



METEOR STIP MARUNDA

ISSN : 1979 – 4746

EISSN : 2685 - 4775

JURNAL PENELITIAN ILMIAH

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

Analisis Penanganan Pemuatan LNG Di Atas Kapal PGN FSRU Lampung Untuk Mencegah Kecelakaan Di Atas Kapal

Petra Zaitinalvi Hernst Lontoh, Eka Budi Tjahjono, Suhartini

Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta
Jalan Marunda Makmur No.1 Cilincing, Jakarta Utara 14150

Abstrak

LNG merupakan salah satu energi yang sedang aktif di eksplorasi saat ini. Liquefied Natural Gas (LNG) diartikan sebagai gas alam yang dicairkan dengan proses pendinginan pada temperature yang sangat rendah atau yang disebut cryogenic temperature yaitu -160 OC (-260 OF) pada tekanan 1 atm, berwujud cairan bening tidak berwarna dan tidak beracun.

Tujuan dari pencairan LNG adalah untuk mencapai tinggi efisiensi pengangkutan dan penyimpanan (Loading & Storage), dengan lakukan pencairan dengan cara mendinginkan LNG kita mendapatkan perbandingan volume 1:600. Kita mendapatkan 1 cuft LNG jika mencairkan Natural Gas sebanyak 600 cuft. Komposisi utama dari LNG adalah Methane juga terdapat pula komposisi lain dalam presentasi yang lebih kecil yaitu Ethane, Propane, Butane, Pentane, dan sebagian kecil Nitrogen. LNG termasuk sebagai muatan yang sangat berbahaya dan termasuk dalam kelas dua pada klasifikasi muatan berbahaya sehingga di butuhkan keterampilan dan pengetahuan khusus serta penanganan yang baik oleh awak kapal yang mengoperasikan sarana di atas kapal. Di tahun-tahun sebelum pemakaian gas alam sebagai sumber energi masih belum terlalu mendapat perhatian yang cukup di karenakan kurang tersedianya sarana penangkutan, penyimpanan, serta pengelolaan yang memadai. Namun dengan perkembangan teknologi dan perkembangan angkutan laut di masa sekarang khusus nya dalam penanganan LNG, pengangkutan LNG menggunakan kapal laut merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk memindahkan dalam skala yang besar dan aman. Kapal LNG adalah kapal yang di desain dengan karakter khusus sesuai dengan standar IGC CODE. Proses transportasi muatan LNG tentu tidak lepas dengan proses pemuatan yang ada di atas kapal, masih banyak terdapatnya kekurangan dalam proses penanganan dan pengendalian tekanan tanki muatan sebagai bagian dari proses pemuatan diatas kapal dengan cara pemaksimalan instrumen pengendalian tekanan tanki yang sudah ada. Instrumen yang akan di bahas adalah penggunaan *Gas Combustion Unit (GCU)* dan *BOG Recondenser* yang pada pelaksanaannya di atas kapal FSRU masih ditemukan belum maksimal digunakan, mengingat peran penting dari kapal FSRU yang mengambil peran sebagai terminal pada saat proses pemuatan dengan metode *ship to ship cargo transfer*. Pada akhirnya hasil penelitian ini akan tercipta suatu tujuan memperlancar pelaksanaan *loading* dengan metode *ship to ship cargo transfer* tidak mengalami keterlambatan dan dapat dipertanggungjawabkan serta diambil suatu kesimpulan ataupun sebagai evaluasi untuk referensi.

Copyright ©2022, METEOR STIP MARUNDA, ISSN : 1979-4746, eISSN : 2685-4775

Kata Kunci: Liquefied Natural Gas (LNG), Instrumen penanganan tanki, suhu dan tekanan tanki muatan

Abstract

LNG is one of the energies that is currently being actively explored. Liquefied Natural Gas (LNG) is defined as natural gas which is liquefied by a cooling process at very low temperatures or what is called a cryogenic temperature, namely -160 OC (-260 OF) at 1 atm pressure, in the form of a clear, colorless and non-toxic liquid.

