



**Pengoperasian *Reliquefaction Plants* dalam Proses
Pemuatan di MT.IMMANUEL X**

SKRIPSI

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada Politeknik Ilmu
Pelayaran Semarang di bidang Nautika**

Oleh

AHMAD SHADDIQI ISHAK

NIT 551811136780 N

**PROGRAM STUDI NAUTIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGOPERASIAN *RELIQUEFACTION PLANTS* GUNA
MENINGKATKAN KESELAMATAN DALAM PROSES PEMUATAN
DI MT. IMMANUEL X**

Disusun Oleh:

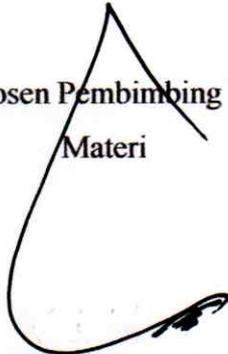
AHMAD SHADDIQI ISHAK
551811136780 N

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan

Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, 28 Juli 2023

Dosen Pembimbing I
Materi



Capt. SUHERMAN, M. Si, M. MAR
Pembina (IV/A)
NIP. 19771129 200502 2 001

Dosen Pembimbing II
Penulisan



RIA HERMINA SARI, SS, M.Sc
Pembina Tk.I (III/d)
NIP. 19810413 200604 2 002

Mengetahui / Menyetujui
Ketua Program Studi Nautika



YUSTINA SAPAN, S.Si.T, M.M
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19771129 200502 2 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pengoperasian *Reliquefaction Plants* dalam Proses Pemuatan di MT. IMMANUEL X” karya,

Nama : Ahmad Shaddiqi Ishak

NIT : 551811136780 N

Program Studi : Nautika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Nautika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari *Senin*....., tanggal *25*.....

Semarang, *25 September* 2023

Panitia Ujian

Capt. Samuel Palembang, M.T., M.Mar.

Pembina Tk. I (IV/b)

NIP. 19710902 200212 1 001




Capt. Suherman, M.Si, M.Mar.

Pembina (IV/a)

NIP. 19660915 199903 1 001

Irma Shinta Dewi, M.Pd.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19730713 199803 2 003

Mengetahui
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dr. Capt. TRI CAHYADI, M.H., M.Mar.

Pembina Tk. I (IV/b)

NIP. 19730704 199803 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Shaddiqi Ishak

NIT : 551811136780 N

Program Studi : Nautika

Judul : Pengoperasian *Reliquefaction Plants* Guna Meningkatkan Keselamatan Dalam Proses Pemuatan di MT. Immanuel X

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

Semarang

2023

Yang membuat pernyataan,



AHMAD SHADDIQI ISHAK
NIT 551811136780

Motto dan Persembahan

Haters akan tetap membenci, karena tanpa kalian aku tidak akan berada di tempatku sekarang, jadi teruskan saja membenci diriku. -C Ronaldo

Persembahan:

1. Kedua orang tua, Ibu Usmiarni dan Ayah Repelito Ishak
2. Adik saya, Aisha Sekar Melati Ishak
3. Capt. Suherman, M.Si, M. Mar selaku dosen pembimbing I
4. Ria Hermina Sari, S.S, M. Sc selaku dosen pembimbing II
5. Rekan Kerja, N8C
6. Almamaterku PIP Semarang



PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah dilimpahkan kepada hamba-Nya serta sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, yang berjudul “Pengoperasian *Reliquefaction Plants* Guna Meningkatkan Keselamatan Dalam Proses Pemuatan di MT. Immanuel X”

Penyusunan skripsi ini ditunjukan untuk memenuhi salah satu persyaratan guna menyelesaikan studi akhir semester VIII Program Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Peneliti berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi dalam usaha mengembangkan ilmu pengetahuan bidang pelayaran, khususnya pada topik pemuatan di kapal *gas carier*.

Sebagai bentuk rasa syukur atas masa pendidikan di Bumi Singosari, dengan penuh rasa hormat peneliti menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu Usmiarni yang telah mengajarkan untuk selalu bersikap tegar dalam menghadapi kehidupan yang penuh tantangan dan Ayah Repelito Ishak yang mengajarkan untuk selalu bersikap sederhana dalam menjalani hidup, serta adik penulis Aisha Sekar Melati Ishak yang selalu mendukung, menghibur, dan memberikan semangat dalam segala hal.
2. Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

3. Ibu Yustina Sapan, S.ST, M.M, selaku Ketua Program Studi Nautika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
4. Bapak Capt. Suherman, M.Si, M. Mar., selaku dosen pembimbing materi skripsi yang senantiasa menyediakan waktu di sela kesibukannya untuk membimbing dan mendukung peneliti dalam menyusun skripsi.
5. Ibu Ria Hermina Sari, S.S, M. Sc, selaku dosen pembimbing penulisan skripsi yang senantiasa meluangkan waktu dan memberikan semangat di sela kesibukannya, untuk membimbing dan mendukung peneliti dalam menyusun skripsi ini.
6. Ibu Ir. Fitri Kensiwi M. Pd, selaku dosen wali yang memberi dukungan peneliti selama menempuh pendidikan di PIP Semarang.
7. Bapak dan Ibu Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah menyampaikan ilmunya kepada taruna selama menempuh studi di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
8. Nahkoda dan seluruh kru MT. Immanuel X yang telah membantu peneliti dalam melaksanakan penelitian dan praktik.
9. Kasta *Batavia* yang solid dan mampu berjuang bersama dan mampu mendukung peneliti untuk menyelesaikan penelitian ini.
10. Perwira muda Bayu Soenochargo yang membantu mendukung dan mengarahkan peneliti dalam penelitian ini.
11. Sobat N8C terutama veteran yang memiliki kesoliditas tinggi.
12. Rekan taruna dan taruni PIP Semarang angkatan LV, dan adik-adik LVI.

13. Kekasih saya Cesa Valerin yang selalu ada, meghibur dan memberikan support kepada peneliti untuk selalu mengerjakan penelitian ini hingga selesai.
14. Seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun untuk menjadikan skripsi ini menjadi lebih baik.

Semarang,

AHMAD SHADDIQI ISHAK
NIT.551811136780

ABSTRAKSI

ISHAK, A SHADDIQL. “*Pengoperasian Reliquefaction Plants Guna Meningkatkan Keselamatan Dalam Proses Pemuatan di MT. Immanuel X*”. Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Nautika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Capt. Suherman, M.Si, M. Mar Pembimbing II: Ria Hermina Sari, S.S, M. Se

Pada era ini muatan dapat diangkut oleh berbagai jenis kapal. Jenis kapal terbagi menjadi kapal *chemical tanker*, kapal *crude oil tanker*, dan kapal *gas tanker*. Kapal gas adalah sebuah kapal yang dirancang untuk menangkut gas-gas kimia LPG (*Liquied Petroleum Gas*) atau LNG (*Liquified Natural Gas*) dalam jumlah besar. Muatan gas dianggap sangat bahaya dikarenakan memiliki sifat yang mudah meledak. Untuk mengatasi hal tersebut kapal *gas tanker* memiliki sistem keamanan yang disebut *reliquefaction plants* yang berfungsi menurunkan tekanan tangki muatan dengan cara mendinginkan temperatur muatan oleh *vapour* yang telah terkondensasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosedur pengoperasian *reliquefaction plants*, termasuk kendala pada saat pengoperasian, dan upaya-upaya yang harus dilakukan untuk mengatasi kendala pengoperasian dari *reliquefaction plants* di MT. Immanuel X. Metode yang digunakan adalah metode kualitatif, dimana data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, studi dokumentasi, dan studi pustaka. Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis *fishbone diagram* untuk menjawab rumusan permasalahan.

Penelitian ini mengungkap bahwa pengoperasian *reliquefaction plants* dilakukan ketika MT. Immanuel X sedang melakukan proses pemuatan, dimana *reliquefaction plants* memiliki dua fungsi sesuai kebutuhannya, yaitu *reliquefaction* untuk menurunkan suhu maupun tekanan tinggi pada tangki muatan dan *hot gas* untuk mendorong sisa-sisa muatan kembali ke terminal. Kendala ditemukan pada saat proses *tank line clearence* yang mengakibatkan tingginya tekanan pada tangki muatan yang disebabkan kelalaian *Gas Engineer*. Upaya untuk mengatasi seperti mengaktifkan *Emergency Shutdown Device*, mengoperasikan *water deck spray*, menggunakan *mast riser* dan upaya pencegahan seperti melakukan edukasi pengoperasian *reliquefaction plants*, melaksanakan *toolbox meeting*, dan selalu *double check* prosedur.

Kata Kunci: *reliquefaction plants, tank line clearence, hot gas, gas engineer*

ABSTRACT

ISHAK, A SHADDIQL. "Operation of Reliquefaction Plants in the Loading Process at MT. Immanuel X". Thesis. Diploma IV Program, Nautical Study Program, Semarang Maritime Polytechnic, Supervisor I: Capt. Suherman, M.Si, M. Mar Supervisor II: Ria Hermina Sari, S.S, M.Se

In this era, cargo could be carried by various types of ships. Types of ships are divided into chemical tanker ships, crude oil tanker ships, and gas tanker ships. A gas ship is a ship designed to transport LPG (Liquied Petroleum Gas) or LNG (Liquified Natural Gas) chemical gases in large quantities. Gas loads are considered very dangerous because they have explosive properties. To overcome this, gas tanker ships have a safety system called reliquefaction plants which functions to reduce cargo tank pressure by cooling the cargo temperature with condensed vapor.

This research aims to determine the operating procedures for reliquefaction plants, including the obstacles during operation, and the efforts that must be made to overcome operational obstacles for reliquefaction plants in MT. Immanuel X. The method used is a qualitative method, where data is collected through interviews, observation, documentation studies and literature studies. The collected data was then analyzed using fishbone diagram analysis techniques to answer the problem formulation.

This research reveals that the operation of reliquefaction plants is carried out when MT. Immanuel Obstacles were discovered during the tank line clearance process which resulted in high pressure in the cargo tank due to the Gas Engineer's negligence. Efforts to overcome this include activating the Emergency Shutdown Device, operating the water deck spray, using a mast riser and prevention efforts such as providing education on the operation of reliquefaction plants, holding toolbox meetings, and always double checking procedures.

Kata Kunci: reliquefaction plants, tank line clearance, hot gas, gas engineer

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAKSI.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Penelitian.....	4
C. Rumusan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN TEORI	
A. Deskripsi Teori.....	7
B. Kerangka Penelitian.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Metode Penelitian.....	21

B.	Tempat Penelitian.....	23
C.	Sampel Sumber Data Penelitian/Informan.....	23
D.	Teknik Pengumpulan Data.....	25
E.	Instrumen Penelitian.....	28
F.	Teknik Analisis Data Kualitatif.....	29
G.	Pengujian Keabsahan Data.....	31
BAB IV HASIL PENELITIAN		
A.	Gambaran Konteks.....	33
B.	Deskripsi Data.....	37
C.	Temuan.....	40
D.	Pembahasan Hasil Penelitian.....	51
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		
A.	Simpulan.....	62
B.	Keterbatasan Penelitian.....	63
C.	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....		65
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....		68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Saya.....	34
Tabel 4.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu 2 dengan Penelitian Saya.....	35
Tabel 4.3 Garis Besar Temuan pada Penelitian.....	50
Tabel 4.4 Tabel <i>root cause</i>	51



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Knockout drum</i>	11
Gambar 2.2 Komresor kargo.....	12
Gambar 2.3 <i>Cargo condensor</i>	13
Gambar 2.4 <i>Inter cooler</i>	14
Gambar 2.5 Bentuk tangki tipe-C kapal <i>semi refrigerated</i>	15
Gambar 2.6 Kerangka penelitian.....	20
Gambar 3.1 <i>Fishbone diagram</i>	30
Gambar 3.2 Diagram triangulasi.....	32
Gambar 4.1 <i>Bypass valve</i>	44
Gambar 4.2 Thermometer di MT. Immanuel X.....	45
Gambar 4.3 <i>Diagram analysis fishbone</i>	46
Gambar 4.4 <i>Emergency shutdown device (ESD)</i>	55
Gambar 4.5 <i>Mast riser</i>	57
Gambar 4.6 Memberikan edukasi <i>reliquefaction plants</i>	58
Gambar 4.7 Melakukan <i>toolbox meeting</i>	60

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 <i>Ship Particular</i> MT. Immanuel X.....	68
Lampiran 2. <i>Crew List</i> MT. Immanuel X.....	69
Lampiran 3. <i>Stowage Plan</i> MT. Immanuel X.....	70
Lampiran 4. <i>Time Sheet Loading</i> MT. Immanuel X.....	71
Lampiran 5. <i>General Arrangement</i> MT. Immanuel X.....	72
Lampiran 6. <i>Diagram Cargo Deck System</i> MT. Immanuel X.....	73
Lampiran 7. <i>Manual Book Cargo Compressor</i> MT. Immanuel X.....	74
Lampiran 8. <i>Loogbook</i> MT. Immanuel X.....	76
Lampiran 9. Daftar wawancara.....	77
Lampiran 10. MSDS <i>Propane</i>	84
Lampiran 11. MSDS <i>Butanes</i>	85
Lampiran 12. Daftar Gambar.....	86

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kapal sebagai alat transportasi di laut sudah mengalami banyak perkembangan. Pada era ini berbagai macam muatan dapat diangkut oleh berbagai jenis kapal. Untuk mengangkut muatan yang berbentuk cairan, diperlukan kapal yang didesain khusus yang disebut kapal *tanker*. Jenis kapal ini terbagi menjadi kapal *chemical tanker*, kapal *crude oil tanker*, dan kapal *gas tanker*. Kapal *oil tanker* memiliki tangki muatan yang sangat besar, yang dapat menampung 50,000 hingga 550,000 *Matric Ton* (MT).

Tangki muatan kapal *oil tanker* beresiko terhadap tekanan yang tinggi akibat dari gesekan antara muatan yang dimuat maupun dibongkar. Oleh karena itu kapal *oil tanker* dilengkapi dengan alat *Pressure Vaccum* (PV) *valve* yang dapat menghisap udara bebas dan membuang tekanan tinggi tersebut ke udara bebas. Dikarenakan udara bebas dapat menghubungkan segitiga api, maka *Inert Gas System* (IGS) diperlukan untuk memutus komponen oksigen di tangki muatan agar tidak terjadi kebakaran.

Kapal *Liquified Petroleum Gas* (LPG) adalah kapal niaga yang mengangkut muatan berupa gas yang dicairkan, kapal LPG memiliki beberapa jenis yang terspesifikasi seperti *Fully Pressurised Ship*, *Semi Refrigerated Ship*, *Fully Refrigerated Ship*. *International Maritime Organization* (IMO) sebagai suatu organisasi internasional yang bergerak dalam bidang kemaritiman telah menetapkan muatan gas adalah muatan yang sangat

berbahaya, maka dari itu setiap kapal gas dirancang dengan karakteristik dan penanganan muatan yang berbeda.

