



**MENJAGA TEKANAN CARGO TANK UNTUK
MENCEGAH TERJADINYA VENTING DI KAPAL
LNG/C SS. TANGGUH BATUR**

SKRIPSI

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

Oleh

RIYANG GAETAMA
NIT 531611106012 N

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

2021

HALAMAN PERSETUJUAN

**MENJAGA TEKANAN CARGO TANK GUNA MENCEGAH
TERJADINYA VENTING DI KAPAL LNG/C SS. TANGGUH BATUR**

Disusun oleh:

RIYANG GAETAMA
NIP. 531611106012 N

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

Semarang, 19 - 02 - 2024

Dosen Pembimbing I
Materi



Capt. EKO MURDIYANTO, M.Pd, M.Mar
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19570618 198203 1 002

Dosen Pembimbing II
Metodologi dan Penulisan



ROMANDA ANNAS A., S.ST, MM
Penata Muda Tk.I (III/b)
NIP. 19840623 201012 1 005

Mengetahui,
Ketua Program Studi Nautika



Capt. DWI ANTORO, M.M, M.Mar
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19740614 199808 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Menjaga Tekanan Cargo Tank Untuk Mencegah Terjadinya Venting di Kapal LNG/C SS Tangguh Batur” karya,

Nama : Riyang Gaetama

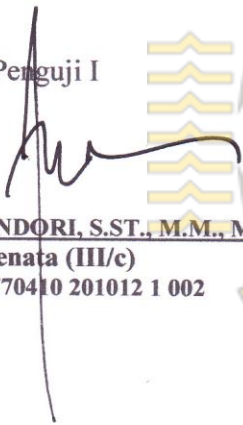
NIT : 531611106012 N

Program Studi : Nautika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Nautika, Politeknik

Ilmu Pelayaran Semarang pada hari ~~Senin, 1 MARET~~ 2021.

Penguji I



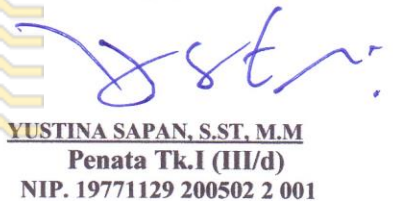
Capt. AKHMAD NDORI, S.ST., M.M., M.Mar
Penata (III/c)
NIP. 19770410 201012 1 002

Penguji II



Capt. EKO MURDIYANTO, SpI., M.Pd, M.Mar
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19570618 198203 1 002

Penguji III



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

Semarang, 1 MARET2021

Mengetahui,

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang



Dr. Capt. MASHUDI ROFIQ, M.Sc

Pembina Tk. I (IV/b)

NIP 19670605 199808 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : RIYANG GAETAMA

NIT : 531611106012 N

Program Studi : NAUTIKA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi dengan judul **“Menjaga Tekanan Cargo Tank Guna Mencegah Terjadinya *Venting* di Kapal LNG/C SS Tangguh Batur”** adalah benar hasil karya saya bukan jiplakan/plagiat Skripsi dari orang lain dan saya bertanggung jawab kepada judul maupun isi dari Skripsi ini. Bilamana terbukti merupakan jiplakan dari orang lain maka saya bersedia untuk membuat Skripsi dengan judul baru dan atau menerima sanksi lain.

Semarang, 19 FEBRUARI 2021

Yang menyatakan



RIYANG GAETAMA

NIT.531611105953 N

MOTO DAN PERSEMBAHAN

“Pelaut ulung tidak dilahirkan dilaut yang tenang”.

“Badai akan menyisakan pohon terkuat tetapi badai tidak hanya datang satu kali”.

“Hiduplah seperti air yang mengalir, tetapi dengan aliran yang sangat deras”.

Persembahan:

1. Orang tua saya tercinta, Bapak Israwan dan Ibu Tuginem.
2. Kakak dan Adik kandung saya Vivi Indarsih, Daning Setiawan, Heny Purbaningsih dan Diah Sri Umpati
3. Bapak Capt. Eko Murdiyanto, Sp1., M.Pd.,M.Mar selaku dosen pembimbing I
4. Bapak Romanda Annas A., S.ST, MM. Selaku dosen pembimbing II
5. Meylia Avista yang telah memberikan dukungan, semangat dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini
6. Seluruh crew LNG/C SS. Tangguh Batur
7. Almamater saya Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji saya panjatkan bagi Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, dengan rahmat dan ridho-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Menjaga Tekanan Cargo Tank Untuk Mencegah Terjadinya Venting di Kapal LNG/C SS Tangguh Batur”** tepat waktu. Sholawat serta salam saya curahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan kita kepada jalan yang lurus dan benar.

Skripsi ini dapat terselesaikan dengan hasil penulisan yang dilakukan di atas kapal SS.Tangguh Batur milik NYK *Shipmanagement* selama kurang lebih satu tahun masa layar. Skripsi ini disusun dalam memenuhi syarat meraih gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel), dan syarat menyelesaikan program Pendidikan Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapat banyak bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak yang sangat membantu dan bermanfaat, sehingga skripsi ini bisa selesai tepat waktu. Penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak dan Ibu orang tua serta keluarga saya yang selalu mendoakan, mendukung, kasih sayang, dan menunggu di rumah dalam keadaan apapun.
2. Bapak Dr. Capt. Mashudi Rofik, M.Sc selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
3. Bapak Capt. Dwi Antoro, MM, M.Mar selaku Ketua Program Studi Nautika PIP Semarang
4. Bapak Capt. Eko Murdiyanto, MM, M.Mar selaku dosen pembimbing materi skripsi yang dengan sabar membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi
5. Bapak Romanda Annas A., S.ST, MM selaku dosen pembimbing metodologi dan penulisan skripsi
6. Seluruh Dosen PIP Semarang yang telah memberikan ilmu pengetahuan dari mulai masuk hingga waktu yang tidak bisa ditentukan.

7. Seluruh *crew* LNG/C SS.Tangguh Batur periode 2019-2020 yang telah membantu saya dalam pengenalan dunia kerja dan membantu dalam melakukan penulisan untuk mendapatkan data skripsi.
8. Semua Taruna dan Taruni Angkatan 53 PIP Semarang yang saya banggakan
9. Semua pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati penulis yang dengan sadar masih banyak kekurangan dari skripsi ini, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca di kemudian hari.

Semarang, 1 MARET 2021

Penulis


Rivang Gaetama

531611106012 N



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAKSI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah	4
1.3. Rumusan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	6
BAB II : KAJIAN PUSTAKA	8
2.1. Tinjauan Pustaka	8
2.2. Definisi Operasional	27

2.3. Kerangka Pikir.....	30
BAB III : METODE PENELITIAN.....	31
3.1. Pendekatan dan Desain Penelitian.....	32
3.2. Fokus,Lokasi dan Waktu Penelitian.....	32
3.3. Sumber Data Penelitian.....	31
3.4. Teknik Pengumpulan Data.....	32
3.5. Teknik Keabsahan Data.....	22
3.6. Teknik Analisis Data.....	22
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1. Gambaran Umum\.....	22
4.2. Hasil Penelitian.....	31
4.3. Pembahasan Masalah.....	22
BAB V : PENUTUP.....	31
5.1. Simpulan.....	31
5.2. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....	34
DAFTAR LAMPIRAN.....	36
LAMPIRAN GAMBAR.....	48
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Hubungan Gas alam, <i>NGL</i> , dan <i>LPG</i>	22
Gambar 2. 2. Skema <i>Loading Operation</i> di kapal <i>LNG</i> Tangguh Batur.....	24
Gambar 2. 3. Kerangka Pikir.....	30
Gambar 4. 3. <i>Physical Properties of LNG</i>	31
Gambar 4. 4. Cargo Plan Saat <i>Venting</i> Hampir Terjadi di SS. Tangguh Batur	31
Gambar 4. 5. <i>Error display</i> suhu berwarna merah pada IAS.....	31
Gambar 4. 6. Tidak Akuratnya Indikator Ketinggian Muatan not defined.	31
Gambar 4. 7. <i>Alarm Omicron</i>	31
Gambar 4. 8. Sistem kontrol pada IAS	31
Gambar 4. 9. <i>Steam dump valve</i>	31
Gambar 4. 10. <i>Thermometer</i> kapal.....	31
Gambar 4. 11. <i>Tropical Cyclone Tracking Chart</i>	31
Gambar 4. 12. Prosentase <i>Opening Filling Valve</i>	31
Gambar 4. 14. Nomor <i>Valve</i> di <i>Trunk Deck</i>	32
Gambar 4. 15. <i>Vent Mast</i>	32
Gambar 4. 16. <i>Chief Officer</i> dan <i>Cadet Memonitor CCR</i>	33

Gambar 4. 17. *Loading rate sequence*3□

Gambar 4. 18. Tangguh LNG Terminal.....3□

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Faktor yang Dapat Memicu Timbulnya *Venting* Berdasarkan Metode *Shel*.....3□



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1. <i>Ship particular</i>	36
Lampiran 1. 2. <i>Crew list</i>	37
Lampiran 1. 3. Wawancara	38
Lampiran 1. 4. Observasi	46
Lampiran 1. 5. <i>Piping Diagram</i>	48
Lampiran 1. 6. General arangement kapal Tangguh Batur.....	49
Lampiran 1. 7. <i>Cargo tank</i> tampak midship	50
Lampiran 1. 8. Memonitor tekanan <i>cargo tank</i>	50
Lampiran 1. 9. Cargo plan saat venting hampir terjadi di SS. Tangguh Batur	51
Lampiran 1. 10. <i>MSDS Methane main hazard</i>	52
Lampiran 1. 11. <i>Material safety data ship</i>	53
Lampiran 1. 12. <i>IAS error</i> menunjukkan venting.....	54
Lampiran 1. 13. <i>Topping Off Table</i>	55
Lampiran 1. 14. <i>Manual Line Cooldown Record</i>	56
Lampiran 1. 15. <i>Ship-Shore Safety Checklist</i>	57
Lampiran 1. 16. <i>Loading cargo log</i>	58
Lampiran 1. 17. Kapal <i>LNG/C SS</i> . Tangguh Batur	59

ABSTRAKSI

Gaetama, Riyang, 531611106012 N, 2021, “Menjaga Tekanan Cargo Tank Untuk Mencegah Terjadinya *Venting* di Kapal LNG/C SS Tangguh Batur”, Program Diploma IV, Program Studi Nautika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Capt. Eko Murdiyanto, MM, M.Mar, Pembimbing II: Romanda Annas A., MM, M.Mar.

SS. Tangguh Batur merupakan salah satu kapal pengangkut LNG yang dioperasikan oleh sebuah perusahaan yang berasal dari Jepang bernama NYK LINE. *Venting* adalah suatu proses pada kapal LNG *carrier* (pengangkut gas alam cair) yang bertujuan untuk merilis *vapour* (uap) keluar tangki muatan melalui *vent mast* (tiang corong). Perlu diketahui bahwa LNG sangat berbahaya jika dirilis dalam jumlah besar ke udara yang dapat menyebabkan rusaknya lapisan ozon dan sebisa mungkin proses *venting* pada kapal LNG harus dihindari kecuali *venting* adalah jalan terakhir untuk merilis tekanan didalam *cargo tank* (ruang muat). Oleh karena itu peneliti tertarik untuk mengangkat rumusan masalah untuk dibahas dalam judul “Menjaga Tekanan Cargo Tank Untuk Mencegah Terjadinya *Venting* Di Kapal Lng/C Ss Tangguh Batur.”

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif karena pendekatan kualitatif memberikan ruang pada peneliti dan narasumber untuk mengemukakan pendapat yang bersifat subjektif sehingga dapat memperjelas pemahaman mengenai hal yang diteliti dari sudut pandang orang yang terlibat didalamnya berdasarkan hasil observasi, wawancara dan studi pustaka. Dengan teknik analisis masalah *shel* (software, hardware, environment, lifeware). peneliti menganalisis bagaimana tekanan tangki muatan dapat menyebabkan terjadinya *venting* dan upaya menjaga tekanan *cargo tank* untuk mencegah terjadinya *venting* di kapal LNG/C SS Tangguh Batur.

Hasil yang diperoleh penelitian ini adalah bagaimana tekanan tangki muatan dapat mempengaruhi terjadinya *venting* yaitu apabila tekanan didalam tangki muatan terus bertambah melebihi MARVS (*maximum allowable relieve valve setting*), perubahan *loading rate* secara tiba-tiba, kurangnya suplai *Boil-Off Gas* ke ruang mesin. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya *venting* antara lain adalah dengan memantau tekanan dengan teliti agar tidak menyentuh batas MARVS, menambah suplai *boill-off gas* ke ruang mesin, dan meningkatkan kecepatan kapal agar konsumsi bahan bakar meningkat.

Kata Kunci: Venting, vapour, MARVS (maximum allowable relieve valve setting)

ABSTRACT

Gaetama, Riyang, 531611106012 N, 2021, “Maintain Cargo Tank Pressure To Prevent Venting on the LNG/C SS. Tangguh Batur”, Diploma IV Program, Nautical Study Program, Semarang Merchant Marine Polytechnic, Advisor I: Capt. Eko Murdiyanto, MM, M.Mar, Advisor II: Romanda Annas A., S.ST, M.M.

SS. Tangguh Batur is one of the LNG ships operated by a Japanese company called NYK LINE. Venting is a process on LNG carrier (liquid natural gas carrier aimed at releasing a vaporizer (steam) from the cargo tank through the vent mast. Keep in mind that LNG is extremely dangerous if released in large quantities into the air that can cause damage to the ozone layer and should be avoided in any way unless the venting is a last way to release the pressure inside the cargo tank. Therefore, researchers are interested in bringing up the problem under the title “Maintain Cargo Tank Pressure to Prevent Venting on the LNG/C SS. Tangguh Batur”.

Researchers used descriptive study methods with a qualitative approach because the qualitative approach allows researchers and sources to offer their own subjective opinions so that it can shed light on the subject of research from the standpoint of the person involved based on observation, interviews and literature study with shel's analytical problem. Study of shel problem analysis techniques (software, hardware, environment, lifeware). Researchers analyzed how the pressure of the cargo tank can lead to any venting and attempts to maintain cargo tank pressure to prevent venting on the LNG/C SS. Tangguh Batur”.