The purpose of LNG liquefaction is to achieve high transport and storage (Loading & Storage) efficiency, by liquefaction by

cooling LNG we get a volume ratio of 1:600. We get 1 cuft of LNG if we liquefy 600 cuft of Natural Gas. The main composition of LNG is Methane, there are also other compositions in a smaller presentation, namely Ethane, Propane, Butane, Pentane, and a small part of Nitrogen. LNG is included as a very dangerous cargo and is included in class two in the classification of dangerous cargo so it requires special skills and knowledge as well as good handling by the crew who operate the facilities on board. In the years before the use of natural gas as an energy source, it still did not receive sufficient attention due to the lack of adequate means of transportation, storage, and management. However, with the development of technology and the development of sea transportation today, especially in handling LNG, LNG transportation by ship is one of the most effective ways to move it on a large scale and safely. LNG ships are ships designed with special characters in accordance with IGC CODE standards. The process of transporting LNG cargo is certainly not separated from the loading process on board, there are still many deficiencies in the process of handling and controlling cargo tank pressure as part of the loading process on board by maximizing existing tank pressure control instruments. The instruments that will be discussed are the use of the Gas Combustion Unit (GCU) and BOG Recondenser which in practice aboard the FSRU ship were found not to be used optimally, given the important role of the FSRU ship which takes on the role of a terminal during the loading process using the ship to ship cargo method. transfer. In the end, the results of this research will create a goal to facilitate the implementation of loading with the ship-to-ship cargo transfer method, which does not experience delays and can be accounted for, and conclusions can be drawn or as an evaluation for reference.

Copyright ©2022, METEOR STIP MARUNDA, ISSN : 1979-4746, eISSN : 2685-4775

Keywords: Liquefied Natural Gas (LNG), tank handling instruments, cargo tank temperature and pressure

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini peningkatan jaringan distribusi gas alam melalui terminal penerimaan LNG memiliki peran yang cukup penting dalam membantu kemajuan industri. Setelah di ambil dari terminal LNG melalui proses pengangkutan ke tempat yang akan di tuju kemudian akan di ubah kembali menjadi gas di terminal regasifikasi. Setelah itu akan di salurkan ke pemukiman, bisnis, dan industri di mana nantinya akan di bakar untuk di jadikan sumber energi. LNG menawarkan kepadatan energi yang sebanding dengan bahan bakar petrol dan diesel dan menghasilkan polusi yang lebih sedikit, tetapi biaya produksi yang relatif tinggi.

HOEGH LNG bekerja sama dengan PT. Perusahaan Gas Negara , tbk menjadikan PGN FRU LAMPUNG sebagai salah satu kapal penampungan sekaligus sarana regasifikasi LNG yang beroperasi di laut Panjang , Lampung sebagai kapal *Floating Storage Regasification Unit* (FSRU). Pemuatan dilakukan dengan proses *Ship To Ship* (STS) dengan menggunakan Flexible Hose dan pembongkaran dengan proses regasifikasi. Seringkali terjadi kendala-kendala yang menyebabkan lamanya proses cooling down yang harus dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan pemuatan LNG.

Selama pengangkutan dan penyimpanan di kapal dari pelabuhan muat ke pelabuhan bongkar, ataupun sebaliknya, dalam pelayaran, gas alam cair (LNG) yang ada di dalam tangki muatan akan mengalami

penguapan atau evaporasi. Uap dari muatan ini disebut *Boil off gas* (BOG). Pada prinsipnya, penguapan gas alam ini, bisa terjadi secara alami yang diakibatkan karena faktor alam, cuaca, dan bisa karena proses cooling down cargo tanks and line ataupun dengan proses *forcing vaporizer*.