Salah satu keunggulan karakteristik yang ada di kapal LPG adalah jenis material dan kemampuan bertahan tangki muatan tersebut. Menurut *Tanker Safety Guide Liquefied Gas* (2018:59), tangki kargo dibuat dari bahan yang mengandung sifat tekstil khusus yang bagaimana jika kargo gas didinginkan hingga temperatur di bawah 0°C maka tangki kargo tersebut dapat bertahan. Baja normal telah mengurangi keuletan pada temperatur di bawah 0°C yang mengakibatkan menjadi rapuh dan kurang mampu menahan tekanan pada temperatur yang lebih rendah. Maka dari itu untuk keperluan industri maritim, baja yang mengandung tekstil akan menjadi struktur butiran halus dan sifat tarik yang lebih baik, dan dapat bertahan pada temperatur yang lebih rendah. *The International Code of the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code)* mensyaratkan permintaan khusus untuk baja yang diizinkan untuk digunakan untuk tangki kargo gas cair, tergantung pada ketebalan penyulingan dan temperatur layanan desain tangki dan sistem penahanan kargo.

Alasan mengapa muatan gas itu dianggap sangat bahaya dikarenakan gas memiliki sifat yang mudah meledak, salah satu bahaya yang perlu diperhatikan di kapal *gas tanker semi refrigerated* adalah tekanan tinggi yang menyebabkan tangki-tangki retak maupun meledak diakibatkan karena karakter tangki dan temperatur pada tangki muatan saat memuat. Berbeda dengan kapal *oil tanker* yang mengatasi tekanan tinggi dengan membuangnya

ke udara bebas, jika hal tersebut dilakukan di kapal LPG maka akan menimbulkan resiko kecelakaan yang sangat besar, apabila tidak dalam kondisi yang sangat darurat saat pengoperasian bongkar muat maka sangat tidak dianjurkan membuang *vapour* maupun *liquid* ke udara bebas.

Untuk mengatasi hal tersebut kapal *gas tanker* memiliki sebuah sistem keamanan yang disebut *reliquefaction plants*. Sistem tersebut dapat menurunkan tekanan tinggi pada tangki muatan dengan cara mengontrol dan menurunkan temperatur *liquid* (muatan) sesuai ketentuan yang diperlukan. Dikarenakan sifatnya yang berbanding lurus, jika temperatur tangki rendah maka tekanan tangki akan rendah, dan sebaliknya apabila temperatur tangki tinggi maka tekanan tangki akan tinggi. Sistem tersebut mengubah *vapour gas* menjadi *cold liquid* yang telah terkondensasi dengan cara disemprotkan kedalam tangki muatan melalui mesin bantu di kapal gas seperti *cargo compressor, condensor, dan inter cooler*.

Berdasarkan pengalaman yang didapat selama melaksanakan praktik laut di MT. Immanuel X pada tahun 2022, peneliti melihat bahwa kapal jenis LPG-C tersebut memiliki spesifikasi keamanan yang tinggi untuk mengatasi bahaya-bahaya seperti tekanan tinggi pada tangki muatan dengan *reliquefaction plants*. Dengan *prototype* yang terpasang di kapal tersebut sangat aman dan canggih, memungkinkan untuk meminimalkan kegagalan prosedur kerja pada sistem tersebut. Akan tetapi bahaya yang terjadi saat pengoperasian *reliquefaction plants* adalah *human error*, dikarenakan *cargo compressor* dapat menghasilkan fungsi lain yaitu *hot gas system*.

Vapour dari tangki cargo yang melewati *separator* dan *cargo compressor* menghasilkan *hot gas* yang berguna untuk mendorong sisa muatan yang berada di *pipe line* kembali ke terminal. Namun pada saat itu terjadi *human error*, akibat kesalahan kru saat membuka *valve* aliran *hot gas* menuju ke tangki muatan. Hal ini menyebabkan tekanan pada tangki muatan menjadi tinggi, dan alarm *tank press* berbunyi. Pihak terminal juga mengingatkan bahwa muatan yang masih berada di *pipe line* kapal belum kembali ke terminal.

Untuk mencegah terjadinya bahaya keselamatan dan adanya kelalaian tersebut membuat perwira maupun awak kapal harus menjalankan prosedur pengoperasian dengan baik sesuai *manual book*, tentang pengoperasian *reliquefaction plants* pada saat bongkar muat maupun pengoperasian *hot gas* untuk *tank line clearing* yang berkaitan dengan *cargo compressor* beserta komponen lainnya.

Mengingat pentingnya pengoperasian *reliquefaction plants* secara baik dan benar, maka peneliti tertarik untuk mengulas pengoperasian sistem tersebut melalui penelitian dengan judul “Pengoperasian *Reliquefaction plants* dalam Proses Bongkar Muat di MT. Immanuel X”.

B. Fokus Penelitian

Untuk mengimbangi kemampuan peneliti yang terbatas dan permasalahan yang terkandung dalam penelitian ini cukup luas, maka peneliti berusaha membatasi ruang lingkup yang akan dibahas kepada bagaimana tindakan-tindakan yang diambil dan diteliti dari penelitian ini dititik beratkan

kepada penyebab dan upaya mengatasi agar terhindar dari kemungkinan bahaya-bahaya yang terjadi apabila mengalami tekanan tinggi pada tangki muatan di MT. Immanuel X pada saat pelaksanaan bongkar muat *liquefied petroleum gas (LPG)*.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang serta fokus penelitian yang sudah disebutkan di atas, maka peneliti merumuskan beberapa rumusan masalah yang akan dibahas secara mendetail.

Adapun rumusan masalah tersebut yaitu:

1. Apakah penyebab yang mengakibatkan tekanan tinggi pada tangki muatan ?
2. Bagaimana mengatasi tekanan tinggi di MT. Immanuel X ?

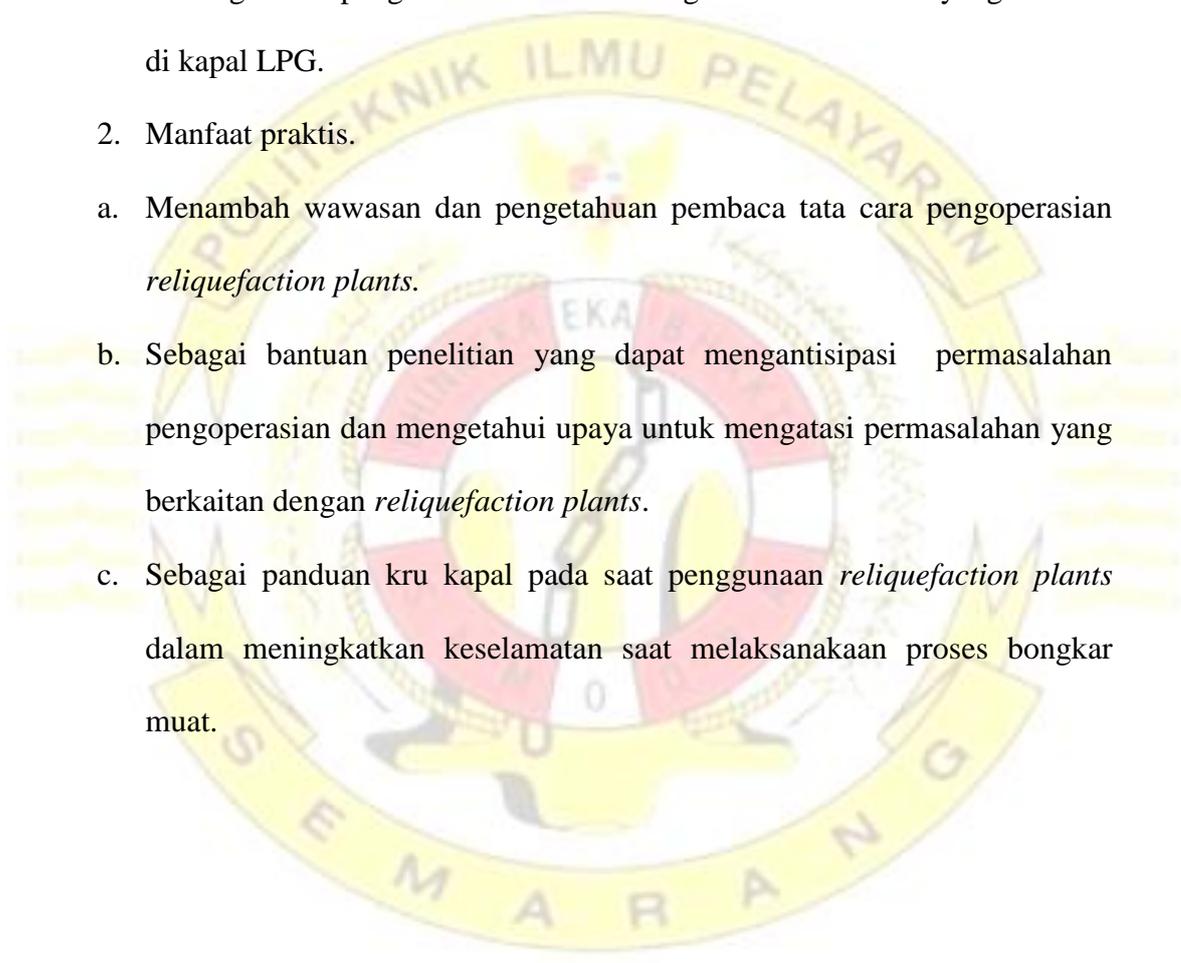
D. Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah tersebut diatas, penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui penyebab tingginya tekanan pada tangki muatan di MT. Immanuel X.
2. Mengetahui upaya-upaya yang harus dilakukan untuk mengatasi tekanan tinggi .

E. Manfaat Hasil Penelitian

Didasari latar belakang masalah, fokus penelitian, rumusan masalah serta tujuan penelitian di atas, maka manfaat hasil penelitian ini sebagai berikut :

1. Manfaat teoritis.
 - a. Dapat menambah wawasan dan pengembangan pikiran.
 - b. Menambah perbendaharaan dan kelengkapan kepustakaan.
 - c. Meningkatkan mutu dan kualitas lembaga pendidikan atau institusi.
 - d. Meningkatkan pengetahuan umum tentang sistem keamanan yang tersedia di kapal LPG.
 2. Manfaat praktis.
 - a. Menambah wawasan dan pengetahuan pembaca tata cara pengoperasian *reliquefaction plants*.
 - b. Sebagai bantuan penelitian yang dapat mengantisipasi permasalahan pengoperasian dan mengetahui upaya untuk mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan *reliquefaction plants*.
 - c. Sebagai panduan kru kapal pada saat penggunaan *reliquefaction plants* dalam meningkatkan keselamatan saat melaksanakan proses bongkar muat.
- 
- The image contains a large, semi-transparent watermark logo in the background. The logo is circular and features a central emblem with a torch and a book. The text 'UNIVERSITAS PAHLAWAN REVOLUSI' is written in a semi-circle at the top, and 'SEMARANG' is written in a semi-circle at the bottom. The logo is rendered in a light yellow/gold color.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Pengoperasian

Yaitu dasar suatu cara kerja pelaksanaan dengan baik dan benar, mengikuti ketentuan sesuai dengan prosedur, dan jika dapat menguasai sistem pengoperasian itu sendiri secara keseluruhan maka sistem akan dapat terlaksana dengan baik. Pengoperasian yang menguntungkan adalah sebuah usaha maupun langkah-langkah yang telah sesuai ketentuan dan pelaksanaan yang benar.

Menurut Roberto (2018:10), pengoperasian yaitu sebuah proses, langkah-langkah, kegiatan mengoperasikan suatu hal untuk dapat mencapai tujuan tertentu. Sementara Alexander (2018:6), mengungkapkan bahwa pengoperasian adalah hal-hal yang dilakukan untuk memfungsikan alat sesuai prosedur dengan benar, pengoperasian suatu hal dengan benar diharapkan dapat memperpanjang jangka pemakaian dan dapat mengurangi tingkat kerusakan sebuah alat tersebut. Setiap mesin yang bergerak memiliki sebuah sistem operasi, sistem operasi merupakan penghubung antara pengguna mesin dan alat dukung yang dimiliki sebuah mesin, untuk mengoperasikannya banyak alat maupun sistem yang terkait guna mendukung keberhasilan kerja mesin tersebut.

Untuk melaksanakan pengoperasian sebuah *reliquefaction plants* dikawal LPG *semi-referigated* dibutuhkan beberapa operator guna

mendukung keberhasilan kerja sistem tersebut. Perwira yang memiliki wewenang dan tanggung jawab penuh dalam mengoperasikan, memeriksa, mengecek, dan merawat alat bantu kapal yang mendukung operasional *reliquefaction plants* adalah *Gas Engineer*. Pengoperasian tersebut terlaksana karena adanya perintah dan kordinasi dari *Chief Officer* maupun Muallim Jaga yang memonitor tekanan tangki dan temperatur lalu melaporkannya kepada *Gas Engineer*. Tugas *Gas Engineer* saat mengoperasikan *reliquefaction plants* adalah mengatur aliran *vapour* yang ada di ruang kompresor kargo, menyalakan motor untuk menggerakkan *shave* kompresor kargo. Menurut Ali (2019:5), kompresor kargo dalam kondisi siap memerlukan daya 75 kw dan kecepatan 450 rpm untuk menghisap *vapour* dan mengirimkannya ke *condensor*. Untuk menjalankan tugasnya dengan baik *Gas Engineer* dibantu oleh *Able Seamen (A/B)* untuk membuka tutup *valve* dan mengatur aliran *vapour* yang telah di *reliquefy* dari ruang kompresor kargo menuju ke tangki kargo.

2. *Reliquefaction plants*

Menurut McGuire dan White (2016:87), kapal pembawa muatan berbahaya seperti gas yang memiliki muatan dengan kriteria tekanan tinggi, harus memiliki sistem untuk mengontrol tekanan *vapour* muatan pada tangki-tangki kargo selama melakukan proses pemuatan dan pengangkutan kargo. Sistem yang disampaikan dan dimaksud oleh peneliti adalah *reliquefaction plants*.

a. Fungsi *reliquefaction plants*

Adapun *Reliquefaction plants* memiliki fungsi-fungsi sebagaimana berikut :

- 1) Mendinginkan tangki-tangki muatan beserta pipa-pipa muatan sebelum melaksanakan proses pemuatan.
- 2) Mengubah *vapour* dari muatan menjadi ke dalam bentuk butiran cairan dingin yang telah terkondensasi.
- 3) Menjaga dan menurunkan temperatur dan tekanan muatan pada saat temperatur dan tekanan mengalami peningkatan yang tidak sesuai dengan ketentuan.
- 4) Menghasilkan *hot gas* yang berfungsi untuk mendorong sisa-sisa muatan yang tersisa di jalur muatan kembali ke terminal (*Tank Line Clearing*).

