

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**OPTIMALISASI PELAKSANAAN *TANK COOLINGDOWN* GUNA  
MEMPERSIAPKAN PROSES PEMUATAN *LNG* DI KAPAL *LNG*  
*CARRIER PAN AFRICA***



MUHAMMAD AHYAR DZAKY

NIT 08.20.026.1.05

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI KAPAL  
TAHUN 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**OPTIMALISASI PELAKSANAAN *TANK COOLINGDOWN* GUNA  
MEMPERSIAPKAN PROSES PEMUATAN *LNG* DI KAPAL *LNG*  
*CARRIER PAN AFRICA***



MUHAMMAD AHYAR DZAKY

NIT 08.20.026.1.05

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI KAPAL  
TAHUN 2025

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Ahyar Dzaky  
Nomor Induk Taruna : 08.20.026.1.05  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal  
Menyatakan bahwa KIT Yang saya tulis dengan judul :

**“OPTIMALISASI PELAKSANAAN *TANK COOLINGDOWN* GUNA  
MEMPERSIAPKAN PROSES PEMUATAN *LNG* DI KAPAL *LNG*  
*CARRIER PAN AFRICA*”**

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, 15 Desember 2025



Muhammad Ahyar Dzaky  
NIT 08.20.026.1.05

## PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL

Judul : **OPTIMALISASI PELAKSANAAN TANK COOLINGDOWN GUNA MEMPERSIAPKAN PROSES PEMUATAN LNG DI KAPAL LNG CARRIER PAN AFRICA**

Program Studi : Teknologi Rekayasa Operasi Kapal

Nama : Muhammad Ahyar Dzaky

NIT : 08.20.026.1.05

Jenis Tugas Akhir : Prototype / Proyek / Karya Ilmiah Terapan\*

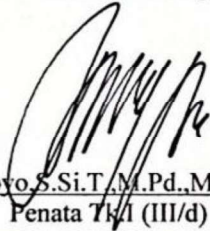
Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



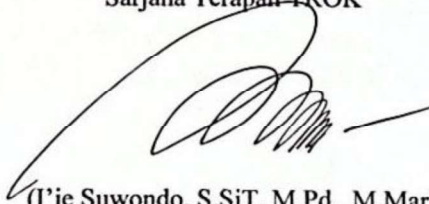
(Sutoyo, S.Si.T./M.Pd.,M.Mar)  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 197511192010121001

Dosen Pembimbing II



(Dr. Elly Kusumawati, S.H., M.H.)  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 198111122005022001

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan-TROK



(P'ie Suwondo, S.SiT, M.Pd, M.Mar)  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 197702142009121001

## PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR

Judul : **OPTIMALISASI PELAKSANAAN TANK COOLINGDOWN GUNA MEMPERSIAPKAN PROSES PEMUATAN LNG DI KAPAL LNG CARRIER PAN AFRICA**

Program Studi : Teknik Rekayasa Operasi kapal

Nama : Muhammad Ahyar Dzaky

NIT : 08.20.026.1.05

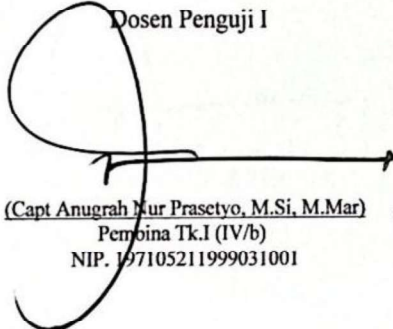
Jenis Tugas Akhir : Prototype / Karya Ilmiah Terapan / Karya Tulis Ilmiah\*


Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)


Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 15 Desember 2025

Menyetujui,

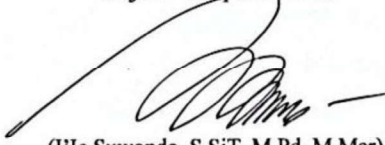
Dosen Penguji I  
  
(Capt Anugrah Nur Prasetyo, M.Si, M.Mar)  
Pembina Tk.I (IV/b)  
NIP. 197105211999031001

Dosen Penguji II  
  
(Sutoyo S.SiT, M.Pd, M.Mar)  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP.197511192010121001

Dosen Penguji III  
  
(Dr. Elly Kusumawati, S.H., M.H.)  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 198111122005022001

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan-TROK

  
(I'le Suwondo, S.SiT, M.Pd, M.Mar)  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 197702142009121001

**PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS TUGAS AKHIR**

**OPTIMALISASI PELAKSANAAN *TANK COOLINGDOWN* GUNA  
MEMPERSIAPKAN PROSES PEMUATAN *LNG* DI KAPAL *LNG*  
*CARRIER PAN AFRICA***

Disusun oleh:

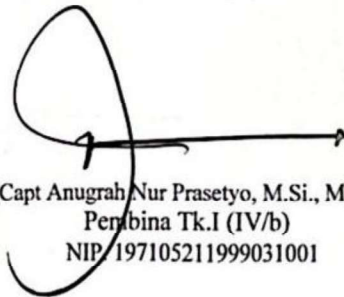
**MUHAMMAD AHYAR DZAKY**  
NIT. 08.20.026.1.05

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 07 Oktober 2025

Mengesahkan,


Dosen Penguji I

  
(Capt Anugrah Nur Prasetyo, M.Si., M.Mar)  
Pembina Tk.I (IV/b)  
NIP. 197105211999031001

Dosen Penguji II


  
(Sutoyo, S.Si.T., M.Pd)  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP.197511192010121001

Dosen Penguji III

  
(Dr,Elly Kusumawati,S.H.,M.H)  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 19811112 200502 2 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan TROK

  
(Lie Suwondo, S.SiT, M.Pd, M.Mar)  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 197702142009121001

**PENGESAHAN SEMINAR HASIL LAPORAN TUGAS AKHIR**

**OPTIMALISASI PELAKSANAAN *TANK COOLINGDOWN* GUNA  
MEMPERSIAPKAN PROSES PEMUATAN *LNG* DI KAPAL *LNG*  
*CARRIER PAN AFRICA***

Disusun oleh:

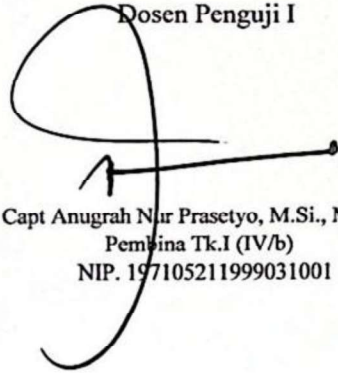
**MUHAMMAD AHYAR DZAKY**  
NIT. 08.20.026.1.05

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 15 Desember 2025

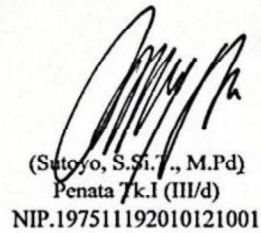
Mengesahkan,

Dosen Penguji I



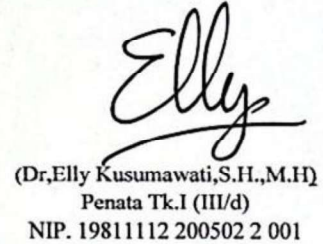
Capt Anugrah Nur Prasetyo, M.Si., M.Mar)  
Pembina Tk.I (IV/b)  
NIP. 197105211999031001

Dosen Penguji II



(Sutoyo, S.SiT., M.Pd)  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP.197511192010121001

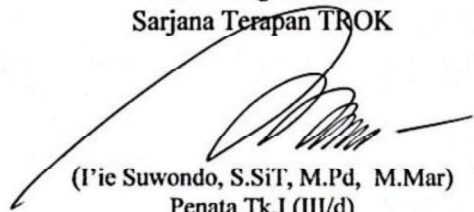
Dosen Penguji III



(Dr,Elly Kusumawati,S.H.,M.H)  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 19811112 200502 2 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan TROK



(I'ic Suwondo, S.SiT, M.Pd, M.Mar)  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 197702142009121001

## ABSTRAK

Muhammad Ahyar Dzaky, 2025. NIT 0820026105, “Optimalisasi Pelaksanaan *Tank Coolingdown* Guna Mempersiapkan Proses Pemuatan LNG Di Kapal *LNG CARRIER Pan Africa*” Dibimbing oleh Bapak Sutoyo, S.Si.T., M.Pd., M.Mar selaku pembimbing I dan Ibu Dr,Elly Kusumawati, S.H., M.H selaku pembimbing II.

Proses pendinginan tangki muatan menjadi tahapan penting sebelum proses memuat dilaksanakan. Proses pendinginan tangki muatan dilakukan dengan *menyemprotkan* cairan gas melalui sprinkle yang terpasang pada langit-langit tangki muatan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif, data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Analisis data menggunakan model Miles dan Huberman yang meliputi kondensasi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses coolingdown pada LNG/C Pan Africa pada *dasarnya* telah mengikuti standar SIGTTO, dan IGC Code. Namun terdapat dua kendala utama, yaitu kebocoran pada cooldown valve di loading line nomor 2 akibat karat sehingga menurunkan laju pendinginan dari standar 20°C/jam menjadi sekitar 10°C/jam, serta keterlambatan 1,5 jam pada pengoperasian sistem nitrogen yang menyebabkan tekanan IBS tidak mencapai standar 0,2-0,4 kPa. Penelitian ini menyimpulkan bahwa optimalisasi coolingdown dapat dicapai melalui perawatan preventif cooldown valve, peningkatan koordinasi antar perwira, serta peningkatan akurasi monitoring suhu dan tekanan. Rekomendasi ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan keselamatan proses pemuatan LNG.