Pemanfaatan *boil off gas* ini bisa dimaksimalkan sebagai bahan bakar pengganti minyak, atau paling tidak bisa mengurangi pemakaian bahan bakar minyak. Namun, kadang kala kita menghadapi beberapa kendala yang mengakibatkan kurang maksimalnya pemanfaatan *boil off gas* ini,. Selain itu juga ada beberapa peralatan pendukungnya tidak bekerja dengan baik atau tidak digunakan secara maksimal. Seperti penggunaan *Gas Combustion Unit* yang tidak di maksimalkan kapasitasnya sehingga mempengaruhi proses penanganan tekanan tanki yang terjadi pada saat proses pemuatan di atas kapal, juga dapat di kondensasikan *boil off gas* yang dihasilkan kembali ke bentuk cair melalui *BOG Recondenser* pada saat proses regasifikasi yang dapat dilakukan di atas kapal PGN FSRU LAMPUNG. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

Rumusan Masalah:

1. Mengapa penggunaan *GCU* & *BOG Recondenser* untuk menurunkan tekanan tanki di

atas kapal belum mencapai sesuai dengan batas maksimal?

2. Mengapa masih terjadi penurunan suhu tanki yang terlalu cepat yang mengakibatkan kenaikan tekanan tanki yang signifikan?

II. PENGERTIAN / DEFINISI OPERASIONAL

1. Pengertian Gas Alam Cair

LNG-Liquefied Natural Gas, menurut buku Gas Tankers Familiarizations Level for STCW course adalah gas yang secara alami ada di dalam bumi. Terutama LNG mengandung Metana, tetapi juga mengandung Etana, Propana, dan Butana dll. Sekitar 95% dari semua LNG diangkut melalui pipa dari ladang gas ke pantai, misalnya, pipa gas dari ladang minyak di Laut Utara dan hingga Italia dan Spanyol. Operator gas mengangkut 5% sisanya. Kapan LNG diangkut dengan pengangkut gas, ROB dan didih dari kargo adalah dimanfaatkan sebagai bahan bakar penggerak kapal. Pabrik pendingin kargo untuk ukuran besar

2. Pemuatan dan pembongkaran muatan LNG

Dalam prakteknya, pemuatan dan bongkar muat LNG dijalankan sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan dan disepakati oleh technical operator, owner, dan charterer. Dari kesepakatan yang ditentukan maka dibuatlah langkah-langkah pemuatan dan bongkar muat dalam manual di atas kapal. Sesuai dengan *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and Terminal Fourth Edition* (2016), prosedur muat bongkar LNG yang terjadi adalah :

- a. *Preparation for loading/discharging*
Persiapan-persiapan sebelum memuat atau bongkar muat LNG dilakukan sesuai manual dan prosedur yang ada di atas kapal.
- b. *Cargo lines and cargo tanks cool down*
Pendinginan pipa-pipa serta jalur masuknya muatan ke dalam tanki.
- c. *To load cargo with vapour return to LNG/C*
Melaksanakan pemuatan LNG sekaligus

membuang uap LNG dalam tanki ke pelabuhan.

d. *De-Ballasting*

Saat kegiatan memuat maupun bongkar muat, pembuangan air ballast juga dilakukan untuk mengatur trim dan list kapal.

e. *Preparation for connecting and disconnecting flexible hoses*

Persiapan-persiapan menghubungkan flexible hose dari kapal FSRU ke kapal pengangkut LNG.

3. **Tanggung Jawab proses bongkar dan memuat muatan** Dalam ISGOTT (*International Safety Guide for Oil Tanker and Terminal*) Edisi ke-6 (2020) *Appendix A* menjelaskan bahwa perwakilan terminal (*Terminal Representative*) adalah yang bertanggung jawab atas kelancaran dan keamanan bongkar muat. Apabila hal ini dihubungkan dengan proses pemasangan dan penanganan tekanan muatan serta yang bertanggung jawab atas kelancaran dan keamanan dalam proses pemasangan adalah perwakilan dari pihak terminal yaitu *Loading Master*.
4. **Pendinginan Ruang Muat (Tank Cooling Down)**

