanan seluruh komponen kapal.

3. Upaya yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kinerja *reliefaction system*

Pembersihan, perbaikan, perawatan, pemeliharaan dan inspeksi terhadap instrumen-instrumen kompresor perlu dilakukan secara berkala sesuai dengan *plan maintenance system*. Selain itu, koordinasi antar kru dalam merawat instrumen kompresor perlu dimaksimalkan dan melaporkan jika terjadi hal abnormal dalam sistem.

B. Keterbatasan Penelitian

Peneliti menyadari bahwa adanya kekurangan dalam penelitian yang dilaksanakan. Keterbatasan yang dimiliki penulis menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya. Adapun beberapa keterbatasan yang dialami peneliti adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan hanya dari satu kapal, jika peneliti melaksanakan penelitian lebih dari satu kapal, peneliti akan mendapatkan banyak *insight* mengenai permasalahan yang terjadi.
2. Penelitian dilakukan hanya ketika peneliti melaksanakan praktek laut selama 12 bulan sehingga pembahasan terhadap penelitian yang ada kurang mendalam.
3. Penelitian ini bersifat kualitatif yang dimana dapat berubah berdasarkan kondisi yang ada di lapangan. Artinya penelitian kualitatif ini kurang terstruktur, sulit diprediksi, dan memiliki potensi subjektivitas yang tinggi.

C. Saran

Dari kesimpulan diatas, maka penulis mencoba memberikan saran-saran yang dimana dapat digunakan sebagai referensi bagi pihak terkait tanpa mengurangi rasa hormat. Saran-saran dibawah ini dapat menjadi referensi untuk menjaga kinerja reliquefaction system dalam menjaga keselamatan awak kapal dan kelancaran operasi agar tidak terulangnya kejadian yang sama di masa yang akan mendatang. Adapun saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Hendaknya para kru dan perwira terkait memperhatikan faktor lainnya seperti *ambient temperature* yang dapat mempengaruhi kinerja sistem ini. Selain itu, hal major seperti instrumen kompresor perlu dilakukan perawatan dan pemeliharaan secara berkala, jika terdapt *defect*, perwira terkait dapat melaporkannya kepada *marine superintendent* untuk ditindaklanjuti.

2. Perlu dilakukan pencatatan secara kontinu terhadap temperatur dan tekanan dalam kargo. Jika terjadi hal-hal diluar seperti biasanya, dapat melaporkan kepada perwira yang bertanggung jawab.
3. Implementasi *plan maintenance system* perlu dimaksimalkan dengan cara memberikan pemahaman ketika di dalam *toolbox meeting* maupun pertemuan lainnya. Diharapkan seluruh kru dan perwira memahami betapa pentingnya perawatan dan pemeliharaan berkala sesuai dengan *plan maintenance system*.



DAFTAR PUSTAKA

- Destina Surya Dhamayanti, J. A. (2016). *Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin Komori LS440 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM II) Dan Risk Based Maintenance (RBM) DI PT ABC*. Bandung: Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri.
- Dr. Drs. H. Rifa'i Abubakar, M. A. (2020). *Pengantar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: SUKA-Press UIN Sunan Kalijaga.
- Krippendorff, K. (2022). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc.
- Lubis, A. (2016). *Basis Data Dasar*. Yogyakarta: Deepublish.
- McGuire G, W. B. (2016). *Liquefied Gas Handling Procedures on Ships and in Terminals 4th Edition*. United Kingdom: Witherby Seamanship.
- Organization, I. M. (2016). *International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (Second Edition)*. London, United Kingdom.
- Organization, I. M. (Consolidated Edition 2018). *Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea 1972*. London, United Kingdom.
- Sudaryono. (2016). *Metode Penelitian: Kualitatif, Kuantitatif dan Mix Method*. Depok: Rajawali Pers.
- Sugiyono, P. D. (2015). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Method)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono, P. D. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan: Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono, P. D. (2022). *Metode Penelitian Kualitatif (Untuk penelitian yang bersifat: eksploratif, enterpretif, interaktif dan konstruktif)*. Bandung: Alfabeta.