The results obtained in this study are how the pressure of the cargo tank can affect the occurrence of venting, namely if the pressure in the cargo tank continues to increase beyond MARVS (maximum allowable relieve valve setting), sudden changes in loading rate, lack of supply of Boil-Off Gas to the engine room. Efforts that can be made to prevent venting include monitoring the pressure carefully so that it does not touch the MARVS limit, increasing the gas boill-off supply to the engine room, and increasing the speed of the ship so that fuel consumption increases.

Keywords: Venting, vapour, MARVS (maximum allowable relieve valve setting)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Benua Asia merupakan salah satu produsen lebih dari separuh total ekspor LNG (*liquified natural gas*/gas alam cair) di seluruh dunia dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu bagian dari Benua Asia adalah Indonesia yang merupakan negara maritim yang mempunyai ribuan pulau dan sebagian besar berupa lautan. Dengan kondisi geografis yang demikian, Indonesia mempunyai potensi yang besar di sektor kelautan. Indonesia merupakan negara 5 besar eksportir gas alam cair (*liquified natural gas*/LNG) pada tahun 2017. Ekspor gas alam cair Indonesia sebesar 28,37% sedangkan sisanya digunakan untuk berbagai sektor seperti pembangkit listrik.

Gas alam cair atau LNG (*Liquefied Natural Gas*) adalah suatu gas yang dihasilkan dari proses pendinginan gas alam dengan suhu -163°C pada tekanan atmosfer, maka gas tersebut terkondensasi hingga menjadi *liquid* atau cairan (Gede Wibawa dan Winarsih, 2013:1). Perbandingan volume cairan tersebut dengan gas adalah satu berbanding enam ratus. Komposisi dari LNG adalah 85%-95% *methane* dengan sedikit *ethane*, *propane*, *iso-butane*, *normal-butane*, *iso-pentane* +, serta kandungan-kandungan H_2S yang beragam (IGC Code, 2016:9). Salah satu sifat LNG adalah mudah

terbakar apabila telah menguap atau berubah menjadi bentuk gas (*vapour*). Sarana pendistribusian LNG salah satunya dengan menggunakan jalur laut, oleh sebab itu peranan transportasi laut sangat penting contohnya yaitu dengan menggunakan kapal.

“Kapal” adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah (Undang-Undang No. 17, 2008). Kapal LNG merupakan kapal khusus yang digunakan untuk mendistribusikan gas alam cair (LNG) ke berbagai wilayah. Kapal pengangkut LNG (*LNG Carrier*) didesain khusus sedemikian rupa ketika memindahkan gas alam. Dewasa ini, kapal LNG dilengkapi dengan teknologi mesin penggerak berbahan bakar muatan itu sendiri dengan memanfaatkan *vapour* (uap) yang terbentuk dari LNG.

SS. Tangguh Batur merupakan salah satu kapal pengangkut LNG yang dioperasikan oleh sebuah perusahaan yang berasal dari Jepang bernama NYK LINE. Kapal tersebut berbendera Singapura yang merupakan jenis kapal *steam ship* (kapal bertenaga uap). Pendinginan pada tangki-tangki muat sangat diperlukan agar muatan tidak menguap dan menjadi *vapour* (uap) untuk menghindari *over pressure tank* (tekanan tangki yang berlebihan). Pada pelayaran dengan nomor *voyage* 19TB09 pada tanggal 16

Oktober 2019 kapal Tangguh Batur telah selesai memuat LNG *full tank* di *loading port* terminal Tangguh, Papua. Pada saat *spring line* terakhir dilepas, kondisi laut *moderate* atau mempunyai skala *Beaufort* 3. Kondisi laut demikian normal terjadi di wilayah laut Papua, kapal mengalami *rolling* dan *pitching* yang walaupun gerakan itu tidak terlalu signifikan tapi mengakibatkan timbulnya *alarm* pada indikator *omicron alarm* yang mengindikasikan tekanan pada *cargo tank* yang sangat tinggi. *Alarm* ini mengindikasikan tindakan yang harus memaksa dilakukannya *venting*.

Salah satu cara untuk mengatasi *over pressure tank* (tekanan tangki yang berlebihan) adalah dengan melakukan proses *venting* dengan harapan dapat mencegah rilisnya uap gas alam cair ke udara bebas yang sangat berbahaya untuk lapisan ozon.

Venting adalah suatu proses pada kapal LNG *carrier* (pengangkut gas alam cair) yang bertujuan untuk merilis *vapour* (uap) keluar tangki muatan melalui *vent mast* (tiang corong). Perlu diketahui bahwa LNG sangat berbahaya jika dirilis dalam jumlah besar ke udara yang dapat menyebabkan rusaknya lapisan ozon dan sebisa mungkin proses *venting* pada kapal LNG harus dihindari kecuali *venting* adalah jalan terakhir untuk merilis tekanan didalam *cargo tank* (ruang muat). Menjaga tekanan didalam ruang muat tetap stabil sangat penting untuk mencegah terjadinya *over pressure tank* (tekanan tangki yang berlebihan) yang dapat memaksa proses *venting* harus dilakukan guna melindungi kapal sesuai prinsip memuat yang berdampak buruk untuk udara bebas maupun lingkungan.

Oleh karena itu penulis berharap pembaca dapat mengerti hal-hal yang harus dilakukan untuk mencegah terjadinya *over pressure tank* (tekanan tangki yang berlebihan) yang memaksa harus melakukan proses *venting*, hal tersebut sebisa mungkin harus dihindari. Sehingga penulis mengangkat judul **“Menjaga Tekanan *Cargo Tank* Untuk Mencegah Terjadinya *Venting* di Kapal LNG/C SS TANGGUH BATUR”**

1.2. Batasan Masalah

Mengingat luasnya masalah yang dapat terjadi pada saat menjaga tekanan tangki muatan maka penulis membatasi masalah hanya pada pelaksanaan *Loading operation* (operasi memuat) guna mencegah terjadinya *venting* di kapal LNG/C SS Tangguh Batur.

1.3. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang yang telah dikemukakan diatas maka dapat disusun beberapa perumusan masalah sebagai berikut:

- 1.3.1. Bagaimana tekanan tangki muatan dapat menyebabkan terjadinya *venting*?
- 1.3.2. Bagaimana upaya menjaga tekanan *cargo tank* untuk mencegah terjadinya *venting* di kapal LNG/C SS Tangguh Batur?

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang sudah disebutkan diatas, adapun tujuan-tujuan yang hendak dicapai oleh penulis, yaitu:

- 1.4.1. Untuk mengetahui pengaruh tekanan *cargo tank* terhadap terjadinya *venting*.

- 1.4.2. Untuk mengetahui upaya dalam menjaga tekanan *cargo tank* untuk mencegah terjadinya *venting* di kapal LNG/C SS Tangguh Batur.

1.5. Manfaat Penelitian

Dalam kegiatan penelitian ini terdapat beberapa manfaat yang dapat kita ambil, baik untuk insan maritim, dunia pendidikan, bagi masyarakat maupun bagi penulis sendiri. Berikut adalah manfaat dari penelitian atas masalah yang dibahas sebagai berikut, yaitu:

1.5.1. Manfaat Teoritis

1.5.1.1. Dapat menambah pengetahuan dan wawasan mengenai tangki muatan guna mencegah terjadinya *venting*.

1.5.1.2. Dapat memperoleh informasi dan pengetahuan untuk dijadikan bahan acuan oleh penelitian berikutnya sehingga dapat menyajikan hasil penelitian berikutnya lebih baik serta lebih akurat.

1.5.1.3. Menambah pengetahuan *civitas akademika* tentang pemahaman mengenai gas alam cair, *cargo tank* (tangki muatan) dan proses memuat gas alam cair guna mencegah terjadinya *venting*.

1.5.1.4. Digunakan sebagai tambahan literatur dalam proses belajar serta digunakan untuk pengembangan lebih lanjut dalam hal kemaritiman untuk meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia khususnya terlebih di Kampus Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

1.5.2. Manfaat Praktis

1.5.2.1. Sebagai bahan pertimbangan bagi insan maritim dalam memahami upaya dalam menjaga tangki muatan kapal yang mengangkut gas alam cair guna mencegah terjadinya *venting*.

1.5.2.2. Dapat menjadi koreksi bagi insan maritim agar lebih memperhatikan prosedur dalam menjaga tangki muatan kapal *tanker* yang memuat gas alam cair agar tidak terjadi *venting*.

1.6. Sistematika Penulisan

Memudahkan dalam penyusunan skripsi ini, maka penulis membagi penulisan ini dalam beberapa bab dan sub bab antara lain, yaitu:

Bab I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi tentang latar belakang peneliti berisi tentang alasan pemilihan judul dan pentingnya judul skripsi, perumusan masalah adalah uraian tentang masalah yang diteliti berupa pernyataan, tujuan penelitian adalah tujuan spesifik yang akan dicapai melalui kegiatan penelitian yang dilakukan, manfaat penelitian bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Bab II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori yang mendasari permasalahan dalam skripsi ini beserta uraian yang diperoleh saat melaksanakan penelitian.

Bab III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang objek penelitian, pendekatan penelitian, *variabel* penelitian, metode pengumpulan data, dan prosedur penelitian serta teknik analisa data.

Bab IV ANALISA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai obyek–obyek penelitian, hasil penelitian dan pembahasan masalah.

Bab V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Sebagai pendukung pembahasan skripsi mengenai menjaga tekanan *cargo tank* untuk mencegah terjadinya *venting* di kapal LNG/C SS. Tangguh Batur, maka perlu diketahui dan dijelaskan beberapa teori penunjang yang diambil oleh penulis berkaitan dengan pembahasan skripsi sehingga dapat lebih menyempurnakan penulisan skripsi ini.

2.1.1. Tekanan

Tekanan adalah satuan fisika yang menyatakan gaya (F) per satuan luas (A). Satuan tekanan biasanya digunakan untuk mengukur gas ataupun cairan.

2.1.1.1. Tekanan Udara biasa disebut juga tekanan atmosferis adalah massa atmosfer yang menekan permukaan, tekanan atmosferis di permukaan laut adalah 76 cmHg.

2.1.1.2. Tekanan Hidrostatik adalah tekanan yang terjadi di bawah air. Tekanan ini terjadi dikarenakan berat cairan yang mengakibatkan cairan tersebut mengeluarkan tekanan.

2.1.2. *Cargo Tank* (Tangki Muatan)

Desain dari sistem tangki muatan harus tidak kurang dari desain bangunan kapal itu sendiri. Berdasarkan (*International Gas Carrier Code* 2016:40) struktural ketahanan dari sistem tangki

muatan harus bisa melawan kegagalan-kegagalan mode, tetapi tidak terbatas kepada deformasi plastik, tekuk, dan keletihan.

Tipe tangki muatan untuk kapal gas dibagi dalam beberapa tipe, yaitu:

2.1.2.1. *Independent tanks*

Menurut (D.J. Eyres dan G.J. Bruce, 2012:35)

independent tanks adalah tipe tangki muatan yang terpisah dalam arti tidak menjadi satu dengan badan (*hull*) kapal dan tidak merupakan penguat dari badan kapal tersebut.

Tangki muatan *independent* dibagi dalam 3 tipe, yaitu:

a. Tangki muatan *independent type A*

Tangki *independent type A* dibangun dalam bentuk permukaan datar. Tekanan maximum ruangan sebesar 0,7 bar, tangki tipe A dapat mengangkut muatan dengan suhu dibawah -10°C .

b. Tangki muatan *independent type B*

Tangki *independent type B* dapat dibangun dengan permukaan datar atau akurat dengan tipe kapal bertekanan. Tangki ini berbentuk bola dengan menganalisis kelelahan metal serta menjalarnya keretakan.

c. Tangki muatan *independent type C*

Tangki *independent type C* berbentuk bola atau silinder *vertical* maupun *horizontal* dengan tekanan yang didesain untuk tekanan gas lebih dari 17 bar. Untuk kapal *semi pressurized / fully pressurized* tangki didesain untuk tekanan kerja kurang dari 5-7 bar dan vakum 50%, baja tangki ini mampu menahan suhu muatan $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk LPG dan $-103\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk LNG (*liquefied natural gas*).

2.1.2.2. *Membrane tanks*

Menurut (Mokhatab, 2014:15) konsep dari *system membrane* adalah adalah tangki *cargo* dengan dukungan non-mandiri yang dikelilingi oleh *doublehull* atau struktur kapal lambung ganda lengkap. Tangki pengurangan membran terdiri dari lapisan tipis logam (*primary barrier*), penyekat (*insulation*), membran sekunder (*secondary barrier*), dan penyekat lebih jauh. Membran dirancang sedemikian rupa sehingga termal dan ekspansi atau konstruksi tanpa tekanan yang berlebihan pada membran.

Berdasarkan pada *primary barrier* yang sangat tipis, atau *membrane* yang di *support* melalui panas oleh badan kapal, tangki tipe *membrane tanks* harus di lengkapi dengan

secondary barrier guna menjamin keutuhan sistem tangki secara keseluruhan pada waktu terjadi kebocoran di *primary barrier*. LNG/C Tangguh Batur merupakan kapal dengan tipe tangki membrane.

2.1.2.3. *Semi membrane tanks*

Menurut (Marc E dan Enright Jr, 2015:17). Tangki-tangki untuk menampung gas cair seperti gas alam cair (LNG) bisa jadi memiliki semacam lapisan membran dimana dinding tangki tidak cukup kaku untuk mendukung tangki dan membutuhkan struktur pendukung disekitarnya yang mungkin terdiri dari grid balok atau seperti terhubung ke dinding membran tangki melalui blok isolasi. Karena suhu dinding tangki dapat bervariasi antara suhu rendah ketika tangki berisi gas cair dan suhu lingkungan sedangkan struktur pendukung biasanya pada suhu lingkungan dinding tangki dapat mengalami tekanan akibat ekspansi termal dan penyusutan sehubungan dengan struktur penunjang.

Semi membrane adalah variasi dari tangki tipe *membrane*. *Primary barrier* pada *semi membrane tanks* lebih tebal dari *primary barrier system membrane*, mempunyai dinding samping yang datar dan susutnya mempunyai lengkung yang besar. Tangki bersifat *self support* bila dalam keadaan kosong, tetapi *non-self*

supporting bila dalam keadaan muat dimana tekanan cairan dan gas yang bekerja pada *primary barrier* diteruskan melalui isolasi panas ke bagian dalam badan kapal seperti halnya pada *system membrane*. Sistem ini digunakan untuk kapal LPG dan telah ada beberapa kapal LPG (*liquefied natural gas*) dengan pendingin penuh (*fully refrigerated*).