Menurut Bambang Sumali (2021:2) sistem pendingin muatan berfungsi mengubah muatan dalam tanki berbentuk uap kembali menjadi bentuk cair (*the charge cooling system functions to change the charge in a vapor-shaped tank back into a liquid form*). Prosedur pendinginan normal dilakukan secara bertahap dengan memasukkan cairan kargo LNG ke dalam tanki baik melalui *Spray Line*, jika terpasang di kapal,

atau melalui *Cargo Loading Lines*. Uap yang dihasilkan oleh penguapan yang terjadi dapat dibawa ke darat atau ditangani dalam sarana penanganan di atas kapal. Saat tangki kargo mendingin, kontraksi termal tangki dikombinasikan dengan penurunan suhu di sekitarnya cenderung menyebabkan penurunan tekanan di ruang palka dan di *Interbarrier Spaces*, akan tetapi jika dilakukan terlalu cepat atau dengan pengawasan yang kurang maka dapat terjadi peningkatan tekanan akibat penguapan dari LNG yang terlalu cepat akibat pertemuan perbedaan suhu yang signifikan. Biasanya, sistem kontrol tekanan yang berfungsi untuk menyerap uap yang dihasilkan disesuaikan untuk mencegah situasi bahaya akan tetapi pengawasan harus selalu dilakukan pada instrumen yang bekerja saat proses pendinginan berlangsung. Pendinginan harus dilanjutkan sampai penguapan hilang dan cairan mulai terbentuk di bagian bawah tangki kargo. Ini bisa dilihat dari sensor suhu. Perbedaan suhu aktual tergantung pada ukuran tangki kargo dan posisi *Spray Nozzle* yang di gunakan. **5.**

Tujuan penanganan tekanan tanki di atas kapal

Menurut Bambang Sumali (2021:2) Temperatur yang tinggi pada beban dapat meningkatkan tekanan di dalam tangki sehingga melebihi batas tekanan yang ditentukan (*High temperatures on the load can increase the pressure in the tank so that it exceeds the specified pressure limit*). Tekanan tanki yang di hasilkan dari penguapan muatan LNG akan berbahaya jika tidak di

tanggulangi atau dikendalikan, maka dari itu di atas kapal LNG di lengkapi dengan sarana yang mampu memanfaatkan hasil dari penguapan muatan LNG, adapun tujuan dari penanganan kenaikan tekanan tanki yang di hasilkan oleh penguapan dari muatan LNG sesuai dengan *Cargo Handling Manual PGN FSRU LAMPUNG (Part 4.2 : Gas Management System)* adalah :

- a. Kontrol tekanan tanki.
- b. Kontrol bahan bakar secara keseluruhan.
- c. Kontrol suplai bahan bakar ke mesin bahan bakar ganda sesuai dengan tuntutan.
- d. Kontrol suplai bahan bakar ke GCU sesuai dengan tekanan tanki dan tuntutan.
- e. Pasokan gas ke regas rekondenser sesuai tanki tekanan.
- f. Mencegah terjadinya *Venting*.

5. Sarana penanganan tekanan tanki muatan

Akan tetapi ada perbedaan pada kapal sebagai pengangkut LNG pada umumnya dengan kapal yang bisa di fungsikan sebagai kapal pengangkut LNG juga sebagai FSRU (*Floating Storage Regasification Unit*),berikut akan di sebutkan alat-alat yang digunakan sebagai sarana penanganan tekanan tanki di atas kapal yang bisa di gunakan sebagai pengangkut LNG dan FSRU sesuai dengan *Cargo Handling Manual PGN FSRU LAMPUNG (Part 4.2 : Gas Management System)*

a. Boil Off Gas Recondenser

Alat ini dirancang untuk memungkinkan *BOG* dibawa ke dalam kontak dengan LNG yang akan memasuki proses regasifikasi untuk dikondensasikan kembali menjadi liquid karena adanya pertukaran panas yang di hasilkan didalamnya.

- b. Mesin utama kapal

Mesin utama kapal yang di gunakan di atas kapal PGN FSRU LAMPUNG adalah tipe Dual Fuel Diesel Electric (DFDE), secara umum adalah mesin 4 tak, akan tetapi diadaptasikan untuk dapat membakar BOG atau gas akibat penguapan yang menjadi gas alam digunakan ssebagai bahan bakar.

c. *Gas Combustion Unit (GCU)*

Tujuan dari unit pembakaran gas (*Gas Combustion Unit (GCU)*) adalah untuk membakar kargo atau *BOG* yang dihasilkan dengan aman. Dirancang untuk membakar BOG dengan nyala api percontohan (*Marine Gas Oil(MGO)*) sesuai kebutuhan.

d. Boiler

Boiler dapat memanfaatkan sisa ketersediaan gas dan menggunakannya untuk memproduksi uap.