LAMPIRAN I. Wawancara 1

Narasumber 1 : Sivabalan Arumugam (Chief Officer)

Pewawancara : Nandi Faizin Musyaffa (Cadet)

Cadet : Selamat sore chief, berdasarkan peristiwa yang terjadi, mengapa temperatur dan tekanan dapat meningkat dengan cepat? Apakah ada kaitannya dengan *reliquefaction system*?

C/O : Selamat sore cadet, temperatur dan tekanan yang tinggi ini disebabkan oleh instrumen *reliquefaction* yang menurun kinerjanya. Khususnya pada *heat exchanger*, proses perubahan wujud atau proses *reliquefy* melambat dikarenakan adanya hambatan dalam *heat exchanger*. Selain itu, faktor dari lingkungan pun berpengaruh det, dalam hal ini *ambient temperature*. Walaupun kapal kita memiliki *thermal insulation*, namun jika sistem reliq ini menurun kinerjanya, maka *ambient temperature* pun berpengaruh terhadap kenaikan temperatur dan tekanan kargo.

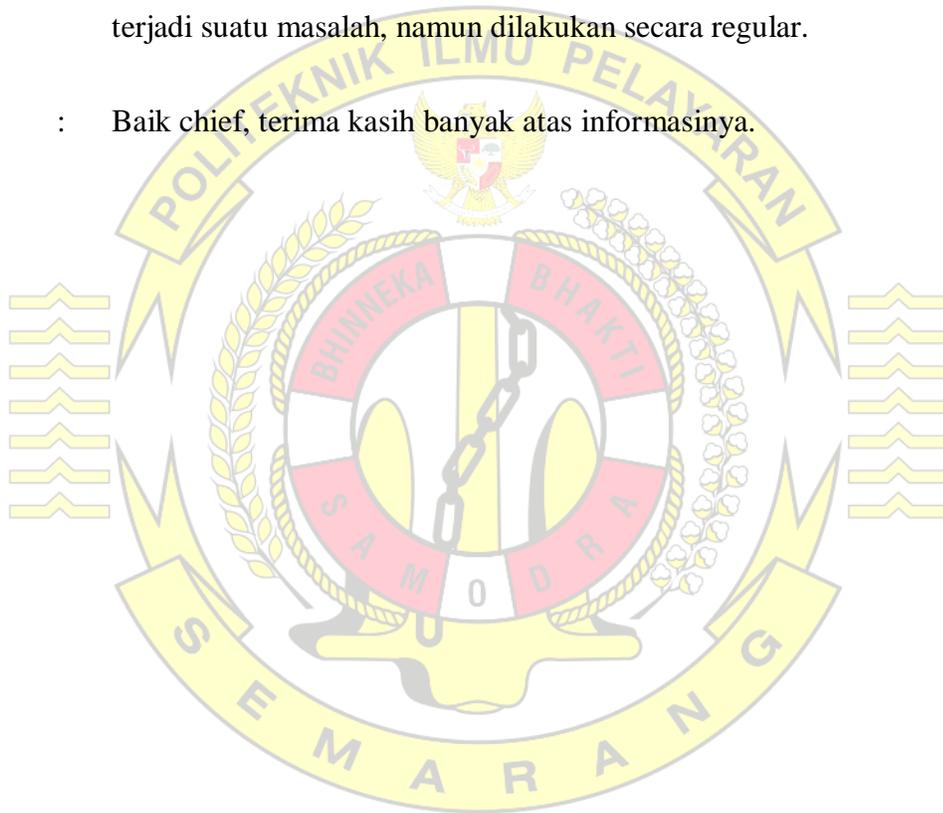
Cadet : Lalu chief, bagaimana pertimbangan dalam melakukan tindakan pembuangan gas?

