

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan pustaka

Untuk mendukung pembahasan mengenai penanganan bongkar muat *gas methane CH₄* di *LNG/C* Tangguh Palung, maka perlu diketahui dan dijelaskan beberapa teori penunjang yang penulis ambil dari beberapa sumber pustaka yang berkaitan dengan pembahasan skripsi ini sehingga dapat lebih menyempurnakan penulisan skripsi tersebut.

1. Penanganan Muatan

Menurut Arso Martopo dan Soegiyanto dalam bukunya “Penanganan Muatan” (2001:07), *stowage* atau penataan muatan merupakan suatu istilah dalam kecakapan pelaut, yaitu suatu pengetahuan tentang memuat dan membongkar muatan dari dan ke atas kapal tentang jenis-jenis muatan, perencanaan pemuatan, sifat serta kualitas barang yang akan dimuat, perawatan muatan, penggunaan alat-alat pemuatan, dan ketentuan-ketentuan yang lain yang menyangkut masalah keselamatan kapal dan muatan.

Menurut Keputusan Menteri Perhubungan No. 33 Tahun 2001 pasal 1 ayat 22, kegiatan bongkar muat adalah barang dari dan atau ke kapal meliputi kegiatan pembongkaran barang dari palka kapal ke atas dermaga di lambung kapal atau sebaliknya.

Pelaksanaan kegiatan bongkar muat dibagi dalam 3 (tiga) kegiatan yaitu :

a. *Stevedoring*

Stevedoring adalah pekerjaan membongkar baran dari kapal ke dermaga/tongkang/truk atau memuat barang dari dermaga/tongkang /truk ke dalam kapal sampai dengan tersusun ke dalam palka kapal dengan menggunakan derek kapal atau derek darat atau alat bongkar lainnya. Kegiatan ini dilaksanakan oleh Perusahaan Bonkar Muat (PBM).

b. *Cargodoring*

Cargodoring adalah pekerjaan melepaskan barang dari tali/jala-jala di dermaga dan mengangkut dari dermaga ke gudang/lapangan penumpukan kemudian selanjutnya disusun di gudang/lapangan penumpukan atau sebaliknya. Kegiatan ini dilaksanakan oleh Perusahaan Bongkar Muat (PBM).

c. *Receiving/Delivery*

Receiving/Delivery adalah pekerjaan memindahkan barang dari tempat-tempat penumpukan di gudang/lapangan penumpukan dan menyerahkan sapai tersusun di atas kendaraan di pintu gerbang/lapangan penumpukan atau sebaliknya. Kegiatan ini dilakukan oleh Perusahaan Bongkar Muat (PBM) (R. P. Suyono , 2008: 310).

2. *Liquified Natural Gas (LNG)*

Liquified Natural Gas (LNG) adalah gas alam cair yang telah diproses untuk menghilangkan ketidakmurnian dan hidrokarbon berat dan kemudian dikondensasi menjadi cairan pada tekan atmosfer dengan

mendinginkannya sekitar -160°C . *LNG* ditransportasi menggunakan kendaraan yang dirancang khusus dan ditaruh dalam tangki yang juga dirancang khusus. *LNG* memiliki isi sekitar 1/600 dari gas alam pada suhu dan tekanan standar, membuatnya lebih hemat untuk ditransportasi jarak jauh di mana jalur pipa tidak ada. Ketika memindahkan gas alam dengan jalur pipa bawah laut tidak memungkinkan atau tidak ekonomis, dia dapat ditransportasi oleh kendaraan *LNG*, dimana kebanyakan jenis tangki adalah *membrane* atau *moss*.

Menurut *International Chamber of Shipping*, (2000, 125 – 127)

berikut ini adalah sifat-sifat atau karakteristik muatan *LNG* :

- a. *LNG* mempunyai suhu yang rendah yaitu di bawah -161°C (*Boiling Point at Atmospheric Pressure*).
- b. Suhu yang dapat terbakar -175°C (*Flashpoint*).
- c. *LNG* tidak berwarna dan tidak berbau.
- d. *LNG* yang mudah terbakar adalah dalam bentuk gas yang mempunyai konsentrasi 5% sampai dengan 16% dengan udara (*Flammable Limits* 5%-16%).
- e. *LNG* bila dibakar menghasilkan nilai panas yang lebih besar dari bahan bakar minyak dan sisa hasil pembakarannya adalah bersih, dalam arti tidak menimbulkan polusi udara.
- f. Mempunyai daya hantar listrik yang rendah.
- g. Jika terjadi kebocoran, *LNG* akan menguap dengan cepat dan akan menghasilkan asap berwarna putih.

