

**PENERAPAN PENGGUNAAN *RELIQUEFACTION*
PLANT DALAM PROSES BONGKAR MUAT DI KAPAL
GAS VICTORIA LYRA**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Terapan

HAFIDH QADLI ZAKKA

NIT.08.20.011.1.09

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI
KAPAL**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA**

2025

**PENERAPAN PENGGUNAAN *RELIQUEFACTION*
PLANT DALAM PROSES BONGKAR MUAT DI KAPAL
GAS VICTORIA LYRA**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Terapan

HAFIDH QADLI ZAKKA

NIT.08.20.011.1.09

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI
KAPAL**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Hafidh Qadli Zakka

Nomor Induk Taruna : 08 20 011 1 09

Program Studi : D- IV Teknologi Rekayasa Operasi Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

“PENERAPAN PENGGUNAAN RELIQUEFACTION PLANT DALAM PROSES BONGKAR MUAT DI KAPAL GAS VICTORIA LYRA”

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

Surabaya, 7 Januari 2025



HAFIDH QADLI ZAKKA

NIT: 08.20.011.1.09

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **PENERAPAN PENGGUNAAN
RELIQUEFACTION PLANT DALAM PROSES
BONGKAR MUAT DI KAPAL GAS
VICTORIA LYRA**

Nama Taruna : HAFIDH QADLI ZAKKA

Nomor Induk Taruna : 08.20.011.1.09

Program Studi Kapal : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi persyaratan untuk seminarkan.

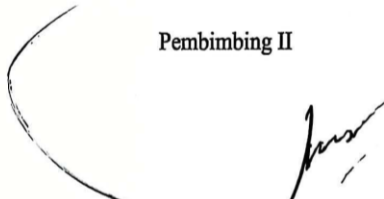
Surabaya, 24 Desember 2024
Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Arleiny, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198206092010122002

Pembimbing II



Muhamad Imam Firdaus, S.S.T.Pel., M.M.
Penata Tk. I (III/c)
NIP. 199010192014021004

Mengetahui
Ketua Prodi TROK
Politeknik Pelayaran Surabaya



Anak Agung Istri Sri Wahyuni, S.SiT., M.Sda., M.Mar
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197812172 00502 2 001

**PENGESAHAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**"PENERAPAN PENGGUNAAN RELIQUEFACTION PLANT DALAM
PROSES BONGKAR MUAT DI KAPAL GAS VICTORIA LYRA"**

Disusun dan Diajukan Oleh:

HAFIDH QADLI ZAKKA

NIT. 08.20.011.1.09

Sarjana Terapan Rekayasa Operasi Kapal

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

Pada tanggal, 7 Januari 2025

Menyetujui,

Penguji I

Penguji II

Penguji III


Elise Dwi Lestari S.Sos. M.Pd

Penata (III/c)

NIP. 198106032002122002


Dr. Arleiny, S.Si.T., M.M

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 198206092010122002


Muhamad Imam Firdaus, S.S.T.Pel., M.M


Penata Tk. I (III/c)

NIP. 199010192014021004

Mengetahui

Ketua Prodi TROK

Politeknik Pelayaran Surabaya


Anak Agung Istri Sri Wahyuni, S.SiT., M.Sda., M.Mar

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197812172 00502 2 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas segala kuasa, dan anugerah-Nya yang telah Ia berikan, peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini dengan mengambil judul : “PENERAPAN PENGGUNAAN RELIQUEFACTION PLANT DALAM PROSES BONGKAR MUAT DI KAPAL GAS VICTORIA LYRA”

Dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini, dengan penuh rasa hormat dan rasa terimakasih kepada pihak yang telah membantu, membimbing, dan memotivasi. Perkenankanlah pada kesempatan ini, peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya beserta jajarannya yang telah menyediakan fasilitas dan pelayanan.
2. Ibu Anak Agung Istri Sri Wahyuni, S.Si.T.,M.Sda selaku Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Operasi Kapal Politeknik Pelayaran Surabaya.
3. Ibu Elise Dwi Lestari S.Sos. M.Pd Selaku Penguji Karya Ilmiah Terapan atas bimbingan, arahan, motivasi, dan saran yang telah diberikan
4. Ibu Dr. Arleiny, S.Si. T.,M.M selaku pembimbing I Karya Ilmiah Terapan atas bimbingan, arahan, motivasi, dan saran yang telah diberikan.
5. Bapak Muhamad Imam Firdaus, S.S.T.Pel., M.M selaku pembimbing II Karya Ilmiah Terapan atas bimbingan, arahan, motivasi, dan saran yang telah diberikan.
6. Bapak/Ibu dosen dan seluruh Sivitas Akademika Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberi banyak bekal ilmu.
7. Kepada kedua orang tua saya yang bernama bapak Sholikin dan ibu Munjriati yang sudah memberikan semangat, motivasi, dan memberikan dorongan moral dan material yang tak terhingga serta selalu mendoakan untuk kebaikan dan keberhasilan peneliti.
8. Kepada segenap Crew kapal GAS VICTORIA LYRA yang telah memberikan banyak ilmu dan bimbingan selama peneliti melaksanakan praktik laut.
9. Kepada teman-teman seperjuangan yang selalu mendukung penuh semangat

dan memberi motivasi yang sangat luar biasa.

10. Kepada Orang tua saya, Bapak Wahyudi Setyo dan Ibu Renny Swarnasari yang telah memberikan semangat, motivasi, dan memberikan dorongan moral dan material yang tak terhingga serta mendoakan untuk kebaikan dan keberhasilan peneliti.
11. Kepada diri saya sendiri, Hafidh Qadli Zakka, karena sudah berjuang, serta memiliki keyakinan yang kuat sampai detik ini untuk menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
12. Pihak-pihak yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu, terimakasih bantuan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah terapan ini terdapat banyak kekurangan, sehingga peneliti menyampaikan maaf atas segala kesalahan dan kekurangan dalam penulisan karya ilmu terapan ini. Kritik dan saran yang membangun senantiasa penulis harapkan agar kedepannya dapat menjadi lebih baik. Semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 7 Januari 2025

Penulis

Hafidh Qadli Zakka
NIT : 08.20.007.1.09

ABSTRAK

HAFIDH QADLI ZAKKA (2023). Penerapan Penggunaan *Reliquefaction Plant* Dalam Proses Bongkar Muat Di Kapal Gas Victoria Lyra. Dibimbing oleh Ibu Arleiny selaku pembimbing I dan Bapak Muhammad Imam Firdaus selaku pembimbing II.

Dalam mengangkut LPG ada hal-hal yang penting untuk diketahui, yaitu *temperatur dan tekanan* yang menjadi patokan serta tekanan tangki pada nilai yang sesuai, terutama ketika pemuatan dalam rangka mencegah *high pressure* atau tekanan yang tinggi apabila terjadi peningkatan temperatur, maka tekanan akan naik serta kebalikannya. Penulis merumuskan persoalan dengan mencari bagaimana penggunaan *reliquefaction* saat terjadi kenaikan temperatur dan tekanan serta faktor apa saja yang menyebabkan *reliquefaction* tidak berjalan dengan efektif saat bongkar muat di kapal. Lamanya penulis melakukan penelitian dari 18 Agustus 2022 hingga tanggal 20 Agustus 2023.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian deskriptif kualitatif dengan menggunakan metode penelitian menggunakan teknik pengumpulan data dengan cara observasi, wawancara dan dokumentasi untuk mencari bagaimana penggunaan *reliquefaction* saat terjadi kenaikan temperatur dan tekanan serta faktor apa saja yang menyebabkan *reliquefaction* tidak berjalan dengan efektif saat bongkar muat di kapal.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bagaimana penggunaan *reliquefaction plant* saat terjadi kenaikan temperatur dan tekanan yaitu dengan memonitor temperatur dan tekanan, melakukan bongkar muat dengan metode *3rd stage direct cycle*, koordinasi suhu dan tekanan pada pihak terminal dan pihak kapal, serta pemahaman *crew* mengenai bongkar muat dan *reliquefaction*. Untuk faktor yang menyebabkan penggunaan *reliquefaction* tidak berjalan dengan efektif yaitu *valve* menuju ke tangki dan manifold tidak bekerja secara maksimal, kerusakan instrumen *condensor* dan *filter* pada *sea water cooling* yang tidak bersih, kesalahan *line up* saat proses bongkar muat dan *reliquefaction*.