Menurut Muhammad (2018:9), zat memiliki berbagai macam wujud seperti padatan, cairan, dan uap. Untuk mengubah zat seperti zat padatan ke cairan atau cairan ke uap, harus melewati proses pemanasan. Hal yang sama juga berlaku untuk perubahan dari sebuah gas menjadi cairan atau cairan ke padatan, zat tersebut harus menghilangkan panas. McGuire dan White (2014:29) menyebutkan panas yang dihilangkan atau dibuat dari suatu zat dalam mengubah wujud dari zat padat ke cairan maupun uap disebut panas laten (penguapan dan pengembunan). Karena *vapour* bersentuhan dengan cairan dan meningkatnya temperatur cairan muatan tersebut lebih

banyak diubah menjadi uap muatan untuk menaikkan tekanan uap muatan. Ini menciptakan massa yang cukup besar per satuan volume dalam ruang yang berisi uap muatan. Hal tersebut menyebabkan naiknya temperatur dapat menurunkan *density* cairan dan menaikkan *density* uap jenuh. Dengan kata lain, ketika temperatur naik maka massa uap muatan menjadi lebih berat dan massa cair menjadi semakin ringan membuat naiknya tekanan pada tangki muatan.

Jadi menurut uraian di atas hubungan antara temperatur muatan dan tekanan di dalam tangki muatan yaitu berbanding lurus dengan proses penanganan muatan di kapal LPG. Apabila temperatur muatan terjadi peningkatan maka tekanan didalam tangki muatan ikut meningkat. Sebaliknya, ketika temperatur muatan menjadi turun maka tekanan dorongan di tangki muatan pun menjadi turun tenggelam. Hal ini sangat berpengaruh pada proses pemuatan di kapal LPG karena saat proses pemuatan *liquid* ke dalam tangki muatan, selalu terjadi peningkatan tekanan. Peningkatan tekanan ini juga berpengaruh pada peningkatan tekanan balik yang berlawanan dengan tekanan aliran muatan, sehingga berpotensi memperkecil rata-rata kecepatan pemuatan. Peningkatan tekanan ini juga berpengaruh pada peningkatan tekanan balik yang berlawanan dengan tekanan aliran muatan, sehingga berpotensi memperkecil rata-rata kecepatan pemuatan (*loading rate*) yang mengakibatkan proses bongkar muat berjalan lebih lambat.

b. Bagian-bagian *reliequfaction plants*

1) *Knockout Drum*

Alat bantu kapal untuk mendukung kinerja *reliequfaction plants* yang berfungsi untuk menampung uap muatan dan memisahkan *liquid* muatan. Apabila *liquid* terdeteksi terbawa oleh kargo kompresor maka *alarm* dan *safety device* di *knockout drum* akan aktif.

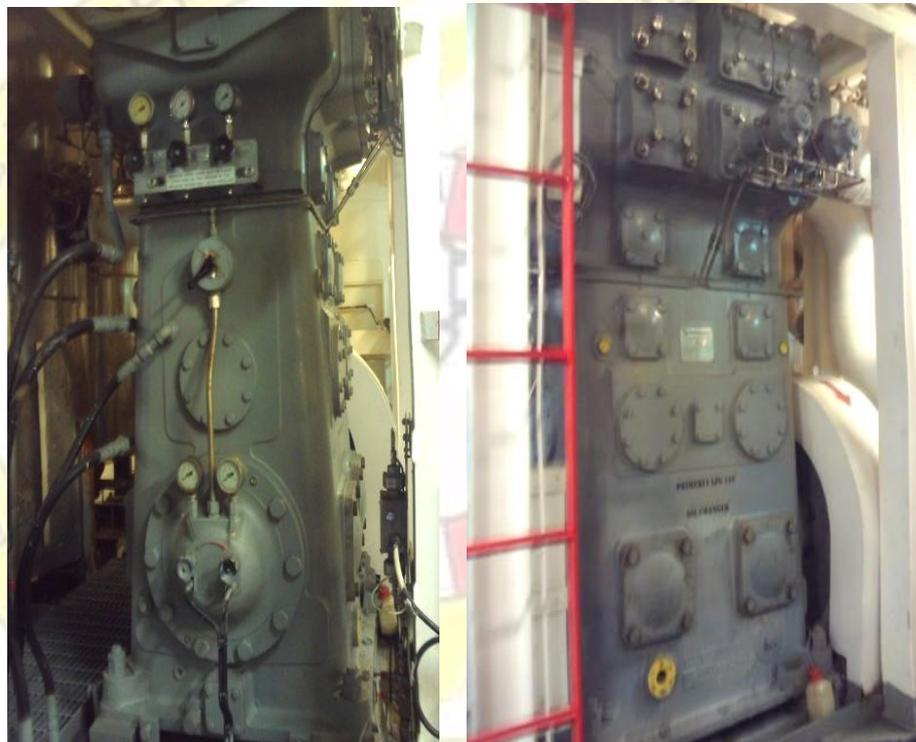


Gambar 2.1 *Knockout Drum*
Sumber : Kapal MT. Immanuel X (2022)

2) *Cargo Compressor*

Menurut Fajar (2019:33), kargo kompresor harus dicegah dari masuknya *liquid* muatan, hal tersebut dikarenakan dapat menyebabkan kerusakan serius pada kompresor kargo itu sendiri. Beberapa fungsi dari *cargo compressor* ini antara lain:

- a) Menghisap uap muatan yang telah dipisahkan lalu mendorong dan mengirimkannya ke *condensat*
- b) Dapat membongkar muatan apabila *cargo pump* mengalami kerusakan, maka *cargo compressor* merupakan alternatif untuk membongkar muatan liquid
- c) Menghasilkan *Hot Gas*.



Gambar 2.2 Kompresor kargo
Sumber : Kapal MT. Immanuel X (2022)

3) *Cargo Condensor*

Menurut Wahyu (2022:20), kondensator merupakan alat yang berfungsi untuk mengkondensasi uap menjadi cairan. Dengan cara memperhatikan temperatur air laut, cairan hasil kondensasi uap muatan yang telah melewati proses kompresi adalah pendapat yang

dikemukakan oleh Fitriani dan Kusumaningrum, (2019:28). Peneliti menyimpulkan bahwa *condensor* adalah alat bantu kapal yang mengubah uap muatan menjadi cairan yang telah terkondensasi akibat dari air laut yang telah dipanaskan.



Gambar 2.3 *Cargo Condensor*
Sumber: Kapal MT. Immanuel X (2022)

4) *Inter Cooler*

Mesin yang berfungsi sebagai tempat pengumpulan *liquid* yang telah dihasilkan oleh proses kondensasi antara uap muatan yang panas dan air laut di *condensor*. Setelah semua *liquid* hasil dari kondensasi tersebut telah tertampung, kemudian alat tersebut akan melakukan proses pendinginan terhadap *liquid* dan dikembalikan kepada tangki kargo.



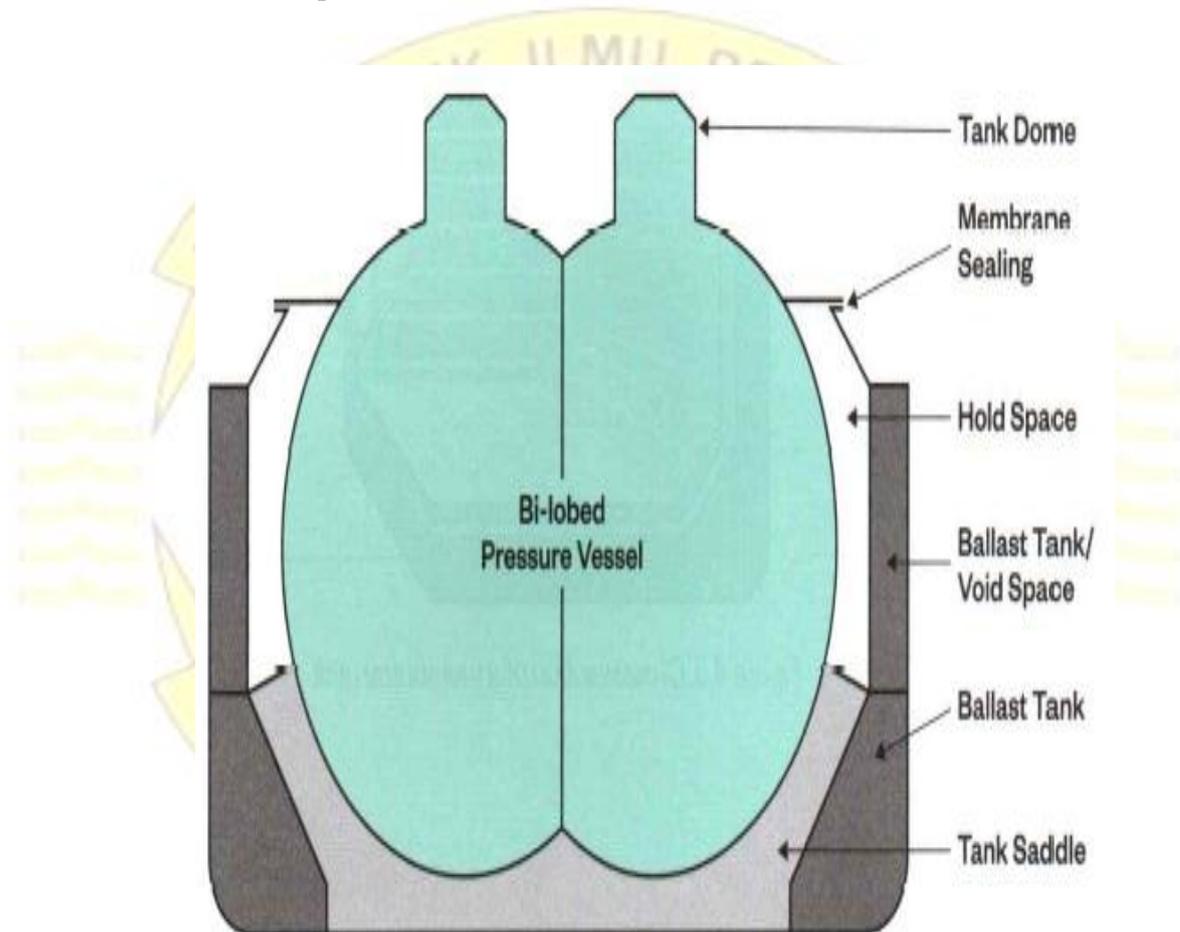
Gambar 2.4 *Inter Cooler*
Sumber: Kapal MT. Immanuel X (2022)

Pada kapal Immanuel X, *reliquefaction plants* yang digunakan merupakan *reliquefaction plants* siklus dua langkah. McGuire dan White (2000:89), menyebutkan bahwa melalui perlengkapan *reliquefaction* siklus dua langkah itu relatif jarang, sangat berguna untuk menangani berbagai macam produk gas cair. Pemasangan sistem dua siklus sangatlah penting bagi pembawa muatan *butadiene* dan *vinyl chloride*.

c. Sistem pengoperasian *reliquefaction plants*

Kapal *semi-refrigerated* dengan jenis tangki muatan C seperti di MT.Immanuel X adalah tipe kapal yang memiliki keunggulan secara

karakteristiknya. Tangki tipe C adalah tangki muatan yang terbuat dari bahan baja yang mengandung tekstil, tangki kapal SR adalah tangki independen yang terpisah dari badan (*hull*) kapal dan bukan penguat dari badan kapal tersebut. Tangki tipe C independen tersebut memiliki bentuk seperti bola atau silinder secara vertikal dan horizontal.



Gambar 2.5 Bentuk tangki tipe-C kapal *semi refrigerated*
 Sumber : *Tanker Safety Guide Liquefied Gas*

Untuk mengatasi tekanan tinggi yang menyebabkan tangki retak hingga meledak di kapal LPG-C adalah dengan adanya pengoperasian *relieffaction plants*. Menurut McGuire dan White (2000:34), “muatan gas memiliki kritikal tekanan dan temperatur”. Hal

tersebut menyebabkan pengoperasian muatan harus dihentikan. Apabila temperatur dan tekanan mencapai batas kritis, dibutuhkan proses *reliquifaction* terhadap *liquid* muatan. Temperatur kritis untuk muatan *propane* dengan rumus kimia C_3H_8 dan *butane* dengan rumus kimia C_4H_{10} adalah $96.8^\circ C$ dan $153^\circ C$. Sementara tekanan kritis ada pada angka adalah 48,9 bar *propane* dan 38,1 bar untuk *butane*. Muatan LPG pada tekanan udara bebas akan mengalami penguapan pada temperatur yang rendah yaitu $-42.30^\circ C$ untuk muatan *propane* dan $-0.50^\circ C$ untuk *butane*. Maka tekanan dan temperatur pada tangki muatan harus dalam kondisi stabil demi menjaga muatan agar tetap dalam bentuk cair. Mc Guire dan White (2000:30).

Menurut Fatah (2018:4) tekanan tangki muatan pada saat memuat berkisar 3.5 sampai 4.5 Bar karena tekanan yang harus dijaga sesuai ketentuan adalah 4.5 Bar. Pengalaman yang dialami oleh peneliti di MT.Immanuel X, temperatur muatan harus dijaga dalam kondisi stabil antara temperatur $-42^\circ C$ hingga $-32^\circ C$ dengan tekanan tangki kargo 1,11 Bar hingga 1,12 Bar untuk muatan *propane* dan $0^\circ C$ hingga $13,5^\circ C$ dengan tekanan tangki kargo 1,9 Bar hingga 1,10 Bar untuk muatan *butane*.

Berdasarkan hal di atas maka cara menurunkan temperatur muatan dikawal LPG-C yaitu dengan berbahan dasar *vapour*. *Vapour* tersebut melewati beberapa tahap sistem operasi, salah satu sistem operasi tersebut dinamakan *knockout drum* yang berguna untuk

memisahkan antara *vopur* dan *liquid*, setelah itu melewati *cargo kompressor* yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau sebuah gaya dorong yang dapat membuat *vapour* maupun udara terhempas, selanjutnya *vapour* dikondensasi oleh alat bantu kapal yang dinamakan *condensor*, hasil kondensasi yang berupa *liquid* tersebut dikumpulkan di *intercooler*, *liquid* tersebut didinginkan dan siap untuk dikembalikan kedalam tangki guna menurunkan tekanan dan temperatur tangki kargo yang tinggi.