C/O : Pembuangan gas dapat dilakukan jika dalam kondisi darurat. Dikarenakan proses reliq saja tidak dapat menurunkan tekanan secara cepat berdasarkan tabel perhitungan dari *cooling down calculation*.

Cadet : Baik chief, lalu dalam hal ini, upaya yang dapat dilakukan dalam mempertahankan sistem ini bagaimana chief?

C/O : Tentu saja det dalam mempertahankan sistem ini perlu dilakukan perawatan dan inspeksi secara berkala berdasarkan plan maintenance system. Perawatan dan pemeliharaan ini dilakukan bukan hanya ketika terjadi suatu masalah, namun dilakukan secara regular.

Cadet : Baik chief, terima kasih banyak atas informasinya.



LAMPIRAN II. Wawancara 2

Narasumber 1 : Setiaji Putra Kelana (*Gas Engineer*)

Pewawancara : Nandi Faizin Musyaffa (*Cadet*)

Cadet : Selamat sore gaseng, mengapa sistem reliq ini bisa menurun kinerjanya? Apa faktor penyebabnya?

G/E : Sore det, jadi penyebab menurunnya sistem reliq ini dikarenakan oleh instrumennya yang tidak bekerja dengan maksimal. Dalam hal ini impeller pompa air laut yang keropos dan *seawater filter* yang kotor.

Cadet : Apa pengaruhnya terhadap proses reliq seng?

G/E : Dalam proses reliq ini, salah satu yang memegang peranan penting dalam terjadinya *heat exchange* yaitu kondensor. Didalam kondensor ini air laut masuk sehingga merubah wujud zat dari vapour menjadi liquid. Jika air laut tidak mengalir secara maksimal, maka proses *heat exchange* pun akan terhambat, jika terhambat maka proses reliq akan terhambat juga. Melambatnya aliran air laut dikarenakan impeller yang keropos dan *seawater filter* yang kotor.

Cadet : Lalu seng upaya yang dapat dilakukan apa dalam menanggulangnya?

G/E : Tentu saja dengan melaksanakan perawatan regular terhadap instrumen reliq ini berdasarkan dengan *plan maintenance system*.

Cadet : Baik seng, terima kasih atas informasinya.



LAMPIRAN III. Wawancara 3

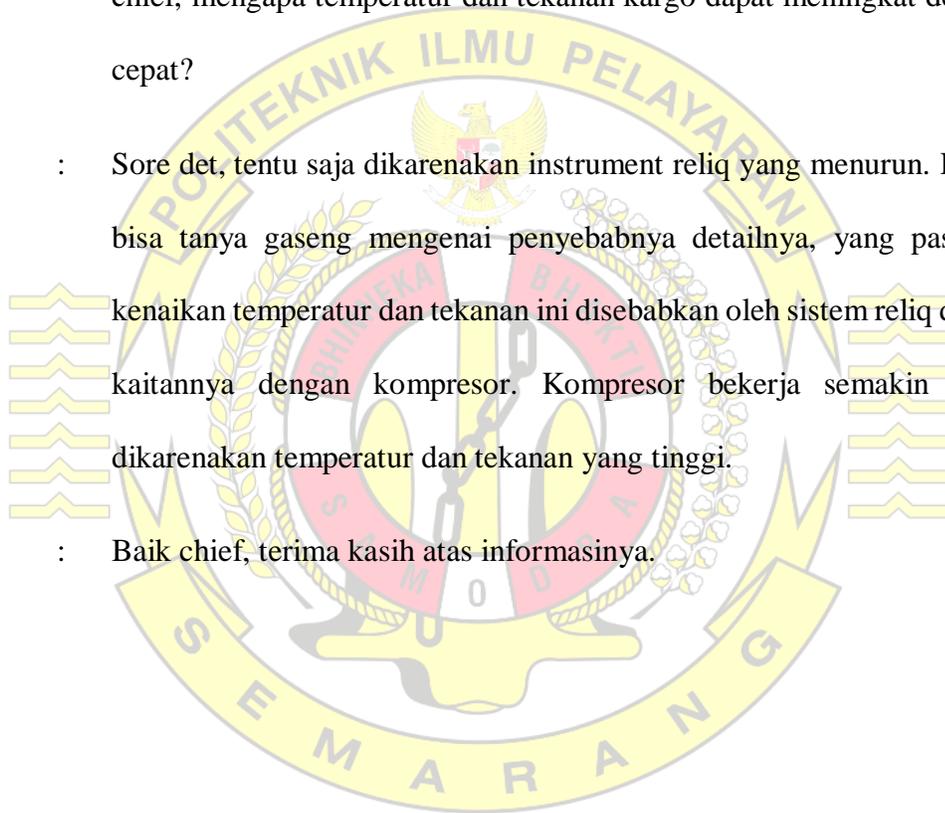
Narasumber 1 : Pankaj Goel (Chief Engineer)