2.1.2.4. *Integral tanks*

Menurut (Germanischer, 2016:29) tank integral merupakan bagian dari struktur lambung kapal dan dipengaruhi dengan cara yang sama dan dengan muatan yang sama yang menekankan struktur lambung yang berdekatan. Desain uap tekanan / P_0 (*design vapour pressure*) didefinisikan sebagai tekanan ukuran maksimum di bagian atas tangki yang digunakan dalam desain tangki. Biasanya tidak melebihi 0,25 bar. Jika lambung kapal ditingkatkan sesuai dengan itu, P_0 bisa meningkat ke nilai yang lebih tinggi tapi kurang dari 0,7 bar.

Berdasarkan (SIGTTO, 2018:120) tangki integral merupakan bagian struktur dari badan kapal dan dipengaruhi dengan jalan yang sama dan oleh muatan yang sama yang memberi tekanan pada badan kapal. Tangki ini tidak diperkenankan untuk mengangkut muatan dengan suhu di bawah $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.1.3. *Venting*

Menurut (Mitropoulos 2016:68) sistem *venting* dibutuhkan untuk memenuhi regulasi SOLAS. Dibutuhkan untuk mencapai keselamatan di kapal *tanker* dan bermaksud agar kapal dirawat dengan seharusnya. Untuk memfasilitasi pengurangan uap hidrokarbon ke atmosfer, sistem *venting* boleh dilakukan untuk melepas *vapour* (uap) yang mana dengan kecepatan yang rendah, jauh tinggi dari corong pelarnya sedangkan pada kecepatan yang tinggi dari sebuah katup kecepatan tinggi (*high velocity valve*) lebih dekat ke *deck* (geladak). Hal tersebut memfasilitasi pengurangan uap karbon di atmosfer dari *deck* kapal *tanker*.

2.1.3.1. Proses Terjadinya *Venting*

Berdasarkan (Daewoo *Shipbuilding and Marine Engineering*, 2010:67) dapat diketahui bahwa *venting* merupakan suatu proses pelepasan muatan gas (*vapour*) ke atmosfer yang terjadi saat proses muat, melalui *vent mast* yang terjadi akibat tekanan tangki muat yang berlebih sehingga pada tekanan 25 kPa yang menyebabkan *cargo relief valve* terbuka dan muatan terdorong keluar.

Untuk melindungi tangki muatan kelebihan tekanan karena *boil-off gas* maka gas harus dibakar atau dibuang ke atmosfer. LD (*lowduty*) kompresor akan menyuplai natural *boil-off gas* ke *boiler* (ketel uap) sebagai bahan bakar untuk

menjaga tekanan *vapour header* stabil. Katup pengatur ventilasi dikendalikan dari komputer (*IAS/integrated automated system*).

Katup pengontrol ventilasi akan membuka dengan aliran penuh (100%) ketika tekanan pada *vapour header* melebihi nilai yang ditentukan yaitu 23 kPa. Apabila tekanan pada tangki muatan setelah *ventmast* nomer 1 terbuka dan tekanan tetap bertambah hingga 25 kPa maka *vapour* akan dirilis ke tiap-tiap *ventmast* pada tangki muatan, katup akan tetap dikondisi ini hingga tekanan di *vapourheader* turun sampai 21 kPa lalu katup akan menutup. Sampai inilah proses *venting* atau membuang gas ke atmosfer terjadi.

Ventilasi atau *Ventmast* ditempatkan di lokasi-lokasi yang dipilih untuk mencegah penimbunan udara yang mudah terbakar di atas tangki *deck* atau pada sekeliling fasilitas atau kamar mesin. Personel kapal harus sepenuhnya terbiasa dengan pengoperasian dan pemeliharaan semua komponen sistem *venting* dan hendaknya sadar akan keterbatasannya untuk mencegah tekanan tangki yang berlebihan (*over pressure*) ataupun kekurangan (*under pressuration*).

Tangki gas cair harus dilengkapi dengan katup pelepas tekanan. Hal tersebut dapat melindungi tangki terhadap kerusakan proses penyimpangan tekanan atau kondisi kebakaran baik katup pelepas tekanan yang dioperasikan pegas dan dioperasikan pilot. (OCIMF, 2016:68).

Pelepasan *vapour* dapat terjadi baik pada atmosfer atau ke *flare* jika berada di terminal yang akan bergantung pada jumlah penyimpanan, tata letak situs, dan produk yang ditangani. *Flame* yang menyala di saluran ventilasi dapat berpotensi menyebabkan penyumbatan (dengan konsekuensi kegagalan tangki muatan) sehingga harus secara teratur diperiksa dan dilakukan perawatan. Tangki biasanya dilengkapi dengan sistem penyemprot air untuk memberikan perlindungan tambahan jika terjadi kebakaran.

2.1.4. Kapal

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2018 tentang Pelayaran. “Kapal” merupakan kendaraan air yang memiliki bentuk dan jenis tertentu yang dapat bergerak dengan bantuan tenaga air, tenaga mekanik, ditarik atau ditunda dengan ukuran tertentu sesuai jenis barang yang diangkut (Undang-Undang Nomor 17, 2008). Kapal dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan muatan yang diangkutnya, salah satu jenisnya yaitu kapal gas. Kapal

gas merupakan kapal pembawa muatan yang dibuat atau dikonstruksikan dan digunakan untuk membawa muatan segala jenis gas cair dalam bentuk curah.

Kapal gas terbagi menjadi beberapa jenis yaitu sebagai berikut:

2.1.4.1. *Fully Pressurized Ship*

Menurut McGuire and White (2016:68) kapal *fully pressurised* adalah yang paling sederhana dari semua kapal induk gas. Sistem penahanan kapal ini dan peralatan penanganan *cargo* telah didirikan selama bertahun-tahun.

Kapal *fully pressurised* membawa muatan pada suhu lingkungan yang dilengkapi dengan tangki tipe C (tekanan kapal yang direkayasa dalam baja karbon dengan tekanan desain sekitar 18 bar). Kapal-kapal dengan desain tekanan yang lebih tinggi yang masih beroperasi dan beberapa kapal dapat menerima muatan dengan tekanan hingga 20 bar tidak diperlukan penyekat termal atau *reliquefaction plant* (pelepasan panas) bagi kapal-kapal ini dan *cargo* dapat dibongkar menggunakan pompa atau kompresor.

Karena desain tekanan mereka, tangki *cargo* sangat berat. Jadi, kapal *fully pressurised* cenderung kecil memiliki kapasitas *cargo* sekitar 4.000 sampai 6.000 m³, dan terutama digunakan untuk membawa LPG dan amonia. *Ballast* berada di *double bottoms* dan di tangki sayap atas.

Karena kapal ini dilengkapi dengan sistem tipe 'C', tidak ada *secondary barrier* yang diperlukan dan ruang penahan mungkin berventilasi udara.

Kapal-kapal ini membawa muatan pada kondisi lingkungan oleh karena itu suhu muatan bisa jadi berbeda pada setiap akhir pelayaran. *Allowance* harus dibuat untuk hal ini dan peraturan-peraturan tertentu yang berlaku. Jika dilengkapi dengan pemanas muatan, kapal-kapal ini dapat memuat dari terminal yang sepenuhnya didinginkan (*fully refrigerated terminal*).

Kapasitas dari *fully pressurized tank* biasanya kurang dari 2000 m³ *propane*, *butane* atau *ammonia* yang di muat dalam dua sampai enam tangki silinder bertekanan yang di tempatkan di atas atau sebagian di atas dek. Tangki *Independent type C* biasanya di desain bekerja pada tekanan di atas 17.5 kg/cm² yang setara dengan tekanan gas dari *propane* pada suhu 45 °C, namun pada sekarang ini ada beberapa kapal yang dapat menahan hingga tekanan 20 kg/cm².

2.1.4.2. *Semi Pressurized Ship*

Menurut (McGuire and white 2016:68) *Semi pressurised ship* mirip dengan kapal bertekanan penuh (*fully pressurised ship*) dalam hal ini mereka memiliki

tangki tipe C dalam hal ini tekanan kapal didesain untuk tekanan kerja maksimum dari 5 sampai 7 bar. Dibandingkan dengan kapal bertekanan penuh (*fully pressurised ship*), pengurangan ketebalan tangki muatan dimungkinkan karena tekanan yang berkurang tetapi ada biaya untuk pendinginan muatan dan *tank insulation*. Jenis pengangkut gas ini telah berkembang menjadi optimal yang berarti mengangkut beraneka ragam gas seperti LPG, vinil klorida, propilena, dan butadien. Mereka paling sering ditemukan dalam perdagangan sekitar Mediterania dan Eropa Utara. Kini, jenis kapal ini adalah kapal yang paling populer dari operator gas berukuran kecil karena penanganan muatan yang sangat fleksibel.

Kapal-kapal semi tekanan menggunakan tangki tipe C dan, oleh karena itu, tidak memerlukan penghalang sekunder atau *secondary barriers* (kapasitas *cargo* dapat bervariasi dari 3.000 sampai 20.000 m³). Selain itu, tangki dapat dibuat dari baja atau aluminium khusus bersuhu rendah untuk mengangkut muatan dengan suhu -48°C yang mana suhu tersebut cocok untuk mengangkut muatan LPG dan bahan kimia (*chemical*). Atau, mereka dapat dibuat dari baja paduan khusus atau aluminium untuk memungkinkan pengangkutan etilen pada suhu -104°C. Sistem penanganan

cargo yang fleksibel di kapal dirancang untuk mengangkut (atau memindahkan ke) fasilitas penyimpanan yang bertekanan dan didinginkan.

Kapasitas dari *semi pressurized ship tank* berkisar diatas 5000 m³, muatan yang di angkut sama dengan *fully pressurized ship*. *Tangki independent type C* umumnya dibuat dengan baja murni yang sesuai untuk temperature di bawah -5 °C dan tekanan maximum sekitar 8 kg/cm².

2.1.4.3. *Ethylene Carrier*

Menurut McGuire and White (2016:69) Kapasitas kapal pengangkut *ethylene* berkisar antara 1000 m³ sampai dengan 30000 m³. Muatan ini di angkut dalam kondisi temperature -140 °C.

2.1.4.4. *Fully Refrigerated Ship*

Kapasitas dari kapal *fully refrigerated* berkisar antara 10000 m³ sampai dengan 100000 m³, kapal dengan kapasitas terkecil membawa beberapa produk sedangkan yang terbesar mengangkut satu jenis muatan dengan rute tetap (McGuire and White, 2016:69).

2.1.4.5. *Liquefied Natural Gas (LNG) Carrier*

Menurut (McGuire and White 2016:70) Kapal pengangkut LNG adalah jenis pengangkut gas khusus yang dibangun untuk mengangkut volume besar LNG pada titik

dididih sekitar -162°C . Kapal-kapal ini biasanya berkapasitas antara 125.000 m^3 dan 135.000 m^3 dan biasanya didedikasikan untuk proyek spesifik. Perusahaan kapal LNG bertahan selama masa kontrak mereka, yang mungkin antara 20-25 tahun atau lebih. Terlepas dari beberapa pengecualian penting selama tahun-tahun awal pengangkutan LNG, sistem pengangkutan muatan atau *cargo tank* di kapal-kapal ini sebagian besar terdiri dari empat jenis yaitu, Gas Transport membrane, Technigaz membrane, Kvaerner moss spherical, IHI SPB Tank.

Sistem *cargo tank* terbaru adalah desain Tipe 'B' (SPB) *supporting, prismatic Type 'B'* yang dikembangkan oleh Jepang *shipbuilder* IHI dan ini didasarkan pada sistem *Conch* sebelumnya. Desain ini menggunakan tangki aluminium. Semua kapal LNG memiliki lambung ganda (*doublehulls*) di sepanjang ruang *cargo* mereka yang cukup memadai untuk ruang *ballast*. Kapal dilengkapi dengan sistem membran sekunder penuh penghalang (*secondary barriers*) dan tangki dengan desain tipe B memiliki perlindungan tipe drip-pan. Karakteristik yang umum untuk semua kapal LNG adalah mereka membakar muatan *cargo* sebagai bahan bakar.

Ruang penahan di sekitar tangki *cargo* terus menerus diisi *inert gas*, kecuali dalam kasus penahanan tipe 'B' berbentuk bola di mana ruang penahanan dapat diisi dengan udara kering yang disediakan yang mana ada alat-alat yang memadai untuk *inerting* ruang seperti itu ke dalamnya jika terjadi kebocoran *cargo*. Diperlukan pemantauan gas terus-menerus dari semua ruang penahanan (*holdspaces*).

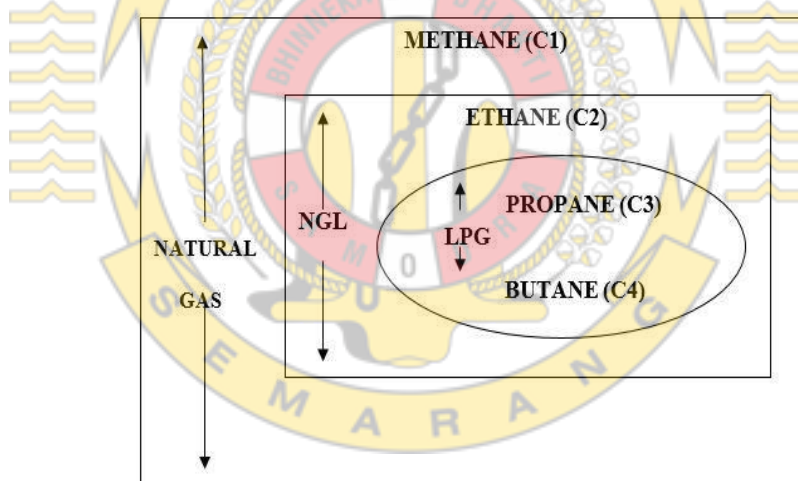
Secara umum, *reliquefaction plants* hanya sedikit digunakan di kapal LNG tetapi harus dicatat bahwa beberapa kapal LNG telah dilengkapi dengan *reliquefaction plant* cocok untuk memenuhi *boil-off* gas yang terbatas. Namun ini tidak pernah berhasil dioperasikan. Karena jauh lebih dingin dari LPG, peralatan yang diperlukan jauh lebih mahal saat ini lebih ekonomis untuk membakar gas mendidih (*boil-off*) di *boiler* utama kapal

Sebagian besar pengangkut LNG memiliki pembangkit tenaga penggerak turbin uap (*steam turbine*). kapal ukuran sedang dilengkapi dengan kecepatan rendah, tekanan injeksi rendah, mesin diesel bahan bakar ganda. Meskipun teknologi yang ada memperkenalkan mesin diesel berbahan bakar gas yang dianggap lebih besar manfaatnya tetapi keandalan turbin uap sejauh ini tetap dianggap lebih baik.