- h. Membeku menjadi es bila suhu telah mencapai $- 182^{\circ}\text{C}$ (*Freezing Point*).
 - i. Dalam proses reaksi pembakarannya dibutuhkan reaksi dengan oksigen (O_2).
 - j. *Density LNG* nilainya setengah dari *density* air. (*Relative Vapour Density* 0.55).
 - k. Sifat gas yang di keluarkan mudah terbakar (*Vapour Detection Flammable*).
 - l. Bila terkena air baik air tawar atau air asin reaksi tidak berbahaya hanya akan membeku menjadi es, bila terkontaminasi dengan *chlorine* akan terjadi reaksi yang membahayakan dan tidak bereaksi di udara bebas.
 - m. Akan terjadi reaksi ledakan tanpa adanya gangguan eksternal (*Self Ignition*) apabila bila temperaturnya mencapai 595°C (*Auto Ignition Temperature*).
4. Bahaya Muatan Gas Alam Cair

Dalam Undang-undang No.17 Tahun 2008 pasal 46, pengangkutan barang berbahaya dan barang khusus sebagaimana yg dimaksud, wajib memenuhi persyaratan keselamatan sesuai dengan peraturan dan standar, baik nasional maupun internasional bagi kapal khusus pengangkut barang berbahaya.

Semua kapal tanker gas telah dirancang sedemikian rupa sehingga pada pengoperasian normal, personil / sumber daya manusia tidak akan

menghadapi bahaya dari produk yang sedang diangkut. Hal ini bisa tercapai apabila kapal dan perlengkapannya dipelihara dengan benar serta instruksi pengoperasiannya ditaati dengan teliti.

Pada saat terjadi suatu hambatan seperti kebocoran gas maupun kesalahan prosedur, maka ada kemungkinan personil atau sumber daya manusia terkena cairan atau gas dari produk yang diangkut. Adapun bahaya dari cairan muatan atau gas antara lain :

- a. Kekurangan oksigen (*asphyxia*).
- b. Tingkat keracunan (*toxicity*).
- c. Temperature rendah (*low temperature*).
- d. Kemampuan terbakar (*flammability*).

5. *Cargo Manual*

Cargo Manual dalam skripsi ini merupakan buku-buku panduan yang digunakan di atas kapal. Panduan ini pada dasarnya berisi petunjuk dan keterangan-keterangan yang secara khusus menjelaskan segala hal yang berhubungan dengan pengoperasian dan penanganan muatan di LNG/C Tangguh Palung. Diantaranya adalah : *Cargo Handling Guidance*, *Inerting Cargo Tanks*, *Inerting Spray Lines*, *Inerting LNG Vapour Lines*, *Nitrogen Gas Purge*, *Gassing Up*, *Initial Cool Down*, *Loading*, *Draining and Purging of Liquid Arms*, *Warming Up*, *Gas Freeing*, dan hal-hal yang dapat mendukung pengoperasian penanganan bongkar muat. Selain itu guna menunjang penanganan bongkar muat, maka pihak kapal harus mempersiapkan sarana bongkar muat berikut ini :

- a. *Inert Gas Generator*
 - b. *Nitrogen Generator*
 - c. Pompa Muatan
 - d. *HDC (Hight Duty Compressor)*
 - e. *HDH (Hight Duty Heater)*
 - f. *LDC (Low Duty Compressor)*
 - g. *LDH (Low Duty Heater)*
 - h. *LNG Vapouriser*
6. ISGOTT (*International Safety Guide for Oil Tanker and Terminal*)

IMO telah mengenalkan ISGOTT sebagai salah satu pedoman pokok oleh perusahaan dalam hal keselamatan pengoperasian kapal tangki minyak dan terminal. Dan ini biasanya disebut oleh IMO sebagai peraturan yang dibuat sebagai referensi dari berbagai aturan dan direkomendasikan.