Pewawancara : Nandi Faizin Musyaffa (Cadet)

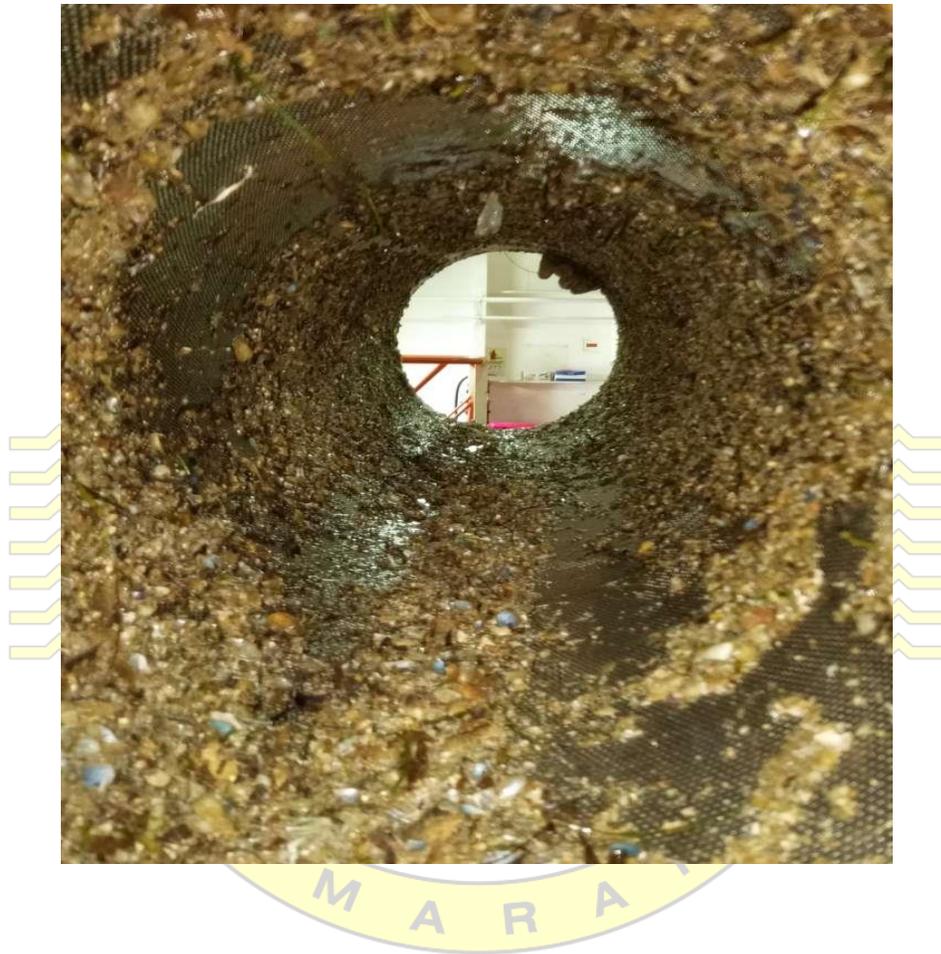
Cadet : Selamat sore chief, menilik dari peristiwa reliq ini, dari pandangan chief, mengapa temperatur dan tekanan kargo dapat meningkat dengan cepat?