**Kata Kunci :** *Tank Coolingdown, Cargo Manual Book, LNG, Kru*

## **ABSTRACT**

*Muhammad Ahyar Dzaky, 2025. NIT 0820026105, “ Optimizing the Implementation of Tank Coolingdown to Prepare the LNG Loading Process on the LNG CARRIER Pan Africa Ship ” guided by Mr. Sutoyo, S.Si.T., M.Pd. ,M.Mar as Guidance I, and Mrs. Dr,Elly Kusumawati, S.H., M.H as Guidance II.*

*LNG cargo tanks are specifically designed to transport liquefied gas, and the coolingdown process becomes a critical stage prior to loading. This process is performed by spraying liquid gas through spray nozzles installed on the tank dome. This study employs a descriptive qualitative method, with data collected through observation, interviews, and documentation. The data were analyzed using the Miles and Huberman model, which consist of data condensation, data display, and conclusion drawing. The findings indicate that the coolingdown process on LNG/C Pan Africa generally complies with SIGTTO and IGC Code standards. However, two major issues were identified: a leakage in the cooldown valve on loading line number 2 caused by corrosion, which reduced the cooling rate from the standard 20°C/hour to approximately 10°C/hour, and a 1.5 hour delay in operating nitrogen system, which resulted in the IBS pressure not reaching the required 0.2-0.4 kPa. The study concludes that optimization of the coolingdown process can be achieved through preventive maintenance of the cooldown valve, improved coordination among officers, and enhanced accuracy in monitoring temperature and pressure. These recommendations are expected to improve the efficiency and safety pf LNG loading operations.*

**Keywords** : Tank Coolingdown, Cargo Manual Book, LNG, Crew

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya-lah saya dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan yang berjudul : “OPTIMALISASI PELAKSANAAN *TANK COOLINGDOWN* GUNA MEMPERSIAPKAN PROSES PEMUATAN *LNG* DI KAPAL *LNG CARRIER* PAN AFRICA”.

Karya Ilmiah Terapan ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir perkuliahan dan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran di Program Studi Teknologi Rekayasa Operasi Kapal di Politeknik Pelayaran Surabaya. Selain itu, Karya Ilmiah Terapan ini juga dibuat sebagai salah satu wujud implementasi dari ilmu yang didapatkan selama masa praktek layar di MT.PAN AFRICA.

Penulis menyadari bahwa Karya Ilmiah Terapan masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap dapat belajar lebih banyak lagi dalam mengimplementasikan ilmu yang didapatkan. Karya Ilmiah Terapan ini tentunya tidak lepas dari bimbingan, masukan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Moejiono, M.T.,M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya, yang telah memberikan arahan serta memfasilitasi kami sehingga dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini dengan baik.
2. Ibu Capt. Upik Widyaningsih, M.Pd, M.Mar Selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Operasi Kapal yang telah membantu penulis dalam melakukan koreksi dan memberi arahan terhadap penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini dengan baik
3. Bapak Sutoyo, S.Si.T., M.Pd. ,M.Mar selaku Dosen Pembimbing I, yang telah membantu penulis dalam melakukan koreksi terhadap materi Karya Ilmiah Terapan (KIT), sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini dengan baik.
4. Ibu Dr,Elly Kusumawati, S.H., M.H selaku Dosen Pembimbing II, yang telah membantu penulis dalam melakukan koreksi terhadap materi Karya Ilmiah Terapan (KIT), sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini dengan baik.
5. Sivitas akademika dan Dosen Politeknik Pelayaran Surabaya atas pengalaman yang diberikan kepada peneliti.
6. Ibu Romlah dan Bapak Bambang Wijonarko selaku orang tua penulis yang selalu memberikan nasihat, motivasi, semangat, dan doa yang tiada henti hingga penulis bisa menyelesaikan laporan proposal Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini, terima kasih banyak telah menjadi orang tua yang selalu hadir dan mendukung penuh apapun yang penulis lakukan.

7. Aldisar Mauludin dan Akmal Dzakwan Ardhani selaku kakak dan adik dari penulis yang selalu memberi dukungan dan membantu dalam proses perkuliahan ini.
8. Segenap crew MV. Pan Africa yang telah memberikan banyak ilmu, pengalaman dan bimbingan selama peneliti melaksanakan praktek laut.
9. Rekan-rekan angkatan XI baik yang gelombang 1 ataupun gelombang 2 dan kelas TROK A Diploma IV yang telah membantu saya dalam penyusunan karya ilmiah ini.

Surabaya,.....2025

Muhammad Ahyar Dzaky

NIT 08.20.026.1.05

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN UJI KELAYAKN UJI KELAYAKAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iv</b>
<b>PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS TUGAS AKHIR .....</b>	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b><i>ABSTRACT</i>.....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Penelitian .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya .....	7
B. Landasan Teori.....	11
C. Kerangka Pikir Penelitian .....	28

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
A. Jenis Penelitian.....	30
B. Tempat dan Waktu Penelitian .....	30
C. Sumber Data Penelitian.....	31
D. Teknik Pengumpulan Data.....	32
E. Teknik Analisis Data.....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
A. GAMBARAN UMUM LOKASI/SUBJEK PENELITIAN.....	40
B. HASIL PENELITIAN.....	43
C. PEMBAHASAN .....	64
<b>BAB V KESIMPULAN DAN PENUTUP .....</b>	<b>70</b>
A. Kesimpulan .....	70
B. Saran.....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>75</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Review Penelitian Sebelumnya</i> .....	7
Tabel 2. 2 <i>Cargo tank spray valve</i> .....	14
Tabel 2. 3 <i>Header valve pada vapour dome</i> .....	15
Tabel 2. 4 <i>HD Compressor valve</i> .....	15
Tabel 4.1 <i>Ship's Particulars</i> .....	40
Tabel 4.2 <i>Data Kapasitas tanki muatan</i> .....	40
Tabel 4.3 <i>Coolingdown table</i> .....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Pendaratan gangway ke atas kapal .....	17
Gambar 2. 2	Pelaksanaan <i>safety meeting</i> .....	17
Gambar 2. 3	<i>Membrane Tank</i> .....	24
Gambar 2.4	<i>Spray rail</i> .....	26
Gambar 2.5	<i>Spray pump</i> .....	27
Gambar 2.6	Kerangka Pikir Penelitian.....	29
Gambar 3.1	Analisis data model Miles dan Huberman .....	39
Gambar 4.1	Logo perusahaan Seapeak Maritime Ltd.....	40
Gambar 4.2	Kapal <i>LNG Carrier</i> Pan Africa .....	41
Gambar 4.3	<i>Loading Plan</i> .....	46
Gambar 4.4	Kegiatan Pemasangan loading arm dan manifold .....	48
Gambar 4.5	Pelaksanaan ESD ( <i>Emergency Shutdown System</i> ) .....	49
Gambar 4.6	Temperatur sensor pada tanki muatan.....	52
Gambar 4.7	<i>Cooldown Valve</i> .....	53
Gambar 4.8	Tampilan <i>Inter Barrier Space</i> .....	54
Gambar 4.9	Kebocoran pada <i>Cooldown valve</i> .....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Crew list</i> .....	75
Lampiran 2 <i>Ship Particular</i> .....	76
Lampiran 3 <i>Coolingdown tank guide by cargo manual book</i> .....	77
Lampiran 4 <i>Port Log</i> .....	78
Lampiran 5 <i>Ship/Shore Safety Checklist</i> .....	79
Lampiran 6 Laporan kebocoran pada <i>cargo log book</i> .....	80
Lampiran 7 <i>Coolingdown tank guide by Liquid Gas Handling Principles</i> .....	81
Lampiran 8 Transkrip Wawancara dengan <i>Chief Officer</i> .....	82
Lampiran 9 Transkrip Wawancara Cargo Engineer.....	83
Lampiran 10 Transkrip Wawancara dengan <i>Third Officer</i> .....	84
Lampiran 11 Transkrip Wawancara dengan <i>Able Seaman</i> .....	85

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Penelitian

Seiring dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, telah membawa manusia pada era eksploitasi sumber daya alam. Kebutuhan dunia akan energi juga semakin meningkat sedangkan cadangan energi minyak bumi yang selama ini digunakan sebagai salah satu energi utama jumlahnya sangat terbatas dan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Sumber daya alam dan mineral mutlak diperlukan dan perlu dimanfaatkan secara maksimum untuk menunjang kebutuhan manusia, salah satunya dengan pemanfaatan gas bumi.

Gas bumi adalah bahan bakar fosil yang paling bersih di dunia, hingga saat ini, bahan bakar gas telah menjadi bahan bakar yang paling ramah lingkungan dan menjadi pilihan bagi para pemilik industri, pabrik dan pembangkit listrik tenaga uap dan gas. Gas bumi merupakan bahan bakar fosil berbentuk gas yang terdiri dari campuran molekul hidrokarbon dan memiliki nilai investasi besar untuk pendapatan negara, baik yang di hasilkan di darat maupun di lepas pantai. Salah satunya adalah gas alam yang dicairkan atau disebut *Liquified Natural Gas* (LNG).

*Liquified Natural Gas* (LNG) adalah gas alam yang didinginkan hingga suhu di bawah  $-162^{\circ}\text{C}$  sehingga berubah menjadi cairan dengan komposisi mayoritas adalah methane ( $\text{CH}_4$ ). Proses pengolahan dan produksi LNG dimulai dengan pengembangan gas alam dari bawah tanah, kemudian gas alam

yang telah ditambang tersebut dikirim ke *liquifaction facility*. Dimana di *liquifaction facility*, gas alam tersebut diolah, dimurnikan dari zat-zat lain yang terkandung di dalamnya, dihilangkan *hydrocarbon* beratnya. Kemudian gas alam tersebut memasuki proses pendinginan hingga mencapai suhu akhir sekitar  $-162^{\circ}\text{C}$ . Gas alam yang telah dicairkan tersebut, kemudian dimuat ke dalam kapal gas tanker dengan desain yang khusus, sehingga LNG tersebut akan tetap dingin selama dalam perjalanan dari pelabuhan muat menuju ke pelabuhan bongkar.

*Liquified Natural Gas* (LNG) merupakan produk dari pencairan campuran molekul hidrokarbon alamiah yang diperoleh dari penambangan gas. Komposisi LNG itu sendiri berbeda-beda antar satu lapangan dengan lapangan lainnya. Namun secara garis besar berikut adalah komposisi LNG: 65% sampai 100% terdiri dari *Methane*, 0% sampai 16% terdiri dari *Ethane*, sisanya adalah *Propane*, *Butane*, *Pentane*, *Nitrogen* dan *Carbon dioxide*.