2.1.5. LNG/Liquefied Natural Gas (Gas Alam Cair)

Gas alam cair atau LNG (*Liquefied Natural Gas*) adalah suatu gas yang dihasilkan dari proses pendinginan gas alam dengan suhu -163°C pada tekanan atmosfer, maka gas tersebut terkondensasi hingga menjadi *liquid* atau cairan (Gede Wibawa dan Winarsih, 2013:1).

Menurut (Mc Guire and White, 2016:03) hubungan antara gas alam, NGL (*Natural Gas Liquids*) dan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) dapat dilihat pada diagram di bawah ini :



Sumber : *Cargo operating manual* (2010:23)

Gambar 2. 1. Hubungan Gas alam, NGL, dan LPG

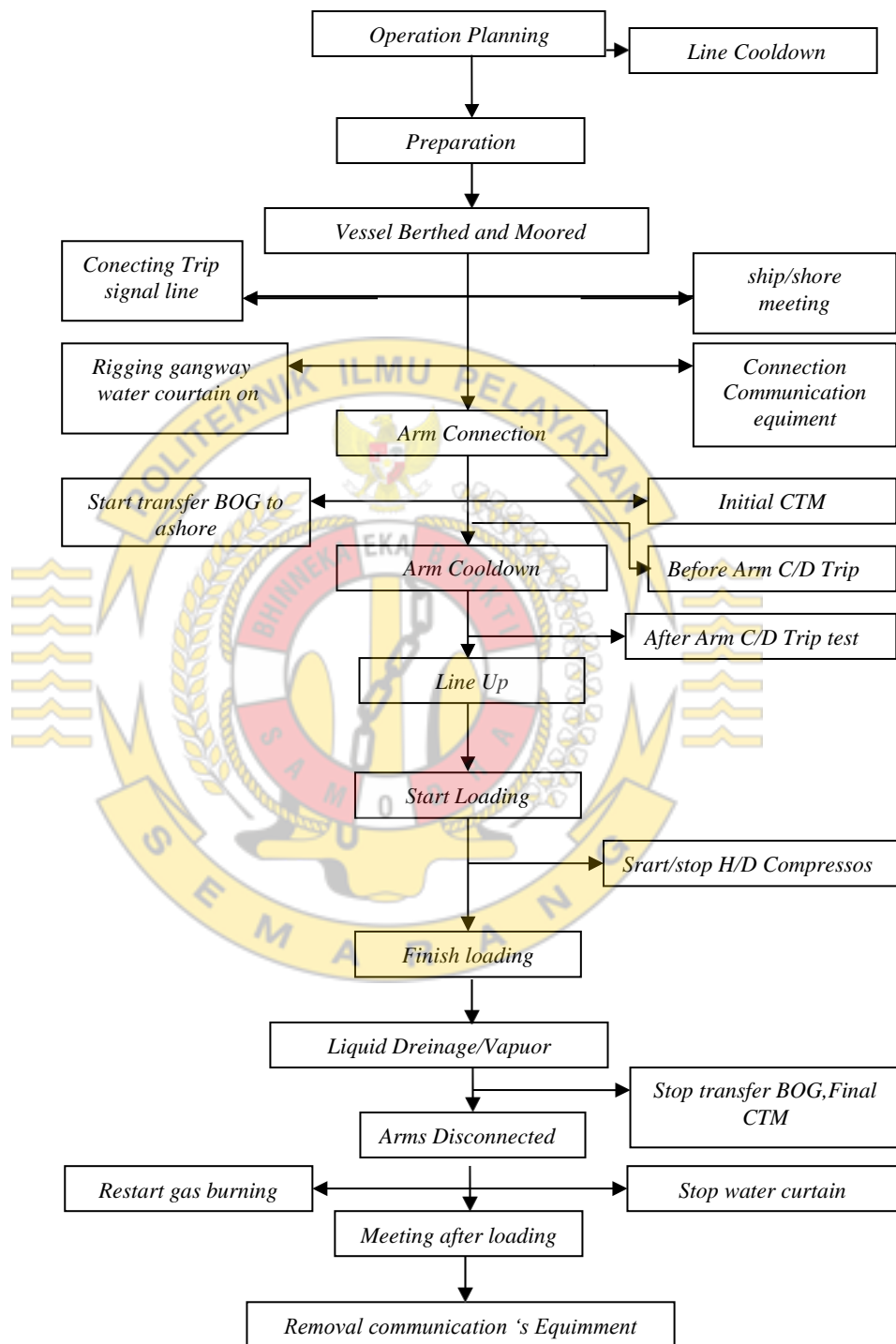
Menurut (*Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering* 2010:40) “LNG adalah campuran hidrokarbon-hidrokarbon yang ketika dicairkan berbentuk sebuah cairan yang jernih tanpa warna dan tak berbau.”

Berdasarkan uraian di atas penulis mengambil kesimpulan, bahwa susunan campuran *Liquefied Natural Gas* akan bervariasi tergantung pada sumber dan pada proses pencairannya, tapi unsur pokoknya yaitu *Methane* akan selalu ada. Unsur-unsur pokok lainnya akan ada sejumlah hidrokarbon yang lebih berat seperti: *Ethane*, *Propane*, *Butane*, *Pentane*, dan sejumlah kecil *Nitrogen*.

2.1.6. Proses Bongkar Muat

Pelaksanaan penanganan muatan adalah cara melakukan pemuatan di atas kapal, cara melakukan perawatan muatan selama dalam pelayaran, dan melakukan pembongkaran di pelabuhan dengan memperhatikan keselamatan muatan, kapal beserta jiwa manusia yang ada di dalamnya. Dalam pelaksanaan penanganan muatan harus memenuhi persyaratan seperti melindungi awak kapal dan buruh, melindungi kapal, melakukan muat bongkar secara cepat dan sistematis, penggunaan ruang muat semaksimal mungkin.

Skema proses pelaksanaan *Loading Operation* diilustrasikan sebagai berikut:



Sumber: *cargo operating manual*

Gambar 2. 2. Skema *Loading Operation* di kapal LNG Tangguh Batur

2.1.7. Muatan Berbahaya

Berdasarkan (*SOLAS Chapter VII Part A Regulation 2, 2014:283*) menjelaskan tentang muatan berbahaya, bahwa kecuali dengan jelas disediakan, bagian ini diterapkan pada pembawaan muatan berbahaya dalam bentuk kemasan pada semua kapal yang menghadirkan peraturan yang diterapkan dan dalam kapal *cargo* kurang dari 500 GT. Dalam hal ini telah dijelaskan untuk pembawaan muatan berbahaya dalam bentuk kemasan pada semua kapal dan kapal *cargo* yang memiliki *gross tonnage* kurang dari 500 ton, harus sesuai dengan *IMDG Code* seperti yang telah diatur dalam *SOLAS Chapter 7 Part A regulation 1* tentang pengangkutan barang berbahaya dalam bentuk kemasan.

Ketepatan-ketepatan pada bagian ini tidak diterapkan pada penyimpanan-penyimpanan kapal dan peralatannya. Dalam pelaksanaannya, peraturan tentang penanganan muatan berbahaya ini hanya ditujukan untuk pemuatan yang dilakukan di dalam ruang muat kapal, baik didalam palka maupun *on deck* dan tidak berlaku untuk muatan berbahaya didalam gudang penyimpanan atau gudang peralatan yang ada di atas kapal. pembawaan muatan berbahaya dalam bentuk kemasan dilarang kecuali berdasarkan dengan ketetapan pada bab ini. Hal ini menjelaskan bahwa semua pengangkutan barang berbahaya dalam bentuk kemasan yang tidak sesuai dengan peraturan di *IMDG Code* dan *SOLAS* dilarang

dimuat di atas kapal. untuk melengkapi ketentuan-ketentuan pada bab ini, setiap pemerintahan yang terikat persetujuan harus mengeluarkan, atau menyebabkan dikeluarkannya instruksi-instruksi pada tindakan darurat dan pertolongan pertama yang terpaut dengan kejadian yang melibatkan muatan berbahaya dalam bentuk kemasan, dengan mempertimbangkan panduan yang dikembangkan oleh organisasi.

Dalam hal ini pemerintah yang terikat, harus mengeluarkan aturan dan instruksi pada tindakan darurat dan pertolongan pertama jika terjadi kejadian yang melibatkan muatan berbahaya dengan mempertimbangkan panduan dari organisasi yang ditetapkan. Seperti di Indonesia yaitu Keputusan Menteri No. KM 02 Tahun 2010 yang mengatur tentang penanganan barang berbahaya dalam kegiatan pelayaran di Indonesia.

2.1.7.1. Penggolongan dalam IMDG Code membagi muatan berbahaya menjadi sembilan golongan, yaitu:

- a. Golongan 1, eksplosif
- b. Golongan 2, gas
- c. Golongan 3, cairan yang dapat menyala
- d. Golongan 4.1, benda padat yang dapat menyala
- e. Golongan 4.2, merupakan zat yang mempunyai kemungkinan dapat menyala secara mendadak
- f. Golongan 4.3, merupakan bahan yang jika bercampur

dengan air dapat mengeluarkan gas yang dapat terbakar

- g. Golongan 5.1, zat pengoksidasi
- h. Golongan 5.2, zat organik peroksida
- i. Golongan 6.1, zat beracun
- j. Golongan 6.2, zat penginfeksi
- k. Golongan 7, zat radioaktif
- l. Golongan 8, zat korosif
- m. Golongan 9, jenis bahan berbahaya yang lain

Jadi penulis mengambil kesimpulan bahwa muatan berbahaya yang ada dikapal *LNG/C SS*. Tangguh Batur menurut penjelasan sesuai *IMDG code* diatas, muatan yang diangkut berupa gas alam cair yang termasuk ke dalam kategori muatan berbahaya tipe *flamable gasses* (gas yang mudah menyala) yang sesuai dengan *MSDS (material safety data sheet)* yang ada diatas kapal.

2.2. Definisi Operasional

2.2.1. *Emergency Shutdown System*

Suatu sistem yang digunakan sebagai perlindungan (*safety*) yang berguna menghentikan operasi muatan bila keadaan darurat dengan mematikan sistem baik secara manual maupun otomatis.

2.2.2. *Custody Transfer*

Adalah proses pemindahan produk dari *shipper* ke *transporter* atau sebaliknya yang membutuhkan akurasi tinggi, yaitu untuk flow rata-rata kesalahan pengukuran tidak lebih dari 0.01 % sedangkan untuk temperatur tidak lebih dari 0.25°C.

2.2.3. *Absolut Zero*

Temperatur dimana secara teori volume gas menjadi nol (0). Biasanya terjadi pada temperature $-273.16\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2.4. *Boiling Point*

Temperatur dimana tekanan *vapour* dari *liquid* sama dengan tekanan pada permukaan liquid.

2.2.5. *Critical Temperature*

Temperatur dimana gas tidak dapat dicairkan hanya dengan tekanannya.

2.2.6. *Dew Point*

Temperatur dimana akan terjadi kondensasi jika pendinginan terus terjadi /dilakukan.

2.2.7. *Flash Point*

Temperatur terendah dimana *liquid* akan melepaskan *vapour* yang cukup untuk membentuk zat yang mudah terbakar jika bercampur dengan udara yang ada dipermukaan *liquid*.

2.2.8. *Absolute Pressure*

Jumlah total dari tekanan dari alat pengukur ditambah dengan tekanan dari sekitarnya.

2.2.9. *Critical Pressure*

Tekanan dimana suatu zat mencapai *critical temperature*.

2.2.10. *Cool Down*

Menyemprotkan LNG secara menyeluruh di dalam permukaan tangki muatan.

2.2.11. *IAS (Integrated Automation System)*

Suatu system *computerized* yang digunakan sebagai pusat kontrol pada saat proses *loading* maupun *discharging*.

2.2.12. *Purging*

Suatu proses pembersihan *liquid* yang ada pada *loading line* untuk tujuan keamanan sebelum proses bongkar muat.

2.2.13. *LEL (Lower Explosive Limit)*

Merupakan batas terendah suatu zat *explosive* yang bisa meledak jika mencapai titik terendahnya pada atmosfer.

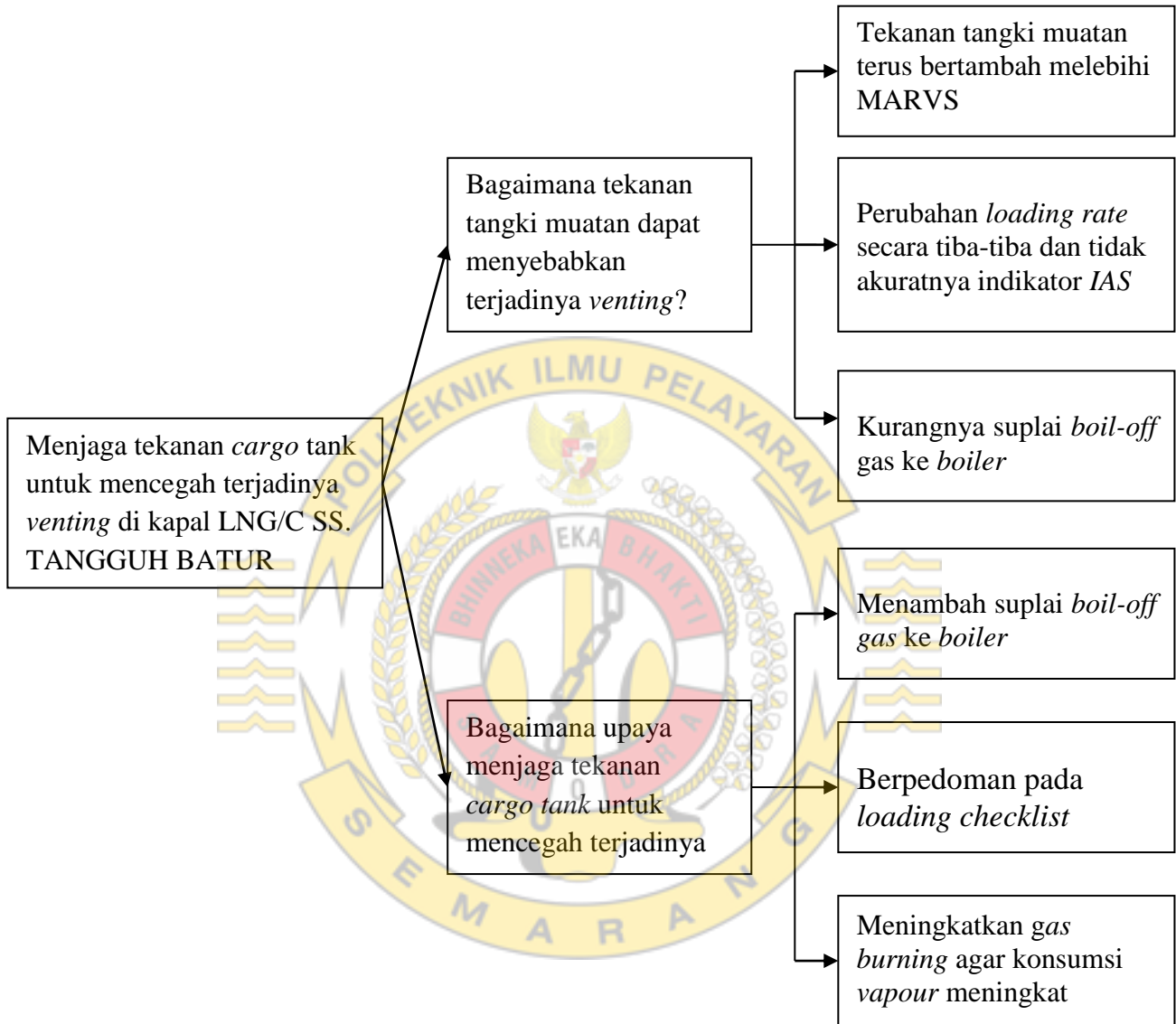
2.2.14. *Vent mast*

Pipa ventilasi muatan, tempat terjadinya *venting* LNG *vapor* ke atmosfer.