3. Pemuatan

Pengertian pemuatan yang dimaksud oleh Bayu (2023:19) adalah suatu objek pengangkutan atau pemindahan dalam metode yang sistematis pada suatu angkutan yang dilakukan di laut maupun di terminal. Untuk dapat memperoleh suatu keuntungan dan pendapatan sebuah perusahaan pelayaran niaga yang sangat menentukan kelangsungan hidup perusahaan dan pembiayaan kegiatan di pelabuhan dengan proses kegiatan mengangkut suatu muatan.

Muatan yang dimuat oleh MT. Immanuel X berupa gas *propane* dan *butane*. Menurut McGuire dan White (2014:95) metode bongkar muat LPG tergantung dari macam-macam jenis kapal, spesifikasi muatan, dan penyimpanan di terminal, *propane* dan *butane* mempunyai sifat yang mudah terbakar dimana penanganan muatan tersebut harus dilakukan secara ekstra hati-hati karena golongan muatannya yang sangat berbahaya, yaitu mudah meledak, dan tergolong dalam IMDG Code 2.1, sehingga

memerlukan penanganan yang sangat serius dalam proses bongkar ataupun pemuatannya. Berikut adalah pelaksanaan prosedur pemuatan di MT.

Immanuel X:

- a. Melakukan pengetesan dan pengecekan *safety device, high level alarm cargo*, dan ESD (*Emergency Shutdown Device*)
- b. Menyambungkan *manifold* kapal dengan tangki terminal menggunakan *loading arm*.
- c. Menyiapkan segala alat keselamatan.
- d. Melakukan *Line Up*, pastikan *valve* muatan *propane* dan *butane* telah terbuka menuju tangkinya masing-masing dan melakukan *leak test*.
- e. Menginformasikan keadaan tangki-tangki kapal kepada mualim jaga
- f. Memuat pemuatan *propane* dan *butane* dengan bantuan dari pompa darat
- g. Melakukan pengecekan terhadap kecepatan debit muatan per jamnya
- h. Melakukan *blowing* atau *line tank clearance* menggunakan *hot gas*
- i. Melaksanakan *tank inspection*
- j. *Loading arm* melepaskan diri dari *manifold*.
- k. Melakukan kalkulasi kargo dan pemberkasan muatan

Peneliti menarik dari beberapa pemaparan pengertian di atas dan menyimpulkan bahwa pemuatan adalah aktivitas atau kegiatan yang dilakukan untuk keperluan memindahkan muatan dari tempat penyimpanan ke suatu wadah.

4. Muatan *Propane* dan *Butane*

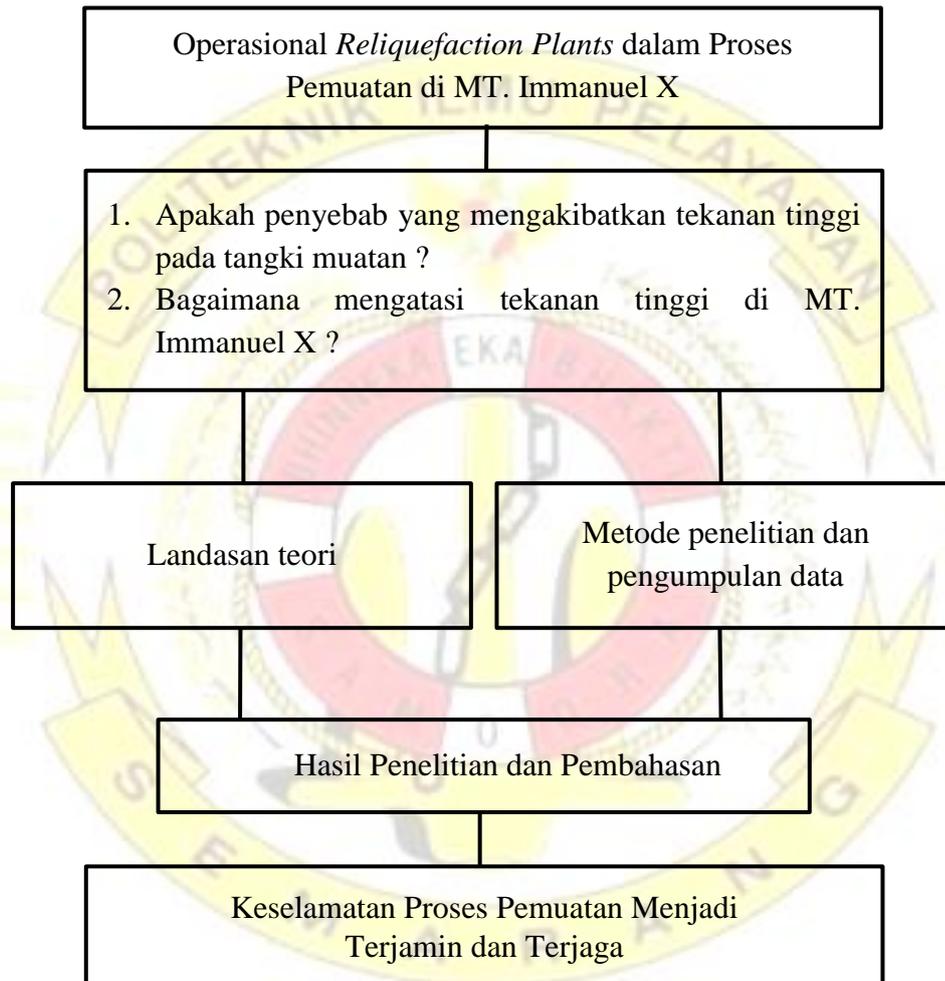
Menurut Fajar (2019:30), *propane* merupakan anggota gas alam dari *alkane* atau *paraffin series of Hydrocarbon* yang merupakan suatu gas yang tidak memiliki warna dan sangat mudah terbakar pada tekanan atmosfer dan temperatur yang normal serta memiliki bau gas yang khas. *Propane* adalah salah satu kelompok dari LPG. *Butane* juga merupakan salah satu anggota dari *alkane* atau *paraffin series of Hydrocarbon*, *butane* adalah gas yang tidak memiliki warna, mudah untuk dicairkan, mudah terbakar, dan tidak larut dalam air tetapi sedikit larut dalam alkohol yang disertai tidak berbau.

Menurut *International Chamber of Shipping (ICS Code) Chapter 3* (2008:6), gas cair adalah sebuah cairan yang memiliki tekanan *vapour absolute* melampaui 2.8 bar pada temperatur 37.8C dan zat yang lain sebagaimana ditetapkan oleh kode gas. LPG adalah suatu bahan bakar berupa gas yang tercairkan, LPG juga merupakan salah satu minyak bumi yang diproduksi dari suatu proses distilasi bertekanan tinggi pada pengkilangan. Fraksi yang digunakan berasal dari beberapa sumber yaitu gas alam (*Liquified Natural Gas*) maupun gas hasil dari pengolahan minyak bumi.

Sejalan dengan penjelasan di atas, peneliti mengambil sebuah kesimpulan bahwa muatan LPG adalah salah satu *liquid* hasil gas bumi yang terdiri dari jenis muatan *butane* dan *propane* yang memiliki kriteria dasar sifat tidak berbau dan tidak bewarna akan tetapi memiliki resiko dan tingkat bahaya terhadap kebakaran yang sangat tinggi.

B. Kerangka Penelitian

Untuk mempermudah pembaca untuk memahami permasalahan dalam penelitian ini, maka peneliti menggunakan kerangka pemikiran yang berupa tabel atau diagram sebagaimana berikut.



Gambar 2.6
Kerangka Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti mengenai upaya dalam mengatasi kendala-kendala dalam pengoperasian *reliquefaction plants* yang mengakibatkan tekanan tinggi pada tangki muatan di MT. Immanuel X, peneliti dapat menyimpulkan bahwa :

1. Ditemukannya penyebab yang mengakibatkan tekanan tinggi pada tangki muatan pada saat proses pemuatan, yaitu pada proses *tank line clearance* yang mengakibatkan tingginya tekanan pada tangki muatan yang disebabkan oleh kelalaian G/E karena tidak memberikan *briefing* kepada A/B untuk menutup *valve*, salah prosedur karena G/E tidak memastikan *lineup hot gas*. Hal ini mengakibatkan temperatur dan tekanan tangki muatan naik, sehingga ESD diaktifkan dan semua sistem operasi pemuatan terreset.
2. Upaya untuk mengatasi penyebab terjadinya tekanan tinggi pada tangki muatan saat melaksanakan proses pemuatan yaitu meliputi upaya mengatasi seperti mengaktifkan ESD, mengoperasikan *water deck spray*, menggunakan *mast riser*. Adapun upaya untuk mencegah kendala pengoperasian *reliquefaction plants* yaitu melakukan edukasi pengoperasian *reliquefaction plants*, melaksanakan *toolbox meeting* dengan intens, dan selalu *double check* prosedur *line up* sebelum mengoperasikan *reliquefaction plants*.

B. Keterbatasan Penelitian

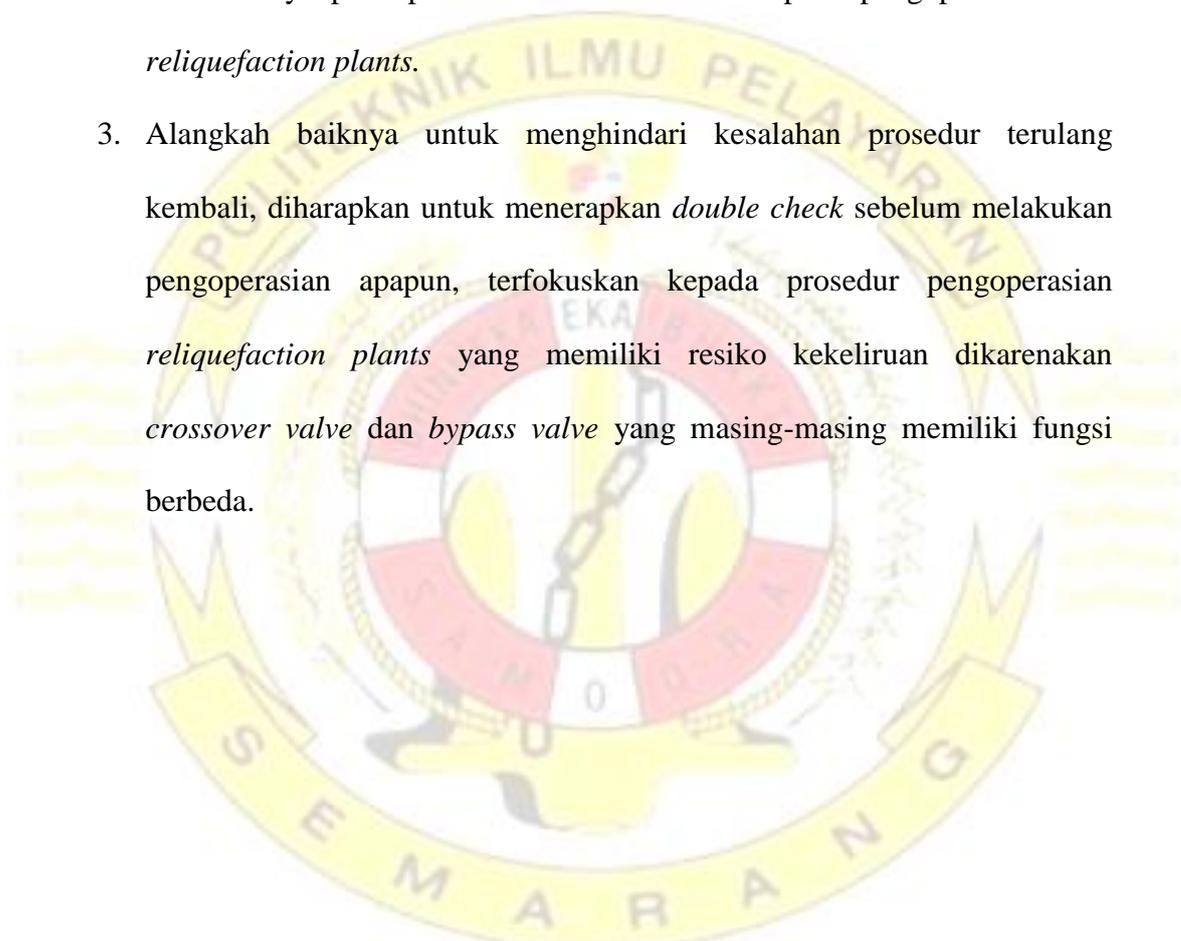
Mengingat subjek keterbatasan peneliti terhadap penelitian ini sangat luas, membahas masalah *tank line clearance* yang hanya dialami oleh MT. Immanuel X mengenai pengoperasian *reliquefaction plants*, kendala-kendala saat pengoperasian *reliquefaction plants*, dan upaya untuk mengatasi maupun upaya untuk mencegah kendala saat pengoperasian *reliquefaction plants* saat proses pemuatan berlangsung.

C. Saran

Menurut kesimpulan yang sudah peneliti tunjukkan di atas sebagai bentuk perubahan menjadi hal-hal yang lebih baik kedepannya, dalam memahami pentingnya pengoperasian *reliquefaction* guna menurunkan tekanan tinggi pada tangki muatan, maka peneliti memberikan saran yang mungkin dapat membantu dalam mengatasi masalah yang serupa terjadi. Saran yang diharapkan bermanfaat dan dapat dipublikasikan, yaitu:

1. Akan lebih baik jika muallim senior yang berpengalaman selalu melakukan edukasi dan familiarisasi kepada kru kapal, terutama yang berperan menjadi operator dalam pengoperasian *reliquefaction plants* agar perwira timbul rasa percaya kepada anak buah kapal, dan anak buah kapal paham dan mengerti apa tanggung jawab yang seharusnya mereka lakukan. Diharapkan anak buah kapal juga dapat mengerti dan saling mengingatkan apabila ada hal yang tidak semestinya terjadi saat proses *tank line clearance* dilakukan.

2. Sebaiknya setiap melakukan kerja harian diawali dengan *toolbox meeting* secara tekun. Membahas tentang jumlah personil yang terlibat dalam suatu pengoperasian apapun, resiko-resiko yang akan dihadapi, dan upaya untuk mengatasi kendala-kendala yang terjadi saat proses pemuatan terkhususnya pada proses *tank line clearance* pada pengoperasian dari *reliquefaction plants*.
3. Alangkah baiknya untuk menghindari kesalahan prosedur terulang kembali, diharapkan untuk menerapkan *double check* sebelum melakukan pengoperasian apapun, terfokuskan kepada prosedur pengoperasian *reliquefaction plants* yang memiliki resiko kekeliruan dikarenakan *crossover valve* dan *bypass valve* yang masing-masing memiliki fungsi berbeda.



DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, Chrisna Kurniawan. 2018. *“Optimalisasi Keterampilan Anak Buah Kapal Dalam Persiapan Pengoperasian Alat Life Saving Appliance dan Fire Fighting Appliance Serta Mekanisme Perawatan di KM. Bintang Jasa 31 Milik Kanaka Line Karya Tulis”* Repository Univeritas maritim Amni Semarang.
- Ali, Inwan. 2019. *“Perawatan dan Pengoperasian Kargo Kompresor di MT. Gas Patra 3 PT. Pertamina Trans Kontinental”*. Repository Univeritas maritim Amni Semarang.
- Anngara, Dameis Surya. dan Candra Abdillah. 2019. *“Modul Metode Penelitian”*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Universitas Pamulang.
- Arikunto, S. (2019). *“Prosedur Penelitian”*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Bayu, Soenoehargo. 2023. *“Upaya Pencegahan Terjadinya Tekanan Tinggi Muatan Propylene Ketika Proses Pemuatan di MT. Gas Maluku”*. Skripsi Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Cahyanto, Hervin Dwi. 2021. *“Upaya Meningkatkan Keselamatan Kerja Saat Memasuki Ruang Tertutup Pada Tangki Kargo di MT. Soechi Asia XXIX”* Repository Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Fitrial, Deny. dan Sari Kusumaningrum. 2019. *“Pengaruh Kinerja Reliquefaction Plant Dalam Menjaga Kuantitas Cairan Muatan Propylene di Kapal LPG/C Coral Monactis”*. Jakarta : Repository Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
- Fajar, Hibantoro Sadewo. 2019. *“Optimalisasi Sistem Pembongkaran Muatan Liquefied Petroleum Gas/LPG Mix Propane (C3) dan Butane (C4) Dengan Menggunakan Cargo Compressor Ketika Cargo PumpI Rusak di Kapal LPG/C Gas Arar”*. Skripsi Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Gani, Irwan. dan Siti Amalia. 2018. *“Alat Analisis Data: Aplikasi Statistik Untuk Penelitian Bidang Ekonomi & Sosial”*. Yogyakarta : Gava Media
- Hadi, Sumasono. 2017. *“Pemeriksa Keabsahan Data Penelitian Kualitatif Pada Skripsi”*. Banjarmasin : Jurnal Ilmu Pendidikan
- H. M. Sukardi. 2021. *“Meteologi Penelitian”* Jakarta : Bumi Aksara

- International Chamber of Shipping (ICS Code) Chapter 3*. 2008. London: United Kingdom.
- Mariyani, Mariyani. dan Andarusni Alfansyur. 2020. “*Seni Mengelola Data: Penerapan Triangulasi Teknik, Sumber dan Waktu Pada Penelitian Pendidikan Sosial*”. Bandung : Historis.
- McGuire dan White. 2000. *Liquefied Gas Handling Principles On Ship and in Terminals* (Edisi Ke-2). Inggris: Whitherby & Co Ltd.
- McGuire dan White. 2014. *Liquefied Gas Handling Principles On Ship and in Terminals* (Edisi Ke-3). Inggris: Whitherby & Co Ltd.
- Muhammad, Ilham Fatah Arrozaq. 2018. “*Upaya Peningkatan Proses Loading Liquefied Petroleum Gas di Kapal Shuttle Ship LPG/C Gas Attaka*”. Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Muhammad, Rizky Bimantoro. 2018. “*Optimalisasi Pengoperasian Reliquefaction Plant untuk Menangani Permasalahan dalam Proses Pemuatan Gas LPG di Kapal MT. Gas Komodo*”. Repository Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Putra, Wahyu Erlangga. 2022. “*Analisis Kebocoran Pada Condenser Reliquefaction Plants di LPG/C Mariner*”. Skripsi Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- R. A. Fadhallah. 2021. “*Wawancara*”. Jakarta : Universitas Negri Jakarta Press.
- Rijali, Ahmad. 2019. “*Analisis Data Kualitatif*”. Banjarmasin jurnal UIN Antasari.
- Roberto, Agustinus Putro. 2018. “*Meningkatkan Perawatan Alat-Alat Keselamatan pada MV. LUMOSO SURYA*”. Repository Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Sidiq, Umar. dan Miftachul Choiri. 2019. “*Metode Penelitian Kualitatif di Bidang Pendidikan*”. Ponorogo : CV. Nata Karya.
- Stevien, Hendrayan. 2019. “*Optimalisasi Manajemen Keselamatan Pada Proses Bunker di Atas MT. B Atlantic*”. Skripsi Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Syahroni, Mashud. 2020. “*Persepsi Mahasiswa Terhadap Manfaat Metode Pembelajaran Observasi Lapangan Pada Mata Kuliah Profesi*”.

Kependidikan". Magelang : Universitas Tidar Infonesia Journal of Education and Learning.

Tanker Safety Guide: Liquefied Gas: Third Edition. 2018. International Chamber of Shipping (ICS): London.

Tersiana, Andra. 2018. "*Metode Penelitian*". Jakarta : Anak Hebat Indonesia.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Ship Particular MT. Immanuel X