C/E : Sore det, tentu saja dikarenakan instrument reliq yang menurun. Kamu bisa tanya gaseng mengenai penyebabnya detailnya, yang pastinya kenaikan temperatur dan tekanan ini disebabkan oleh sistem reliq dalam kaitannya dengan kompresor. Kompresor bekerja semakin berat dikarenakan temperatur dan tekanan yang tinggi.

Cadet : Baik chief, terima kasih atas informasinya.



LAMPIRAN IV. *Seawater Filter yang kotor*



LAMPIRAN V. *Impeller yang keropos*



LAMPIRAN VI. *Seawater filter* yang sudah dibersihkan



LAMPIRAN VII. *Ship particular***PT. PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING**

Patra Jasa Office Tower
 Jl. Gatot Subroto Kav. 32 -34 Floor 22,
 Jakarta Selatan 12950. Indonesia

**SHIP PARTICULAR**

Ship's Name	: PERTAMINA GAS 1		
Vessel Type	: LPG CARRIER		
Flag	: INDONESIA		
Port Registry	: JAKARTA		
Call Sign	: J Z P A		
IMO Number	: 9643 348		
MMSI No.	: 528008084		
INM - C	: 452502834, 452502835		
Tele. No.	: 021-43926112		
Owner	: PT. BANGGAI BAHTERA LAJU ABADI		
	: Jl. Gatot Subroto Kav. 32 - 34, Kel. Kuningan Timur, Kes. Setiabudi Jakarta 12950 - Indonesia		
Tech. Manager / Operator	: PT. PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING		
	: Directorate of Fleet Management		
	: Jl. Yos Sudarso No. 32-34, Tanjung Priuk Jakarta 14320 - Indonesia		
Builder	: Hyundai Heavy Industries Co., Ltd., Ulsan Shipyard, Korea		
Hull No.	: 2576	G.A.	: No. 1G-7000-201
Keel Laid	: 20 December 2012		
Delivered	: 17 September 2013		
Class	: Bureau Veritas		
Class Notation	: +100A1 Liquefied Gas Carrier, Ship type 2G, Butadiene, Butane, Butylene, Propane, Butane-Propane mixtures, Propylene, in Independent Tanks Type A, Maximum Specific Gravity 0.61, Maximum vapour pressure 0.275 bar (0.40 bar in []), Minimum Cargo Temperature minus 50oC, ShipRight(SDA, ACS(E)), *IWS, L, -LWC, UMS, NAV1, +Lloyd's RMC(LG) with Descriptive Notes: ETA, Part Higher Tensile Steel, ShipRight(PDA, CM, BWMP(S), SCM)		
Serviced Speed	: 16.75 Knot		
Dimension	Draft		
LOA	: 225.81 m	Max. Draft (S)	: 11.92 m
LBP	: 215.00 m	Air Draft (Keel to Mast)	: 50.34 m
Breadth Moulded	: 36.60 m	Free Board (S)	: 6.41 m
Depth Moulded	: 22.30 m		
Deadweight	: 54627 Ton	Light Ship Weight	: 19006 Ton
Gross Tonnage	: 48917 Ton	Net Tonnage	: 16576 Ton
Capacities			
Cargo Tank	: 84187.1 m3 (100%), 82503.4 m3 (98%)	Ballast Tank	: 23512 m3
FO and DO	: FO: 2897 m3 (98%) and DO : 201.5 m3 (98%)		
Cargo Pump	: DEEP WELL PUMP, 6 x 700 m3/h x 120 m	Ballast Pump	: 2X800 m3/h
Booster Pump	: 2 x 700 m3/h x 120 m		
Main Engine, Maker	: HYUNDAI-MAN B&W 6S60MC-C8.2		
Type	: Vertical, Single Action, 2 Cycle, Direct Injection, 6 Cylinder		
Engine Power	: MCR 13800 kW (105 RPM)		
Fuel Type	: HFO and MDO		
AUX. Engine, Maker	: YANMAR CO., LTD. (6N21AL-GW)		
Type	: Vertical, Single Action, 4 Cycle, Direct Injection, Water Cooled, 6Cylinder		
Rate Output	: 1020 kW (900 RPM)		
Crew Complement	: 24 PERSON		