2.2.15. *Vapour Header*

Vapour Header digunakan pada sambungan antara vapour crossover atau vaporiser untuk menyuplai gas kedalam tank untuk mengganti cairan LNG yang keluar.

2.3. Kerangka Pikir



Gambar 2. 3. Kerangka Pikir

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah didapatkan melalui suatu penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka penulis dapat menarik kesimpulan tentang menjaga tekanan *cargo tank* untuk mencegah terjadinya *venting* di kapal LNG/C SS. Tangguh Batur sebagai berikut :

5.1.1. Tekanan tangki muatan dapat menyebabkan *venting* apabila terjadi :

5.1.1.1. Tekanan didalam tangki muatan terus bertambah melebihi MARVS (*maximum allowable relieve valve setting*), yaitu pada kapal SS. Tangguh Batur adalah 25 kPa.

5.1.1.2. Perubahan *loading rate* secara tiba-tiba yang tidak segera ditangani.

5.1.1.3. Kurangnya *Suplai boil-off gas* ke *boiler*.

5.1.2. Upaya menjaga tekanan *cargo tank* sehingga *venting* dapat dicegah di kapal LNG/C SS. Tangguh Batur antara lain:

5.1.2.1. Memantau tekanan dengan teliti agar tidak menyentuh batas MARVS (*maximum allowable relieve valve setting*).

5.1.2.2. Meningkatkan koordinasi antara *crew* di atas *deck* dengan *crew* di dalam CCR agar tidak terjadi miskomunikasi.

5.1.2.3. Meningkatkan *gas burning* kapal agar konsumsi bahan bakar meningkat.

5.2. Saran

Sesuai permasalahan yang telah dibahas dalam skripsi ini, penulis ingin memberikan saran yang mungkin dapat bermanfaat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Adapun saran yang ingin penulis berikan, yaitu :

5.2.1. Tekanan tangki muatan yang menyebabkan *venting* dapat dicegah dengan cara :

5.2.1.1. Alangkah baiknya indikator I.A.S dan alarm dijaga dengan seksama sehingga tekanan di dalam *cargo tank* tidak melebihi batas yang ditentukan sebesar 25 kpa.

5.2.1.2. Akan lebih baik apabila perubahan *loading rate* secara bertahap sehingga tidak terjadi fluktuasi yang berlebihan didalam *cargo tank*.

5.2.1.3. Alangkah baiknya suplai *boil-off gas* ke *boiler* ditambah sehingga dapat mengurangi tekanan yang ada didalam tangki muatan.

5.2.2. Upaya menjaga tekanan *cargo tank* untuk mencegah terjadinya *venting* di kapal LNG/C SS. Tangguh Batur agar lebih optimal antara lain:

5.2.2.1. Akan lebih baik apabila kegiatan memuat berpedoman pada *loading checklist* dan *manual book* sehingga dapat meminimalisir terjadinya *venting*.

5.2.2.2. Akan lebih baik apabila dalam memberikan *order* diulang untuk memastikan crew yang berada diatas *deck* tidak salah

dalam melaksanakan perintah dan crew dibekali *piping diagram* pada saat *cargo meeting*.

- 5.2.2.3. Akan lebih baik apabila *gas burning* ditingkatkan dan secara berkala memonitor kinerja *high duty compressor*.



DAFTAR PUSTAKA

- Creswell, J. W. (2012). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. California: SAGE Publications Ltd.
- D.J. Eyres dan G.J. Bruce. (2012). *Ship construction*. Oxford: Elsevier.
- Engineering, D. S. (2010). *Cargo Operating Manual Tangguh Batur*. Bushan: Pentatech Co., LTD.
- Factor, I. H. (2017). *An Introduction to SHELL*.
- Gede Wibawa dan Winarsih . (2013). Plant Design of Cluster LNG (Liquefied Natural Gas) in Bukit Tua Well, Gresik. *JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, , 1*.
- Hikmawati, f. (2017). *Bimbingan Konseling*. Jakarta: Rajawali Pers.
- IMO. (2014). *SOLAS-International convention for the Safety of Life at Sea*.
- IMO-IGC. (2016). *IGC Code-International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gasses in Bulk*. London: International Maritime Organization.
- Lloyd, G. (2016). *Liquefied Gas Carriers*. Hamburg: germanischer Lloyd SE.
- Marc E dan Enright Jr. (2015). *Semi Membrane Tanks*.
- Mc Guire and White. (2016). *Liquefied Gas Handling Principles 4rd Edition*. London: Witherby.
- Mokhatab, S. (2014). *Handbook of Liquefied Natural Gas*. Amerika Serikat: Gulf Profesional publication.
- Moleong, l. (2018). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. bandung: PT Remaja Rosdakarya.

OCIMF, I. (2016). *International Safety Guide for Oil Tanker and Terminal*.

Wetherby Seamanship International.

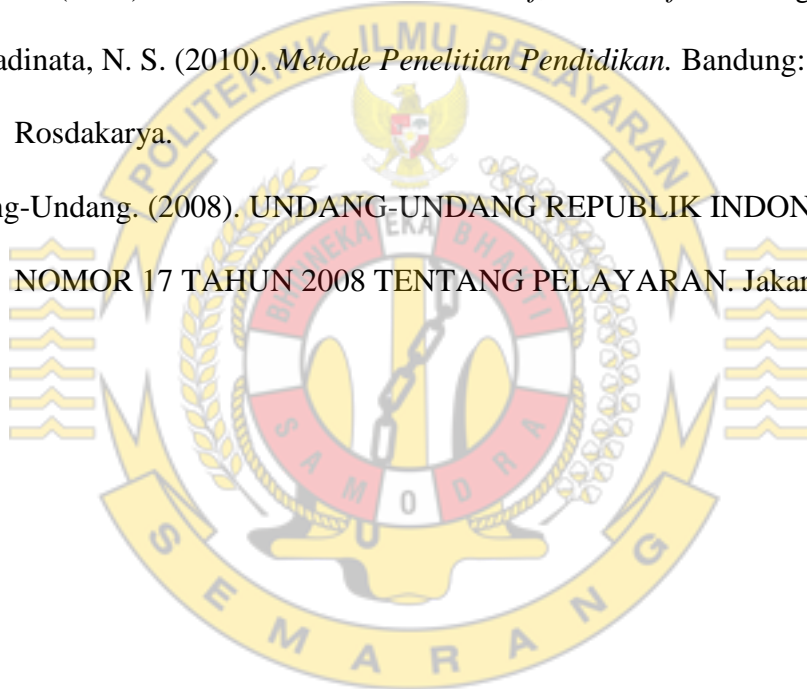
SIGTTO. (2018). *Ship/Shore Interface For LPG/Chemical Gas Carriers and Terminals*. Wetherby Seasmanship.

Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.

Sukmadinata, N. S. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Undang-Undang. (2008). UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 17 TAHUN 2008 TENTANG PELAYARAN. Jakarta.



DAFTAR LAMPIRAN

SHIP'S PARTICULARS

SHIP'S NAME	.....	TANGGUH BATUR		
OFF NO.	.....	394535		
IMO NO.	.....	9334284		
CALL SIGN	.....	9V7631		
MMSI NO.	.....	564 090 000		
NATIONALITY	.....	SINGAPORE		
PORT OF REGISTRY	.....	SINGAPORE		
OWNER	.....	LNG NORTH-SOUTH Shipping Company Limited 1 Harbourfront Place, #13-01 Harbourfront Tower One, Singapore 098633		
OPERATOR	.....	NYK Shipmanagement Pte Ltd. 1 HarbourFront Place, #15-01 HarbourFront Tower One Singapore 098633		
CHARTERER	.....	The Tangguh Production Sharing Contractors BP Berau Limited (Charterer's Representative)		
TYPE OF VESSEL	.....	LNG CARRIER		
PORT OF REGISTRY	.....	Singapore		
CALL SIGN	.....	9V7631		
OFFICIAL NO.	.....	394535		
IMO NO.	.....	9334284		
GROSS TONNAGE	.....	97432 Tons		
NET TONNAGE	.....	29230 Tons		
SUEZ CANAL ID	.....	T.B.A.		
SUEZ GROSS TONNAGE:	.....	99676.14 Tons		
SUEZ NET TONNAGE:	.....	85895.06 Tons		
SUMMER DEADWEIGHT	.....	77480.2 MT (IN USE)		
MULTIPLE DEADWEIGHT	.....	84979.6 MT (NOT IN USE)		
LIGHT WEIGHT	.....	30599.4 MT		
LENGTH	.....	LOA : 285.4 m LBP : 274.4 m		
BREADTH	.....	43.4 m		
HEIGHT OVERALL	.....	53.9 m		
SUMMER DRAFT	.....	11.80 m (IN USE)		
MULTIPLE SUMMER DRAF	.....	12.521 m (NOT IN USE)		
DEPTH	.....	26.0 m		
SERVICE SPEED	.....	19.5 KNOTS		
MAIN ENGINE	.....	Cross Compound Marine Steam Turbine K.H.I. UA 40		
CLASSIFICATION	.....	LR		
INMARSAT F-77 ID	.....	Telephone: +871 - 764 884 166 / 167 / 171 / 172 Fax: +871 - 764 884 168 IRIDIUM Telephone : +8816 318 300 41 Tel VoIP (Capt) : + 81 3 4579 5662, (W/H) : + 81 3 4578 1726		
E-MAIL	.....	master.9V7631@gtships.com		
BUILT AT	.....	D.S.M.E. Okpo , South Korea		
KEEL LAID / LAUNCH	.....	22nd January 2008. / 05th April 2008		
DELIVERED	.....	15th December 2008.		
CERTIFICATE		Issued at	Issued on	Valid until
SHIP'S NATIONALITY	.....	Singapore	15-Sep-2009	Permanent
TONNAGE CERTIFICATE	.....	Yokohama,Japan	10-Dec-2013	Permanent
SAFETY EQUIPMENT	.....	Yokohama,Japan	10-Dec-2013	14-Dec-2018
SAFETY CONSTRUCTION	.....	Yokohama,Japan	10-Dec-2013	14-Dec-2018
SAFETY RADIO	.....	Yokohama,Japan	10-Dec-2013	14-Dec-2018
LOAD LINE	.....	Yokohama,Japan	10-Dec-2013	14-Dec-2018
IOPP	.....	Yokohama,Japan	10-Dec-2013	14-Dec-2018
SSCEC (Deratting)	.....	Panjang,Indonesia	18-Nov-2015	18-May-2016
DOCUMENT OF COMPLIAN	.....	Tokyo, Japan	13-Jun-2012	11-Jun-2017