Kata kunci : Reliquefaction, Bongkar Muat, Instrumen

ABSTRACT

HAFIDH QADLI ZAKKA (2023). Penerapan Penggunaan *Reliquefaction Plant* Dalam Proses Bongkar Muat Di Kapal Gas Victoria Lyra. Dibimbing oleh Ibu Arleiny selaku pembimbing I dan Bapak Muhammad Imam Firdaus selaku pembimbing II

In transporting LPG there are things that are important to know, namely the temperature and pressure that is the benchmark and tank pressure at the appropriate value, especially when loading in order to prevent high pressure or high pressure if there is an increase in temperature, the pressure will rise and vice versa. The author formulates the problem by looking for how to use reliquefaction when there is an increase in temperature and pressure and what factors cause reliquefaction to not run effectively when loading and unloading on the ship. The length of time the author conducted research from August 18, 2022 to August 20, 2023.

In this study the authors used descriptive qualitative research using research methods using data collection techniques by means of observation, interviews and documentation to find how the use of reliquefaction when there is an increase in temperature and pressure and what factors cause reliquefaction to not run effectively when loading and unloading on the ship.

The results of this study show how the use of reliquefaction plants when there is an increase in temperature and pressure, namely by monitoring temperature and pressure, loading and unloading with the 3rd stage direct cycle method, coordinating temperature and pressure on the terminal and the ship, and understanding the crew about loading and unloading and reliquefaction. For factors that cause the use of reliquefaction to not run effectively, namely the valve leading to the tank and manifold not working optimally, damage to the condenser instrument and filter on sea water cooling that is not clean, line up errors during the loading and unloading process and reliquefaction.

Keywords: *Reliquefaction, Loading and Unloading, Instrument*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iii
PENGESAHAN SEMINAR HASIL	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Batasan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
A. Review Penelitian Sebelumnya	9
B. Landasan Teori	10
C. Kerangka Berpikir	28
BAB III METODE PENELITIAN	29

A. Jenis Penelitian	29
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	30
C. Sumber Data	30
D. Teknik Pengumpulan Data	31
E. Teknik Analisis Data	33
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	36
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	36
B. Hasil Penelitian.....	38
C. Pembahasan	48
BAB V PENUTUP	60
A. Simpulan.....	60
B. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Sebelumnya	9
Tabel 3. 1 Tabel Pertanyaan Wawancara.....	32
Tabel 4. 1 Tabel Hasil Wawancara	43
Tabel 4. 2 tabel Analisis Data	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kapal Gas Victoria Lyra	2
Gambar 1. 2 Proses Bongkar Muat di Kapal Victoria Lyra.....	4
Gambar 2. 1 Bagian dan Diagram Proses Reliquefaction.....	14
Gambar 2. 2 Suction Separator	15
Gambar 2. 3 Cargo Compressor.....	16
Gambar 2. 4 Economizer.....	16
Gambar 2. 5 Condensor.....	17
Gambar 2. 6 Condensate Accumulator	18
Gambar 2. 7 Expantion Valve	18
Gambar 2. 8 Electric Motor	19
Gambar 2. 9 Sea Water Cooling	19
Gambar 2. 10 Proses Bongkar Muat	23
Gambar 2. 11 Cargo Tank.....	24
Gambar 2. 12 MSDS Butane.....	26
Gambar 2. 13 MSDS Propane	27
Gambar 4. 1 Kapal Victoria Lyra.....	36
Gambar 4. 2 Ship Particular Kapal	37
Gambar 4. 3 Cargo Control Room	39
Gambar 4. 4 Buku Panduan LGHP Fourth Edition	43
Gambar 4. 5 Jenis Muatan Gas Cair	44
Gambar 4. 6 Manifold Arrangement.....	44

Gambar 4. 7 Cargo Tank Review.....	45
Gambar 4. 8 Monitor Turn On dan Off Cargo Control Room.....	45
Gambar 4. 9 Guide Maximum Loading dan Venting Capacity	46
Gambar 4. 10 Guide Valve dan Alarm Setting	46
Gambar 4. 11 Compressor Room.....	47
Gambar 4. 12 Ship Agreement.....	50
Gambar 4. 13 Reliquefaction Plant di kapal Victoria Lyra.....	52
Gambar 4. 14 Pipeline saat Reliq di atas Compressor Room	53
Gambar 4. 15 Safety Meeting Sebelum Bongkar Muat	54
Gambar 4. 16 Penanganan Saat Darurat	55
Gambar 4. 17 Maintenance Valve dan Pipa Manifold.....	56
Gambar 4. 18 Sea Water Cooling pada Compressor Room.....	57
Gambar 4. 19 Pipa Line up Bongkar muat.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Ship Particular Kapal Victoria Lyra	63
Lampiran 2 Imo Crew List Kapal Victoria Lyra.....	64
Lampiran 3 Reliquefaction System Victoria Lyra	65
Lampiran 4 Reliquefaction Pada Cargo Compressor Room Kapal Victoria Lyra.....	66
Lampiran 5 Monitor Cargo Tank Kapal Victoria Lyra.....	67
Lampiran 6 Msds Cargo.....	68

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Gas bumi merupakan Gas bumi adalah salah satu sumber energi panas yang penting untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, memiliki nilai kalor yang tinggi, dan pembakarannya tidak merusak lingkungan. Gas ini dapat diperoleh langsung dari ladang minyak atau melalui proses penyulingan minyak bumi. Oleh karena itu, gas bumi merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan, salah satunya adalah LPG, yang juga dikenal sebagai Liquefied Petroleum Gas (LPG).

LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) adalah produk dari proses pencairan campuran hidrokarbon alami yang diperoleh dari sumber minyak bumi. LPG terdiri dari campuran berbagai hidrokarbon, dan komposisinya dapat bervariasi. LPG yang berarti “gas minyak bumi yang dicairkan”, adalah campuran dari unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Secara umum, komposisi LPG dapat mencakup sekitar 65% *metana*, 0-16% *etana*, dan sisanya terdiri dari *propena*, *butana*, *pentana*, serta beberapa komponen lain seperti *nitrogen* dan karbon dioksida. Selain itu, LPG dikenal dengan sifatnya yang dapat dikondensasikan menjadi cairan pada tekanan tertentu, sehingga memudahkan untuk disimpan dan didistribusikan dalam bentuk cair. Hal ini membuatnya menjadi memiliki berat jenis spesifik yang rendah, daya tekan tinggi, dan daya kembang besar. LPG adalah komponen penting untuk suplai energi sebab bersifat mudah terbakar atau *combustible*, sehingga banyak dimanfaatkan untuk bahan baku maupun bahan

bakar yang efisien dan mudah digunakan dalam berbagai aplikasi karena pengolahan gas bumi pada sebagian negara termasuk Indonesia diolah menjadi gas tabung untuk kepentingan domestik seperti memasak, pemanasan, dan transportasi.



Gambar 1. 1 Kapal Gas Victoria Lyra
Sumber : Dokumentasi Penulis

LPG dalam pendistribusiannya bisa lewat transportasi darat dan laut. Secara umum LPG yang diangkut berjumlah besar yaitu dengan menggunakan kapal laut. Pendistribusian LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) melalui transportasi darat dan laut memerlukan perhatian khusus terhadap beberapa faktor penting, terutama saat menggunakan kapal laut untuk mengangkut jumlah besar LPG. Dalam mengangkut LPG ada hal-hal yang penting untuk diketahui, yaitu *reference temperature* atau *temperature* yang menjadi patokan serta tekanan tangki pada nilai yang sesuai, terutama ketika pemuatan dalam rangka mencegah *high pressure* atau tekanan yang tinggi apabila terjadi peningkatan temperatur, maka tekanan akan naik serta kebalikannya.

Pengangkutan muatan LPG dalam bentuk cair di kapal memerlukan teknologi yang canggih, mengingat sifat LPG yang memiliki titik didih rendah dan mudah terbakar. Kapal ini dirancang dengan konstruksi khusus untuk mengakomodasi karakteristik LPG tersebut, sehingga penanganan muatan harus dilakukan dengan sangat hati-hati. Mengingat sifat mudah terbakar dari muatan ini, penting bagi seluruh awak kapal, termasuk perwira dan anak buah, untuk memiliki pengetahuan dan keterampilan yang baik dalam menangani LPG. Hal ini sangat penting karena berkaitan dengan risiko dan bahaya yang mungkin dihadapi.