LNG adalah sejenis cairan *Cryogenic* yaitu memiliki suhu yang sangat rendah kurang lebih  $-162^{\circ}\text{C}$ . Pada tekanan atmosfer, LNG akan menguap pada suhu kurang dari  $-160^{\circ}\text{C}$  dan akan mencair pada suhu kurang lebih  $-162^{\circ}\text{C}$ . Cairan *Cryogenic* lainnya antara lain *hydrogen*, *oxygen*, *helium* dan *nitrogen*. Perubahan wujud gas menjadi cair akan mengurangi volume muatan 600 kali dalam satu *metric ton* LNG.

Pelaksanaan pemuatan LNG di kapal gas tanker sangatlah kompleks, untuk itu para perwira dek dan ABK dek diharuskan mampu melaksanakan persiapan pemuatan dengan baik agar tidak terjadi hambatan dalam pelaksanaan kegiatan tersebut. Dengan dilakukan perencanaan yang baik maka

proses pemuatan dan pembongkaran dapat berjalan dengan lancar, sehingga menghindari adanya kecelakaan kerja yang sering terjadi. Dalam persiapan pemuatan LNG perlu dilakukan *Tank Coolingdown* guna mencegah terjadinya *shock temperature* pada saat cairan gas alam yang bersuhu  $-160^{\circ}\text{C}$  masuk ke dalam tangki muatan.

Proses pemuatan LNG ke atas kapal diawali dengan proses *Coolingdown* tangki muatan, proses *Coolingdown* tangki muatan di kapal LNG adalah proses yang dilakukan dengan jangka waktu 10 jam dengan suhu tangki muatan yang bervariasi namun biasanya  $-30^{\circ}\text{C}$  sampai suhu tangki mencapai  $-130^{\circ}\text{C}$  dan tangki siap dimuat. Ada beberapa metode pelaksanaan *Tank Coolingdown* muatan yang biasa digunakan. Metode pertama yaitu kapal melakukan pendinginan tangki muatan menggunakan muatan yang tersedia di kapal pada semua tangki, metode kedua adalah proses pendinginan tangki muatan dilakukan di terminal menggunakan muatan dari darat dan gas yang dihasilkan dari proses ini dikirim ke darat kembali menggunakan HD Compressor kapal untuk mengurangi tekanan didalam tangki. Proses pendinginan tangki muatan memiliki tujuan yang sangat penting yaitu memberikan waktu kepada material-material yang terdapat di dalam tangki untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan suhu yang sangat besar, memberikan waktu terhadap vapour yang dihasilkan melalui proses spray yang dilakukan di dalam tangki agar dapat di bakar di darat, mengatur tekanan Insulation Space (IS) dan Inter Barrier Space (IBS) agar tetap pada level normal. Selama proses pendinginan tangki muatan, banyak indikator panel-panel yang tersedia di Cargo Control Room yang merupakan indikasi ataupunentu tentang sejauh apa proses pendinginan telah

tercapai seperti indikator suhu untuk tanki, Inter Barrier Space (IBS) dan Insulation Space (IS).

Dalam proses pendinginan tanki muatan, ketika Liquefied Natural Gas (LNG) menyentuh tanki yang suhunya relatif lebih tinggi, vapour akan terbentuk sebagai hasil dari penguapan gas Liquefied Natural Gas (LNG) tersebut. Vapour yang terbentuk ini bisa digunakan sebagai bahan bakar kapal atau juga dikirim ke darat menggunakan HD Compressor, ketika vapour yang terbentuk di dalam tanki terlalu banyak maka akan menyebabkan tekanan di dalam tanki meningkat yang pada akhirnya akan menimbulkan kerusakan pada konstruksi tanki dan peralatan bongkar muat, bahaya kebakaran, serta keterlambatan pada proses memuat. Proses pemuatan tidak dapat dimulai hingga proses pendinginan tanki muatan selesai yaitu ketika tanki muatan memiliki suhu  $-130^{\circ}\text{C}$ .

Namun berdasarkan pengalaman pribadi peneliti pada saat melaksanakan penelitian di atas kapal, peneliti menemukan kejadian pada tanggal 25 September 2024 yang dimana terdapat *cooldown valve* terjadi kebocoran pada saat melakukan proses *coolingdown* sebelum memuat LNG. Crew yang terlibat dalam proses *coolingdown* berlangsung tidak melakukan pengecekan kembali terhadap *cooldown valve* pada saat proses sebelum memuat LNG, sehingga terjadi kebocoran pada *coolingdown valve* dan terjadi penurunan suhu tanki yang lebih lambat dari yang seharusnya.

*Berdasarkan* penjelasan masalah diatas mengenai *coolingdown* di LNG/C. Pan Africa, pelaksanaan prosedur *cooldown* sebelum pemuatan LNG di LNG/C Pan Africa menuntut peran aktif dari para perwira dan kru kapal

dalam melakukan observasi, pengawasan, serta pemeriksaan berdasarkan ketentuan dan standar operasional yang telah ditetapkan. Mengingat pentingnya proses pendinginan tanki muatan pada kapal Liquefied Natural Gas (LNG) oleh karena itu perlu dilaksanakan penelitian dengan judul :

" Optimalisasi Pelaksanaan *Tank Coolingdown* Guna Mempersiapkan Proses Pemuatan *LNG* Di Kapal *Lng Carrier Pan Africa* "

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka penulis dapat menetapkan beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana proses pelaksanaan *tank coolingdown* sebelum memuat LNG di kapal LNG/C Pan Africa?
2. Apa penyebab tidak optimalnya proses *tank coolingdown* di kapal LNG/C Pan Africa?

## **C. Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi hanya pada kajian teknis proses *cooling down* tangki LNG di kapal LNG Carrier Pan Africa, yang mengacu pada pedoman dari organisasi internasional seperti SIGTTO (*Society of International Gas Tanker and Terminal Operators*), IMO (IGC Code) dan *Cargo Manual Book* . Fokus penelitian tidak mencakup seluruh proses pengangkutan atau distribusi LNG secara menyeluruh, melainkan terbatas pada efisiensi pelaksanaan pendinginan tangki sebelum proses pemuatan. Selain itu, penelitian ini tidak membahas aspek ekonomis atau komersial dari pengoperasian kapal LNG,

melainkan hanya pada aspek operasional dan keselamatan teknis yang terkait langsung dengan proses *cooling down*.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui proses pelaksanaan *tank coolingdown* sebelum memuat di kapal LNG/C Pan Africa.
2. Untuk mengetahui penyebab tidak optimalnya proses *tank coolingdown* di kapal LNG/C Pan Africa.

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat Teoritis

Memberikan manfaat kepada peneliti dan pembaca terhadap kegiatan *tank coolingdown* pada proses pemuatan LNG di atas kapal dan memberikan motivasi kepada pembaca untuk memahami lebih dalam mengenai proses *tank coolingdown* sesuai prosedur di atas kapal.

2. Manfaat Praktis

Diharapkan dapat memberikan informasi kepada pembaca mengenai akan pentingnya pengetahuan dalam proses *tank coolingdown* muatan di atas kapal LNG dan masukan meningkatkan kemampuan kru operasional kapal dalam mengetahui pentingnya melakukan pendinginan tanki muatan sesuai dengan prosedur.

**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

**A. Review Penelitian Sebelumnya**

Sebagai dasar perbandingan dalam studi ini penulis mengacu pada penelitian sebelumnya yang telah mempelajari proses *tank coolingdown* LNG di kapal *tanker* bertipe LNG. Berikut ini merupakan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini, seperti yang disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya  
Sumber : Tabel Pribadi

No	Judul Penelitian/ Jurnal	Penulis Dan Tahun	Hasil Penelitian	Perbedaan
1.	Optimalisasi Penanganan Muatan dengan Tank Cooling Down Guna Menghindari Berubahnya Bentuk Muatan di Kapal MV. Coral Obelia	A.Chalid Pasyah (2019)	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa : 1. Kerusakan nozzle dan compressor pendukung proses pelaksanaan tank cooling down karena kurangnya perawatan 2. Berubahnya bentuk muatan dikarenakan tehnik atau prosedur cooling down yang kurang tepat .	1. Fokus penelitian adalah memastikan kesiapan tangki agar bisa menerima LNG yang bersuhu sangat rendah (sekitar $-160^{\circ}\text{C}$ ) secara aman dan efisien. 2. Cooling down dilakukan untuk menghindari terjadinya boil-off gas berlebih, keretakan struktur tangki, dan hilangnya LNG akibat ketidakcocokan suhu tangki dan muatan. 3. Optimalisasi berfokus pada efisiensi waktu cooling down, penghematan pemakaian gas pendingin, dan pengurangan risiko operasional di kapal <i>Pan Africa</i>

No	Judul Penelitian/ Jurnal	Penulis Dan Tahun	Hasil Penelitian	Perbedaan
2.	Optimalisasi Tekanan Tangki Guna Menghindari Keterlambatan Pemuatan Dikapal PGN FSRU Lampung	Suhartini, (2021)	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tingginya Temperature dan tekanan di dalam tangki menyebabkan penundaan pada proses pemuatan Liquefied Natural Gas (LNG)</li> <li>2. Kurangnya pengetahuan dan kecakapan Cargo Operator dalam mengoperasikan sistem muatan dikapal PGN FSRU LAMPUNG</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fokus utama Adalah Optimalisasi pendinginan tangki untuk menyesuaikan suhu dengan suhu LNG sebelum pemuatan</li> <li>2. Masalah yang Dihadapi : Perbedaan suhu antara tangki dan LNG dapat menyebabkan boil-off gas berlebih, kerusakan struktur, dan keterlambatan pemuatan</li> <li>4.</li> </ol>
3.	Optimalisasi Penggunaan Muatan Liquefied Natural Gas (Lng) Sebagai Bahan Bakar Melalui Proses Boil Off Gas (Bog) Di Kapal Lng Aquarius	Pipit Juniar Listiyanto Wicaksono, (2020)	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengaturan Kecepatan Kapal yang Ideal dari Pelabuhan Bongkar ke Pelabuhan Muat Manajemen Chief Officer dalam Pemakaian BOG Sebagai Bahan Bakar</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fokus utama penelitian adalah persiapan pendinginan tanki sebelum pemuatan LNG agar aman dan efisien</li> <li>2. Ditemukan bahwa pendinginan optimal dicapai dengan pengaturan laju alir LNG dan waktu cooling yang presisi.</li> <li>3. Dapat menurunkan potensi LNG loss dan tekanan tanki berlebih saat pemuatan.</li> <li>3.</li> </ol>