III. METODE PENELITIAN

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan penulis ketika melaksanakan praktek laut (prala) selama dua belas bulan terhitung tanggal 28 Agustus 2020 (*Sign On*) sampai dengan 10 Agustus 2021 (*Sign Off*). Selama menjalani praktek kerja nyata atau praktek laut, penulis melakukan pendekatan yang berupa pembelajaran di atas kapal dan membantu perwira di atas kapal

2. Metodologi Pendekatan

Menurut Sugiyono (2019:2) Metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dengan kegunaan tertentu. Dari pengertian diatas penulis menarik kesimpulan bahwa data tersebut dapat dapat digunakan untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah. Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti dalam pembahasan masalah adalah kualitatif. Oleh karena itu didalam pembahasan, penulis berusaha memaparkan tentang semua hasil yang telah didapat mengenai objek yang diteliti dengan metode deskriptif.

3. Sumber Data

Pada penelitian ini penulis akan memberikan berbagai macam data yang bersifat kualitatif yang bersumber dari responden, baik secara lisan maupun secara tulisan berkaitan dengan obyek yang penulis pelajari. Berbagai macam sumber data yang penulis pergunakan pada saat penyusunan skripsi adalah sebagai berikut : a. Data Primer

b. Data Sekunder

4. Teknik Pengumpulan Data

Penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data pada penelitian ini. Teknik pengumpulan data tersebut antara lain:

- a. Observasi
- b. Wawancara
- c. Studi Kepustakaan
- d. Dokumentasi

5. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data tergantung dari jenis penelitiannya.

Untuk penelitian yang digunakan penulis dalam karya ilmiah ini adalah deskripsi kualitatif yang menggunakan analisis diskriptif..

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Deskripsi Data

Kurang maksimalnya penggunaan sarana penanganan tekanan tanki di atas kapal saat proses pendinginan tangki muatan di atas kapal dideskripsikan dalam data sebagai hasil dari penelitian yang telah penulis lakukan selama praktek laut di kapal PGN FSRU LAMPUNG, adapun pendinginan tangki muatan yang dilakukan sebelum melakukan pemuatan dilakukan guna menghindari kejutan suhu pada struktur dalam tangki. Proses ini dilakukan dengan melakukan penyemprotan kedalam tangki muatan hingga suhu pada dasar tangki mencapai -130°C sebelum dilakukannya pemuatan. Penyemprotan cairan LNG dilakukan dengan

menggunakan spray nozzle pada setiap tangki muatan hingga mencapai suhu -130°C . Pendinginan tangki muatan sangat diperlukan sebagai awal dalam proses memuat muatan LNG untuk menghindari kerusakan pada konstruksi tangki muatan akibat menerima suhu yang terlalu dingin akibat kenaikan suhu tangki yang signifikan yang juga nantinya akan berdampak pada penanganan tekanan muatan di atas kapal, dengan peran sebagai FSRU kapal PGN FSRU LAMPUNG menyimpan LNG dengan kuota yang besar yang nanti akan di kirimkan ke darat dalam bentuk gas melalui proses regasifikasi.

4. Analisis Data

a. Tidak maksimalnya penggunaan GCU & BOG Recondenser untuk menurunkan tekanan tangki di atas kapal belum mencapai sesuai dengan batas maksimal sesuai dengan Manual Book.

Unit Pembakaran Gas (GCU) Ada berbagai metode untuk menangani BOG untuk meminimalkan pelepasan hidrokarbon ke atmosfer.

BOG Recondenser adalah sistem utama dalam control tekanan tangki, saat dalam mode FSRU, selain penggunaan BOG untuk ruang mesin, tekanan uap tangki dikendalikan dengan dikirim ke pabrik regas

BOG rekondensator melalui Low Duty Compressor No.1

dan No.2 After Cooler. BOG Recondensator dirancang untuk memungkinkan BOG dibawa ke dalam kontak dengan subcooled LNG untuk rekondensasi. Kurangnya pemaksimalan sarana ini tentu sangat berpengaruh pada proses bongkar muat

b. Terjadinya penurunan suhu tangki yang terlalu cepat yang mengakibatkan kenaikan tekanan tangki yang signifikan.