Dalam proses pemuatan LPG yang sepenuhnya direfrigerasi, sangat penting untuk memperhatikan kondisi tekanan dan suhu di dalam tangki. LPG dimuat dalam keadaan tekanan udara luar dan suhu yang rendah, sehingga tangki harus dirancang untuk menahan kondisi tersebut. Suhu yang tinggi selama pemuatan dapat meningkatkan tekanan di dalam tangki, melebihi batas yang telah ditetapkan. Jika tekanan melebihi batas tersebut, secara otomatis akan keluar melalui katup pengaman ke udara luar dalam bentuk uap. Uap LPG lebih berat daripada udara sehingga akan turun ke area yang lebih rendah, yang dapat membahayakan keselamatan awak kapal, kapal itu sendiri, dan lingkungan sekitarnya. Selain itu, hal tersebut dapat memperkecil *rate* saat pemuatan sehingga tidak optimal dan memperlambat pemuatan. Agar tekanan dalam tangki menjadi stabil *reliquefaction plant* sangat berpengaruh dalam kelancaran pemuatan. Melihat hal tersebut, maka LPG dimuat dalam kondisi tekanan udara luar dan pada suhu yang sangat rendah, karena tangki penyimpanan harus dirancang untuk menahan kondisi ini guna menjaga keamanan dan integritas strukturalnya.



Gambar 1. 2 Proses Bongkar Muat di Kapal Victoria Lyra
Sumber : Dokumentasi Penulis

Semua kapal yang mengangkut gas bertekanan harus dilengkapi dengan peralatan untuk mengontrol tekanan uap muatan di dalam tangki selama perjalanan dan proses bongkar muat. *Reliquefaction plant* adalah istilah yang digunakan untuk menyebut sistem pengontrol tekanan uap muatan. Seluruh instrumen dalam *reliquefaction plant* perlu dirawat dengan baik untuk memastikan bahwa sistem pengaturan muatan berfungsi dengan optimal. Jika ada satu instrumen yang tidak berfungsi, hal ini dapat berdampak negatif pada tekanan dan suhu di dalam tangki muatan. Pada instrumen kondensor, penyaring yang terdapat di dalamnya dapat cepat kotor, yang akan menghambat aliran pasokan air laut menuju kondensor, sehingga dalam bekerja untuk mencarikan uap muatan ke bentuk cairan akan tidak optimal. Jika tidak dilakukan perawatan secara berkala pada satu instrumen saja, maka akan tidak sesuai muatan dengan kualitas *boiling point* dalam *bill of lading* serta dapat mengakibatkan proses bongkar muat muatan akan tertunda sebab dibutuhkan waktu lebih panjang lagi untuk menghangatkan atau

mendinginkan muatan sementara jadwal bongkar muat pada praktiknya sangat padat

Pada saat penulis melakukan kegiatan praktek selama berlayar, penulis menemukan beberapa hal yang bisa dijadikan referensi untuk penelitian selama berada di kapal Gas Victoria Lyra.

Dengan gambaran tersebut, Kapal Victoria Lyra merupakan jenis kapal *fully refrigerated* yang dirancang untuk mengangkut muatan dalam jumlah besar dengan kondisi tekanan dan suhu rendah, baik saat proses bongkar muat di pelabuhan maupun terminal. Kapal ini juga berfungsi sebagai *mother ship* dalam proses *ship-to-ship transfer*. Kapal dilengkapi dengan tangki yang memiliki kapasitas maksimum tekanan sebesar 0,45 bar. Apabila tekanan dalam tangki melebihi batas tersebut, sistem *Maximum Allowable Relief Valve Setting* (MARVS) akan aktif, atau *safety valve* akan bekerja untuk melepaskan tekanan berlebih hingga tercapai tingkat tekanan yang aman. Di sisi lain, jika terjadi pelepasan muatan, jumlah muatan yang hilang tidak hanya berkurang, tetapi juga dapat berbeda dengan yang tercatat pada *bill of lading*, karena kemungkinan tercampurnya muatan dengan udara luar. Hal ini juga meningkatkan risiko kebakaran, meskipun hanya dengan percikan api kecil. Oleh karena itu, perawatan dan pengecekan berkala oleh masinis muatan dan mualim satu sangat penting untuk memastikan bahwa sistem *reliquefaction plant* berfungsi dengan baik. Hal yang penting bagi para perwira dan awak kapal untuk memahami pentingnya proses bongkar muat di kapal gas, terutama saat menggunakan metode *reliquefaction* tadi agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan serta kerugian yang bisa beresiko

untuk keselamatan para awak kapal. Melihat beberapa hal yang sudah tertera di atas selama proses bongkar muat, maka didapati bahwa selama proses tersebut pada kapal Victoria Lyra diperlukan muatan dengan kondisi yang sempurna yakni dengan menggunakan metode *Reliquefaction Plant* dari proses pengolahan pada *Cargo Compressor room*. Berdasarkan uraian tersebut membuat penulis tertarik untuk menggali informasi dan menulis penelitian tentang proses pendinginan muatan atau *Reliquefaction Plant* dengan judul “Penerapan Penggunaan Reliquefaction Plant Dalam Proses Bongkar Muat di Kapal Gas Victoria Lyra”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah dijelaskan di atas dan untuk menghindari pemahaman yang luas dan fokus kajian yang lebih terarah dan sistematis maka ruang lingkup penelitian dibatasi oleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana Penggunaan *Reliquefaction Plant* dalam proses bongkar muat saat terjadi kenaikan temperatur dan tekanan di kapal Gas Victoria Lyra ?
2. Faktor apa saja yang menyebabkan Penggunaan *Reliquefaction Plant* berjalan tidak efektif pada saat bongkar muat di kapal Gas Victoria Lyra?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini peneliti membatasi masalah yaitu proses *reliquefaction plant* di atas kapal Gas Victoria Lyra, yang didasarkan pada jenis *reliquefaction* yang terdapat di kapal serta dengan jenis instrumen yang digunakan untuk menerapkan proses *reliquefaction* di kapal sesuai dengan LGHP dalam buku

“Liquefied Gas Handling Principles On Ship and Terminals, LGHP4 4 th edition 2016.”

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian skripsi ini adalah :

1. Untuk mengidentifikasi tentang penggunaan *Reliquefaction Plant* dalam proses bongkar muat saat terjadi kenaikan temperatur dan tekanan di kapal Gas Victoria Lyra
2. Untuk menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan penggunaan *Reliquefaction Plant* berjalan tidak efektif pada saat bongkar muat di kapal Gas Victoria Lyra

E. Manfaat Penelitian

Adapun hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoritis dan praktis ,antara lain :

1. Secara Teoritis
 - a. penelitian ini diharapkan dapat menambah sumber ilmu pengetahuan tentang penggunaan *Reliquefaction Plant* di kapal gas
2. Secara Praktis
 - a. Dapat menambah panduan serta wawasan bagi para pembaca khususnya untuk para perwira dan awak kapal dalam penggunaan *reliquefaction plant* saat proses bongkar muat di kapal

- b. Dapat memahami dan mengetahui manfaat dari faktor apa saja yang menyebabkan *reliquefaction plant* berjalan tidak efektif saat proses bongkar muat di kapal

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Dalam penelitian ini, penulis mengambil penulis mengambil suatu perbandingan dari beberapa judul penelitian sebelumnya,beberapa diantaranya adalah :