LAMPIRAN VIII. Crewlist

CREW LIST
(IMO FAL Form 5)

Arrival		X		Departure		1		Page Number											
1.1 Name of ship : PERTAMINA GAS 1					1.2 IMO number : 9643348					1.3 Call sign : JZPA					1.4 Voyage number : 2402				
2. Port of arrival/departure CAPE TOWN, SOUTH AFRICAN					3. Date of arrival/departure 06 th JUNE 2024 / 07 th JUNE 2024					4. Flag State of ship INDONESIA					5. Last port of call: GOLAU,USA				
6. No.	7. Family name	8. Given Names	9. Rank or Rating	10. Nationality	11. Sign On	12. Date of Birth	13. Place of Birth	14. Gender	15. Nature of Identity Document	16. Number of Identity Document	17. Issuing State of Identity Document	18. Expiry date of Identity Document							
1	KIM	IN HYEOK	MASTER	KOREA	8-May-2024	03-May-1983	CHUNGWON	MALE	PASSPORT	M35497917	KOREA	30-Jan-2029							
2	BALISTI	SACHIN	CHIEF OFFICER	INDIA	8-May-2024	29-Nov-1986	MUMBALMAHARASHTRA	MALE	PASSPORT	Z3347751	MUMBAI	19-Aug-2025							
3	PUTRA	RENATO NUGRAHA IDO	2 nd OFFICER	INDONESIA	23-Mar-2024	27-Oct-1992	TUBAN	MALE	PASSPORT	E2332915	CILACAP	27-Jan-2033							
4	SUSILO	SATRIA BINTORO EKO	3 rd OFFICER	INDONESIA	16-Oct-2023	25-Nov-1992	JUAR BARU	MALE	PASSPORT	X1317184	MEDAN	19-Apr-2027							
5	GOEL	PANKAJ	CHIEF ENGINEER	INDIA	23-Mar-2024	20-Jan-1968	BHAWARNA KANGRA	MALE	PASSPORT	Z7179956	PUNE	29-Aug-2033							
6	NUGROHO	PRASETYO	2 nd ENGINEER	INDONESIA	25-Nov-2023	02-Jun-1984	REMBANG	MALE	PASSPORT	E0129640	SEMARANG	09-Aug-2027							
7	KELANA	SETIAJI PUTRA	GAS ENGINEER	INDONESIA	15-Nov-2023	04-Oct-1985	SAWAHLUNTO	MALE	PASSPORT	C6749097	SEMARANG	06-Mar-2025							
8	SUSANTO	DIO HERMAWAN	3 rd ENGINEER	INDONESIA	30-Dec-2023	18-Sep-1993	KARANGANYAR	MALE	PASSPORT	C9007438	SURAKARTA	18-May-2027							
9	KALANGKAMUKTEN	IQHBAL FIRDAUS	4 th ENGINEER	INDONESIA	30-Dec-2023	05-Feb-1998	JAKARTA	MALE	PASSPORT	E0772733	BEKASI	29-Sep-2027							
10	ALFIKRY	AHMAD RIZAL	ETO	INDONESIA	15-Nov-2023	12-May-1996	GRESIK	MALE	PASSPORT	C7062029	SURABAYA	25-Jan-2026							
11	BAHRUM	NUR	BOATSWAIN	INDONESIA	29-Aug-2023	30-Nov-1980	BALOA	MALE	PASSPORT	E2851701	PALOPO	05-May-2033							
12	PERMANA	ALAM	A/B	INDONESIA	23-Mar-2024	10-Jun-1980	GARUT	MALE	PASSPORT	C7388230	TANJUNG PRIOK	18-Nov-2025							