No	Judul Penelitian/ Jurnal	Penulis Dan Tahun	Hasil Penelitian	Perbedaan
4.	Analisis Volume Lng Ideal Untuk <i>Cooling Down</i> Fasilitas Lng Hub	Dhian Nugraha, (2023)	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa 1. Perhitungan Volume LNG untuk <i>Cooling Down</i> Sistem Perpipaan 2. Perhitungan Volume LNG untuk <i>Cooling Down</i> Teoritis dan Aktual 3. Perhitungan Volume LNG untuk <i>Dead Stock</i> 4. Perbandingan Volume LNG Aktual untuk <i>Cooling Down</i> Fasilitas LNG Hub dengan Regasifikasi	1. Fokus penelitian adalah mengoptimalkan pelaksanaan <i>coolingdown</i> tanki kapal sebelum proses pemuatan LNG. 4. Meningkatkan keamanan dan efisiensi proses pemuatan LNG dengan pendinginan tanki yang optimal di kapal.
5.	Optimalisasi Proses Pendinginan Tanki Muatan Guna Kelancaran Operasional SS. Al Daayen	Larsen Barasa,(2020)	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa : 1. Kurang optimalnya penerapan prosedur pendinginan tanki muatan yang dilakukan oleh para kru di atas kapal 2. Kurangnya kontrol terhadap penurunan suhu yang sangat cepat	1. Fokus Penelitian adalah Lebih spesifik pada proses persiapan pemuatan LNG melalui pendinginan tanki di kapal Pan Africa. 2. Berfokus pada peningkatan kualitas dan keamanan pemuatan LNG melalui prosedur <i>coolingdown</i> yang tepat.

Kajian pustaka adalah bagian penting dalam penelitian yang melibatkan pengumpulan dan analisis literatur yang relevan dengan topik penelitian (Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D, 2019). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa literature review berbeda dari kerangka teori. Pada penelitian ini penulis mengangkat penelitian dengan judul

"Optimalisasi Pelaksanaan *Tank Coolingdown* Guna Mempersiapkan Proses Pemuatan LNG di kapal *LNG Carrier Pan Africa*" yang mana penelitian akan berbeda dari penelitian sebelumnya baik dari segi lokasi, metode, maupun hasil yang diharapkan. Penelitian ini akan berlokasi di kapal MT Pan Africa dan menggunakan pendekatan observasi langsung, wawancara dengan awak kapal, serta analisis data pelayaran untuk mengkaji cara optimalisasi pelaksanaan tank coolingdown. Fokus utamanya adalah meningkatkan familiarisasi muallim jaga terhadap pentingnya proses coolingdown. Hasil Penelitian sebelumnya yang dilakukan pada berbagai kapal LNG dan fasilitas LNG Hub menunjukkan pentingnya optimalisasi proses cooling down dalam memastikan efisiensi operasional dan keselamatan. Pada Kapal MV Coral Abelia, masalah yang ditemukan terkait dengan kerusakan peralatan pendingin seperti nozzle dan compressor, serta prosedur cooling down yang tidak tepat, yang menyebabkan kerusakan muatan LNG. Penelitian ini menekankan perlunya perawatan yang lebih baik serta prosedur cooling down yang lebih efisien untuk menghindari keterlambatan pemuatan dan kerusakan peralatan. Sementara itu, pada Kapal LNG Aquarius, penelitian berfokus pada pemanfaatan Boil Off Gas (BOG) untuk menggantikan bahan bakar kapal, yang dapat mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi energi. Di sisi lain, penelitian pada Kapal PGN FSRU Lampung menemukan bahwa perbedaan suhu dan tekanan tangki dapat menyebabkan keterlambatan pemuatan, sehingga perlu dilakukan penyesuaian suhu yang lebih tepat untuk menghindari boil-off gas berlebih. Selain itu, pada Fasilitas LNG Hub, penelitian mengungkapkan pentingnya perhitungan volume LNG yang tepat

untuk cooling down agar prosesnya efisien dan tidak boros. Semua penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai pengelolaan proses pendinginan, penggunaan BOG, serta perhitungan volume LNG untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi operasional kapal dan fasilitas LNG.

## **B. Landasan Teori**

Menurut (Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D, 2019) teori adalah alur logika atau penalaran, yang merupakan seperangkat konsep, definisi, dan proposisi yang disusun secara sistematis. Secara umum, teori mempunyai tiga fungsi yaitu untuk menjelaskan (*explanation*), meramalkan (*prediction*), dan pengendalian(*control*) suatu gejala.

Untuk memperkuat pembahasan mengenai “Optimalisasi Pelaksanaan *tank* coolingdown guna mempersiapkan proses pemuatan LNG di atas kapal LNG/C Pan Africa” maka perlu diketahui dan dijelaskan beberapa teori-teori penunjang yang diambil dari beberapa sumber pustaka yang berkaitan dengan pembahasan pada skripsi ini antara lain sebagai berikut :

### **1. Optimalisasi**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (Depdikbud : 2008 : 986), optimalisasi berasal dari kata optimal yang berarti terbaik, tertinggi. Optimalisasi banyak juga diartikan sebagai ukuran dimana semua kebutuhan dapat terpenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan. Menurut winardi (2006 : 63) Optimalisasi adalah ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan. Secara umum optimalisasi adalah pencarian nilai terbaik dari yang tersedia dari beberapa fungsi yang

diberikan pada suatu konteks.

## 2. *Tank Cooldown*

Menurut SIGTTO (Society of International Gas Tanker and Terminal Operators): "*The cooling down of cargo tanks must be conducted gradually to avoid thermal shock to tank structures and to limit the quantity of vapor generated during the initial stages of loading.*" (Artinya: Pendinginan tanki kargo harus dilakukan secara bertahap untuk menghindari kejutan termal pada struktur tanki dan membatasi jumlah uap yang dihasilkan pada tahap awal pemuatan.)

Pendinginan secara bertahap sangat penting karena material tanki (biasanya baja khusus atau material berinsulasi) rentan terhadap thermal shock, yaitu tegangan mendadak akibat perubahan suhu yang ekstrem. Bila pendinginan dilakukan terlalu cepat, material bisa retak atau deformasi, membahayakan kekuatan struktural tanki.

Cairan diambil dari terminal dan dikirimkan ke dalam saluran semprot yang dipasang di setiap tangki. Uap yang dihasilkan dari penyemprotan dikembalikan ke terminal melalui *HD Compressor* milik kapal pengangkut LNG. Untuk kapal pengangkut LNG tipe membran, laju pendinginan membran biasanya tidak terlalu penting. Namun, tekanan di dalam tangki dan tekanan nitrogen di ruang antarpenghalang akan tetap dipantau secara ketat karena keduanya biasanya membatasi laju pendinginan. Seperti halnya ruang melingkar di kapal tipe Moss, tekanan nitrogen akan turun saat membran mendingin. Aliran nitrogen biasanya akan ditingkatkan untuk mempertahankan tekanan yang

dibutuhkan. Hal ini memberikan permintaan yang tinggi pada generator nitrogen kapal pengangkut LNG, yang keduanya biasanya akan digunakan untuk operasi ini. Manual kargo akan menentukan suhu tangki harus didinginkan sebelum tangki dapat dianggap siap untuk dimuat, tetapi, biasanya, pendinginan dianggap selesai ketika sensor suhu di setiap tangki menunjukkan suhu rata-rata di seluruh tangki sebesar minus 130 °C (- 130°C). Perancang dan pembuat kapal akan menyertakan informasi tersebut dalam manual pengoperasian kapal, tetapi sebagai referensi umum, waktu pendinginan representatif biasanya 24 hingga 36 jam untuk kapal pengangkut LNG tipe Moss dan biasanya 10 hingga 12 jam untuk kapal pengangkut LNG tipe Membran.

a. Persiapan untuk *tank coolingdown*

- 1) Siapkan sistem pemanas untuk cofferdam.
- 2) Siapkan catatan untuk suhu tangki, penghalang sekunder, dan lambung.
- 3) Periksa apakah sistem tekanan nitrogen untuk *insulation space* beroperasi secara otomatis dan siap untuk memasok nitrogen tambahan yang diperlukan untuk mengimbangi kontraksi akibat pendinginan tangki.
- 4) Atur titik setel katup pengatur pasokan nitrogen *inter barrier space* pada 0,5 kPa dan *insulation space* pada 0,7 kPa.
- 5) Atur titik setel katup pengatur pembuangan nitrogen *inter barrier space* pada 1 kPa dan *insulation space* pada 1,7 kPa.
- 6) Atur aliran ke rel semprot untuk memperoleh penurunan suhu

rata-rata 20 °C per jam dalam lima jam pertama dan kemudian 10~15 °C per jam setelahnya.