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Sebelumnya

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
1	Muhammad Rizky Bimantoro, (2018) PIP Semarang	Optimalisasi Pengoperasian <i>Reliquefaction Plant</i> Untuk Menangani Permasalahan Dalam Proses Pemuatan Gas LPG di Kapal MT. Gas Komodo	Hasil dari penelitian ini yaitu kurangnya komunikasi antar terminal dan pihak kapal dalam mengatasi <i>reliquefaction</i> pada saat proses pemuatan gas LPG dikapal MT. Gas Komodo cara yang bisa diambil adalah dengan menurunkan <i>loading rate</i> dengan resiko akan memperpanjang waktu pemuatan dan dimungkinkan untuk terjadi keterlambatan dalam proses pemuatan
Perbedaan Penelitian		Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah dari beberapa upaya dan faktor apa saja yang dilakukan agar penanganan muatan pada metode <i>Reliquefaction system</i> berjalan secara maksimal seperti memonitor temperatur muatan harus terus dijaga	
2	Ainun Agyfani, (2022) PIP Semarang	“Upaya Pencegahan Meningkatnya Tekanan Tangki Saat Proses Pemuatan di Kapal VLGC Pertamina Gas 2”	Dalam penelitian ini didapat kesimpulan berupa tentang faktor yang menyebabkan peningkatan tekanan tangki saat proses pemuatan di kapal VLGC Pertamina Gas 2 yaitu <i>reliquefaction system</i> pada kapal tidak berjalan optimal karena pompa air laut tidak bekerja maksimal, lubang kondensor kotor, kesalahan <i>line up sea water cooling</i>
Perbedaan Penelitian		Dari penelitian ini, terdapat perbedaan yang dapat diambil yaitu faktor-faktor yang menyebabkan meningkatnya tekanan pada tangki saat proses pemuatan, sedangkan di dalam penelitian ini lebih tertuju kepada penggunaan sistem <i>reliquefaction</i> beserta penggunaannya saat melakukan <i>line up</i> saat bongkar muat agar bisa bekerja lebih efektif	
3	Eka Darmana, (2020) Politeknik Bumi Akpelni	Identifikasi Turunnya Kinerja <i>Cargo Handling</i> Pada Proses <i>Reliquefaction</i> di Kapal Gas Walio	Dari beberapa uraian yang telah tertera di dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa salah satu faktor penyebab terjadinya penurunan kinerja <i>cargo handling</i> pada saat proses <i>Reliquefaction</i> yaitu kurangnya jumlah air laut yang disirkulasikan kedalam sistem dikarenakan terjadinya gangguan pada <i>sea water cargo cooling pump</i> , selain itu filter <i>sea chest</i> yang kotor juga berpengaruh pada turunnya kerja pompa

Perbedaan Penelitian		Pada penelitian sebelumnya di kapal Gas Walio menerangkan bagaimana menurunnya kinerja cargo handling saat <i>reliquefaction</i> berlangsung dikarenakan gangguan pada <i>sea water cooling</i> dan proses nya hanya sampai pada 2 nd stage, sedangkan di dalam penelitian ini pada kapal gas Victoria Lyra proses <i>reliquefaction</i> nya sampai menggunakan 3 rd stage <i>suction</i> dan <i>discharge</i> agar muatan yang ditekan lebih sempurna	
4	Dafa Pramana, (2023) PIP Semarang	Optimalisasi Penggunaan <i>Cargo Reliquefaction</i> Dalam Mengatasi Kenaikan Tekanan dan Temperatur Pada Tangki Muatan di MT. Gas Pertamina 2	Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kerja pada sistem <i>reliquefaction</i> tidak beroperasi secara maksimal karena disebabkan oleh <i>sea water cooling filter</i> yang kotor dan tidak dapat melakukan penyaringan dengan baik
Perbedaan Penelitian		Dari penelitian sebelumnya dapat bahwa salah satu faktor penyebabnya adalah <i>sea water cooling</i> yang kotor, kemudian di dalam penelitian ini penulis menganalisis beberapa faktor lain agar proses <i>reliquefaction</i> bisa berjalan dengan lancar yaitu pengecekan serta penggunaan tekanan dan temperatur, dan instrumen seperti <i>condensor</i> , <i>cargo compressor</i> dan instrumen lainnya	
5	Aufi Wahyu Izza Afkarina, (2021) PIP Semarang	Optimalisasi Pengaturan Temperatur Di Dalam Tangki LPG <i>Fully Refrigerated</i> , Melalui Sistem <i>Reliquefaction</i> di Kapal Gas Widuri	Berdasarkan hasil pembahasan dan penguraian yang telah dijelaskan, faktor yang mempengaruhi berubahnya Selama proses loading dan discharging LPG di pelabuhan, beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi muatan antara lain peningkatan temperatur, peningkatan tekanan, laju <i>loading</i> atau <i>discharging</i> , serta prosedur <i>cooling down</i> yang tidak tepat. Hal ini sering disebabkan oleh kurangnya pemahaman tentang sistem <i>reliquefaction</i>
Perbedaan Penelitian		Pada penelitian sebelumnya, terdapat faktor yang mempengaruhi berubahnya wujud muatan dikarenakan kenaikan temperature, sehingga dalam hal penelitian ini membahas bagaimana penggunaan <i>reliquefaction plant</i> yang dilakukan koordinasi dengan pihak pelabuhan terkait mengenai <i>loading</i> atau <i>discharge rate</i> , supaya <i>rate</i> tetap stabil dan tidak mempengaruhi kondisi muatan di dalam tangki	

B. Landasan Teori

1. Pengertian Penerapan

Dalam buku yang ditulis oleh Cahyoononim dan dikutip oleh J.S. Badudu serta Sutan Mohammad Zain (2010), penerapan didefinisikan sebagai tindakan yang dilakukan oleh individu atau kelompok dengan tujuan untuk mencapai sasaran yang telah ditetapkan. Wahab, dalam Van Meter dan Van

Horn (2008), menyatakan bahwa penerapan adalah serangkaian tindakan yang dilakukan oleh individu atau kelompok yang bertujuan untuk mencapai hasil yang telah ditentukan dalam suatu keputusan.

Dalam hal ini, penerapan yang berarti tertuju pada aktivitas, aksi, tindakan, atau adanya mekanisme suatu sistem. Penerapan bukan sekedar aktivitas, tetapi suatu kegiatan yang terencana dan untuk mencapai tujuan kegiatan cara melaksanakan sesuatu berdasarkan sebuah teori.

2. **Pengertian Penggunaan**

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia penggunaan diartikan sebagai proses, cara perbuatan memakai sesuatu, pemakaian. (KBBI, 2002:852). Penggunaan sebagai aktifitas memakai sesuatu atau membeli sesuatu berupa barang dan jasa. Pembeli dan pemakai yang dapat disebut pula sebagai konsumen barang dan jasa. Dalam penelitian ini penggunaan adalah pemakaian pada personal untuk *reliquefaction plant* saat proses bongkar muat di kapal gas Victoria Lyra. Kata penggunaan menggambarkan perubahan dari keadaan atau sifat yang negatif berubah menjadi positif. Sedangkan hasil dari sebuah penggunaan dapat berupa kuantitas dan kualitas. Hasil dari suatu penggunaan juga ditandai dengan tercapainya tujuan pada suatu titik tertentu. Dimana saat suatu usaha atau proses telah sampai pada titik tersebut maka akan timbul perasaan puas atas pencapaian yang telah diharapkan.

3. **Reliquefaction**

Menurut MC Guire and White dalam bukunya *Liquefied Gas Handling Principles* (SIGTTO, 2006: 163), *Reliquefaction* adalah proses pencairan

kembali vapour gas yang bertujuan untuk menjaga temperatur dan tekanan di dalam tangki. Pengoperasian sistem ini sebagai upaya yang dilakukan untuk mengatasi kendala-kendala dalam rangka mempertahankan muatan tetap pada keadaan cair. Jadi sistem pendingin muatan merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk menurunkan temperatur muatan yang ada di dalam tangki dengan cara memampatkan *vapour* menjadi gas dengan temperatur dan tekanan yang lebih tinggi, kemudian panas dari gas tersebut dikondensasikan dengan medium yang ada pada kondensor sehingga kembali menjadi cairan dengan suhu yang lebih rendah. Sistem pendingin biasanya juga disebut sebagai sistem pencarian kembali muatan..

a. Fungsi Reliquefaction

Dalam penggunaannya, sistem *reliquefaction* ini memiliki beberapa fungsi untuk melakukan proses penanganan muatan:

- 1) Untuk mengubah muatan gas dalam bentuk *vapour* (uap) menjadi ke bentuk (*liquid*) cair pada saat proses pembongkaran muatan
- 2) Mendinginkan tangki muatan dan line muatan sebelum melakukan proses pembongkaran muatan
- 3) Menjaga dan menurunkan temperatur muatan dan tekanan tanki muat pada saat berlayar

Proses *reliquefaction* ini sering digunakan dalam sistem penyimpanan dan pengangkutan kapal LPG untuk memastikan gas tetap dalam bentuk cairan pada suhu rendah, sehingga mengurangi volume dan memudahkan penyimpanan serta pengangkutan

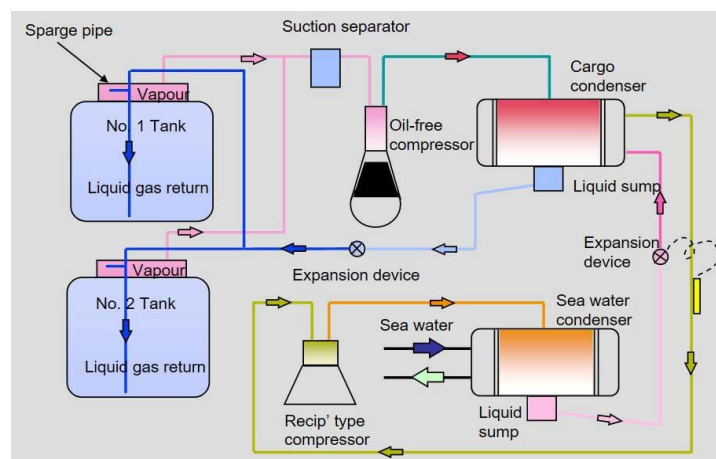
Zat mempunyai wujud padat, cairan, dan uap. Dalam perubahan padatan ke cairan atau cairan ke uap, panas harus diberikan dalam zat tersebut. dengan cara yang sama perubahan dari gas ke cairan atau cairan ke padatan, zat harus dapat menghilangkan panas.