13	MUHARDIMAN	AGUS	A/B	INDONESIA	29-Aug-2023	15-Aug-1989	SABANG	MALE	PASSPORT	C7049922	JEMBER	25-May-2026							
14	ABIDIN	FADLY APRIANTO	A/B	INDONESIA	01-Aug-2023	28-Apr-1987	MASOHI	MALE	PASSPORT	E3210998	BANDUNG	05-Apr-2033							
15	IKSAN	MUHAMMAD	O/S	INDONESIA	16-Oct-2023	09-Mar-1994	LARA	MALE	PASSPORT	C6586094	PALOPO	31-Mar-2027							
16	SIDIK	SOFYAN ARWIBOWO	O/S	INDONESIA	23-Mar-2024	26-Sep-1991	CILACAP	MALE	PASSPORT	E2598010	TANJUNG PRIOK	01-Feb-2033							
17	PERMAL	DEV	FITTER	INDONESIA	30-Dec-2023	23-Feb-1985	MEDAN	MALE	PASSPORT	C6305817	PADANG	31-Aug-2025							
18	SARYANTO	FNU	OILER	INDONESIA	29-Aug-2023	25-June-1980	TANJUNG KARANG	MALE	PASSPORT	E4415834	BEKASI	14-Aug-2033							
19	ZAKARIA	FNU	OILER	INDONESIA	29-Aug-2023	15-June-1984	RANTAU KIMPALAN	MALE	PASSPORT	E0098435	PEKANBARU	20-Jul-2027							
20	ADRIAN	MOHAMAD	OILER	INDONESIA	29-Aug-2023	20-Mar-1989	JAKARTA	MALE	PASSPORT	X2144981	JAKARTA UTARA	07-June-2033							
21	FERDIANSYAH	FNU	COOK	INDONESIA	01-Aug-2023	09-Feb-1978	BOGOR	MALE	PASSPORT	C 7794566	TANJUNG PRIOK	07-Apr-2026							
22	ANANDA	ABEL	MESSBOY	INDONESIA	30-Nov-2023	12-Sep-2001	SURABAYA	MALE	PASSPORT	C8102337	TANJUNG PRIOK	05-Nov-2026							
23	MUSYAFFA	NANDI FAIZIN	DECK CADET	INDONESIA	28-Jul-2023	07-Aug-2002	BANDUNG	MALE	PASSPORT	E2860461	SEMARANG	28-Mar-2033							

19. Date and signature by master, authorized agent or officer

LAMPIRAN IX. Foto kru Pertamina Gas 1



LAMPIRAN X. Foto kapal Pertamina Gas 1



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama : Nandi Faizin Musyaffa
2. Tempat, Tanggal Lahir : Bandung, 07 Agustus 2002
3. Alamat : Perumahan D'Pillar Blok B2 No. 26
4. Agama : Islam
5. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Endi Rohendi
 - b. Ibu : Nanin Suminar
6. Riwayat Pendidikan
 - a. SDN Permata Hijau
 - b. SMPN 1 Rancaekek
 - c. SMAN 4 Bandung
 - d. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
7. Pengalaman Praktek Laut
 - a. Nama Kapal : LPG/C Pertamina Gas 1
 - b. Jenis Kapal : Gas Carrier
 - c. Perusahaan : PT. PIS (Chartered by Synergy Private Limited)
 - d. Alamat : Patra Jasa Office Tower Lt. 21 Jl. Gatot Subroto 32 Jakarta