- 7) Periksa apakah sistem deteksi gas beroperasi secara normal.
  - 8) Siapkan generator nitrogen untuk digunakan.
  - 9) Siapkan kedua *HD Compressor* untuk digunakan.
  - 10) Untuk membuka *vapour lock*, pertama-tama buka *spray nozzle inlet valve* di setiap tangki hingga lapisan gula sedang terlihat pada siku pipa yang tidak berinsulasi pada *liquid dome*, lalu tutup katup saluran masuk ke saluran utama agar tidak digunakan.
- b. Prosedur operasi (dengan gas kembali melalui vapour header)
- 1) Buka valve CS071V yang menghubungkan *stripping/spraying header* dengan *aft manifold* dan blok valve CS011V, CS072V, dan CS041V pada *stripping/spray header*.
  - 2) Buka valve CS812V dan CL802V (jika menggunakan manifold *liquid* depan pada sisi kiri), ke *stripping/spray header*.
  - 3) Pada setiap *vapour dome*, buka *spray header* dan *spray inlet valves* sebagai berikut;

Tabel 2.2 *Cargo tank spray valve*

Sumber : *Cargo Manual Book LNG/C Pan Africa (2018 : 6-20)*

Deskripsi	Valve
<i>No. 1 vapour dome</i>	CS105V, 107V, 108V, 109V, 110V
<i>No. 2 vapour dome</i>	CS205V, 207V, 208V, 209V, 210V
<i>No. 3 vapour dome</i>	CS305V, 307V, 308V, 309V, 310V
<i>No. 4 vapour dome</i>	CS405V, 407V, 408V, 409V, 410V

- 4) Buka *header valve* di *vapour dome*.

Tabel 2.3 *Header valve* pada *vapour dome*

Sumber : *Cargo Manual Book LNG/C Pan Africa* (2018 : 6-20)

Valves	Deskripsi	Posisi
CG103V,104V	<i>No.1 tank vapour outlet valves</i>	Buka
CG203V,204V	<i>No.2 tank vapour outlet valves</i>	Buka
CG303V,304V	<i>No.3 tank vapour outlet valves</i>	Buka
CG403V,404V	<i>No.4 tank vapour outlet valves</i>	Buka

- 5) Pada *vent mast no.1*, buka valve CG105V. Atur tekanan kontrol valve CG106V pada 18 kPa untuk menghindari pembuangan tekanan uap kecuali demi keselamatan.
- 6) Atur titik setel kontrol tekanan valve pada *HD Compressor* sesuai nilai yang diperlukan.
- 7) Pada *HD Compressor*, buka valve berikut;

Tabel 2.4 *HD Compressor valve*

Sumber : *Cargo Manual Book LNG/C Pan Africa* (2018 : 6-20)

Valve	Deskripsi	Posisi
CG601V	<i>No.1 HD compressor inlet valve</i>	Buka
CG607V	<i>No.1 HD compressor outlet valve</i>	Buka
CG603V	<i>No.1 HD compressor bypass valve</i>	Otomatis
CG602V	<i>No.2 HD compressor inlet valve</i>	Buka
CG608V	<i>No.2 HD compressor outlet valve</i>	Buka
CG604V	<i>No.2 HD compressor bypass valve</i>	Otomatis

- 8) Buka *HD Compressor suction* dari *vapour header* CG462V dan *discharge valve* CG609V ke *vapour manifold*.
- 9) Buka ESD valve *vapour manifold* CG801V.
- 10) Saat terminal siap untuk memasok LNG, minta terminal untuk memulai pasokan cairan LNG untuk operasi pendinginan pada aliran minimum.
- 11) Setelah mendinginkan saluran, minta terminal untuk

memasoktekanan 0,2 MPa di pagar kapal. Pantau tekanan tangki dan laju pendinginan.

- 12) Sesuaikan aliran ke *spray bars* untuk memperoleh penurunan suhu rata-rata 20°C per jam dalam lima jam pertama dan kemudian 10-15°C per jam setelahnya.
- 13) Nyalakan satu *HD Compressor* (atau keduanya jika perlu) untuk mempertahankan tekanan tangki pada sekitar 7 kPa.
- 14) Bila rata-rata suhu yang ditunjukkan oleh sensor yang dipasang pada menara pompa adalah -130°C, minta terminal untuk menghentikan pasokan LNG dan menutup valve CS812V dan CL802V. Valve lainnya harus tetap terbuka hingga saluran memanans.

c. Tahapan- tahapan proses pelaksanaan *tank coolingdown* :

- 1) Pendaratan gangway

Gangway adalah tangga yang menghubungkan antara terminal dan juga kapal, pemasangan gangway dilakukan segera setelah kapal selesai melaksanakan mooring operation atau operasi penambatan kapal agar pihak terminal dan juga surveyor dapat menaiki kapal untuk melaksanakan proses memuat.

- 2) Pelaksanaan safety meeting

Safety meeting adalah pertemuan yang dilakukan oleh kedua belah pihak antara pihak terminal dan pihak kapal untuk memastikan bahwa kedua belah pihak memiliki pemahaman

yang sama, kondisi aman, serta prosedur operasi yang terkoordinasi dengan baik.



Gambar 2.1 Pendaratan gangway ke atas kapal  
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2024)



Gambar 2.2 Pelaksanaan safety meeting  
Sumber : Dokumentasi pribadi (2024)

### 3) Pemasangan kabel ESD (Emergency Shutdown System)

Segera setelah pihak terminal menaiki kapal mereka akan langsung mengirimkan kabel ESD untuk disambungkan dengan kapal, kabel ESD ini bertujuan untuk menghubungkan

sistem Emergency Shutdown System antara pihak terminal dan juga kapal ketika terjadi situasi yang membahayakan keselamatan. Kabel ESD akan dipasangkan terhadap kabinet Emergency Shutdown System kapal yang berada di bawah manifold. Sistem Emergency shutdown system dibagi menjadi tiga sistem yaitu,

a) Optical

Pada Emergency Shutdown System optical ini prinsipnya memakai infrared atau fiber optic untuk mentransmisikan perintah ESD, dipasang di manifold kapal dan terhubung dengan loading arm terminal. Jika salah satu pihak mengaktifkan tombol ESD, maka sinyal optik akan segera ditransfer sehingga kedua sistem shutdown atau berhenti secara bersamaan.

b) Elektrik

Sistem ESD elektrik adalah sistem jaringan kabel listrik, switch, dan kontrol elektronik yang menghubungkan tombol ESD dengan pusat kontrol. Tombol ESD tersebar di beberapa titik di atas kapal seperti di manifold, cargo control room, anjungan, dan juga di dek. Begitu tombol ini ditekan, sinyal listrik akan mengaktifkan solenoid valve untuk menutup ESD valve yang berada di manifold..

c) Hidraulik

Sistem hidraulik digunakan untuk menggerakkan valve

besar dan berat yang tidak bisa hanya dengan tenaga listrik. Valve dikendalikan oleh aktuator hidrolik dengan tekanan fluida, saat ESD aktif solenoid valve elektrik akan membuka jalur hidrolik untuk menutup valve dengan cepat, hidraulik sistem digunakan sebagai cadangan ketika listrik di atas kapal padam ESD valve tetap dapat menutup.

4) Pemasangan kabel komunikasi

Selain pemasangan kabel ESD, pihak terminal juga akan memasang kabel yang digunakan untuk berkomunikasi antara pihak terminal dan juga pihak kapal, komunikasi yang dilakukan oleh pihak terminal dan juga pihak kapal yaitu melalui telepon yang berada di CCR ( Cargo Control Room) ataupun menggunakan radio khusus yang diberikan oleh pihak terminal itu sendiri

5) Pemasangan loading arm ke atas kapal

Pemasangan Loading arm dan Vapour arm ini bertujuan untuk menyalurkan cairan LNG dari terminal menuju manifold kapal lalu disalurkan ke dalam tanki, loading arm akan dikendalikan menggunakan remote control oleh pihak terminal lalu dibantu oleh kru kapal dengan pemasangan baut-baut pada sambungan koneksi antara loading arm dan manifold kapal untuk memastikan tidak ada kelonggaran terhadap sambungan tersebut.

6) Nitrogen purging dan leak test

Setelah pemasangan Loading arm dan vapour arm selesai, dilanjutkan dengan dilakukan purging terhadap sambungan loading arm dan manifold kapal. Purging dilakukan dengan menyalurkan gas nitrogen ke sambungan loading arm untuk menetralkan kandungan gas oksigen di dalam sambungan tersebut, setelah kandungan kadar oksigen dinyatakan kurang dari 1% volum maka purging dinyatakan selesai. Lalu, dilanjutkan dengan leak test yang bertujuan untuk mengetahui tidak adanya kebocoran terhadap sambungan loading arm dan manifold kapal, leak test dilakukan dengan menyalurkan gas nitrogen ke loading arm sampai dengan tekanan di dalam loading arm mencapai 5 bar dan 2 bar untuk vapour arm, setelah itu Cargo Engineer beserta kru kapal akan menyemprotkan cairan air berbusa ke sambungan loading arm dan manifold kapal, jika tidak ada gelembung atau busa diantara sambungan tersebut maka leak test dianggap selesai, dan gas nitrogen akan dibuang melalui drain valve atau valve pengeringan.

7) Initial gauging

Initial gauging adalah kegiatan pengukuran awal terhadap kondisi kargo tanki sebelum melakukan proses pemuatan atau loading. Pengukuran ini wajib dilakukan oleh Chief officer sebagai perwira yang bertanggung jawab terhadap muatan di

atas kapal dan juga disaksikan oleh perwakilan dari pihak terminal serta surveyor. Pada tahap ini Chief officer akan membuka CTMS ( Custody Transfer Measurement System) untuk memulai perhitungan terhadap cairan LNG yang mulai masuk ke dalam tanki kargo. Tujuan dilakukan initial gauging yaitu untuk menentukan kondisi awal tanki kargo meliputi level cairan, tekanan, dan juga temperatur. Mengetahui sisa muatan cairan LNG yang ada di dalam tanki, menjadi dasar perhitungan jumlah LNG yang akan dimuat dan nanti akan dibandingkan dengan final gauging setelah loading selesai, serta memastikan tanki dalam kondisi aman untuk menerima LNG.

Adapun parameter yang diukur untuk initial gauging sebagai berikut:

a) Liquid level

Liquid level akan diukur menggunakan radar level gauge atau float gauge yang berada di dalam tanki untuk mengetahui apakah ada cairan LNG tersisa di dalam tanki

b) Temperature

Temperature di dalam tanki juga akan di cek melalui layar display IAS ( Integrated Automation System), yang dimana di dalam tanki ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu top, middle, dan bottom. Ketiga bagian tanki harus selalu di monitor untuk memastikan temperature di dalam tanki

dapat merata secara menyeluruh yaitu mencapai suhu -160 °C.

c) Pressure

Tekanan uap di dalam tanki atau boil off gas yang dihasilkan dari cairan LNG yang sebelumnya sudah terdapat di dalam tanki juga akan diukur untuk memastikan tekanan tidak melebihi batas tekanan tanki kargo yang sudah ditentukan.