Sesuai dengan teori pada buku LGHP (*Liquified Gas Handling Principles*) edisi ke-4 , menurut McGuire and White (2016, *page 29*) *The heat given to or given up by the substance in changing state is called latent heat* (Terjemahan bebas penulis: Panas yang diberikan atau dihilangkan dari zat dalam merubah wujud padatan ke cairan dan ke uap atau sebaliknya disebut panas laten). Panas laten dari penguapan dan pengembunan adalah sama.

Perubahan wujud suatu zat dan hubungan antara panas yang diberikan dengan kenaikan suhu. Uap dalam ruang di atas cairan tidak statis karena molekul - molekul yang terus kembali ke cairan, hanya sebagai molekul yang meninggalkan cairan untuk memasuki uapnya.

Dalam konteks densitas atau berat jenis muatan, McGuire dan White (2016, p. xxi) menjelaskan bahwa densitas cairan didefinisikan sebagai massa per unit volume. Densitas cairan akan menurun seiring dengan meningkatnya suhu. Sebaliknya, densitas uap jenuh dari gas cair akan meningkat dengan bertambahnya suhu. Hal ini disebabkan oleh interaksi antara uap muatan dan cairannya; ketika suhu meningkat, lebih banyak cairan yang berubah menjadi uap, sehingga meningkatkan tekanan uap muatan. Akibatnya, terdapat massa yang cukup besar per unit volume di

dalam ruang yang berisi uap muatan. Dengan demikian, peningkatan suhu dapat menurunkan densitas cairan dan meningkatkan densitas uap jenuh. Dengan kata lain, saat suhu naik, massa cair menjadi lebih ringan, sementara massa uap muatan menjadi lebih berat, yang pada gilirannya akan meningkatkan tekanan di dalam tangki. Dalam hal ini hubungan antara suhu dan tekanan muatan dalam tangki sangat berpengaruh dalam penanganan muatan LPG di kapal. Ketika suhu muatan meningkat, tekanan dalam tangki juga akan meningkat, dan sebaliknya, jika suhu menurun, tekanan dalam tangki akan turun. Hal ini sangat mempengaruhi kelancaran proses pemuatan LPG, karena selama proses pemuatan, tekanan dalam tangki akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya muatan yang masuk. Kenaikan tekanan ini menciptakan tekanan balik yang berlawanan dengan tekanan aliran muatan, yang pada gilirannya dapat mengurangi *loading rate* atau kecepatan pemuatan. Akibatnya, proses pemuatan bisa memakan waktu lebih lama.



Gambar 2. 1 Bagian dan Diagram Proses *Reliquefaction*

Sumber : *Design and Operation of LPG Reliquefaction Plant (seaman.org)*

b. Instrumen Reliquefaction

Dalam melakukan proses *reliquefaction* atau sistem pendinginan muatan, tentunya diperlukan instrumen serta bagian-bagian yang dapat digunakan, yaitu :

1) *Suction Separator / Knock Out Drum*

Pada bagian ini berfungsi sebagai pemisah antara *liquid* dan *vapour* karena jika *liquid* masuk ke *compressor*, akan mengakibatkan *over pressure*. Dalam *Suction Separator* ini, uap atau *vapour* akan lewat saja, sementara *liquid* akan tertinggal dan tidak masuk ke *compressor*.



Gambar 2. 2 *Suction Separator*

Sumber : Dokumentasi Penulis

2) *Cargo Compressor*

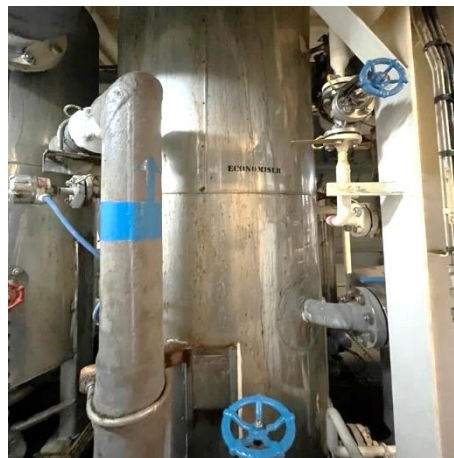
Berfungsi untuk menghisap uap (*vapour*) muatan dari dalam tangki muatan serta menekan *pressure* muatan tersebut. Pada kapal Victoria Lyra ini terdapat 3rd *Stage* untuk proses penekanan muatan selama *reliquefaction plant* berjalan.



Gambar 2. 3 Cargo Compressor
Sumber : Dokumentasi Penulis

3) *Economizer / Intercooler*

Berfungsi untuk mendinginkan *vapour* (uap muatan), biasanya dengan memasukkan panas dari uap muatan bertekanan rendah ke dalam pendingin dari satu tahap ke tahap lainnya. Sebelum memasuki pendingin dilakukan penyemprotan cairan ke pipa yang bertekanan rendah.



Gambar 2. 4 *Economizer*
Sumber : Dokumentasi Penulis

4) *Cargo Condensor*

Berfungsi untuk mengubah gas muatan dalam bentuk (*vapour*) menjadi ke dalam bentuk cairan cair (*liquid*) yang diambil dalam tangki dan kemudian diolah pada *condenser*. Setelah itu gas *propane* dan *butane* kembali ke tangki dengan bentuk cair.



Gambar 2. 5 *Condensor*
Sumber : Dokumentasi Penulis

5) *Condesate Accumulator*

Berfungsi untuk mengumpulkan cairan tetesan dari *condesor*, serta mengumpulkan sisa – sisa cairan setelah proses pengembunan (*condensation*) tersebut.



Gambar 2. 6 *Condensate Accumulator*
Sumber : Dokumentasi Penulis

6) *Expantion Valve*

Valve yang berfungsi untuk menurunkan *pressure vapour* yang telah cair sebelum dingin dan kembali ke *cargo tank*



Gambar 2. 7 *Expantion Valve*
Sumber : Dokumentasi Penulis

7) *Electric Motor*

Terdapat pada *motor room* yang berdekatan dengan *cargo compressor room*. *Electric motor* sendiri berfungsi untuk menggerakkan *cargo compressor*.



Gambar 2. 8 Electric Motor
Sumber : Dokumentasi Penulis

8) *Sea Water Cooling Pump / Sea Chest*

Berfungsi sebagai media pendingin serta untuk menurunkan temperature pada *condensor* saat akan merubah muatan gas dalam bentuk *vapour* menjadi ke dalam bentuk *liquid*. Selain itu instrumen ini juga berfungsi untuk menyaring air laut agar tidak kotor saat akan diolah menuju ke *condensor*



Gambar 2. 9 *Sea Water Cooling*
Sumber : Dokumentasi Penulis

4. Keuntungan dan Kerugian Reliquefaction

Dalam proses *reliquefaction*, terdapat beberapa keuntungan dan kerugian, yaitu :

a. Keuntungan Reliquefaction

- 1) Mempertahankan kualitas muatan Proses *reliquefaction* membantu menjaga kualitas muatan dengan memastikan bahwa gas yang menguap tidak hilang, sehingga jumlah dan kualitas muatan tetap stabil selama perjalanan.
- 2) Penggunaan kembali pada kapal gas seperti LNG, *Reliquefaction* memungkinkan penggunaan kembali gas yang terbentuk akibat pemanasan (*boil-off* gas atau BOG) dari muatan LNG. Ini mengurangi pemborosan dan memaksimalkan efisiensi.
- 3) Menjaga keamanan dan mengurangi dampak lingkungan Mengurangi jumlah gas yang menguap dan dilepaskan ke atmosfer meningkatkan keselamatan operasional kapal. Gas yang menguap bisa berbahaya dan mengandung resiko ledakan atau kebakaran jika tidak ditangani dengan baik.

b. Kerugian Reliquefaction

- 1) Kompleksitas sistem *reliquefaction* memiliki komponen teknis yang rumit. Perawatan dan pemecahan masalah memerlukan keahlian khusus, seperti di kapal Victoria Lyra memerlukan seorang ahli pada bidangnya seperti *Gas Engineer* dan *Chief Officer*.