SHIP'S PARTICULARS																																																												
<table border="1"> <tr><td>NAME</td><td>IMMANUEL X</td></tr> <tr><td>CALL SIGN</td><td>YDFA2</td></tr> <tr><td>FLAG</td><td>INDONESIA</td></tr> <tr><td>PORT OF REGISTRY</td><td>JAKARTA</td></tr> <tr><td>OFFICIAL NUMBER</td><td>AL-520110/TK/2020</td></tr> <tr><td>IMO NUMBER</td><td>9409314</td></tr> <tr><td>CLASS SOCIETY</td><td>RINA</td></tr> <tr><td>CLASS NUMBER</td><td>100780</td></tr> </table>		NAME	IMMANUEL X	CALL SIGN	YDFA2	FLAG	INDONESIA	PORT OF REGISTRY	JAKARTA	OFFICIAL NUMBER	AL-520110/TK/2020	IMO NUMBER	9409314	CLASS SOCIETY	RINA	CLASS NUMBER	100780	<table border="1"> <tr><td>KEEL LAID</td><td>3-Sep-2009</td><td>LAST DRY DOCK</td><td>JAN 2009(SAB)</td></tr> <tr><td>LAUNCHED</td><td>6-Nov-2009</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>DELIVERED</td><td>9-Jan-2009</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>SHIPYARD</td><td colspan="3">HYUNDAI MPO DOCKYARD CO., LTD (YARD NO. 1801)</td></tr> <tr><td>LAST NAME</td><td colspan="3">IMMANUEL SCHULTE</td></tr> <tr><td>F & I CLUB</td><td colspan="3">SHIPS OWNER</td></tr> <tr><td>CLASS NOTATION</td><td colspan="3">C* Liquefied Gas Carrier, Unrestricted Navigation *AUT-UMS,BWT-T; Clean Sea; Inwatersurvey; Man-Shaft</td></tr> </table>		KEEL LAID	3-Sep-2009	LAST DRY DOCK	JAN 2009(SAB)	LAUNCHED	6-Nov-2009			DELIVERED	9-Jan-2009			SHIPYARD	HYUNDAI MPO DOCKYARD CO., LTD (YARD NO. 1801)			LAST NAME	IMMANUEL SCHULTE			F & I CLUB	SHIPS OWNER			CLASS NOTATION	C* Liquefied Gas Carrier, Unrestricted Navigation *AUT-UMS,BWT-T; Clean Sea; Inwatersurvey; Man-Shaft															
NAME	IMMANUEL X																																																											
CALL SIGN	YDFA2																																																											
FLAG	INDONESIA																																																											
PORT OF REGISTRY	JAKARTA																																																											
OFFICIAL NUMBER	AL-520110/TK/2020																																																											
IMO NUMBER	9409314																																																											
CLASS SOCIETY	RINA																																																											
CLASS NUMBER	100780																																																											
KEEL LAID	3-Sep-2009	LAST DRY DOCK	JAN 2009(SAB)																																																									
LAUNCHED	6-Nov-2009																																																											
DELIVERED	9-Jan-2009																																																											
SHIPYARD	HYUNDAI MPO DOCKYARD CO., LTD (YARD NO. 1801)																																																											
LAST NAME	IMMANUEL SCHULTE																																																											
F & I CLUB	SHIPS OWNER																																																											
CLASS NOTATION	C* Liquefied Gas Carrier, Unrestricted Navigation *AUT-UMS,BWT-T; Clean Sea; Inwatersurvey; Man-Shaft																																																											
<table border="1"> <tr><td colspan="2">SATellite COORDINATIONS</td></tr> <tr><td>RAE</td><td>IA.33</td></tr> <tr><td>E-MAR</td><td>http://www.marineinsight.com</td></tr> <tr><td>PHONE</td><td>+6221 8086 1000 - Ext 409</td></tr> <tr><td>FAX</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>TELEX</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>MMI</td><td>84074017</td></tr> <tr><td>BIM - C</td><td>452 504 791 - LRT</td></tr> <tr><td>BIM - C</td><td>452 504 792 - 55A5</td></tr> </table>				SATellite COORDINATIONS		RAE	IA.33	E-MAR	http://www.marineinsight.com	PHONE	+6221 8086 1000 - Ext 409	FAX	N/A	TELEX	N/A	MMI	84074017	BIM - C	452 504 791 - LRT	BIM - C	452 504 792 - 55A5																																							
SATellite COORDINATIONS																																																												
RAE	IA.33																																																											
E-MAR	http://www.marineinsight.com																																																											
PHONE	+6221 8086 1000 - Ext 409																																																											
FAX	N/A																																																											
TELEX	N/A																																																											
MMI	84074017																																																											
BIM - C	452 504 791 - LRT																																																											
BIM - C	452 504 792 - 55A5																																																											
<table border="1"> <tr><td>OWNERS</td><td>PT. BERKAT TERANG SENTOSA SAHIT SUDIRMAN CENTER, LANTAI 53 G, JL. JEND. SUDIRMAN KAV. 86, KEL. KARET TENGIN, KEC. TANAH ABANG, KOTA JAKARTA PUSAT - 10210</td></tr> <tr><td>OPERATORS</td><td>PT. VEKTOR MARITIM SAHIT SUDIRMAN CENTER # 51st FLOOR, JL. JENDRAL SUDIRMAN KAV 86, JAKARTA PUSAT 10220 Tel: +62-21-80861000 / Fax: +62-21-80861001 / Email: marine@soechid</td></tr> </table>				OWNERS	PT. BERKAT TERANG SENTOSA SAHIT SUDIRMAN CENTER, LANTAI 53 G, JL. JEND. SUDIRMAN KAV. 86, KEL. KARET TENGIN, KEC. TANAH ABANG, KOTA JAKARTA PUSAT - 10210	OPERATORS	PT. VEKTOR MARITIM SAHIT SUDIRMAN CENTER # 51st FLOOR, JL. JENDRAL SUDIRMAN KAV 86, JAKARTA PUSAT 10220 Tel: +62-21-80861000 / Fax: +62-21-80861001 / Email: marine@soechid																																																					
OWNERS	PT. BERKAT TERANG SENTOSA SAHIT SUDIRMAN CENTER, LANTAI 53 G, JL. JEND. SUDIRMAN KAV. 86, KEL. KARET TENGIN, KEC. TANAH ABANG, KOTA JAKARTA PUSAT - 10210																																																											
OPERATORS	PT. VEKTOR MARITIM SAHIT SUDIRMAN CENTER # 51st FLOOR, JL. JENDRAL SUDIRMAN KAV 86, JAKARTA PUSAT 10220 Tel: +62-21-80861000 / Fax: +62-21-80861001 / Email: marine@soechid																																																											
<table border="1"> <tr><th colspan="2">PRINCIPAL DIMENSIONS</th></tr> <tr><td>LOA</td><td>159,97</td></tr> <tr><td>LRP</td><td>152,20</td></tr> <tr><td>BREADTH (Beam)</td><td>26,63</td></tr> <tr><td>DEPTH (moulded)</td><td>16,40</td></tr> <tr><td>HEIGHT (masts)</td><td>44,75</td></tr> <tr><td>BRIDGE FRONT-BOON</td><td>126,69</td></tr> <tr><td>BRIDGE FRONT-STEERN</td><td>33,31</td></tr> <tr><td>BRIDGE FRONT-ATFOOD</td><td>44,65</td></tr> </table>		PRINCIPAL DIMENSIONS		LOA	159,97	LRP	152,20	BREADTH (Beam)	26,63	DEPTH (moulded)	16,40	HEIGHT (masts)	44,75	BRIDGE FRONT-BOON	126,69	BRIDGE FRONT-STEERN	33,31	BRIDGE FRONT-ATFOOD	44,65	<table border="1"> <tr><th colspan="2">TONNAGE</th></tr> <tr><td colspan="2">REGISTERED</td></tr> <tr><td>NET</td><td>5493,00</td></tr> <tr><td>GROSS</td><td>18311,00</td></tr> <tr><td colspan="2">SUEZ</td></tr> <tr><td>NET</td><td>19441,04</td></tr> <tr><td>GROSS</td><td>19462,49</td></tr> </table>		TONNAGE		REGISTERED		NET	5493,00	GROSS	18311,00	SUEZ		NET	19441,04	GROSS	19462,49																									
PRINCIPAL DIMENSIONS																																																												
LOA	159,97																																																											
LRP	152,20																																																											
BREADTH (Beam)	26,63																																																											
DEPTH (moulded)	16,40																																																											
HEIGHT (masts)	44,75																																																											
BRIDGE FRONT-BOON	126,69																																																											
BRIDGE FRONT-STEERN	33,31																																																											
BRIDGE FRONT-ATFOOD	44,65																																																											
TONNAGE																																																												
REGISTERED																																																												
NET	5493,00																																																											
GROSS	18311,00																																																											
SUEZ																																																												
NET	19441,04																																																											
GROSS	19462,49																																																											
<table border="1"> <tr><th colspan="3">DRAFT</th></tr> <tr><td>SUMMER 33.90 m</td><td>Ballast: 7.47 m</td><td>Prop: 5.50m</td></tr> <tr><td>TPC@: 25.8 tons</td><td>TPC@Ball: 32.5 tons</td><td>FWA: 232 mm</td></tr> <tr><td>TRIC@MARDY: 3.29 m</td><td>FB (Ball): 4.49 m</td><td>Ch: 0.7624</td></tr> </table>		DRAFT			SUMMER 33.90 m	Ballast: 7.47 m	Prop: 5.50m	TPC@: 25.8 tons	TPC@Ball: 32.5 tons	FWA: 232 mm	TRIC@MARDY: 3.29 m	FB (Ball): 4.49 m	Ch: 0.7624																																															
DRAFT																																																												
SUMMER 33.90 m	Ballast: 7.47 m	Prop: 5.50m																																																										
TPC@: 25.8 tons	TPC@Ball: 32.5 tons	FWA: 232 mm																																																										
TRIC@MARDY: 3.29 m	FB (Ball): 4.49 m	Ch: 0.7624																																																										
<table border="1"> <tr><th colspan="2">MACHINERY / PROPELLER / RUDDER</th></tr> <tr><td>MAIN ENGINE</td><td>Hyundai B&W 6S46MC-C</td></tr> <tr><td>H.C.K.</td><td>7860 kw (10680 BHP) @ 129 rpm</td></tr> <tr><td>N.C.A.</td><td>2070 kw (2810 BHP) @ 124.5 rpm</td></tr> <tr><td>MAX. CRITICAL RANGE</td><td>49 - 60 rpm</td></tr> <tr><td>AUX. BOLLER (2 unit)</td><td>Type: PA0201P4, 2500 kg/h</td></tr> <tr><td>GEN</td><td>3x Aus Hansen 6121/3230, 2880 kw, 60Hz / 440 V</td></tr> <tr><td>EMER.D.C. (1)</td><td>M44.2 MW, 150 KVA, 192.7 A, 1800 RPM</td></tr> <tr><td>PROPELLER</td><td>Fixed, Right hand, dia:5.50m, 4 blades</td></tr> <tr><td>RUDDER</td><td>Semi-Spade, Area 28.95 m2</td></tr> <tr><td>STEERING GEAR</td><td>Type YDF 40-2</td></tr> <tr><td>PW GENERATOR CAP</td><td>ME Jacket wtr heating, Tubular type, 20 T/Day</td></tr> </table>		MACHINERY / PROPELLER / RUDDER		MAIN ENGINE	Hyundai B&W 6S46MC-C	H.C.K.	7860 kw (10680 BHP) @ 129 rpm	N.C.A.	2070 kw (2810 BHP) @ 124.5 rpm	MAX. CRITICAL RANGE	49 - 60 rpm	AUX. BOLLER (2 unit)	Type: PA0201P4, 2500 kg/h	GEN	3x Aus Hansen 6121/3230, 2880 kw, 60Hz / 440 V	EMER.D.C. (1)	M44.2 MW, 150 KVA, 192.7 A, 1800 RPM	PROPELLER	Fixed, Right hand, dia:5.50m, 4 blades	RUDDER	Semi-Spade, Area 28.95 m2	STEERING GEAR	Type YDF 40-2	PW GENERATOR CAP	ME Jacket wtr heating, Tubular type, 20 T/Day	<table border="1"> <tr><th colspan="3">CARGO TANKS (98 % M3)</th></tr> <tr><td></td><td>Butane (mt)</td><td>Propane (mt)</td></tr> <tr><td>1pde</td><td>4125,5</td><td>2475,3</td></tr> <tr><td>2pde</td><td>5531,8</td><td>3319,1</td></tr> <tr><td>3pde</td><td>5535,0</td><td>3321,0</td></tr> <tr><td>4pde</td><td>5131,8</td><td>3079,1</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>TOTAL</td><td>TOTAL</td></tr> <tr><td>20324,1</td><td>12194,4</td><td>11788,0</td></tr> <tr><td>Deck Tk</td><td>153,4</td><td></td></tr> <tr><td colspan="3">Propane density/temp: 0.50/42.3°C</td></tr> <tr><td colspan="3">Butane density/temp: 0.60/0.5°C</td></tr> </table>		CARGO TANKS (98 % M3)				Butane (mt)	Propane (mt)	1pde	4125,5	2475,3	2pde	5531,8	3319,1	3pde	5535,0	3321,0	4pde	5131,8	3079,1	TOTAL	TOTAL	TOTAL	20324,1	12194,4	11788,0	Deck Tk	153,4		Propane density/temp: 0.50/42.3°C			Butane density/temp: 0.60/0.5°C		
MACHINERY / PROPELLER / RUDDER																																																												
MAIN ENGINE	Hyundai B&W 6S46MC-C																																																											
H.C.K.	7860 kw (10680 BHP) @ 129 rpm																																																											
N.C.A.	2070 kw (2810 BHP) @ 124.5 rpm																																																											
MAX. CRITICAL RANGE	49 - 60 rpm																																																											
AUX. BOLLER (2 unit)	Type: PA0201P4, 2500 kg/h																																																											
GEN	3x Aus Hansen 6121/3230, 2880 kw, 60Hz / 440 V																																																											
EMER.D.C. (1)	M44.2 MW, 150 KVA, 192.7 A, 1800 RPM																																																											
PROPELLER	Fixed, Right hand, dia:5.50m, 4 blades																																																											
RUDDER	Semi-Spade, Area 28.95 m2																																																											
STEERING GEAR	Type YDF 40-2																																																											
PW GENERATOR CAP	ME Jacket wtr heating, Tubular type, 20 T/Day																																																											
CARGO TANKS (98 % M3)																																																												
	Butane (mt)	Propane (mt)																																																										
1pde	4125,5	2475,3																																																										
2pde	5531,8	3319,1																																																										
3pde	5535,0	3321,0																																																										
4pde	5131,8	3079,1																																																										
TOTAL	TOTAL	TOTAL																																																										
20324,1	12194,4	11788,0																																																										
Deck Tk	153,4																																																											
Propane density/temp: 0.50/42.3°C																																																												
Butane density/temp: 0.60/0.5°C																																																												
<table border="1"> <tr><th colspan="2">CARGO AND BALLAST PUMPING SYSTEM</th></tr> <tr><td>MAIN PUMPS</td><td>NO.</td><td>DRIVE</td><td>CAPTY</td><td>HEAD</td><td>RPM</td></tr> <tr><td>Cargo Deepwell P/Ps</td><td>8</td><td>Electric</td><td>250 m3</td><td>120</td><td>1785</td></tr> <tr><td>Ballast P/Ps</td><td>2</td><td>Electric</td><td>400 m3</td><td>120</td><td>1785</td></tr> <tr><td>Ballast P/Ps</td><td>2</td><td>Electric</td><td>370 m3</td><td>1800</td><td></td></tr> </table>		CARGO AND BALLAST PUMPING SYSTEM		MAIN PUMPS	NO.	DRIVE	CAPTY	HEAD	RPM	Cargo Deepwell P/Ps	8	Electric	250 m3	120	1785	Ballast P/Ps	2	Electric	400 m3	120	1785	Ballast P/Ps	2	Electric	370 m3	1800		<table border="1"> <tr><th colspan="2">ANCHOR / WINDLASS / WINCHES / ROPES / E.T.A.</th></tr> <tr><td>ANCHOR (100P)</td><td></td></tr> <tr><td>TYPE STOCKLES</td><td></td></tr> <tr><td>WINDLASS</td><td>2</td></tr> <tr><td>WINCHES</td><td>3</td></tr> <tr><td>Winch BHC</td><td>350 kn</td></tr> <tr><td>MOORING ROPES</td><td>6</td></tr> <tr><td>FIRE WIRE</td><td>1</td></tr> <tr><td>EMERGENCY TOWING</td><td>1</td></tr> </table>		ANCHOR / WINDLASS / WINCHES / ROPES / E.T.A.		ANCHOR (100P)		TYPE STOCKLES		WINDLASS	2	WINCHES	3	Winch BHC	350 kn	MOORING ROPES	6	FIRE WIRE	1	EMERGENCY TOWING	1													
CARGO AND BALLAST PUMPING SYSTEM																																																												
MAIN PUMPS	NO.	DRIVE	CAPTY	HEAD	RPM																																																							
Cargo Deepwell P/Ps	8	Electric	250 m3	120	1785																																																							
Ballast P/Ps	2	Electric	400 m3	120	1785																																																							
Ballast P/Ps	2	Electric	370 m3	1800																																																								
ANCHOR / WINDLASS / WINCHES / ROPES / E.T.A.																																																												
ANCHOR (100P)																																																												
TYPE STOCKLES																																																												
WINDLASS	2																																																											
WINCHES	3																																																											
Winch BHC	350 kn																																																											
MOORING ROPES	6																																																											
FIRE WIRE	1																																																											
EMERGENCY TOWING	1																																																											
<table border="1"> <tr><th colspan="2">MAX. LDG RATE</th></tr> <tr><td>Grade For seawall</td><td>1800kg/hr</td></tr> <tr><td>For sea</td><td>800kg/hr</td></tr> <tr><td>All sea Progress</td><td>2800kg/hr</td></tr> <tr><td>All sea Station</td><td>2800kg/hr</td></tr> <tr><th colspan="2">MAX. DISCH. RATE</th></tr> <tr><td>2000m³/hrs with vapor return and no header</td><td></td></tr> <tr><td>PROPELLER DIMENSIONS</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5.95 m</td></tr> </table>		MAX. LDG RATE		Grade For seawall	1800kg/hr	For sea	800kg/hr	All sea Progress	2800kg/hr	All sea Station	2800kg/hr	MAX. DISCH. RATE		2000m ³ /hrs with vapor return and no header		PROPELLER DIMENSIONS			5.95 m	<table border="1"> <tr><th colspan="2">L.G.S. / VENTING</th></tr> <tr><td>L.G. (DRY AIR BLOWER)</td><td>2 x 600m³/hr</td></tr> <tr><td>L.G. (TOPPING UP)</td><td>2000m³/hr</td></tr> <tr><td>MAFVS - IAD Setting</td><td>5.3 hrs (g)</td></tr> <tr><td>MAFVS - USOC Setting</td><td>3.5 hrs (g)</td></tr> <tr><th colspan="2">CRANES</th></tr> <tr><td>CARGO HOIST HANDLING CRANE</td><td>1 SETS (MEDIUM)</td></tr> <tr><td>PROVISIONS / STORES CRANE</td><td>1 SETS (MIDGE STEER)</td></tr> </table>		L.G.S. / VENTING		L.G. (DRY AIR BLOWER)	2 x 600m ³ /hr	L.G. (TOPPING UP)	2000m ³ /hr	MAFVS - IAD Setting	5.3 hrs (g)	MAFVS - USOC Setting	3.5 hrs (g)	CRANES		CARGO HOIST HANDLING CRANE	1 SETS (MEDIUM)	PROVISIONS / STORES CRANE	1 SETS (MIDGE STEER)																							
MAX. LDG RATE																																																												
Grade For seawall	1800kg/hr																																																											
For sea	800kg/hr																																																											
All sea Progress	2800kg/hr																																																											
All sea Station	2800kg/hr																																																											
MAX. DISCH. RATE																																																												
2000m ³ /hrs with vapor return and no header																																																												
PROPELLER DIMENSIONS																																																												
	5.95 m																																																											
L.G.S. / VENTING																																																												
L.G. (DRY AIR BLOWER)	2 x 600m ³ /hr																																																											
L.G. (TOPPING UP)	2000m ³ /hr																																																											
MAFVS - IAD Setting	5.3 hrs (g)																																																											
MAFVS - USOC Setting	3.5 hrs (g)																																																											
CRANES																																																												
CARGO HOIST HANDLING CRANE	1 SETS (MEDIUM)																																																											
PROVISIONS / STORES CRANE	1 SETS (MIDGE STEER)																																																											
<table border="1"> <tr><th colspan="2">MANIFOLD ARRANGEMENT (500 mm/Stainless Steel)</th></tr> <tr><td>Distance of cargo manifold L1 to cargo manifold L2</td><td>5500mm</td></tr> <tr><td>Distance of between manifold L1-V1, V1-V2, V2-L2</td><td>1750mm</td></tr> <tr><td>Distance manifold to summer loadline mark(Loaded)</td><td>5175mm</td></tr> <tr><td>Distance of spill tray grating to centre of manifold</td><td>1300mm</td></tr> <tr><td>Distance of main deck to centre of manifold</td><td>1700mm</td></tr> <tr><td>Distance of main deck to top of rail</td><td>1370mm</td></tr> <tr><td>Distance of manifold flange to side of deep tray</td><td>1100mm</td></tr> <tr><td>Distance of manifold to deep side</td><td>3000mm</td></tr> <tr><td>Distance of manifold from keel</td><td>1777mm</td></tr> </table>		MANIFOLD ARRANGEMENT (500 mm/Stainless Steel)		Distance of cargo manifold L1 to cargo manifold L2	5500mm	Distance of between manifold L1-V1, V1-V2, V2-L2	1750mm	Distance manifold to summer loadline mark(Loaded)	5175mm	Distance of spill tray grating to centre of manifold	1300mm	Distance of main deck to centre of manifold	1700mm	Distance of main deck to top of rail	1370mm	Distance of manifold flange to side of deep tray	1100mm	Distance of manifold to deep side	3000mm	Distance of manifold from keel	1777mm	<table border="1"> <tr><th colspan="2">MANIFOLD & REDUCERS, SIZE & QTY</th></tr> <tr><td>CARGO MANIFOLD</td><td>BUNKER MANIFOLD</td></tr> <tr><td>14"x300 - L1</td><td>6"x150 - FO</td></tr> <tr><td>10"x300 - L2</td><td>4"x150 - DO</td></tr> <tr><td>10"x150 - V1</td><td></td></tr> <tr><td>6"ELSD - V2</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">8"x3"IMMANUEL VEC MANIFOLD</td></tr> <tr><td>Port of Registry</td><td>JAKARTA</td></tr> <tr><td>IMO</td><td>9409314</td></tr> <tr><td>Call Sign</td><td>YDFA2</td></tr> <tr><td>GRT</td><td>18311</td></tr> <tr><td>NET</td><td>5493</td></tr> <tr><td>BHP</td><td>7860KW</td></tr> </table>		MANIFOLD & REDUCERS, SIZE & QTY		CARGO MANIFOLD	BUNKER MANIFOLD	14"x300 - L1	6"x150 - FO	10"x300 - L2	4"x150 - DO	10"x150 - V1		6"ELSD - V2		8"x3"IMMANUEL VEC MANIFOLD		Port of Registry	JAKARTA	IMO	9409314	Call Sign	YDFA2	GRT	18311	NET	5493	BHP	7860KW											
MANIFOLD ARRANGEMENT (500 mm/Stainless Steel)																																																												
Distance of cargo manifold L1 to cargo manifold L2	5500mm																																																											
Distance of between manifold L1-V1, V1-V2, V2-L2	1750mm																																																											
Distance manifold to summer loadline mark(Loaded)	5175mm																																																											
Distance of spill tray grating to centre of manifold	1300mm																																																											
Distance of main deck to centre of manifold	1700mm																																																											
Distance of main deck to top of rail	1370mm																																																											
Distance of manifold flange to side of deep tray	1100mm																																																											
Distance of manifold to deep side	3000mm																																																											
Distance of manifold from keel	1777mm																																																											
MANIFOLD & REDUCERS, SIZE & QTY																																																												
CARGO MANIFOLD	BUNKER MANIFOLD																																																											
14"x300 - L1	6"x150 - FO																																																											
10"x300 - L2	4"x150 - DO																																																											
10"x150 - V1																																																												
6"ELSD - V2																																																												
8"x3"IMMANUEL VEC MANIFOLD																																																												
Port of Registry	JAKARTA																																																											
IMO	9409314																																																											
Call Sign	YDFA2																																																											
GRT	18311																																																											
NET	5493																																																											
BHP	7860KW																																																											