8) ESD warm test

ESD warm test adalah tes yang dilakukan terhadap ESD valve yang berada di manifold untuk mengetahui apakah dapat berfungsi dan menutup secara cepat ketika terjadi kejadian yang membahayakan keselamatan nyawa, muatan, dan kapal. Pada tahap ini keadaan manifold dan loading arm masih dalam kondisi warm atau hangat.

9) Pendinginan loading arm

Pendinginan loading arm dilakukan setelah pihak terminal dan pihak kapal selesai melakukan ESD warm test, pihak terminal akan memulai mengirim cairan LNG secara bertahap untuk mendinginkan loading arm. Proses dapat berjalan selama 60 menit sampai loading arm mencapai suhu yang ditentukan. Cairan yang diterima dari pihak terminal oleh kapal akan langsung disalurkan menuju tanki kargo dari manifold melalui cooldown valve.

#### 10) ESD cold test

ESD cold test adalah test yang dilaksanakan setelah pendinginan loading arm dan pipa-pipa telah selesai, tes ini dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh perangkat *Emergency Shut Down* seperti valve, switch, sensor, dan sistem kontrol dapat bekerja secara otomatis dan manual ketika terjadi keadaan darurat pada saat kegiatan memuat. Pada tahap ini keadaan manifold serta loading arm sudah berada dalam kondisi *cold* atau beku.

### 3. Pemuatan

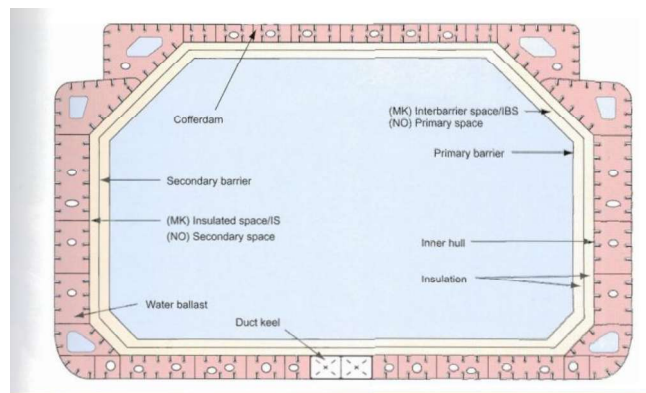
Menurut D.J. House (2007) dalam buku *Cargo Work: For Maritime Operations*: "Pemuatan di kapal adalah proses menempatkan muatan ke dalam kapal secara sistematis, dengan mempertimbangkan keseimbangan, stabilitas, kekuatan struktur, dan keselamatan kapal selama pelayaran."

Dalam proses pemuatan alat yang biasa digunakan antara lain :

#### a. Tanki

Menurut Erol Yılmaz (2016) dalam *Maritime Safety and Cargo Handling*: "Tanki kapal adalah ruang penyimpanan yang dirancang untuk mengangkut cairan berbahaya atau tidak berbahaya dengan memastikan integritas struktur kapal, mencegah tumpahan atau kontaminasi, dan memastikan keselamatan selama perjalanan." Tanki adalah sebuah wadah penyimpanan besar yang digunakan untuk menampung cairan, gas, atau bahan lainnya dalam jumlah

besar, yang biasanya ditemukan dalam berbagai sektor industri. Dalam perancangannya, tanki harus mempertimbangkan aspek kekuatan material, ketahanan terhadap korosi, serta kemampuannya untuk menahan tekanan dan suhu tertentu. Yalmas menekankan pentingnya desain yang aman dan efisien, terutama pada tanki yang menyimpan bahan berbahaya atau korosif, agar dapat berfungsi secara optimal dalam proses produksi atau distribusi.



Gambar 2.3 *Membrane tank*

Sumber : *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and Terminals* (2016 : 127)

b. *Loading Arm*

Secara umum, *loading arm* adalah alat yang sangat penting dalam proses pemindahan cairan atau gas antara media transportasi (seperti kapal atau truk tangki) dan fasilitas penyimpanan atau pengolahan.

*Menurut Firdaus (2011): Loading arm* adalah perangkat yang digunakan untuk memindahkan cairan atau gas dalam proses pemuatan atau pengosongan di terminal, pelabuhan, atau fasilitas industri lainnya. *Loading arm* biasanya dilengkapi dengan katup dan

sistem kontrol untuk mengatur aliran material yang dipindahkan, serta memastikan keselamatan operasional.

c. Cooldown Valve

Cooldown valve berfungsi untuk mengatur laju pendinginan dalam sistem industri atau proses yang melibatkan perubahan suhu yang cepat, sehingga menjaga integritas sistem dan peralatan yang digunakan.

Menurut McLennan (2015), Cooldown valve adalah jenis katup yang dirancang untuk mengatur suhu sistem dengan memungkinkan pendinginan secara terkendali. Biasanya digunakan dalam sistem yang melibatkan gas atau cairan dengan suhu tinggi, di mana valve ini bertugas untuk melepaskan panas berlebih dengan cara mengatur aliran fluida yang mendingin, mencegah kerusakan pada peralatan yang terlibat dalam proses tersebut.

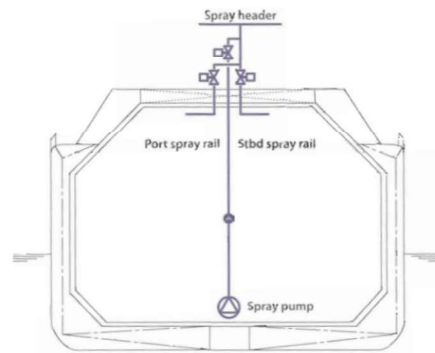
d. Loading Line

Loading line adalah garis yang menunjukkan kedalaman kapal yang diizinkan untuk beban yang aman, sesuai dengan standar keselamatan untuk mencegah kapal tenggelam atau tidak stabil saat berlayar. Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Loading line adalah garis yang menunjukkan batas maksimum muatan yang dapat diangkat oleh kapal. Garis ini terdapat pada lambung kapal dan berfungsi sebagai panduan untuk memastikan kapal tidak melebihi kapasitas muatan yang aman, baik itu untuk muatan cairan atau kargo lainnya.

e. Spray rail

Spray rail adalah alat yang digunakan untuk menyembrotkan cairan secara efisien dan merata dalam berbagai aplikasi industri, mulai dari pembersihan, pelapisan, hingga pemadaman kebakaran.

Menurut K. M. S. Yeo (2009). Spray rail di kapal adalah perangkat yang digunakan untuk menyembrotkan air ke permukaan kapal, terutama pada bagian lambung kapal. Fungsi utamanya adalah untuk membantu dalam proses pembersihan kapal, mengurangi panas atau kotoran yang menempel pada permukaan kapal, serta mencegah terjadinya penumpukan garam laut yang dapat merusak struktur kapal.



Gambar 2.4 *Spray Rail*

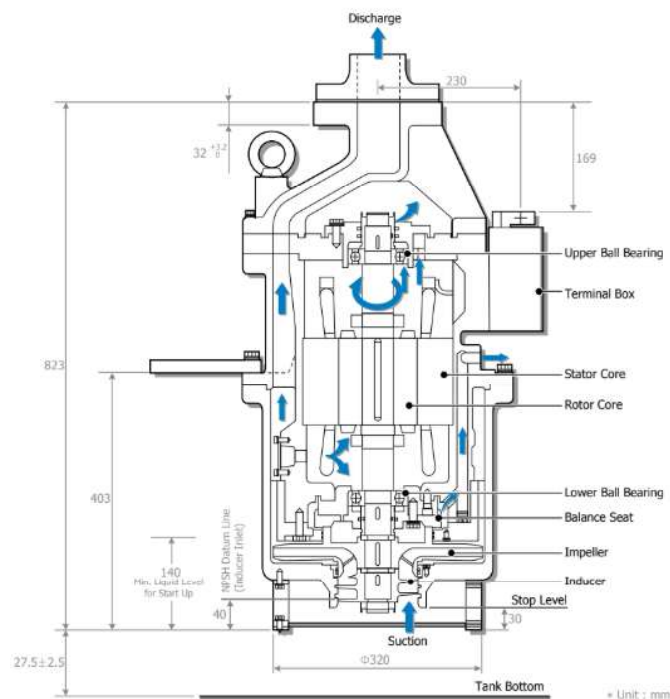
Sumber : *Liquid Gas Handling Principles on Ships and Terminals*  
(2016:330)

f. Spray pump

Spray pump pada kapal berfungsi untuk menyembrotkan cairan, seperti LNG, ke berbagai bagian kapal untuk membersihkan, mendinginkan, dan melindungi kapal dari kerusakan yang disebabkan oleh faktor eksternal, seperti garam laut atau

kontaminasi dari muatan.

Menurut H. S. Tuan (2015). Spray pump adalah jenis pompa yang digunakan untuk menyemprotkan cairan bertekanan tinggi ke bagian-bagian kapal untuk tujuan pembersihan atau untuk aplikasi darurat seperti pemadaman kebakaran. Dalam operasional kapal, pompa ini membantu menjaga kebersihan dan mencegah kerusakan akibat penumpukan kotoran atau garam laut pada struktur kapal.