- 2) Biaya Instalasi dan Pemeliharaan Tinggi sistem *reliquefaction* memerlukan investasi awal yang signifikan untuk instalasi. Selain itu, biaya pemeliharaan dan perbaikan juga bisa cukup tinggi karena kompleksitas teknologi yang terlibat. Contohnya saat sistem dan instrumen pada *reliquefaction* sedang bermasalah maka diperlukan *order* dan perbaikan baru pada bagian instrumen tersebut.

5. Bongkar Muat

Menurut Desta Utami (2018), bongkar muat adalah proses pemindahan barang atau muatan dari darat ke kapal, dari kapal ke darat, atau antar kapal, yang dilakukan untuk mengangkut barang langsung ke pemiliknya melalui dermaga pelabuhan dengan menggunakan peralatan bongkar muat yang tersedia di dermaga atau di kapal itu sendiri.

Sementara itu, Arso Mastopo (2014) menjelaskan bahwa bongkar muat adalah layanan khusus yang bertugas membongkar barang dari atau ke kapal, tongkang, atau truk, baik dari atau ke dermaga, serta memindahkan barang ke dalam palka menggunakan derek kapal atau alat lainnya.

Selain itu, Arso Martopo (2004:7) menyatakan bahwa pembongkaran muatan adalah proses atau metode untuk memuatkan suatu muatan. Pelaksanaan penanganan bongkar muat mencakup cara pemuatan di atas kapal, perawatan muatan selama pelayaran, dan pembongkaran di pelabuhan, dengan tetap memperhatikan keselamatan muatan, kapal, dan awak kapal. Sehingga dari beberapa uraian di atas, bongkar muat dapat disimpulkan proses pemindahan muatan dari dan ke atas kapal dermaga menggunakan

perlengkapan atau fasilitas bongkar muat yang tersedia dari dermaga dan di kapal itu sendiri.

a. Prosedur Bongkar Muat

Berdasarkan Manual Book kapal Gas Victoria Lyra, terdapat beberapa langkah persiapan yang harus dilakukan sebelum memulai pemuatan LPG. Sebelum proses pemuatan dimulai, semua informasi yang diperlukan terkait pemasangan *loading arm* ke darat harus dikumpulkan. Informasi tersebut mencakup suhu dan tekanan di darat, diameter selang, serta kemungkinan adanya pengembalian uap. Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam persiapan pemuatan adalah:

- 1) Semua instrumen bongkar muat dan keselamatan harus siap pakai
- 2) Seluruh *pipeline*, manifold dan tangki serta jalur menuju ke *loading arm* atau *hose* harus mengandung atmosfer yang tepat (uap kargo, nitrogen atau udara)
- 3) Seluruh peletakan alat, *valve-valve*, dan manifold yang melewati muatan harus dengan posisi yang sesuai
- 4) Pengetesan ESD (*Emergency Shut Down*) untuk mengetahui kondisi ESD dapat bekerja.
- 5) Alat seperti fire fighting appliances dan personal protective equipment yang tersedia sudah siap untuk dipakai
- 6) Memeriksa kandungan *oksigen* dalam tangki dan saluran pipa harus diperiksa. Jika tangki kargo sudah memiliki atmosfer uap kargo, pemeriksaan kandungan *oksigen* dapat dihilangkan

- 7) Hubungkan kapal dengan *grounding cable* yang berada di jetty.
- 8) Kapal dan pihak terminal harus berunding tentang jumlah muatan, tekanan pada saat transfer muatan, temperatur muatan, trim, serta draft maksimum yang diizinkan
- 9) *Loading arm* dihubungkan ke *reducer*. Koneksi dari terminal atau pihak darat harus dibersihkan sesuai dengan kebutuhan
- 10) Katup pengaman tangki muat harus diatur sesuai dengan prosedur yang sebenarnya.



Gambar 2. 10 Proses Bongkar Muat
Sumber : Dokumentasi Penulis

b. Tangki Muatan

Pada kapal Gas Victoria Lyra sendiri adalah kapal berjenis *fully refregirated*, yang artinya kapal tersebut dapat memuat muatan gas dalam jumlah yang besar dengan kondisi muatan yang sangat dingin.

Kapal pengangkut LPG *fully refrigerated* memuat LPG dalam keadaan tekanan udara luar sehingga sebagai dampaknya LPG harus berada pada suhu mendekati titik didihnya. Menurut *OERC Academy*

(2004:38) kapal LPG *fully refrigerated* membawa LPG pada suhu diantara -55 derajat dan -0.5 °C. Kapal LPG *fully refrigerated* menggunakan tangki *independent* tipe “A”.



Gambar 2. 11 *Cargo Tank*
Sumber : Dokumentasi Penulis

Sesuai dengan buku LGHP Edisi ke-4 tangki jenis independen sepenuhnya *self-supporting* (menyokong dirinya sendiri) tidak termasuk bagian dari struktur lambung kapal dan tidak memengaruhi kekuatan lambung kapal. Tangki tipe 'A' memiliki bentuk prisma datar, dengan tekanan maksimum yang diizinkan pada desain ini sebesar 0,45 bar. Hal ini berarti bahwa muatan harus diangkut dalam kondisi *fully refrigerated* pada tekanan atmosfer. Untuk itu, terdapat *relief valve* yang berfungsi untuk melepaskan uap muatan secara otomatis jika tekanan di dalam tangki melebihi batas tekanan maksimal yang telah ditetapkan. Penanganan muatan pada kapal gas memerlukan tingkat keamanan yang tinggi, mengingat bahwa muatan gas merupakan muatan yang berbahaya. Risiko yang ditimbulkan oleh muatan gas alam cair ini cukup signifikan,

karena sifat-sifatnya yang meliputi suhu yang sangat rendah, beracun, reaktif, korosif, dan mudah terbakar. Oleh karena itu, kapal pengangkut LPG harus secara rutin membuang tekanan berlebih dari uap muatan melalui ventilasi ke udara, untuk mencegah terjadinya tekanan yang melebihi batas desain tangki muatan, mengingat gas alam cair cenderung menguap.

c. Muatan LPG Sesuai IMDG Code


Sesuai dengan IMDG (*International Maritime Dangerous Goods*), muatan muatan gas termasuk dalam kategori Kelas 2. Gas dalam kategori ini mencakup gas yang dimampatkan, dalam bentuk cair, atau padat. Berdasarkan sifat-sifatnya, gas dapat memiliki potensi untuk meledak. Kapal Gas Victoria Lyra mengangkut muatan gas propana dan butana, di mana menghasilkan gas beracun saat terbakar. Meskipun tabung gas dirancang dengan struktur yang kuat, keberadaan api dapat menyebabkan tekanan di dalamnya meningkat secara drastis, yang pada akhirnya dapat mengakibatkan ledakan.

Dalam proses pembongkaran muatan pada kapal gas, sangat penting untuk memastikan adanya tingkat keamanan yang tinggi, mengingat bahwa muatan gas tergolong berbahaya. Risiko yang ditimbulkan oleh muatan gas alam cair ini cukup signifikan karena sifat-sifatnya yang meliputi suhu yang sangat rendah, beracun, reaktif, korosif, dan mudah terbakar. Oleh karena itu, diperlukan MSDS (*Material Safety Data Sheet*) untuk mengetahui apakah barang tersebut aman atau tidak, serta sebagai

dokumen yang memberikan informasi mengenai zat berbahaya di atas kapal yang dapat menyebabkan potensi insiden atau kejadian yang tidak diinginkan.