Lampiran 2. Crew List MT. Immanuel X

IMO CREW LIST														
<input type="checkbox"/> ARRIVAL <input checked="" type="checkbox"/> DEPARTURE														
1.1. Name of ship		IMMANUEL X			1.2. IMO number			9409314		1.3. Call sign		YDFA2		
2. Port of Arrival		PANGKALAN SUSU			3. Date		24-May-2022							
4. Last Port of Call		TANJUNG UBAN			5. Next Port of Call		TANJUNG UBAN							
6. No.	7. Family name, given name, middle names	7.1. M/F	8. Rank or rating	9. Nationality	10. Date of birth	11. Nature and No. of identity document (Passport)		12. Nature and No. of identity document (Seaman's Book)		13. Date Engage	14. Port Engage			
						Number	Expired	Number	Expired					
1	BENNY MUSTAFA	M	MASTER	Indonesia	19-Jan-76	B7835860	28-Sep-26	E107382	1-Aug-23	23-May-22	Tg Uban			
2	MAESAR	M	CH.OFF	Indonesia	2-May-85	C3900142	20-May-24	G044883	19-Mar-24	28-Dec-21	Tg Uban			
3	ERYANDHI BAYU ANGGARA	M	2ND OFF	Indonesia	23-Apr-89	C1830104	13-Dec-23	F 003243	14-Mar-24	26-Mar-22	Pangkalan Susu			
4	YOLANDA DEMINE HENULILY	F	3RD OFF	Indonesia	11-Jun-98	B7497435	6-Jul-22	E126485	10-Oct-23	21-Mar-22	Pangkalan Susu			
5	AZRUN RIADI	M	JR 3RD OFF	Indonesia	11-Sep-98	C2440357	27-Feb-24	F223153	13-Mar-24	21-Mar-22	Pangkalan Susu			
6	LAMBANG ISWORO	M	CH. ENG	Indonesia	1-Apr-76	C7542878	10-Jun-26	F120916	11-Jul-23	13-Apr-22	Tg Uban			
7	FERRY NUGRAHA HIDAYAT	M	2ND ENG	Indonesia	19-Jan-87	C7573753	7-Dec-25	F016493	21-Apr-24	28-Apr-22	Tg Uban			
8	FADLI MURSAIN	M	3RD ENG	Indonesia	1-Sep-91	C6581935	2-Feb-26	F156446	20-Jul-23	23-Feb-22	Pangkalan Susu			
9	ADITYA PRATAMA SIPAYUNG	M	4TH ENG	Indonesia	3-Apr-93	C0254866	23-May-23	E140191	22-Dec-23	12-Mar-22	Pangkalan Susu			
10	DINNER PARDEDE	M	GAS ENG	Indonesia	8-Apr-85	C7183762	31-May-26	E146480	18-Jan-24	14-May-22	Pangkalan Susu			
11	SUNARDI	M	ELECTRICIAN	Indonesia	30-Sep-77	C6726593	25-Feb-25	F000191	18-Sep-22	19-Jun-21	Tg Uban			
12	MARLUN	M	BOSUN	Indonesia	15-Jan-62	C8100538	8-Oct-26	F128995	2-Apr-23	21-Oct-21	Pangkalan Susu			
13	MUHAMMAD AMRULLAH	M	AB-1	Indonesia	14-Sep-89	C3450243	2-Apr-24	G008300	25-Aug-23	06-Feb-22	Pangkalan Susu			
14	SEPTIAN JOHN DEERE	M	AB-2	Indonesia	12-Sep-86	C0252912	4-May-23	F0032014	15-Mar-24	03-Jan-22	Pangkalan Susu			
15	EDY SURIANTO	M	AB-3	Indonesia	11-May-72	C4493033	1-Aug-24	G107581	4-Nov-24	23-Jan-22	Pangkalan Susu			
16	NURUDIN	M	FITTER	Indonesia	20-May-81	C0788736	14-Aug-23	ED11353	15-Jun-24	17-Nov-21	Tg Uban			
17	AHMAD MARZUQI	M	OILER 1	Indonesia	28-Jul-95	C1190412	14-Sep-24	F156628	19-Jul-23	18-Sep-21	Pangkalan Susu			
18	RIZAL AFFANDI	M	OILER 2	Indonesia	12-Feb-96	C4501637	9-Oct-24	F165594	14-Jan-24	12-Mar-22	Tg Uban			
19	FARDI AMRUL SANI. AM	M	OILER 3	Indonesia	2-Oct-92	C8080595	21-Oct-26	F337015	6-Jul-23	17-Nov-21	Pangkalan Susu			
20	SAMSUL ANWAR	M	COOK	Indonesia	20-Apr-94	C7574414	21-Dec-25	F025316	24-May-24	06-Feb-22	Pangkalan Susu			
21	MUHAMMAD RIDLWAN NAWAWI	M	MESS MAN	Indonesia	22-Oct-99	F239236	24-Sep-23	F239236	24-Sep-23	06-Feb-22	Pangkalan Susu			
22	AHMAD SHADDIQI ISHAK	M	DECK CADET	Indonesia	17-Nov-99	C6460593	5-Mar-25	G012233	6-Jul-23	15-Dec-21	Tg Uban			
23	RIZKY DIMAS PANGESTU	M	ENGINE CADET	Indonesia	17-Apr-00	C7808386	30-Apr-26	G043197	15-Feb-24	15-Dec-21	Tg Uban			

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


IMMANUEL X
 Port of Registry : JAKARTA
 IMO : 9409314
 Call Sign : YDFA2
 GRT : 4933
 NET : 5493
 SHF : 7850KW
 Captain Benny Mustafa
 MASTER

Lampiran 3. *Stowage Plan* MT. Immanuel X**CARGO STOWAGE PLAN**PORT : Tanjung Uban
VOYAGE : 018/21

VESSEL : IMMANUEL X

ARRIVAL

4P	3P	2P	1P
PROPANE	BUTANE	PROPANE	BUTANE
11,000 MT	9,900 MT	10,900 MT	9,800 MT
PROPANE	BUTANE	PROPANE	BUTANE
11,000 MT	9,900 MT	10,900 MT	9,800 MT
4S	3S	2S	1S

ESTIMATED ON DEPARTURE

4P	3P	2P	1P
PROPANE	BUTANE	PROPANE	BUTANE
1199,33 MT	1572,52 MT	1177,86 MT	1174,56 MT
PROPANE	BUTANE	PROPANE	BUTANE
1201,88 MT	1572,73 MT	1176,64 MT	1176,35 MT
4S	3S	2S	1S

CARGO ON ARRIVAL INCLUDED CARGO COOLANT

PROPANE: 43,800 MT

BUTANE: 39,400 MT

ESTIMATED CARGO ON DEPARTURE INCLUDED CARGO COOLANT

PROPANE: 4755,710 MT

BUTANE: 5496,159 MT

DATE : 29-Sep-21

MASTER_____
CHIEF OFFICER

Lampiran 4. *Time Sheet Loading* MT. Immanuel X**TIME SHEET**

Vessel: **IMMANUEL X** Voy. No: **024/122** Date: **15-Feb-22**
 Load Port: **TANJUNG UBAN**
 Terminal: **Jetty no. 1** Cargo: **Propane & Butane** Loading CI: **4700 MT / C4: 5500 MT**

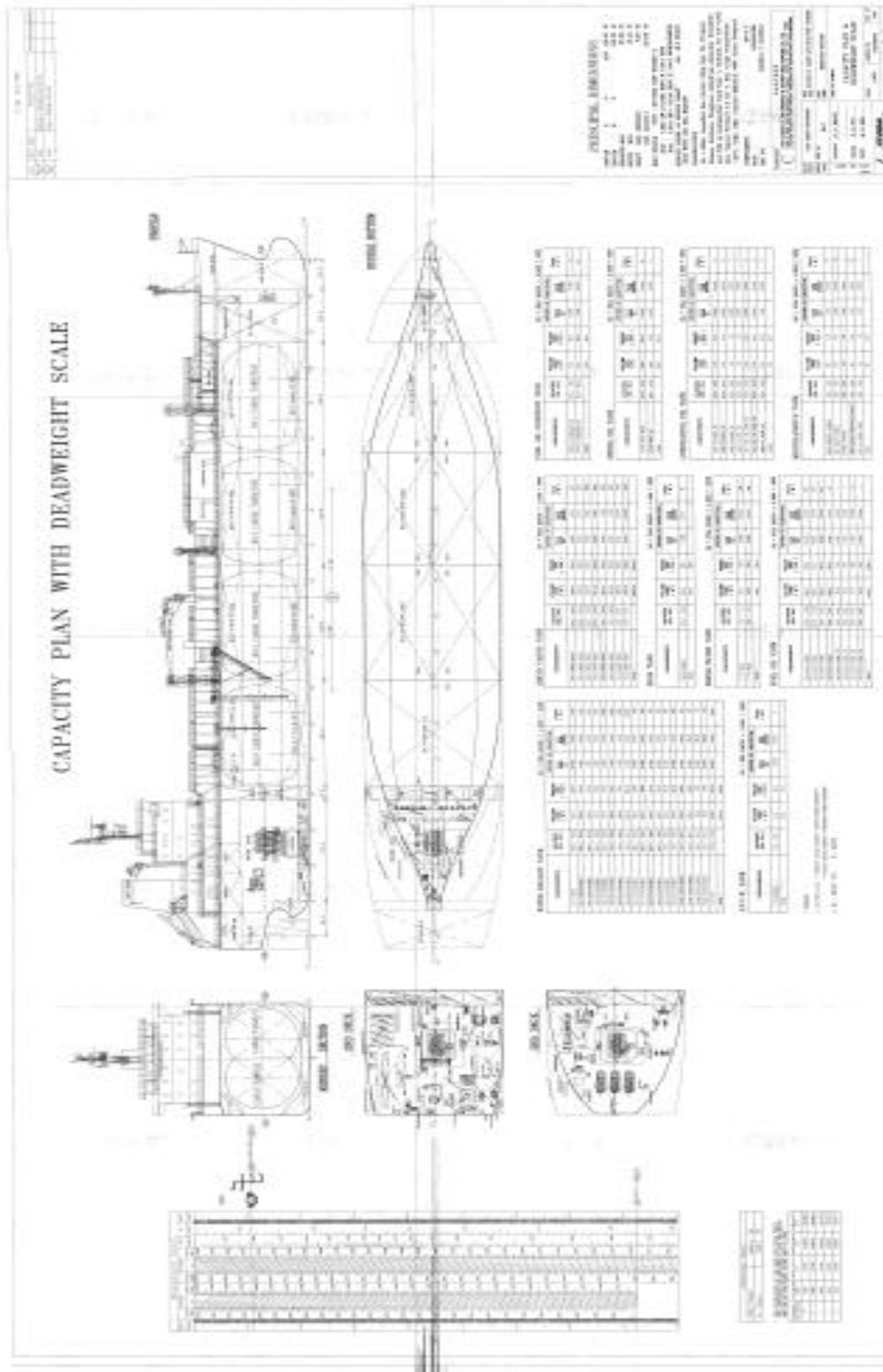
Activity	Date	Time	Remarks			
			DATE	Time	Description	
E.O.S.P	14-Feb-22	2200	hrs			
N.O.R TENDERED	14-Feb-22	2200	hrs			
ANCHOR	14-Feb-22	2308	hrs			
ANCHOR UP	15-Feb-22	2106	hrs			
IRST LINE	15-Feb-22	2118	hrs			
ALL MADE FAST	15-Feb-22	2218	hrs			
PRE - LOADING SAFETY MEETING	15-Feb-22	2242	hrs			
SSSCl	15-Feb-22	2248	hrs			
INITIAL TANKS INSPECTION /CALCULATION	15-Feb-22	2254-2300	hrs			
CARGO ARM CONNECTED C3	15-Feb-22	2306-2312	hrs			
CARGO ARM CONNECTED C4	15-Feb-22	2312-2318	hrs			
N.O.R ACCEPTED	15-Feb-22	2318	hrs			
CARGO HOSE LEAK TEST C3 & C4	14-Feb-22	2318-2324	hrs			
COMMENCED LOADING PROPANE	14-Feb-22	2354	hrs			
COMMENCED LOADING BUTANE	15-Feb-22	0012	hrs			
COMPLETED LOADING PROPANE	15-Feb-22	1142	hrs			
COMPLETED LOADING BUTANE	15-Feb-22	1230	hrs			
HOT GAS LINE CLEARING PROPANE	15-Feb-22	1243-1400	hrs			
HOT GAS LINE CLEARING BUTANE	15-Feb-22	1406-1412	hrs			
CARGO ARM DISCONNECTED BUTANE	15-Feb-22	1418-1424	hrs			
CARGO ARM DISCONNECTED PROPANE	15-Feb-22	1848-1854	hrs			
FINAL TANK INSPECTION & CALCULATION	15-Feb-22	2100-2130	hrs			
CARGO DOCUMENT ON BOARD	15-Feb-22	2200	hrs			
CAST OFF	15-Feb-22		hrs			
BOBY	15-Feb-22		hrs			
			Total Cargo loading:		Remarks :	
Ship's figure:	C4	5511,266	MT/Air	* Ship request up to the max rate (1000 CUB M)		
	C3	4715,451	MT/Air			
Shore figure:	C4	5511,266	MT/Air			
	C3	4715,452	MT/Air			
DRAFT IN METERS						
Arrival		Received		Departure		
FO:	464,670			FO:		
MDO :	104,380			MDO :		
FW :	132 Tons			FW :		
				Fwd :	5,80	9,00
				Aft :	6,80	9,10
				Mean :	6,30	9,05
				Trim :	1,00	0,10



Capt. Benny Mustafa
Master

Loading Master

Lampiran 5. General Arrangement MT. Immanuel X



Lampiran 7. Manual Book Cargo Compressor MT. Immanuel X



Instruction Manual IM 100311en – 2K160-2H_1

0

Burckhardt Compression AG
 Im Link 5
 P.O. Box 65
 CH-8404 Winterthur
 Switzerland
 Tel. +41 (0)52 262 55 00
 Fax +41 (0)52 262 00 53
 www.burckhardtcompression.com

**Note:**

These instructions are intended primarily for the use of the compressor operating and maintenance staff and must be accessible to them at all times. The book is placed at the disposal of our clients for their personal use. Users of the book are requested to treat its contents as strictly confidential.
 It remains copyright by Burckhardt Compression AG. No claims of any kind may be based upon it.