Selalu lakukan pengamatan pada perubahan penurunan suhu dalam tangki muatan. Pada saat kejadian didapatkan terjadinya penurunan suhu yang terlalu cepat. Saat itu penurunan suhu pada satu jam pertama mencapai 30°C dan penurunan suhu ini

terlalu cepat karena standar penurunan suhu yang normal berdasarkan petunjuk yang ada dalam manual book.

3. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Tidak maksimalnya penggunaan GCU & BOG Recondenser untuk menurunkan tekanan tangki di atas kapal belum mencapai sesuai dengan batas maksimal sesuai dengan Manual Book.

Terdapat beberapa cara untuk mengatasi permasalahan yang di dapat antara lain :

- 1) Penggunaan GCU dengan maksimal.
- 2) Permintaan regasifikasi dilakukan sebelum atau pada saat pemuatan guna membantu penurunan tekanan tangki muatan.

Melalui cara-cara diatas dapat membantu dan mencegah hal yang tidak diinginkan jika pada saat pelaksanaan proses bongkar muat di atas kapal terjadi lonjakan atau kenaikan suhu dan tekanan tangki yang signifikan. maka proses loading akan terus berjalan dan tidak mengalami keterlambatan.

b. Terjadi penurunan suhu tangki yang terlalu cepat yang mengakibatkan kenaikan tekanan tangki yang signifikan.

Kurangnya fokus serta pengawasan akan proses pendinginan tangki muatan dapat mengakibatkan banyak kerugian. Adapun beberapa alternative antara lain :

- 1) Melakukan familiarisasi kembali sebelum melakukan pemuatan untuk menghindari Human Error.
- 2) Memberikan pelatihan dan pembinaan lanjutan dalam bentuk in house training atau dilaksanakan dari diklat atau pelatihan dari luar.

4. Pemecahan Masalah

- a. **Tidak maksimalnya penggunaan GCU & BOG Recondenser untuk menurunkan tekanan tanki di atas kapal belum mencapai sesuai dengan batas maksimal sesuai dengan Manual Book.**

Sesuai dengan aturan yang ada di dalam manual book dengan penggunaan GCU pada tingkat yang maksimal pada saat yang di butuhkan tentu merupakan solusi yang paling efisien, dengan konsumsi tidak melebihi dari yang sudah ditentukan, maka penggunaan instrumen ini sangatlah berpengaruh besar. Dengan adanya permintaan regasifikasi untuk penggunaan BOG Recondener yang dapat membantu pengendalian tekanan tanki muatan LNG maka pengendalian tekanan tanki di atas kapal PGN FSRU LAMPUNG sangatlah mungkin untuk dapat di maksimalkan kembali

- b. **Terjadi penurunan suhu tanki yang terlalu cepat yang mengakibatkan kenaikan tekanan tanki yang signifikan.**

Sesuai dengan analisa data dan dari alternatif

pemecahan masalah yang telah dibahas sebelumnya, maka pada kejadian kedua ini yang dipilih sebagai solusi terbaik adalah dengan cara melakukan familiarisasi kembali untuk perwira diatas kapal dengan menggunakan simulator pengoperasian muatan yang telah disediakan dari pihak kantor untuk meminimalisir kesalahan pengoperasian yang nantinya akan berdampak merugikan waktu dan penggunaan muatan maupun akan keselamatan kerja kru di atas kapal.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan penjabaran yang telah penulis kemukakan sebelumnya, maka penulis dapat menarik kesimpulan mengapa masalah ini dapat terjadi antara lain sebagai berikut :

- a. **Tidak maksimalnya penggunaan GCU & BOG Recondenser untuk menurunkan tekanan tanki di atas kapal belum mencapai batas maksimal sesuai dengan Manual Book.**

Dengan dilakukan analisa oleh penulis bahwa masih di dapatkan penggunaan instrumen pengendalian tekanan tanki yang belum maksimal sesuai dengan manual book dan kententuannya. Pada pelaksanaan diatas kapal dengan penggunaan pada angka 3600-4000 kg/h yang seharusnya dapat masih dimaksimalkan lagi pada angka 4975 kg/h tentu dapat membantu akan pelaksanaan penanganan tekanan tanki diatas kapal PGN FSRU LAMPUNG yang nantinya membantu juga pada proses pemuatan di atas kapal.