Sumber : SS. Tangguh Batur

Lampiran 1. 1. *Ship particular*

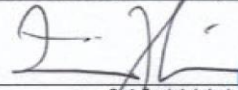
IMO CREW LIST

1. Name of Vessel				2. Port of Arrival		3. Date of Arrival		Page No. 1 / 1	
TANGGUH BATUR				Bontang, Indonesia		10-Dec-2019			
4. Nationality of Ship				5. Port Arrived From					
SINGAPORE				Gwangyang, South Korea					
7. No.	8. Family Name,	Given Name	Middle name	9. Rank	10. Nationality	11. Date & Place of Birth		6. Passport No.	
1	Jurkovic	Zvonimir		Master	Croatian	14/12/1977	Split		105065336
2	Kurniawan	Asep	Dadang	C/O	Indonesian	22/08/1975	Majalengka		B9909979
3	Hartanto	Igit	Bayu	Jr.C/O	Indonesian	26/07/1983	Surabaya		B5986915
4	Wibowo	Susetyo		2/O	Indonesian	28/06/1991	Bandung		C5112389
5	Djagad	Danang Setioto	Pangabdi Hayuning	3/O	Indonesian	24/06/1992	Banyuwangi		B4566280
6	Boskovic	Josip		C/E	Croatian	01/09/1955	Dubrovnik		010630972
7	Wikrema	Erlis	Thio	1/E	Indonesian	02/05/1986	Pekalongan		B4278296
8	Saputra	Arditya	Eka	CGO/E	Indonesian	06/09/1986	Semarang		B6185881
9	Pasarella	Dony	Adham	2/E	Indonesian	16/07/1985	Wonosobo		B7035634
10	Febriharto	Mefakhiruzzaman		3/E	Indonesian	05/02/1992	Bangkalan		B4562667
11	Irawan	Nur		E/E	Indonesian	08/08/1979	Bogor		B9990695
12	Rachmat			BSN	Indonesian	25/07/1973	Sukabumi		B3691980
13	Kadir	Jasman		AB (A)	Indonesian	20/07/1973	Balo Balo		C3718519
14	Arifin	Bustorul		AB (B)	Indonesian	01/11/1983	Jakarta		C0760470
15	Salam			AB (C)	Indonesian	04/04/1974	Gresik		C4678787
16	Bachri	Zainul		AB (D)	Indonesian	30/06/1978	Bangkalan		B8285512
17	Laindi	Harsidi	Bin	AB (E)	Indonesian	18/12/1961	Jakarta		B8532645
18	Sufriady			AB (F)	Indonesian	15/09/1979	Maros		B4369386
19	Awafi			OS	Indonesian	25/08/1981	Bangkalan		C3749645
20	Simarmata	Ermantus		FTR	Indonesian	22/12/1961	Medan		B5891439
21	Mulyono			OLR (A)	Indonesian	07/09/1977	Pontianak		C0253346
22	Hermansyah			OLR (B)	Indonesian	01/07/1981	Bogor		B5497338
23	Ridwan	Muhammad		OLR (C)	Indonesian	08/01/1985	Maluku		C1473445
24	Samuel	Evert		OLR (D)	Indonesian	28/09/1985	Bogor		B8572762
25	Susyanto			OLR (E)	Indonesian	02/11/1978	Tegal		B2733952
26	Pratama	Frodi	Ardi	WIPER	Indonesian	06/04/1991	Rembang		B9192018
27	Ismail			C/CK	Indonesian	16/01/1973	Bangkalan		B8553703
28	Rio	Falkoni		2/CK (A)	Indonesian	12/09/1981	Jakarta		C1473124
29	Ukip	Mohammad		2/CK (B)	Indonesian	22/06/1973	Bangkalan		B7609187
30	Fathorrozi			MMAN	Indonesian	27/08/1986	Bangkalan		B7935191
31	Gaetama	Riyang		D/CDT	Indonesian	18/12/1998	Purworejo		C0104845
32	Purwanto	Stevanus	Fardian Arusea	D/CDT	Indonesian	29/06/1998	Bandung		C0105543
33	Mahardika	Pandu	Riski	E/CDT	Indonesian	14/08/1998	Semarang		C0104747
34	Akbar	Adhitya	Andika	Ovip CGO/E	Indonesian	29/10/1987	Jakarta		X429350
35	Prayoga	Arlendho	Gagah	App 3/E	Indonesian	26/01/1997	Klaten		B3324724

12. Date and signature by Master, Authorized Agent or Office.

Date : 10-Dec-2019

Signed by:


 Capt. Zvonimir Jurkovic
 Master of "Tangguh Batur"


Sumber : SS. Tangguh Batur

Lampiran 1. 2. Crew list

Lampiran 1. 3. Wawancara

Cuplikan catatan lapangan hasil wawancara peneliti dengan *Master* di SS.

Tangguh Batur yang dilaksanakan peneliti pada saat melaksanakan praktek laut.

Teknik	: Wawancara
Peneliti/ <i>Deck cadet</i>	: Riyang Gaetama
Nahkoda/ <i>Captain</i>	: Zvonimir Jurkovic (Croatian)
Tempat, Tanggal	: Anjungan, 27 Desember 2019

1. *How long had you been a captain on LNG carrier?*

Jawab : *I became a captain since 2012 on LNG Jupiter NYK group company, but my experience as a seafarer almost 20 years. First time I joint on container vessel as a cadet then I start my job as third officer on LNG carrier.*

2. *What is the meaning of venting according to you Captain?*

Jawab : *In my side, venting is the last option to safe the vessel. This way is to release the LNG vapour to atmosphere through vent mast. First step, when the cargo tank pressure increase until 23 KpA venting will be happened, all alarms will raise. Then automaticly the vapour in cargo tank will be release to vent mast number 1. And if the pressure still increase until 25 KpA, vapour will be released to each vent mast on each cargo tank.*

3. *When you are the captain, do you have experience venting happened on board?*

Jawab : *Since 2012 I became a captain on LNG vessel I never have experience about venting automaticly happened. But on some ships I have*

experience about some failure or some errors happened then the alarm of venting sounded. Also on this ship yesterday when the alarm happened on board because of some errors.

4. Why venting can be happened ?

Jawab : Normally venting can be happened because the pressure of cargo tanks raise to more than 23 KpA. This can be happened because LNG evaporate become a vapour, if this happen continuously it will increase cargo tank pressure. also if the boiler trip.

5. How is the way to prevent venting happened on board?

Jawab : To prevent venting we can transfer or send the BOG or vapour to boiler in engine room using HD compressor. This vapour will be used as fuel to move the vessel, and we can increase our RPM of speed more higher, so the consumption of vapour can be more consumptive so we don't need to dump the BOG from boiler. That's why our vessel cannot moving so slow.

6. What is the effect if the venting happened?

Jawab : Venting is the last option to save the vessel, but venting is prohibited especially in port. Because vapour of LNG is dangerous material to the atmosphere and if the vapour of LNG with the huge amount release to atmosphere, it will destroy the ozon and that is very dangerous.



Captain

Zeljko Jurkovic

Cuplikan catatan lapangan hasil wawancara peneliti dengan *Chief Officer* di SS. Tangguh Batur yang dilaksanakan peneliti pada saat melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Peneliti/*Deck cadet* : Riyang Gaetama

Chief officer : Andhi Noldi S.

Tempat, Tanggal : *Cargo Control Room*, 27 Desember 2019

1. Sudah berapa lama chief bekerja sebagai *chief officer* di kapal LNG ?

Jawab : Saya bekerja sebagai *chief officer* di kapal sudah hampir 3 tahun kontrak, itu dimulai 2016 pada awal tahun. saya selalu bekerja di kapal ini dan kapal Tangguh Towuti karena *sister ship*nya.

2. Apakah pengertian *venting* menurut *chief officer*?

Jawab : Menurut saya *venting* adalah rilisnya *vapour* ke atmosfer atau udara bebas melalui *vent mast* dikarenakan tekanan pada kargo tank yang sudah melebihi batas aman, dalam kapal ini yaitu 23 KpA dan ini adalah satu-satunya atau jalan terakhir untuk menyelamatkan kapal dan sebisa mungkin *venting* tidak dilakukan kecuali sangat mendesak.

3. Apakah sebelumnya *chief officer* pernah mengalami *venting* di kapal ?

Jawab : Saya pribadi sebagai *chief officer* belum pernah mengalami membuang *vapour* ke atmosfer melalui *vent mast* secara langsung. Dikarena hal ini dilarang dan sangat berbahaya untuk lingkungan.

4. Menurut *chief officer* mengapa *venting* dapat terjadi ?

Jawab : Masalah kemarin saya rasa itu juga masalah yang cukup jarang ya,

karena kemarin adalah masalah yang bisa dibilang cukup crucial karena berkaitan dengan venting dikapal kita, itu dikarenakan alarm pada omicron alarm berbunyi menandakan *extreamly high alarm* dan angka pada indicator pun menunjukkan uap gas kita naik, dan hamper menyentuh 23 KpA. Pada saat kegiatan memuat muatan berupa LNG pada tanggal 16 Oktober 2019 terminal Tangguh meminta untuk menaikkan *rate loading* dari 5.000 m³/h menjadi 7.500 m³/h. Hal ini berdampak pada pengiriman *liquid* kedalam *cargo tank* menjadi bergejolak dikarenakan pihak kapal tidak mengurangi pembukaan *liquid filling valve* sehingga *liquid* yang turun kedalam tangki muatan bergejolak layaknya jika kita membuka kran air pada ember menjadi lebih besar secara tiba-tiba. Tentu saja jika hal ini berkaitan dengan gas yang sesungguhnya dan dalam arti alarm tidak eror pasti venting sudah terjadi dan itu sangat berbahaya. Tetapi untuk venting sendiri bisa terjadi dikarenakan *pressure* pada *cargo tank* naik secara signifikan dan terus bertambah, sehingga jika tekanan *vapour* pada tangka muatan tidak dirilis maka tangka muatan bisa rusak dan bahkan bisa meledak. Hal ini dikarenakan LNG menguap yang bisa disebabkan oleh beberapa factor diantaranya gerakan kapal *rolling* maupun *pitching* dan atau karena boiler kamar mesin terjadi masalah atau trip.

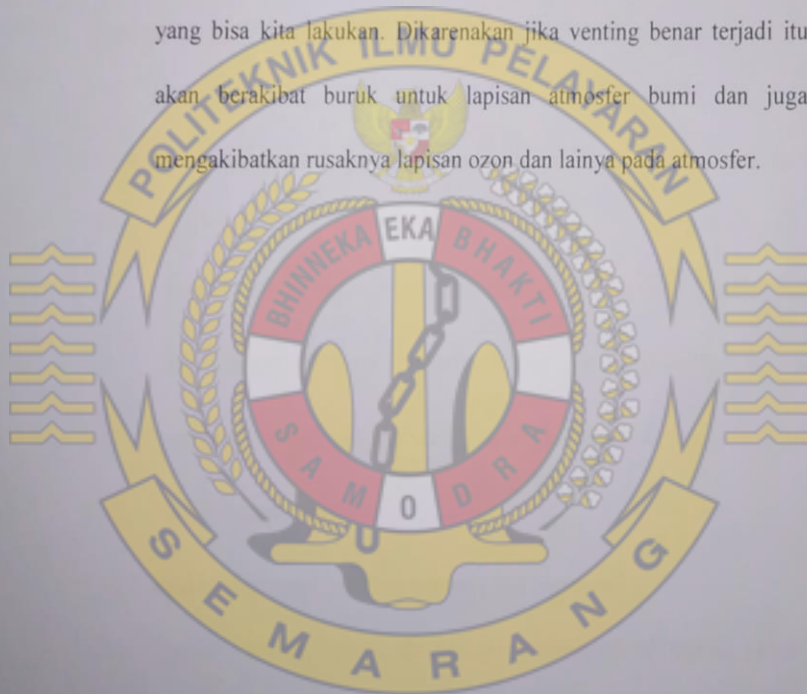
5. Bagaimana tindakan *chief officer* pada masalah venting yang terjadi waktu itu?

Jawab : seperti tindakan pada umumnya, kita harus menambah atau increase send gas flow ke boiler kalau kita mengirim gas flow ke boiler kita bisa

melakukan dump, sedangkan jika sedang berlayar dan kita tidak ingin melakukan dump kita bias menambah rpm kapal kita agar konsumsi gas atau vapor meningkat. Sehingga uap berlebih pada cargo tank bisa dikirim ke ruang mesin.

6. Apakah efek jika venting benar-benar terjadi dikapal menurut chief officer ?

Jawab : Venting sangatlah dilarang dilakukan atau bahkan itu usaha terahir yang bisa kita lakukan. Dikarenakan jika venting benar terjadi itu pasti akan berakibat buruk untuk lapisan atmosfer bumi dan juga bisa mengakibatkan rusaknya lapisan ozon dan lainya pada atmosfer.



Cuplikan catatan lapangan hasil wawancara peneliti dengan *Gas Engineer* di SS. Tangguh Batur yang dilaksanakan peneliti pada saat melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Peneliti/*Deck cadet* : Riyang Gaetama

Gas engineer : Niko Wiratmo

Tempat, Tanggal : *Cargo Control Room*, 27 Desember 2019

1. Sudah berapa lama bass Niko bekerja sebagai gas engineer bekerja dikapal LNG ?

Jawab : Saya sebagai gas engineer dikapal LNG sudah 2 kontrak, sehingga bisa dihitung 1 tahun menjabat sebagai gas engineer dan selama saya menjabat sebagai gas engineer saya selalu bekerja di kapal Tangguh batur dan Tangguh Towuti

2. Apakah pengertian venting menurut *gas engineer*?

Jawab : Menurut pengetahuan saya, venting adalah sebuah proses untuk menyelamatkan cargo tank atau kapal yang disebabkan naiknya pressure pada cargo tank atau bertambahnya vapour yang menyebabkan tekanan cargo tank naik dan jalan terahir jika tekanan menyentuh 23 KpA adalah venting. Atau gas dilepaskan melalui vent mast ke atmosphere.

3. Apakah sebelumnya *Gas Engineer* pernah mengalami venting di kapal?

Jawab : Sampai saat ini saya belum pernah benar-benar melepaskan gas ke

atmosfer dikarenakan hal itu dilarang, kalau masalah tentang venting yang saya alami adalah saat kemarin terjadi masalah pada sensor omicron atau independent alarm kapal yang menyebabkan alarm harus aktifnya M.A.R.V.S dan itu sangat berbahaya jika terjadi venting

4. Menurut *Gas Engineer* mengapa venting dapat terjadi ?

Jawab : Sepengetahuan saya, venting bisa terjadi faktor utamanya ialah tekanan didalam cargo tank yang berlebih. Sedangkan tekanan dalam cargo tank bisa naik apabila LNG berubah menjadi vapour yang bisa disebabkan oleh guncangan akibat gerakan kapal yang extream, suhu muatan naik dan kurang dikirinya BOG ke ruang mesin atau boiler sehingga vapour dalam tank selalu bertambah.

5. Bagaimana tindakan *Gas Engineer* pada masalah venting yang terjadi waktu itu?

Jawab : Sebagai gas engineer tentu saja saya bekerja harus berkoordinasi dengan chief officer sehingga saya menganalisis loading computer saat alarm pada omnicron tangki nomer 1 terjadi, kita berkoordinasi dengan masinis jaga untuk mengirim lebih banyak vapour ke boiler untuk digunakan. Dan kita request ke nahkoda untuk menambah RPM kapal sehingga gas yang digunakan bisa lebih banyak. Dan walaupun gas yang kita kirim ke ruang mesin masih terlalu banyak daripada kebutuhan kapal, maka mereka akan melakukan dump gas.

6. Apakah efek jika venting benar-benar terjadi menurut *Gas Engineer*?

Jawab : Venting dapat berakibat fatal, sesuai *Cargo Operating Manual*

dan *company policy* pun venting dilarang dilakukan apabila bukan jalan terahir. Karena venting berbahaya bagi atmosfer bumi dan termasuk ke dalam pencemaran udara.



Lampiran 1. 4. Observasi

Berdasarkan Cargo Operating Manual DSME (68:2010) venting metana ke atmosfer menimbulkan bahaya polusi yang merusak lingkungan. Proses ini melepaskan gas yang mudah terbakar dengan resiko api dan ledakan. Hal ini sangatlah berbahaya apabila ada badai listrik di sekitarnya. Tindakan ini harus dihindari jika memang mungkin, kecuali jika tekanan dalam tangki muatan terlalu besar. Hal ini lebih disarankan untuk melepaskan gas melalui *vent mast* yang ada dibagian depan daripada membuka katup pengaman tangki (*tank safety valves*).