Gambar 2.5 *Spray Pump*

Sumber : *Cargo Manual Book LNG/C Pan Africa* (2018: 4-21)

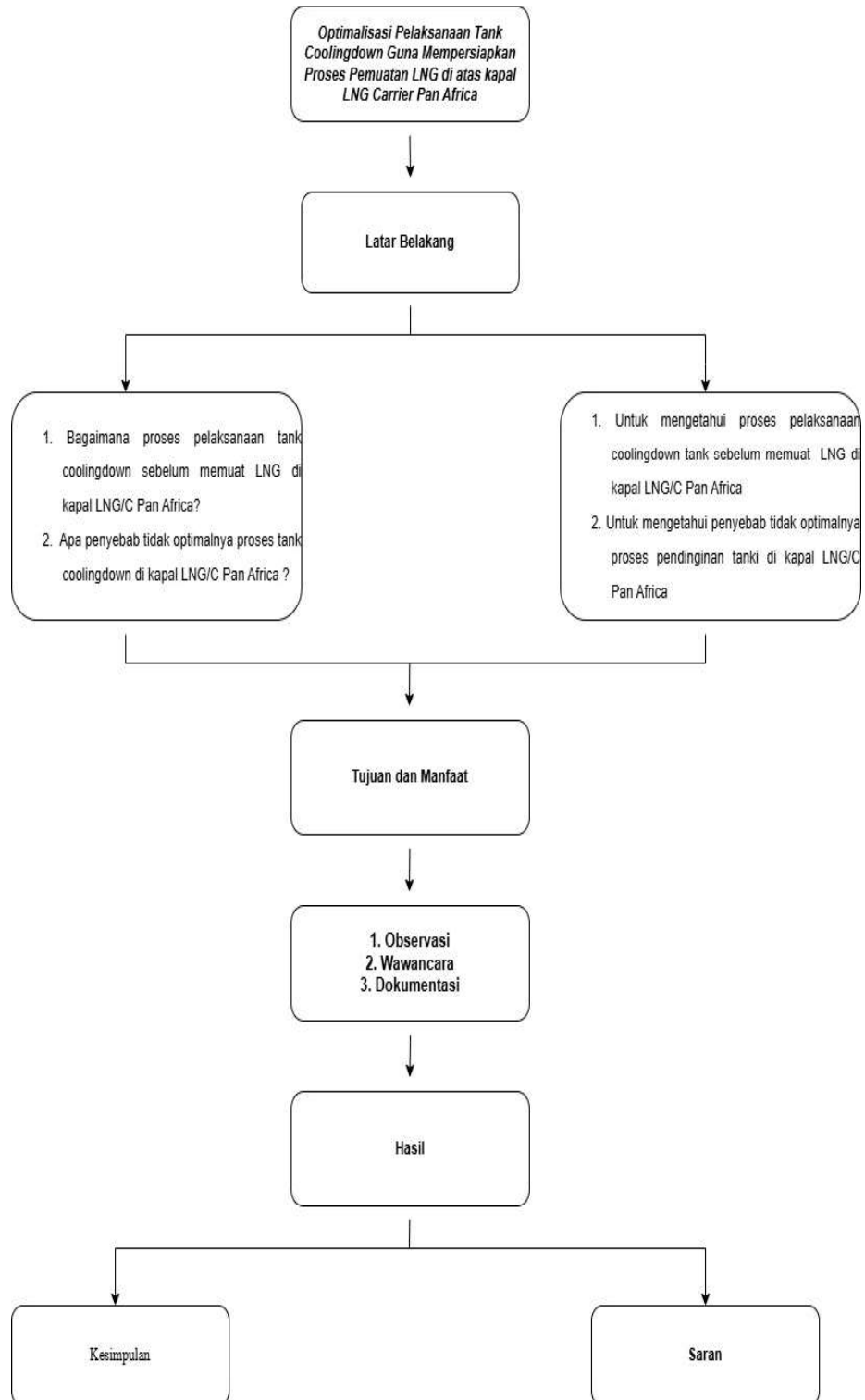
#### 4. Liquefied Natural Gas (LNG)

LNG (Liquefied Natural Gas) adalah bentuk cair dari gas alam yang dihasilkan melalui proses pendinginan ekstrem. Pengubahannya menjadi cair memungkinkan pengangkutan yang lebih mudah dan efisien, serta pemanfaatannya sebagai sumber energi bersih dan ramah lingkungan.

Menurut H. M. K. Hisham (2013). Liquefied Natural Gas (LNG) adalah gas alam yang telah diproses dan diubah menjadi bentuk cair melalui proses pendinginan pada suhu sekitar  $-162^{\circ}\text{C}$ . Proses ini mengurangi volume gas alam sekitar 600 kali lipat, sehingga memudahkan penyimpanan dan pengangkutannya, terutama untuk daerah yang tidak memiliki jaringan pipa gas. Kapal LNG (Liquefied Natural Gas) adalah jenis kapal yang dirancang khusus untuk mengangkut gas alam yang telah dicairkan (LNG) dalam bentuk cair pada suhu sangat rendah, sekitar  $-162^{\circ}\text{C}$ . Kapal ini dilengkapi dengan tangki penyimpanan berisolasi yang dirancang untuk menjaga LNG dalam keadaan cair selama perjalanan laut. Fungsi utama kapal LNG adalah untuk mengangkut LNG dari fasilitas produksi atau terminal ekspor ke terminal impor di berbagai negara. Dengan kapasitas penyimpanan yang besar dan sistem pemeliharaan suhu yang canggih, kapal LNG memungkinkan distribusi gas alam secara global, memperluas akses terhadap sumber energi bersih dan ramah lingkungan.

### **C. Kerangka Pikir Penelitian**

Kerangka pemikiran merupakan representasi ringkas dalam bentuk struktur yang berisi langkah-langkah atau alur pemikiran terkait data yang diteliti oleh peneliti. Untuk mempermudah pembahasan mengenai “Optimalisasi Pelaksanaan *Tank Coolingdown* Guna Mempersiapkan Proses Memuat LNG di atas kapal *LNG Carrier Pan Africa*”, dapat ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 2. 6 Kerangka Pikir Penelitian  
Sumber : Gambar Pribadi

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Menurut Sugiyono (2017) metode penelitian ini adalah sebuah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Pada penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Menurut Suliyanto (2018:14) penelitian deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel itu sendiri dan tanpa membandingkan atau menghubungkan antar variabel yang satu dengan yang lain. Menurut Sugiyono (2018:213) metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat postpositivisme, yang digunakan untuk meneliti pada kondisi ilmiah di mana peneliti sendiri adalah instrumennya, teknik pengumpulan data dan di analisis yang bersifat kualitatif lebih menekankan pada makna.

Sifat dari jenis penelitian ini adalah penelitian yang diambil secara langsung dan penjelajahan terbuka berakhir dilakukan dalam jumlah relatif kelompok kecil yang diwawancarai secara mendalam. Dalam penelitian ini peneliti akan mewawancarai yang bertanggung jawab dalam kegiatan dinas jaga yaitu Perwira *Deck* diantaranya *Chief Officer*, *Third Officer*, dan *Able Seaman*.

#### **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini disusun dengan menggunakan fakta-fakta dari pengalaman

dan pengetahuan secara struktural dengan mengembangkan faktor-faktor yang ada kemudian diambil suatu kesimpulan.

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di atas kapal LNG/C Pan Africa, dengan jenis kapal *gas carrier* yang dimiliki oleh perusahaan Seapeak Maritime Ltd yang berkebangsaan Inggris.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan saat penulis menjalani praktek laut (prala) terhitung dari *tanggal* penulis *sign on* 20 April 2024 sampai dengan *sign off* 24 November 2024 sebagai *Cadet Deck*.

### C. Sumber Data Penelitian

1. Sumber Data

Menurut Ridwan (2003:34), data ialah bahan mentah yang perlu diolah sehingga menghasilkan informasi atau keterangan, baik kualitatif maupun kuantitatif yang menunjukkan fakta. Berdasarkan cara memperolehnya, data yang diperoleh selama penelitian sebagai pendukung tersusunnya penulisan KIT ini yaitu :

- a. Data Primer

Menurut Sugiyono (2019:194), data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan. Dalam penyusunan KIT ini menggunakan data yang didapat secara langsung dari sumbernya.

yaitu hasil observasi langsung terhadap kegiatan *tank coolingdown* sebelum proses memuat LNG saat sandar di terminal Zhuhai, China. Penggunaan alat-alat pemuatan serta segala sesuatu yang berhubungan dengan proses *loading* LNG saat sandar di LNG/C Pan Africa. Juga dilaksanakan wawancara dengan *Chief Officer, Gas Engineer, Third Officer* dan *Able Seaman*.

b. Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2019:194), data sekunder merupakan sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya melalui orang lain, dokumen, studi literatur, jurnal nasional, jurnal internasional, dan penelitian terdahulu. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa dokumentasi yang terdapat saat proses pelaksanaan *Tank Coolingdown* LNG di LNG/C Pan Africa

#### **D. Teknik Pengumpulan Data**

Dalam penulisan skripsi ini penulis menggunakan teknik pengumpulan data yang didasarkan pada data, fakta, dan informasi yang pernah dialami oleh penulis selama melaksanakan praktek laut di atas kapal. Oleh sebab itu, penelitian ini menggunakan teknik-teknik pengumpulan data sebagai berikut:

1. Teknik Observasi

Menurut Sugiyono (2018:229) observasi merupakan teknik pengumpulan data yang mempunyai ciri yang spesifik bila dibandingkan dengan teknik yang lain. Observasi juga tidak terbatas pada orang, tetapi

juga objek-objek alam yang lain. Berdasarkan definisi diatas dapat disimpulkan bahwa teknik observasi digunakan dengan maksud untuk mendapatkan atau mengumpulkan data secara langsung. Dalam hal ini penulis melakukan observasi selama berada diatas kapal LNG/C Pan Africa yaitu dengan memilih atau mengamati secara langsung proses *coolingdown* LNG di LNG/C Pan Africa untuk memperoleh gambaran-gambaran tentang terjadinya kondisi kurang optimalnya pelaksanaan *coolingdown* pada tangki muatan selama pemuatan di Terminal dan mencatat hal-hal yang berkenaan dengan materi ini baik berupa penyimpangan maupun tindakan untuk menanggulangi kebocoran pada *coolingdown valve*.