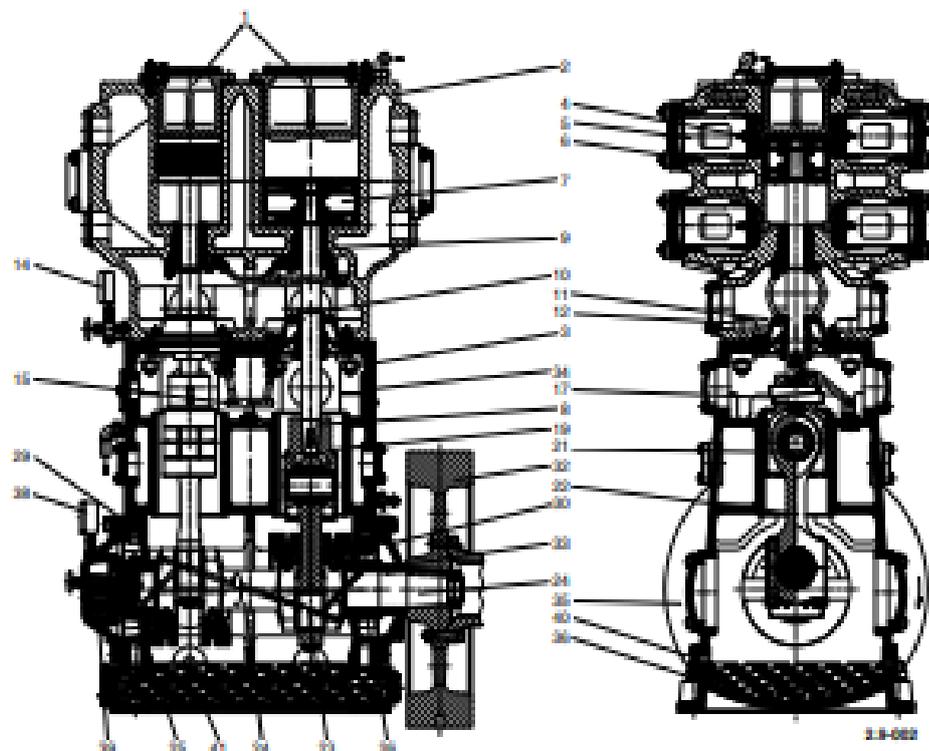
Lampiran 7. *Manual Book Cargo Compressor MT. Immanuel X (Lanjutan)*Description and Function **2**

The process gas is compressed to the required condensing pressure by a gaslight and pressure-tight labyrinth piston compressor, having the appropriate number of stages. The gas pressures are measured and indicated by compressor-mounted pressure gauges (14).

To minimise the inevitable gas leakage from the cylinder to the crankcase, there is a piston rod packing (9) with sealing rings. These sealing rings work by the same contact-free principle as the pistons. Leakage gas which passes the piston rod packing flows back to the suction side of the first stage by internal pipework.

The suction and discharge valves operate as non-return plate valves. Some or all of the suction valves are equipped with valve unloaders to control the capacity. The valves (4) are kept in their position by lanterns (5) and valve covers (6) bolted to the cylinder.

The cylinder and the frame are cooled by a mixture of water/glycol.



Lampiran 9

Daftar wawancara

A. Daftar kru yang diwawancara

1. *Chief Officer* Maesar (responden 1)
2. *Second Officer* Eryandhi Bayu Anggara (responden 2)
3. *Gas Engineer* Ryan Nastarulah (responden 3)
4. *Able Seamen* Septian John Deere (responden 4)

B. Hasil wawancara

1. *Chief Officer* Maesar (responden 1)

a. Pertanyaan:

“Apakah prosedur pengoperasian *reliquefaction plants* dalam mengatasi tekanan tinggi pada tangki muatan perlu diketahui oleh kru yang terlibat ?”

Jawab:

“Untuk menghindari peristiwa naiknya tekanan pada tangki muatan, tentu perlu dilakukan sosialisasi mengenai pengoperasian *reliquefaction plants* agar terhindar dari peristiwa yang mengancam keselamatan kru di atas kapal.”

b. Pertanyaan:

“Pada peristiwa naiknya tekanan pada tangki muatan, kendala-kendala apakah yang menyebabkan hal tersebut terjadi ?”

Jawab:

“Salah prosedur saat proses *tank line clearence*, Tidak ada komunikasi dan perintah antara G/E dan A/B.”

c. Pertanyaan :

“Faktor apakah yang sangat mendominasi peristiwa yang menyebabkan tekanan tinggi pada tangki muatan saat proses *tank line clearence* ?”

Jawab :

“Yang saya amati peristiwa tersebut disebabkan karena G/E kewalahan mengerjakan pengoperasian *reliquefaction plants* seorang diri tanpa memberikan perintah ke A/B.”

d. Pertanyaan:

“Apa tindakan yang harus dilakukan ketika mengalami tekanan tinggi pada tangki muatan karena *reliquefaction plants* ?”

Jawab:

“Karena hal ini disebabkan oleh *reliquefaction plants* membuat saya mengambil keputusan untuk mengaktifkan ESD.”

e. Pertanyaan:

“Bagaimana upaya dalam mengatasi tekanan tinggi pada tangki muatan apabila *reliquefaction plants* mengalami kendala ?”

Jawab:

“Apabila *reliquefaction plants* tidak dapat dioperasikan, maka langkah yang harus diambil dengan melakukan metode *bonder recooling*

melalui *water deck spray* dan apabila tekanan mendekati angka kritikal maka dapat membuka *valve mast riser*.”

2. *Second Officer* (Responden 2)

a. Pertanyaan:

“Saat peristiwa naiknya temperatur pada tangki muatan, menurut narasumber kendala-kendala apakah yang menjadi faktor utama ?”

Jawab:

“Menurut saya kekeliruan operator dalam mengecek *line up* adalah faktor utama yang menyebabkan peristiwa tersebut terjadi dan faktor cuaca yang sedang panas mempengaruhi tekanan tangki muatan cepat naik.”

b. Pertanyaan:

“Apakah dampak yang diakibatkan dari kendala saat pengoperasian *reliequfaction plants* tersebut ?”

Jawab:

“ESD yang mengakibatkan seluruh sistem pengoperasian pemuatan dan *reliequfaction plants* mati, dan mengancam keselamatan kru kapal maupun yang berada di terminal.”

c. Pertanyaan:

“Faktor apakah yang sangat mempengaruhi kejadian saat *proses tank line clearence* menurut anda ?”

Jawab:

“Menurut observasi yang saya lakukan cuaca yang kondisinya terik mempunyai pengaruh yang tinggi terhadap naiknya tekanan dan temperatur tangki muatan secara cepat.”

d. Pertanyaan:

“Bagaimana upaya yang harus dilakukan untuk mengatasi kendala-kendala tersebut ?”

Jawab:

“Selain MARVS, perlu dilakukan pendinginan tangki menggunakan *water deck spray* dengan metode air laut.”

e. Pertanyaan:

“Bagaimana upaya untuk mencegah terjadinya peristiwa tekanan tinggi pada tangki muatan saat proses *tank line clearance* ?”

Jawab:

“Untuk memberi arahan sebelum melakukan kegiatan apapun yang berhubungan dengan kegiatan pemuatan kepada setiap kru melalui *toolbox meeting*.”

3. *Gas Engineer* (Responden 3)

a. Pertanyaan:

“Akibat dari peristiwa naiknya tekanan pada tangki muatan, apakah prosedur *reliquefaction plants* perlu diketahui oleh kru yang terlibat mengoperasikannya?”

Jawab:

“Saya sepakat, hal ini bertujuan agar dapat mengantisipasi terjadinya tekanan tinggi pada tangki muatan demi meningkatkan keselamatan dalam proses pemuatan dan menimbulkan rasa percaya dalam mengandalkan anak buah kapal dalam bekerja.”

b. Pertanyaan

“Kendala-kendala apakah yang dialami saat pengoperasian *reliquefaction plants* saat peristiwa tekanan tangki muatan naik ?”

Jawab:

“Saya lalai karena tidak memberikan *briefing*, tidak melaksanakan *toolbox meeting* dan merasa kewalahan untuk mengontrol prosedur *reliquefaction plants* dari area ruang kompresor kargo hingga area tangki muatan di dek .”

c. Pertanyaan:

“Apa yang menyebabkan G/E merasa kualahan, sedangkan ada A/B jaga siap membantu tugas anda?”

Jawab:

“Dikarenakan saya tidak memiliki rasa percaya terhadap A/B jaga tersebut karena kurangnya pengetahuan mengenai *tank line clearance* beserta instrumen-instrumen *reliquefaction plants*.”

d. Pertanyaan:

“Bagaimana upaya pencegahan-pencegahan yang perlu dilakukan untuk mengatasi kendala yang dihadapi tersebut ?”

Jawab:

“Menurut saya diperlukan penambahan personil yang sudah diberikan edukasi terhadap pengoperasian *reliquefaction plants* pada area dek dan selalu melaksanakan *double check* agar terhindar dari terulangnya kembali peristiwa tersebut.”

4. *Able Seamen* (Responden 4)

a. Pertanyaan:

“Apa yang bapa ketahui tentang pengoperasian *reliquefaction plants* guna mengatasi tekanan tinggi pada tangki muatan ?”

Jawab:

“Selama saya bekerja di atas kapal yang saya ketahui hanya menggunakan kompresor”

b. Pertanyaan:

“Apa kendala yang dialami saat melakukan proses tank line clearance hingga terjadi tekanan tinggi pada tangki muatan ?”

Jawab:

“Tugas saya hanya membuka *valve* dari *manifold* menuju ke terminal, saya tidak mengerti apabila ada *valve* dengan kondisi belum tertutup karena tidak ada perintah dari perwira.”

c. Pertanyaan:

“Bagaimana upaya yang harus dilakukan untuk mengatasi kendala tersebut agar tidak terulang kembali ?”

Jawab:

“Saran saya perwira memberikan pengarahan terhadap apa yang harus saya lakukan dengan jelas sebelum maupun saat bekerja dilapangan.”



Lampiran 10. MSDS *Propane*

Tanker Safety Guide – Liquefied Gas

Propane continued		30
FIRE AND EXPLOSION DATA		
Flashpoint: -105°C (Closed Cup)	Explosion Hazard: Flammable vapour/air mixtures have explosive potential.	
Auto-ignition Temperature: 450°C	Flammable Limits: 2 - 10% by volume	
CHEMICAL DATA		
Formula: C ₃ H ₈ or (CH ₂) ₃ (CH ₃)	Chemical Family: Paraffin	
REACTIVITY DATA		
Water (Fresh or Salt): Insoluble. No dangerous reaction. May freeze to form ice or hydrates.		
Air: No reaction.		
Other Liquids or Gases: Dangerous reaction is possible with chlorines.		
PHYSICAL DATA		
Boiling Point: -42°C	Freezing Point: -188°C	Latent Heat of Vaporisation (kJ/kg): 426 at -42°C
Vapour Pressure (bar (A)): 1.01 at -42°C 4.9 at 0°C 9.53 at 25°C	Relative Vapour Density: 1.55	Electrostatic Generation: Not known
Specific Gravity (Liquid): 0.58 at -42°C	Molecular Weight (g/mol): 44.1	Coefficient of Cubic Expansion: 0.003 per °C at 15°C
CONDITIONS OF CARRIAGE		
Normal Carriage Condition: Pressurised or Fully-refrigerated	Control of Vapour within Cargo Tank: Inerted. Oxygen content to be maintained at not more than 2% by volume.	
Ship Type: 2G/2PG	Vapour Detection: Flammable	
Independent Tank Required: No	Gauging: Closed, Indirect or Restricted	
MATERIALS OF CONSTRUCTION		
Unsuitable: Mild steel (if fully-refrigerated), polyethylene.	Suitable: Aluminium, copper, magnesium, mercury, mild steel (if pressurised), stainless steel, zinc, PTFE, PVC.	
Notes and Special Requirements:		
No notes or special requirements currently apply to this cargo.		

Lampiran 11. MSDS *Butanes*

Butanes (All Isomers) continued		4
FIRE AND EXPLOSION DATA		
Flashpoint: n-butane: -60°C (Closed Cup) isobutane: -83°C (Closed Cup)	Explosion Hazard: Vapour/air mixtures have explosive potential.	
Auto-ignition Temperature: n-butane: 288°C isobutane: 460°C	Flammable Limits: 1.8 - 8.5% by volume	
CHEMICAL DATA		
Formula: C ₄ H ₁₀	Chemical Family: Hydrocarbon (Unsaturated, Aliphatic)	
REACTIVITY DATA		
Water (Fresh or Salt): Slightly soluble. No dangerous reaction. May form solid hydrates.		
Air: No reaction.		
Other Liquids or Gases: Dangerous reaction possible with chlorine.		
PHYSICAL DATA		
Boiling Point: n-butane: -0.5°C isobutane: -1.7°C	Freezing Point: n-butane: -138°C isobutane: -138°C	Latent Heat of Vaporisation (kJ/kg): n-Butane: 366.7 at -0.5°C isobutane: 366.1 at -1.7°C
Vapour Pressure (bar (A)): n-butane: 1.00 at -0.5°C isobutane: 1.01 at -1.7°C	Relative Vapour Density: n-butane: 2.09 isobutane: 2.07	Electrostatic Generation: Not available
Specific Gravity: n-butane: 0.6 at -0.5°C isobutane: 0.667 at -2.0°C	Molecular Weight (g/mol): 68.12	Coefficient of Cubic Expansion: 0.002 per °C at 28°C
CONDITIONS OF CARRIAGE		
Normal Carriage Conditions: Pressurised or Fully-refrigerated	Control of Vapour within Cargo Tank: Inerted. Oxygen content of tank must be maintained at no more than 2% by volume.	
Ship Type: 2G/2PG	Vapour Detection: Flammable	
Independent Tank Required: No	Gauging: Indirect, Closed or Restricted	
MATERIALS OF CONSTRUCTION		
Unsuitable: Some rubbers, copper under some circumstances.	Suitable: Stainless steel, aluminium, mild steel.	
Notes and Special Requirements:		
1. Normally shipped as a mixture of n-Butane and isobutane. Information should be obtained from the shipper and a Cargo Information Form should be completed before loading is started.		

Lampiran 12. Daftar Gambar

1. Kapal MT. Immanuel X



2. Kapal MT. Immanuel X saat terhubung *loading arm*



3. *Temperature dan pressure gauge* MT. Immanuel X



4. Valve water deck spray MT. Immanuel X



5. Water deck spray MT. Immanuel X



6. MARVS MT. Immanuel X