1) Butana (C₄H₁₀)

Butana adalah senyawa hidrokarbon yang termasuk dalam kelompok alkana dengan rumus kimia C₄H₁₀. Terdapat dua isomer butana: n-butana (butana normal) dan isobutana (metilpropana). Butana adalah gas yang tidak berwarna dan mudah terbakar pada suhu ruangan.

Safety Data Sheet		
Butane Version 1.2		Release Date: 13.05.2021
Advice on safe handling	Normal measures for preventive fire protection. Keep away from open flames, hot surfaces and sources of ignition. Take precautionary measures against static discharges. Do not breathe vapours/dust. Avoid exposure - obtain special instructions before use. For personal protection see section 8. Smoking, eating and drinking should be prohibited in the application area. Provide sufficient air exchange and/or exhaust in work rooms. Open drum carefully as content may be under pressure. Dispose of rinse water in accordance with local and national regulations.	
Storage		
Conditions for safe storage, including any incompatibilities		
Conditions for safe storage	Prevent unauthorized access. Keep container tightly closed in a dry and well-ventilated place. Observe label precautions. Electrical installations / working materials must comply with the technological safety standards. No smoking.	
Further information on storage stability	No decomposition if stored and applied as directed.	
SECTION 8: Exposure controls and personal protection		

Gambar 2. 12 MSDS *Butane*
Sumber : Dokumen Penulis

Gas ini umumnya lebih murah daripada propana, butana relatif lebih jarang digunakan sehingga tidak semua alat kompatibel. Gas ini memiliki titik didih di sekitar titik beku air yaitu (0 °C).

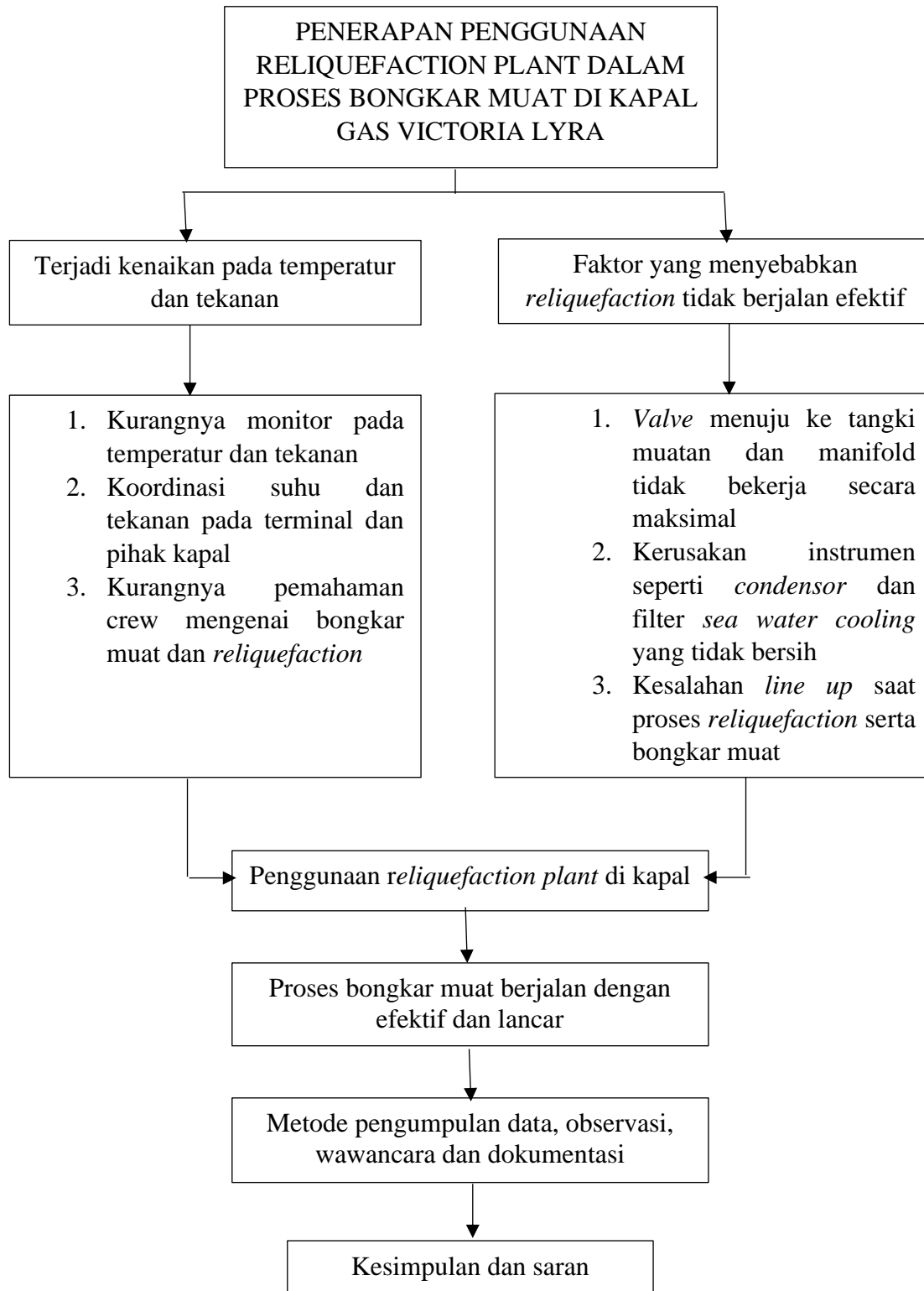
2) Propana (C₃H₈)

Propana adalah campuran yang terdiri dari sejumlah kecil zat lain seperti butilena, propilena, dan butana, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan, yang lebih dikenal dengan sebutan *liquefied petroleum gas* (LPG). Propana mudah dicairkan dan dikompresi, dengan titik didihnya mencapai -42 °C. Gas ini tidak berwarna dan tidak berbau, namun sering diberi tambahan bau agar dapat terdeteksi dengan mudah jika terjadi kebocoran. Untuk penjelasan lebih lanjut, berikut adalah salah satu contoh yang dapat dilihat pada gambar berikut:

Safety Data Sheet				
Propane Version 1.4			Release Date: 21.06.2021	
Conditions for safe storage	: Prevent unauthorized access. : Keep container tightly closed in a dry and well-ventilated place. : Observe label precautions. : Electrical installations / working materials must comply with the technological safety standards. : No smoking.			
Further information on storage stability	: No decomposition if stored and applied as directed.			
SECTION 8: Exposure controls and personal protection				
Control parameters				
Components	CAS-No.	Value type (Form of exposure)	Control parameters / Permissible concentration	Basis
Propane	74-98-6	TWA	2,500 ppm	MY PEL
Individual protection measures, such as personal protective equipment				
Eye/face protection	: Eye wash bottle with pure water. : Tightly fitting safety goggles			
Skin protection	: Impervious clothing : Choose body protection according to the amount and concentration of the dangerous substance at the work place.			
Hand protection	: The suitability for a specific workplace should be discussed with the producers of the protective gloves.			
Remarks	: Wash hands before breaks and at the end of workday.			
Hygiene measures				

Gambar 2. 13 MSDS Propane
Sumber : Dokumen Penulis

C. Kerangka Berpikir



BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Pada dasarnya, sesuai dengan kamus besar bahasa Indonesia penelitian adalah cara teratur yang digunakan untuk melakukan suatu pekerjaan agar tercapai sesuai dengan yang dikehendaki, cara kerja yang bersistem untuk memudahkan pelaksanaan suatu kegiatan guna mencapai tujuan yang ditentukan.

Menurut Sugiyono (2006), penelitian kualitatif adalah jenis penelitian yang bertujuan untuk menentukan nilai suatu variabel bebas (independen) tanpa melakukan perbandingan atau mengaitkannya dengan variabel lain. Penelitian ini berfokus pada pemahaman status atau kondisi variabel itu sendiri tanpa mempertimbangkan pengaruh atau hubungan dengan variabel lain, seperti yang dilakukan dalam penelitian eksperimen atau korelasi.

Sistem metode kualitatif melibatkan pengumpulan data melalui studi dokumen, observasi perilaku, dan wawancara dengan partisipan penelitian menggunakan pendekatan analisis observasional. Dalam konteks penelitian pada kapal, pendekatan menerapkan analisis terhadap aturan-aturan yang di implementasikan selama kegiatan operasional kapal. Fokusnya adalah mengidentifikasi dan mengurangi ancaman terhadap kecelakaan kerja sesuai dengan regulasi yang berlaku.