Menurut Ethimios E. Mitropoulusr (2016:102) sistem venting dibutuhkan untuk memenuhi regulasi SOLAS. Dibutuhkan untuk mencapai keselamatan dikapal tanker dan bermaksud agar kapal dirawat dengan seharusnya. Untuk memfasilitasi pengurangan uap hidrokarbon ke atmosfer, sistem venting boleh dilakukan untuk melepas *vapour* (uap) yang mana dengan kecepatan yang rendah, jauh tinggi dari corong pelarnya sedangkan pada kecepatan yang tinggi dari sebuah katup kecepatan tinggi (*high velocity valve*) lebih dekat ke deck (geladak). Hal tersebut memfasilitasi pengurangan uap karbon di atmosfer dari deck kapal tanker.

1. Tangki muatan kelebihan tekanan dan kekurangan tekanan (*tank over-pressurisation and Under-Pressurisation*)

Over pressurisation dari muatan dikarenakan kompresi ruang *ullage* oleh pelepasan uap yang kurang atau dikarenakan *overflowing*. Sedangkan *Under-Pressurisation* disebabkan oleh tidak ditambahkan *inert gas* atau udara

kedalam tangki pada saat muatan dibongkar. Hasil dari kelebihan ataupun kekurangan tekanan pada *cargo tank* dapat mengakibatkan deformasi serius atau kegagalan yang besar pada struktur tangki muatan yang dapat secara serius mempengaruhi integritas struktural kapal dan dapat mengakibatkan kebakaran, ledakan, dan polusi.

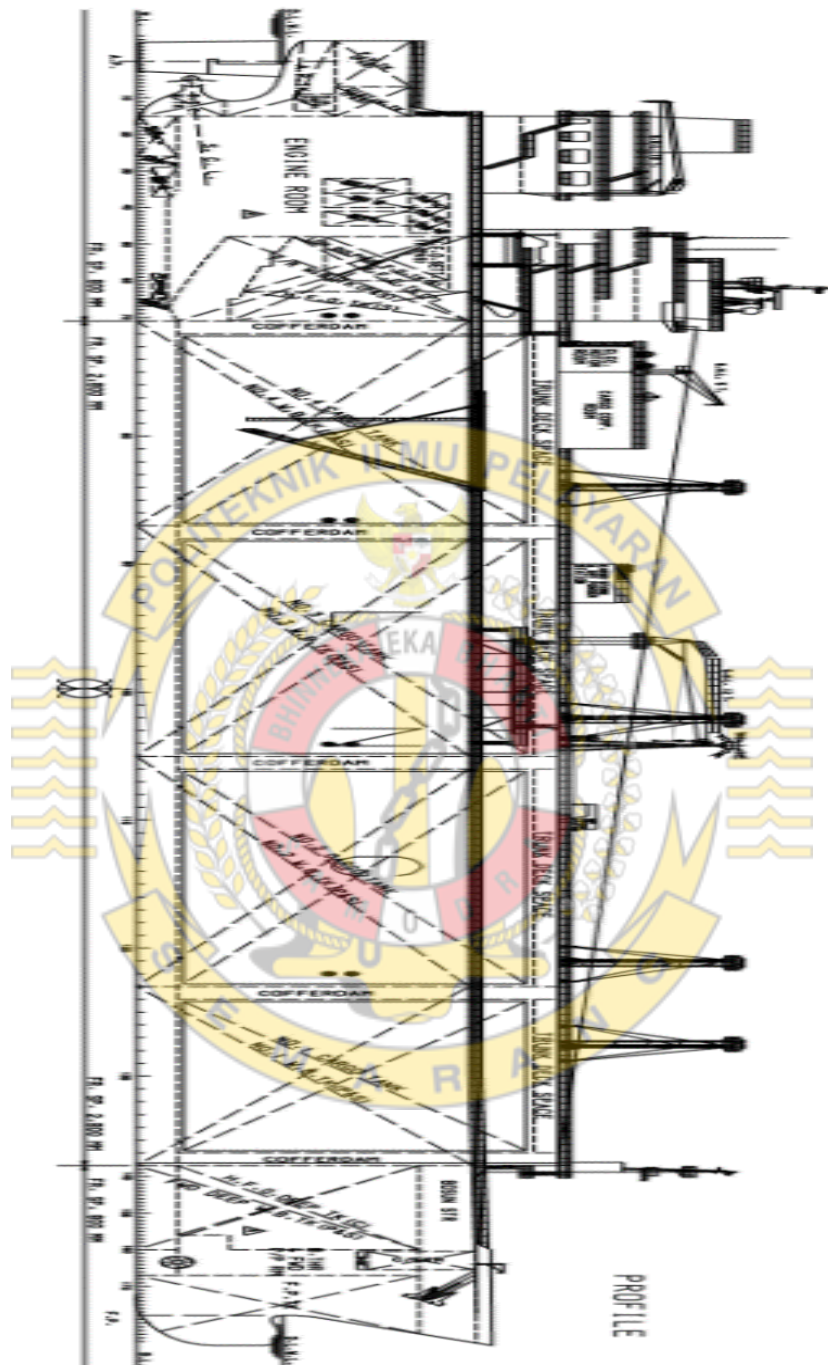
Untuk menghindari *tank over-pressurisation and Under-Pressurisation* pemilik atau operator harus memberikan pertimbangan yang serius terhadap perangkat perlindungan yang sesuai sebagai berikut:

- 1.1. Masing-masing sensor tekanan dengan alarm untuk setiap tangki.
- 1.2. Masing-masing alat untuk merilis tekanan pada setiap tangki.

2. Penyebab *tank over-pressurisation*

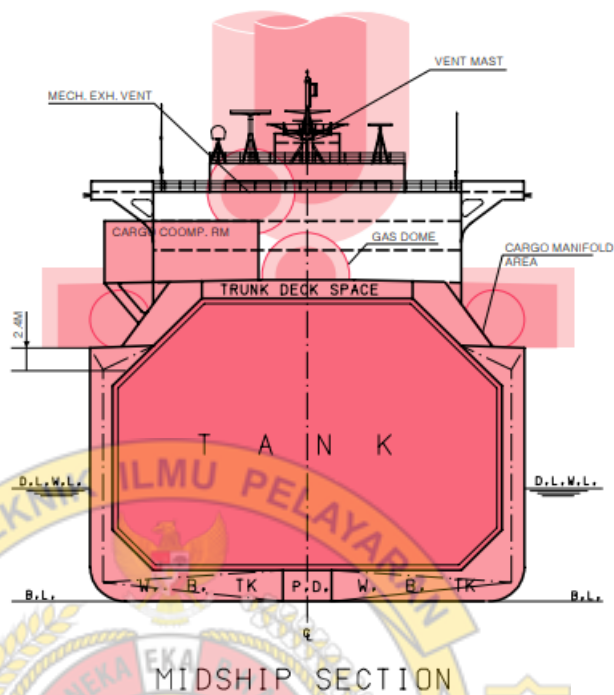
Kelebihan tekanan biasanya terjadi ketika loading ataupun internal transfer. Hal ini dapat disebabkan oleh :

- 2.1. *Overfilling* tangki muatan
- 2.2. Pengaturan yang salah dari uap (*vapour*) tangki atau *isolating valve* inert gas ke *vapour line* atau *inert gas line*.
- 2.3. Kegagalan katup venting atau katup kecepatan tinggi (*high velocity valve*)
- 2.4. Memuat LNG ke tangki melebihi kapasitas maksimum venting
- 2.5. Terbentuknya es pada lubang venting
- 2.6. Adanya halangan pada *vapour line* dikarenakan adanya lilin atau *wax* dan residu.



Sumber : *Cargo Operating Manual* (2010)

Lampiran 1. 6. General arrangement kapal Tangguh Baturr



Sumber : *Cargo Operating Manual* (2010:61)

Lampiran 1. 7. *Cargo tank* tampak midship



Sumber : Dokumentasi pribadi (2019)

Lampiran 1. 8. Memonitor tekanan *cargo tank*



Sumber : Dokumentasi pribadi (2019)

Lampiran 1. 9. Cargo plan saat venting hampir terjadi di SS. Tangguh Batur

Methane/LNG

Appearance	Colourless	SYNONYMS Carburetted hydrogen Firedamp Hydrogen bicarbide Liquefied natural gas LNG Marsh-gas Methyl hydride MTH
Odour	Very faint, nearly odourless	
UN Number	1972/1971	
MFAG Table	620	

The Main Hazard
FLAMMABLE

EMERGENCY PROCEDURES

Fire	STOP GAS SUPPLY. Do not extinguish flame until gas or liquid supply has been shut off, to avoid possibility of explosive re-ignition. Extinguish with dry powder, halon or carbon dioxide. Cool tanks and surrounding areas with water spray.
Liquid in eye	DO NOT DELAY. Flood eye gently with clean fresh water. Force eye open if necessary. Do not rub affected area. Continue washing for at least 15 minutes. Obtain medical advice or assistance as soon as possible.
Liquid on skin	DO NOT DELAY. Remove contaminated clothing. Flood affected area with water. Handle patient gently. Do not rub affected area. Immerse frost-bitten area in warm water until thawed. Obtain medical advice or assistance as soon as possible.
Vapour inhaled	REMOVE VICTIM TO FRESH AIR. Remove contaminated clothing. If breathing has stopped or is weak or irregular, give mouth to mouth/nose resuscitation or oxygen, as necessary. Obtain medical advice or assistance as soon as possible.
Spillage	STOP THE FLOW. Avoid contact with liquid or vapour. Extinguish sources of ignition. Flood with large amounts of water to disperse the spill, and to prevent brittle fracture. Inform port authorities or coastguard of spill.

22

Health Data

TLV 1000 ppm Odour threshold 200 ppm
Asphyxiant

Effect of liquid	ON EYES Tissue damage due to frost-bite. ON SKIN Tissue damage due to frost-bite. BY SKIN ABSORPTION Not absorbed through skin. BY INGESTION Not pertinent. No hazard in normal industrial use.	Personal protection	Protective clothing covering all parts of the body, gloves, boots, goggles or face shield, all insulated against cold temperature attack.
Effect of vapour	ON EYES No hazard in normal industrial use. May be tissue damage due to frost-bite. ON SKIN No hazard in normal industrial use. May be tissue damage due to frost-bite. WHEN INHALED <i>Acute effect</i> Vapour has narcotic effect. Because of very rapid evaporation rate, there is possibility of total air replacement and danger of asphyxiation. <i>Chronic effect</i> No chronic effect known.		

ICS TANKER SAFETY GUIDE (LIQUEFIED GAS) DATA SHEET

125

Sumber : MSDS metana (2010)

Lampiran 1. 10. MSDS Methane main hazard

Methane/LNG

Fire and Explosion Data

Flashpoint -175°C approx.

Auto-ignition Temperature
595°C.

Flammable Limits
5-16% by volume.

Explosion Hazards

Vapour can form a flammable mixture with air which, if ignited, may release explosive force causing structural damage.

Chemical Data

Formula CH₄.

Chemical Family Hydrocarbon.

Reactivity Data

Water, fresh or salt No dangerous reaction; may freeze to form ice or hydrates.

Other liquids or gases
Dangerous reaction possible with chlorine.

Air No reaction.

Physical Data

Boiling Point at Atmospheric Pressure -161°C.

Coefficient of Cubic Expansion
0.0026 per °C at -165°C.

Enthalpy (KJ/Kg)

Liquid 29.3 at -165°C 285.5 at -100°C.
Vapour 545.1 at -165°C 588.3 at -100°C.

Vapour Pressure Bar (A)
See graph in Figure A1.2.

Freezing Point -182°C.

Latent Heat of Vaporisation (KJ/Kg)

See graph in Figure A1.2.

Specific Gravity See graph in Figure A1.2.

Relative Vapour Density
0.55.

Electrostatic Generation

Molecular Weight
16.04Kg/kmole.

Conditions of Carriage

Normal Carriage Condition
Fully refrigerated.

Control of Vapour within Cargo Tank
Fully inerted with zero oxygen content.

Vapour Detection
Flammable.

Ship Type 2G.

Gauging Closed or indirect.

Independent Tank required No.

Materials of Construction

Unsuitable Mild steel.

Suitable Stainless steel, aluminium, copper, 9% or 36% nickel steel.