- b. **Terjadinya penurunan suhu tanki muatan yang terlalu cepat yang mengakibatkan kenaikan tekanan tanki yang signifikan.**

Setelah dilakukan analisa bahwa pelaksanaan pendinginan tanki muatan yang terjadi di atas kapal masih didapati terlalu cepatnya penurunan suhu tanki muatan di atas kapal yang nantinya berdampak pada kenaikan tekanan tanki muatan berbanding lurus dengan suhu tanki muatan yang akan menyebabkan perwira di atas kapal untuk harus melakukan kembali proses pendinginan tekanan tanki muatan, dengan dilakukannya kembali proses pendinginan tanki muatan maka akan ada kerugian yang di timbulkan berupa kerugian waktu yang berpotensi terjadinya Demurrage dan juga kerugian muatan yang ada.

2. Saran

Dari beberapa kesimpulan diatas, maka penulis memberikan saran untuk permasalahan-permasalahan yang ada sebagai berikut :

- a. Saran untuk pihak kapal.

- 1) Sebaiknya kepada semua perwira jaga diatas kapal yang bertanggung jawab atas proses penanganan tekanan tanki muatan LNG diatas kapal agar dapat memahami dan dapat memaksimalkan fungsi GCU dan BOG Recondenser sebagai sarana penanganan tekanan tanki.
 - 2) Sebaiknya perwira jaga yang sedang berdinam jaga di atas kapal agar hendaknya lebih peduli dan lebih fokus terhadap jalannya proses pendinginan tanki muatan yang sedang berlangsung.
 - 3) Sebaiknya melakukan pelatihan dan pemahaman lebih lanjut akan instrumen yang biasa digunakan diatas kapal kepada perwira diatas kapal.
- b. Saran untuk pihak perusahaan.
- 1) Sebaiknya mengadakan simulasi atau pun familiarisasi kembali terhadap jalannya proses penanganan muatan LNG terlebih pada saat proses pendinginan tanki muatan yang dapat dilakukan dengan simulator yang ada di atas kapal ataupun dengan pelatihan dari diklat pelatihan.
 - 2) Sebaiknya seleksi penerimaan perwira dilakukan secara ketat dan harus memiliki pengalaman secara khusus terhadap muatan LNG.
- [1] International Maritime Organization. 2012. *International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code Vol.2.*
 - [2] International Group of Liquefied Natural Gas Importers. 2017. *LNG Custody Transfer Handbook.* France.
 - [3] McGuire and White. 2016. *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminal.* 4th Edition Great Britain : Witherby & Co Ltd.
 - [4] HOEGH LNG Fleet Management. *GCU Operator Training.* John Zink Hamworthy Combustion. 2016 HOEGH LNG. *PGN FSRU LAMPUNG Cargo Operation Manual*
 - [5] IMO No : 9629524 / Issue / 2015
 - [6] SIGTTO. *Operation Guidelines for Ship to Ship LNG Transfer First edition.* London: Witherby Publishing Group Ltd, 2011
 - [7] Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran. 2019. Keputusan Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran. *Tentang Penetapan Buku Pedoman Penulisan Skripsi Program Diploma IV Program Studi Nautika, Teknik, dan Ketatalaksanaan Angkatan Laut & Kepelabuhanan pada Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.* Jakarta.
https://en.wikipedia.org/wiki/LNG_carrier diakses pada tanggal 12 Februari 2022
 - [8] Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
 - [9] Sumali, Bambang. April Gunawan. Larsen Barasa. Rika Desy. 2021. *Effect Of Compressor Cargo Suction Pressure And Tank Pressure On The Length Of The Reliquefaction Process On Lpg/C Griya Borneo.* Jakarta : STIP Jakarta.
 - [10] Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D.* Bandung. Alfabeta.

DAFTAR PUSTAKA