## 2. Teknik Komunikasi Langsung (Wawancara)

Menurut Riyanto (2010:82), yang dimaksud dengan *interview* atau wawancara adalah suatu metode pengumpulan data yang menghendaki adanya komunikasi langsung antara penyelidik dengan subyek atau responden. Wawancara dapat dilakukan secara terbuka atau peneliti bertanya kepada responden kunci tentang fakta-fakta suatu peristiwa dan opini mereka mengenai suatu peristiwa yang diteliti. Narasumber yang berkaitan dengan masalah tersebut adalah *Chief Officer* selaku perwira yang bertanggung jawab terhadap penanganan muatan dan *cargo operation* di atas kapal, *Gas Engineer* selaku perwira yang bertanggung jawab terhadap alat alat yang digunakan untuk melakukan kegiatan memuat, *Third Officer* selaku perwira yang pada saat itu sedang berjaga ketika terjadi *leaking* pada *cooldown valve*, dan *Able Seaman* (AB)

selaku *crew deck* yang berjaga ketika terjadi *leaking*.

### 3. Dokumentasi

Menurut Sugiyono (2018:476) dokumentasi adalah suatu cara yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi dalam bentuk buku, arsip, dokumen, tulisan angka dan gambar yang berupa laporan serta keterangan yang dapat mendukung penelitian. Studi dokumen merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi atau wawancara akan lebih dapat dipercaya atau mempunyai kredibilitas yang tinggi jika didukung oleh foto-foto atau karya tulis akademik yang sudah ada. Artinya definisi diatas dilakukan pengumpulan semua dokumen dan data-data yang relevan terhadap masalah yang diteliti. Diantara dokumen yang diperoleh adalah berupa data-data tentang muatan LNG, *Cargo monitoring record*, *Port log* dan MSDS. Dokumen tersebut dapat memberikan data mengenai jalannya proses pemuatan LNG. Kondisi jalannya proses pemuatan LNG dicatat pada *Cargo monitoring record* dalam interval waktu satu jam sejak proses pemuatan dimulai yang dilakukan oleh perwira jaga selaku penanggung jawab selama dinas jaga. Sedangkan rekam waktu proses pemuatan secara keseluruhan dicatat dalam *tanker time sheet* oleh *officer* jaga.

### E. Teknik Analisis Data

Sugiyono (2023). Analisis data adalah proses sistematis untuk mengolah dan menginterpretasikan data yang telah dikumpulkan agar menghasilkan informasi yang bermakna untuk pengambilan keputusan. analisis data

merupakan suatu proses sistematis yang dilakukan setelah data dikumpulkan, dengan tujuan untuk mengolah, mengorganisasikan, serta menginterpretasikan data sehingga menghasilkan informasi yang relevan dengan permasalahan penelitian. Melalui analisis data, data mentah yang diperoleh dari lapangan disusun secara runtut dan logis, sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih jelas terhadap fenomena yang diteliti. Sugiyono menekankan bahwa proses ini tidak hanya berfokus pada pengolahan data secara kuantitatif atau kualitatif semata, melainkan juga menuntut keterampilan peneliti dalam menemukan makna, pola, serta hubungan antarvariabel yang terdapat di dalam data. Hasil analisis data kemudian menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan, penyusunan rekomendasi, dan pengambilan keputusan yang objektif sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dirumuskan.

Dalam penelitian ini, penulis menerapkan teknik analisis data berdasarkan model yang dikembangkan oleh Miles dan Huberman. Berdasarkan pendapat Miles dan Huberman (1992:16) dalam buku *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, analisis data kualitatif mencakup tiga komponen utama yang berlangsung secara simultan, yaitu kondensasi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan atau verifikasi. Tahap reduksi data dilakukan dengan cara menyaring, memilah, dan merangkum data yang telah diperoleh sehingga fokus pada hal-hal yang relevan dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, pada tahap penyajian data, informasi yang telah dikondensasi disusun dalam bentuk yang sistematis, seperti uraian naratif, tabel, atau bagan, guna mempermudah proses analisis. Terakhir, penarikan kesimpulan dan verifikasi dilakukan untuk menginterpretasikan makna data

serta menguji keabsahan temuan penelitian agar diperoleh kesimpulan yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan.

#### 1. Kondensasi Data

Menurut Miles, Huberman, dan Saldaña, kondensasi data adalah proses memilih, memfokuskan, menyederhanakan, mengabstraksikan, dan mengubah data yang muncul dari catatan lapangan atau dokumen penelitian. Proses ini berlangsung secara terus-menerus sepanjang penelitian untuk membantu peneliti memahami, menginterpretasikan, dan mengambil keputusan dari data yang dikumpulkan. *“Data condensation refers to the process of selecting, focusing, simplifying, abstracting, and transforming the data that appear in written-up field notes or transcriptions.”* (Miles, Huberman, & Saldaña, 2014:12)

Kondensasi data merupakan tahap awal yang sangat penting dalam proses analisis data kualitatif. Pada tahap ini, peneliti secara aktif melakukan seleksi terhadap data yang telah diperoleh, kemudian menyusun, merangkum, dan menyederhanakannya sehingga hanya informasi yang relevan dan signifikan yang dipertahankan. Kondensasi data tidak sekadar mengurangi jumlah data, tetapi juga membentuk data menjadi lebih terfokus dan bermakna, sehingga memudahkan proses analisis lebih lanjut. Proses ini dilakukan secara berkelanjutan, mulai dari awal pengumpulan data hingga tahap akhir penulisan laporan penelitian. Melalui kondensasi, peneliti dapat lebih mudah mengidentifikasi pola, tema, dan hubungan penting di dalam data yang akan digunakan untuk menjawab rumusan masalah penelitian secara lebih tajam dan mendalam.

## 2. Penyajian Data

Menurut Miles, Huberman, dan Saldaña, penyajian data adalah proses mengorganisasikan dan menyusun data dalam bentuk visual seperti matriks, tabel, grafik, atau jaringan, sehingga memudahkan peneliti untuk memahami apa yang sedang terjadi dan menentukan tindakan selanjutnya. Penyajian data bertujuan mempercepat proses pengenalan pola dan hubungan di dalam data. *“Data display is an organized, compressed assembly of information that permits conclusion drawing and action.”* (Miles, Huberman, & Saldaña, 2014:108).

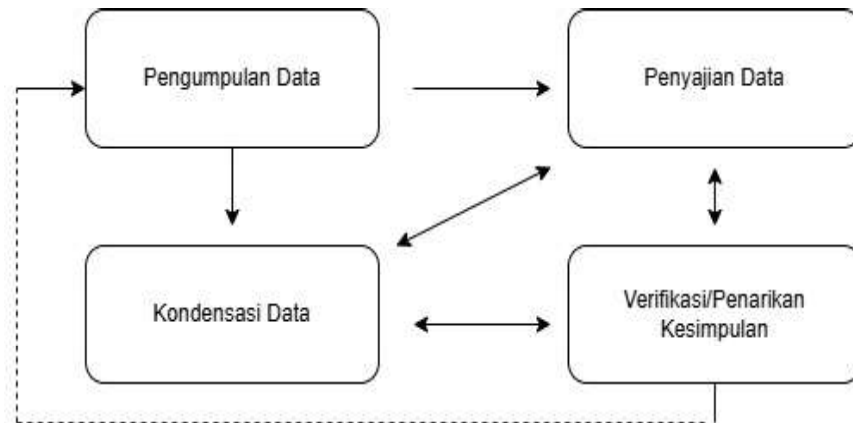
Menurut Miles dan Huberman, penyajian data tidak hanya sekadar menyusun informasi, tetapi juga merupakan upaya untuk menata data secara sistematis agar mempermudah peneliti dalam memahami keseluruhan gambaran penelitian. Data yang telah disajikan dengan baik akan membantu peneliti melihat pola, hubungan, atau kecenderungan tertentu yang tersembunyi dalam data mentah. Penyajian ini dapat berbentuk teks naratif, matriks, tabel, bagan, grafik, maupun jaringan hubungan antarvariabel. Dengan menyajikan data dalam format yang terstruktur, peneliti dapat lebih cepat menarik kesimpulan sementara, yang kemudian dapat dikembangkan dan diverifikasi pada tahap analisis berikutnya. Penyajian data, menurut mereka, adalah jembatan penting yang menghubungkan antara kondensasi data dan proses penarikan kesimpulan.

## 3. Penarikan Kesimpulan

Menurut Miles, Huberman, dan Saldaña, penarikan kesimpulan

adalah proses menemukan makna dari data yang telah direduksi dan disajikan. Kesimpulan dalam penelitian kualitatif bersifat sementara di awal, kemudian menjadi lebih mantap seiring dengan berjalannya proses pengumpulan dan analisis data tambahan. Mereka menekankan bahwa penarikan kesimpulan harus selalu diverifikasi dengan mencocokkan kembali pada data asli agar tetap valid. *"Drawing conclusions is about noting regularities, patterns, explanations, possible configurations, causal flows, and propositions."* (Miles, Huberman, & Saldaña, 2014:11).

Menurut Miles dan Huberman, penarikan kesimpulan adalah tahapan penting dalam analisis data kualitatif yang melibatkan upaya untuk mengidentifikasi pola, tema, dan hubungan yang muncul dari data yang telah diproses sebelumnya. Proses ini dilakukan secara berkelanjutan sepanjang penelitian, di mana kesimpulan awal sering kali bersifat sementara dan dapat berubah seiring bertambahnya data dan analisis lebih lanjut. Kesimpulan yang diambil pada tahap ini tidak hanya didasarkan pada pengamatan langsung terhadap data, tetapi juga harus diuji dan diverifikasi untuk memastikan validitasnya. Mereka menekankan bahwa kesimpulan yang ditarik haruslah koheren dengan data yang ada dan relevan dengan masalah penelitian yang diajukan. Verifikasi ini dilakukan dengan cara mencocokkan temuan-temuan sementara dengan data lapangan untuk memastikan bahwa kesimpulan yang dihasilkan benar-benar menggambarkan situasi yang terjadi, serta dapat digunakan untuk membuat rekomendasi yang tepat.



Gambar 3.1 Analisis data model Miles and Huberman

Sumber : Gambar Pribadi