Tujuan dari metode penelitian ini adalah mengungkapkan fakta, keadaan, fenomena, variabel, dan kondisi yang terjadi selama penelitian serta mendapatkan hasil yang mencerminkan keadaan sebenarnya. Dalam penelitian deskriptif

kualitatif, data diinterpretasikan dan dijelaskan dalam konteks situasi yang sedang berlangsung. Penulis melakukan penelitian di atas kapal berdasarkan penelitian kualitatif, dalam proses pengumpulan data penelitian kualitatif berasal dari observasi di lapangan, wawancara dengan narasumber, dan dokumen agar dapat menunjang penelitian. Dari beberapa hal tersebut dimana penulis telah melaksanakan praktek laut selama satu tahun di kapal GAS VICTORIA LYRA dalam praktek laut ini penulis mengamati Penerapan Penggunaan Reliquefaction Plant Dalam Proses Bongkar Muat Di Kapal GAS VICTORIA LYRA”

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan gambaran yang lebih baik, lengkap, dan memungkinkan penulis melakukan penelitian observasi dengan mudah. Adapun lokasi serta waktu penelitian sebagai berikut:

1. Lokasi Penelitian

Peneliti melakukan penelitian ini selama praktek laut (PRALA) di atas kapal VICTORIA LYRA dari ARCADIA SHIPPING PTE LTD yang berpusat di alamat JL. Pluit Utara Raya no.54, Jakarta Utara, Indonesia.

2. Waktu penelitian

Peneliti melakukan penelitian selama kurang lebih selama 1 (satu) tahun selama praktek laut (PRALA) terhitung sejak tanggal 18 Agustus 2022 hingga tanggal 20 Agustus 2023.

C. Sumber Data

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode yang dapat menggambarkan tentang permasalahan yang dihadapi untuk menunjang

penyelesaian masalah. Adapun sumber data yang digunakan dalam proses penyelesaian penulisan proposal adalah sebagai berikut :

1. Data Primer

Menurut Husein Umar (2013) data primer adalah: “Data primer merupakan data yang didapat dari sumber pertama baik dari individu atau perseorangan seperti hasil dari wawancara atau hasil pengisian kuesioner yang biasa dilakukan oleh Peneliti”. Data primer dari penelitian ini diperoleh peneliti langsung dari responden penelitian yaitu Nakhoda, *Chief Officer*, Bosun, serta *Gas Engineer* untuk mendapatkan informasi seputar *reliquefaction plant* di kapal.

2. Data Sekunder

Menurut Husein Umar (2013) Data sekunder adalah data primer yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan oleh pengumpul data primer atau oleh pihak lain, misalnya dalam bentuk tabel atau diagram. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari buku referensi, jurnal penelitian, internet dan lain-lain agar mendapatkan informasi yang tepat mengenai *reliquefaction*.

D. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan informasi yang sesuai dengan judul yang dipilih peneliti, maka teknik pengumpulan data yang digunakan peneliti adalah sebagai berikut:

1. Teknik Wawancara

Menurut John Smith, Wawancara adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data melalui interaksi langsung antara pewawancara dan responden. Dengan wawancara, pewawancara dapat

mengajukan pertanyaan yang lebih mendalam, memperoleh wawasan yang lebih jelas mengenai pandangan dan pengalaman responden, serta membangun hubungan interpersonal yang lebih erat..

Dalam penelitian ini penulis melakukan wawancara kepada perwira kapal dan awak kapal mulai dari Nakhoda, *Chief Officer*, Bosun, serta *Gas Engineer*. Pertanyaan akan berkembang pada saat melakukan wawancara. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk memperoleh informasi yang relevan dengan penelitian yaitu terkait bagaimana penerapan penggunaan *reliquefaction plant* terhadap proses bongkar muat yang melibatkan para crew kapal serta respon crew kapal dalam pelaksanaannya dan faktor apa saja yang terjadi pada saat proses itu berlangsung.

Tabel 3. 1 Tabel Pertanyaan Wawancara

No	Jabatan	Wawancara
1	Nakhoda	1. Sudah berapa lama bekerja di kapal LPG ?
2	<i>Chief Officer</i>	2. Upaya apa yang harus dilakukan jika terjadi kenaikan temperatur dan tekanan saat proses bongkar muat di kapal ?
3	Bosun	3. Apa guna dan fungsi dari <i>reliquefaction</i> ?
4	<i>Gas Engineer</i>	4. Instrumen apa saja yang digunakan pada <i>reliquefaction</i> ?
		5. Bagaimana proses <i>reliquefaction</i> di kapal GAS VICTORIA LYRA?
		Faktor apa saja yang menyebabkan proses <i>reliquefaction</i> tidak berjalan dengan efektif saat bongkar muat?

2. Teknik Observasi

Selain wawancara, observasi juga merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang paling populer dalam metode penelitian kualitatif. Observasi pada hakekatnya adalah kegiatan yang menggunakan panca indera, dapat berupa penglihatan, penciuman, maupun pendengaran untuk memperoleh informasi yang diperlukan guna menjawab permasalahan

penelitian. Hasil observasi berupa kegiatan tertentu, peristiwa, kejadian, objek, kondisi atau suasana, dan perasaan emosional seseorang. Pengamatan dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang realistis tentang satu atau lebih peristiwa guna menjawab pertanyaan penelitian.

3. Teknik Dokumentasi

Dokumen merupakan catatan informasi juga dapat diperoleh melalui peristiwa yang disimpan dalam bentuk korespondensi, catatan harian, arsip foto, hasil pertemuan, log aktivitas, dan lain-lain. Hasil penelitian dari observasi atau wawancara akan lebih kredibel kalau didukung dokumen-dokumen yang bersangkutan. Disini penulis telah mengumpulkan data berupa gambar-gambar yang berkaitan guna menunjang penelitian ini.

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang penulis gunakan dalam skripsi ini berdasarkan data, pengamatan secara langsung, informasi dari perwira kapal dan kecocokan dengan permasalahan yang terjadi sesuai judul penulis ambil selama penulis melaksanakan praktek berlayar di kapal. Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif, yang berarti penulis menganalisis data tanpa melakukan perhitungan matematis, dengan tujuan untuk mengolah dan menyajikan data dalam bentuk yang lebih bermakna serta mudah dipahami oleh orang lain. Analisis deskriptif dilakukan untuk memberikan gambaran terkait hal-hal yang relevan dengan materi pembahasan skripsi ini. Untuk mempermudah proses analisis data, penulisan karya ilmiah terapan ini menggunakan tiga metode analisis data, yaitu:

1. Reduksi data

Reduksi data adalah merangkum, memilih hal-hal yang pokok, memfokuskan pada hal-hal yang penting yang sesuai dengan topik penelitian, mencari tema dan polanya, pada akhirnya memberikan gambaran yang lebih jelas dan mempermudah untuk melakukan pengumpulan data selanjutnya. Dalam mereduksi data akan dipandu oleh tujuan yang akan dicapai dan telah ditentukan sebelumnya. Dengan demikian peneliti mendapatkan gambaran yang jelas dan mudah dalam mendapatkan data yang dibutuhkan. Sehingga nantinya dapat ditarik kesimpulan dan diverifikasikan.

2. Penyajian Data

Setelah mereduksi data, maka langkah selanjutnya adalah menyajikan data. Penyajian data merupakan serangkaian kegiatan dalam proses penyelesaian hasil penelitian dengan menggunakan metode analisis yang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Proses ini dilakukan untuk mempermudah pengolahan data yang telah dikumpulkan. Penyajian data yang rinci memungkinkan peneliti untuk menarik kesimpulan yang lebih jelas dalam penelitian ini.

3. Menarik Simpulan dan Verifikasi

Langkah terakhir dalam menganalisis penelitian kualitatif adalah penarikan kesimpulan. Tujuan dilakukan menarik kesimpulan dan verifikasi adalah untuk melihat hubungan penelitian yang sudah ada, apa ada persamaan, perbedaan, ataukah menyempurnakan penelitian yang sudah ada sebelumnya. Cara penarikan kesimpulan yaitu merangkum semua data yang sudah sesuai

dengan yang diharapkan dan dapat menjawab pertanyaan yang ada pada rumusan masalah penelitian dan verifikasi dilakukan agar kesesuaian data. Temuan dapat berupa deskripsi atau gambaran suatu objek yang sebelumnya masih belum jelas sehingga setelah diteliti menjadi jelas.