Notes and special requirements

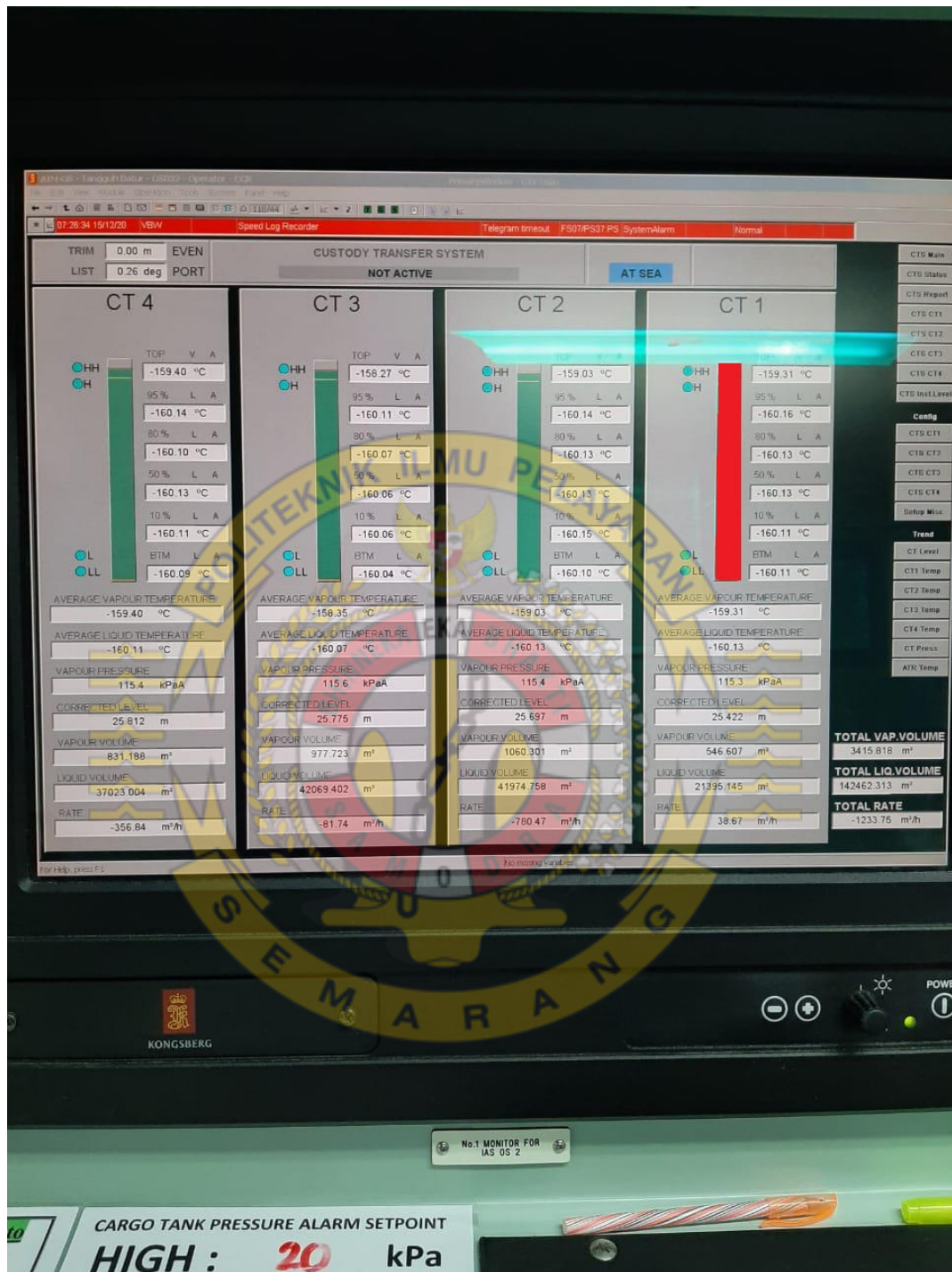
1 Liquefied natural gas is a hydrocarbon mixture, mainly of methane but with small quantities of ethane, propane, butane and nitrogen. Always obtain shipper's advice, and refer to relevant data sheet for hazards of a specific mixture.

126

ICS TANKER SAFETY GUIDE (LIQUEFIED GAS) DATA SHEET

Sumber : MSDS metana (2010)

Lampiran 1. 11. Material safety data ship



Sumber : Dokumentasi pribadi (2019)

Lampiran 1. 12. IAS error menunjukkan venting

TOPPING OFF TABLE / LOADING RATE 9000 M3/h / 122865 M3 INCLUDING CT No.1 950 M3							
	CT 4		CT 3		CT 2		COB
	37211		42352		42352		BALANCE
10 MIN NOTICE TO RUMP DOWN	35577	24.336 m	40951	24.761 m	41159	24.944 m	118637
10 m		500		500		500	4178
REDUCE TO 7500	36077	24.826 m	41451	25.206 m	41659	25.396 m	120137
10 m		416		416		416	2678
REDUCE TO 5000	36493	25.249 m	41867	25.590 m	42075	25.786 m	121385
10 m		277		277		277	1430
REDUCE TO 2500	36770	25.539 m	42144	25.852 m	42352	26.053 m	122216
10 m		208		208			599
REDUCE TO 1100	36978	25.762 m	42352	26.054 m	42352		122632
10 m		183					183
STOP LAST SHORE PUMP	37161	25.962 m	42352		42352		122815
AFTER DRAINING	37211	26.017 m	42352		42352		122865
VH	37284	26.098 m	42395	26.095 m	42395	26.094 m	
EH	37473	26.311 m	42610	26.308 m	42610	26.308	
LAST 50 M3 WILL BE DRAINED TO CT No.4 (TOTAL CARGO WILL BE 122865 M3)							

Sumber : SS. Tangguh Batur (2019)

Lampiran 1. 13. *Topping Off Table*

LINE COOL DOWN RECORD Voy. No. : 19TT14 Date : 21-Nov-19 Port : Tangguh

	1327	1345	1400	1415	1430	1445	1470	1515	1730	1745	1800
TANK PRESS.	16.9	16.9	15.2	13.2	12.6	11.9	12.5	13.2	13.0	12.9	13.3
GAS FLOW L/D OP(%)	1450	1442	1435	1454	1437	1441	1454	1456	1485	1457	1459
X-OVER TEMP A / F	34 / 30	34 / 30	35 / 32	36 / 33	35 / 33	34 / 32	32 / 33	7 / 36	-21 / -37	-36 / -43	-58 / -73
HEADER TEMP A / F	30 / 33	30 / 33	29 / 32	29 / 33	29 / 33	29 / 33	27 / 33	0 / 2	13 / 12	-30 / 13	-49 / -14
X-OVER PRESS	15	15	13.6	11.9	11.9	10.5	11.4	65.7	198	185	195
SPRAY PRESS											
PUMP Amp.											
Disch.Press											
SPRAY RETURN											
SPRAY PUMP LOAD											

1737 finish referensi

LINE COOL DOWN RECORD Voy. 19TT14 Date 21-Nov-19 Port Tangguh

	1815	1830	1850							
TANK PRESS	13.3	13.2	13.2							
GAS FLOW L/D OP(%)	1515	1458	1460							
X-OVER TEMP A / F	-62 / -76	-68 / -76	-74.5 / -76							
HEADER TEMP A / F	-83 / -76	-84 / -76	-74.5 / -76							
X-OVER PRESS	242	223	225							
SPRAY PRESS										
PUMP Amp.										
Disch.Press										
SPRAY RETURN										
SPRAY PUMP LOAD										

% 

Sumber : Dokumentasi pribadi (2019)
Lampiran 1. 14. Manual Line Cooldown Record

BP Beras Ltd
 13.6 Form/Checklist 006-Ship/Shore Safety Check List LNG
 Tangguh Operations Terminal

TANGGUH LNG
The Ship/Shore Safety Check-List

Ship Name : TANGGUH BATUK
 Berth : LNG JETTY NO. 1
 Date of Arrival : 21-22 NOVEMBER 2019

Port : Tangguh LNG Terminal
 Time of Arrival : 11.48 LT

The safety of operations requires that all questions should be answered affirmatively by clearly ticking (V) the appropriate box. If an affirmative answer is not possible, the reason is given and an agreement reached upon appropriate precautions to be taken between the ship and terminal. Where any question is considered to be not applicable, then a note to that effect should be inserted in the remarks column.

A box in the column "ship" and "terminal" indicates that checks should be carried out by the party concerned.
 The presence of the letters A, P or R in the column "Code" indicates the following:
 A - any procedures and agreements should be in writing in the remarks column of this check list or other mutually acceptable form. In either case, the signature of both parties should be required.
 P - in the case of negative answer, the operation should not be carried out without the permission of the Port Authority.
 R - indicates items to be re-check at intervals not exceeding that agreed in the declaration.

Part 'A' - Bulk Liquid General - Physical Checks

Bulk Liquid - General	Ship	Code	Terminal	Remarks
1. There is safe access between the ship and shore	Yes			
2. The ship is securely moored.	Yes		R	Shore Gangway
3. The agreed ship/shore communication system is operative.	Yes		R	
4. Emergency Towing-off pennants are correctly rigged and positioned.	Yes	A	R	System: SSL Telp. 4200 to SWR Backup System: VHF 12, UHF 30
5. The ship's fire hoses and fire-fighting equipment are positioned and ready for immediate use.	Yes		R	
6. The terminal's fire-fighting equipment is positioned and ready for immediate use.	Yes		R	
7. The ship's cargo and bunker hoses, pipelines and manifolds are in good conditions, properly rigged and appropriate for the service intended.	Yes		R	
8. The terminal's cargo and bunker hoses or arms are in good conditions, properly rigged and appropriate for the service intended.	Yes		R	
9. The cargo transfer system is sufficiently isolated and drained to allow safe removal of blank flanges prior to connection.	Yes		R	
10. Scuppers and live-alls on board are effectively plugged and drip trays are in position and empty.	Yes		R	
11. Temporarily removed scupper plugs will be constantly monitored.	Yes		R	
12. Shore spill containment and sumps are correctly managed.	Yes		R	

Doc. No. 100 PRC-OP-7001
 VERSION 4.0 Date: 19.10.08
 ALL PAPER COPIES ARE UNCONTROLLED
 THE CONTROLLED VERSION OF THIS DOCUMENT IS ON THE ELECTRONIC FILE AT TERMINAL OPERATION DEPARTMENT

Page 135 of 163

Sumber : Dokumentasi pribadi (2019)

Lampiran 1. 15. Ship-Shore Safety Checklist

LOADING CARGO LOG							
LOADING PORT		Tangeuh LNG				renew all fields	
VOY.NO.		19/TB/09					
DATE		16-17/10/2019					
			NO.1TANK	NO.2TANK	NO.3TANK	NO.4TANK	TOTAL
Quantity at Initial CTM	M3		21,8	64,9	732,9	93,2	912,825
Quantity at Slow Down	M3		20360,0	41360,0	41360,0	36260,0	139340,0
Quantity at Finish Loading	M3		21591,0	42346,0	42358,0	37205,0	143500,0
15:00 HRS	Level	m	0,19	0,07	0,48	0,03	
	VOLUME	M3	133,7	104,6	693,5	34,7	966,5
	BALLANCE	M3	21457,3	42241,4	41664,5	37170,3	142533,5
	Loaded	M3	111,8	39,7	39,3	58,5	8940,0
	RATE	M3/h	-	-	-	-	-
	Estimate S/D	HRS	-	-	-	-	-
16:00 HRS	Level	m	0,82	0,38	0,72	0,66	
	VOLUME	M3	579,3	543,0	1045,6	834,1	3002,0
	BALLANCE	M3	21011,7	41803,0	41312,4	36370,9	140498,0
	Loaded	M3	557,5	478,1	312,7	740,9	2089,2
	RATE	M3/h	445,7	438,4	352,1	799,5	2035,5
	Required RATE		295,3	609,4	607,9	528,9	
	Estimate S/D	HRS	12:23	13:06	10:30	12:18	10:58
17:00 HRS	Level	m	1,88	1,53	1,82	1,81	
	VOLUME	M3	1395,4	2274,2	2718,4	2375,7	8763,7
	BALLANCE	M3	20195,6	40071,3	39639,6	34829,3	134736,3
	Loaded	M3	1373,6	2209,3	1985,5	2282,5	7850,9
	RATE	M3/h	816,1	1731,3	1672,8	1541,6	5761,7
	Required RATE		836,8	1724,7	1705,1	1495,2	
	Estimate S/D	HRS	16:14	15:34	16:06	14:58	15:39
18:00 HRS	Level	m	3,12	3,15	3,37	3,36	
	VOLUME	M3	2443,9	4910,9	5278,7	4631,8	17265,3
	BALLANCE	M3	19147,1	37486,1	37079,3	32573,2	126234,7
	Loaded	M3	2422,1	4846,0	4545,8	4538,6	16352,5
	Estimate S/D	HRS	11:00	0:43	0:00	0:00	0:21
19:00 HRS	Level	m	4,40	4,75	4,92	4,92	
	VOLUME	M3	3622,4	7715,9	8002,9	7036,1	26377,3
	BALLANCE	M3	17968,6	34630,1	34355,1	30168,9	117122,7
	Loaded	M3	3600,6	7651,0	7270,0	6942,8	25464,4
	RATE	M3/h	1178,5	2805,0	2724,2	2404,2	9111,9
	Required RATE		1350,1	2713,8	2690,7	2357,3	
	Estimate S/D	HRS	09:12	06:59	07:14	07:09	07:23
20:00 HRS	Level	m	6,07	6,30	6,44	6,28	
	VOLUME	M3	5173,08	10450,94	10689,13	9152,79	35465,9
	BALLANCE	M3	16417,9	31895,1	31668,9	28052,2	108034,1
	Loaded	M3	5151,3	10386,0	9956,3	9059,6	34553,1
	RATE	M3/h	1550,7	2735,0	2686,3	2116,7	9088,7
	Required RATE		1328,8	2704,5	2683,6	2371,8	
	Estimate S/D	HRS	05:47	07:18	07:25	08:48	07:25
21:00 HRS	Level	m	7,85	7,86	7,96	7,59	
	VOLUME	M3	6815,6	13170,1	13364,8	11187,3	44537,9
	BALLANCE	M3	14775,4	29175,9	28993,2	26017,7	98962,1
	Loaded	M3	6793,8	13105,2	12631,9	11094,1	43625,0
	RATE	M3/h	1642,5	2719,2	2675,7	2034,5	9071,9
	Required RATE		1296,1	2697,6	2678,9	2399,3	
	Estimate S/D	HRS	05:14	07:22	07:27	09:19	07:27
22:00 HRS	Level	m	9,43	9,43	9,51	8,93	
	VOLUME	M3	8289,2	15961,6	16109,3	13266,9	53627,0
	BALLANCE	M3	13301,8	26384,4	26248,7	23938,1	89873,1
	Loaded	M3	8267,4	15906,7	15276,4	12126,6	51377,1

Sumber : SS. Tangeuh Batur (2019)

Lampiran 1. 16. Loading cargo log



Sumber : *Cargo operating manual* (2010)

Lampiran 1. 17. Kapal *LNG/C SS. Tangguh Batur*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama Lengkap : Riyang Gaetama
2. Tempat / Tanggal Lahir : Purworejo, 18 Desember 1998
3. NIT : 531611106012 N
4. Alamat Asal : Dk. Sambiroto Rt.01 Rw.01 Ds.Tegalkuning Kec.
Banyuurip Kab. Purworejo
5. Agama : Islam
6. Jenis Kelamin : Laki-Laki
7. Golongan Darah : O
8. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Israwan
 - b. Ibu : Tuginem
 - c. Alamat : Ds.Tegalkuning Kec. Banyuurip Kab. Purworejo
9. Riwayat Pendidikan
 - a. SD : SD Negeri Tegalkuning, Tahun (2004-2010)
 - b. SMP : SMP Negeri 9 Purworejo, Tahun (2010-2013)
 - c. SMA : SMA Negeri 7 Purworejo, Tahun (2013-2016)
 - d. Perguruan Tinggi : PIP Semarang, Tahun (2016-2021)
10. Pengalaman Praktek Laut
 - a. Perusahaan Pelayaran : PT. Nyk Shipmanagement
 - b. Nama Kapal : MV. Iris Leader & SS. Tangguh Batur
 - c. Masa Layar : 04 Oktober 2018 - 14 Januari 2020