ISGOTT pertama kali diterbitkan pada tahun 1978 dan digabungkan dengan isi *Tanker Safety Guide (Petroleum)* yang diterbitkan oleh *International Chamber of Shipping (ICS)* dan *International Oil Tanker and Terminal Safety Guide* oleh *Oil Companies International Marine Forum (OCIMF)* bersama *International Association of Ports and Harbours (IAPH)* untuk memastikan bahwa itu terus mencerminkan praktek dan perundang-undangan terbaik.

Penulis mengutip sebagian isi dari buku ISGOTT 4th Edition, sebagai berikut :

Bab I (*Hazards of Petroleum*) dijelaskan bahwa seluruh crew kapal maupun darat harus memahami karakteristik muatan yang mudah terbakar dan dapat menimbulkan ledakan.

Bab II (*General Precautions on Tankers*) membahas tentang prinsip umum pencegahan bahaya kebakaran dan ledakan di kapal tanker dengan cara mencegah timbulnya titik api dan tekanan yang dapat menimbulkan bahaya kebakaran.

Bab III (*Arrival in Port*) dibahas mengenai segala persiapan saat kapal tiba di pelabuhan dan pertukaran informasi antara pihak kapal. Beberapa informasi yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- a. Nama dan panggilan kapal.
- b. Negara registrasi.
- c. Panjang keseluruhan, kedalaman, dan lebar kapal.
- d. Nama pelabuhan dan waktu kira kedatangan.
- e. Jenis muatan.
- f. Perlengkapan dilengkapi dengan sebuah *inert gas system*.
- g. Kapal memiliki perlengkapan untuk pembersihan tanki.
- h. Sertifikat secara rinci dan masa untuk pengesahan.
- i. Keadaan badan kapal, peralatan mesin atau perlengkapan.

Bab IV (*General Precautions While a Tanker is at a Petroleum Berth*) membahas mengenai tindakan pencegahan bahaya yang harus dilakukan oleh semua kapal tanker dan terminal saat operasi penanganan muatan. Personil yang bekerja dikapal dan terminal harus familiar

terhadap bahaya yang terjadi pada saat operasi penanganan muatan. Selain itu komunikasi harus terjalin dengan baik antara pihak kapal dan terminal.

Pada kapal tanker juga harus dipasang peringatan :

- a. *No Naked Lights*
- b. *No Smoking*
- c. *No Unauthorised Persons*

Bab V (*Liaison Between Tanker and Terminal Before Cargo Handling*) dibahas mengenai kerjasama dan koordinasi yang efektif antara pihak kapal dan terminal. Bab ini mencakup hal-hal mengenai informasi dan segala aspek yang sesuai dengan perjanjian yang dibuat.

a. Petunjuk dari terminal untuk kapal Tanker

Terminal memberikan informasi kepada kapal tanker tersebut mengenai persiapan pemuatan dan pengisian bahan bakar adalah sebagai berikut :

- 1) Informasi dalam persiapan pemuatan dan pengisian bahan bakar.

Informasi yang diberikan oleh terminal ke kapal adalah mengenai spesifikasi muatan, persyaratan fentilasi tanki, karakteristik muatan, titik api pada muatan dan perkiraan suhu dan tekanan muatan yang akan dimuat. Kecepatan pompa secara normal, ukuran *loading arm* atau lengan muat dan *reducer* yang diminta, sistem komunikasi untuk mengontrol muatan, beserta syarat-syarat yang diperlukan untuk menghentikan muatan secara

darurat (*Emergency Shut Down*) serta keterbatasan selang dan lengan muat.

2) Informasi untuk persiapan penanganan muatan

Berisi informasi antara lain mengenai penanganan muatan seperti perintah pembongkaran/pemuatan kedarat/kapal, nominasi muatan yang akan dimuat/bongkar, tekanan maksimal pada sambungan kapal/darat, kecepatan muat/bongkar maksimal, ukuran line dan lengan muat, keterbatasan lainnya di terminal, serta sistem komunikasi untuk mengontrol pemuatan dan pembongkaran yang digunakan, termasuk isyarat penghentian darurat.

b. Petunjuk Dari Kapal Tanker ke Terminal

Sebelum penanganan muatan dimulai, perwira yang bertanggung jawab dalam hal ini Chief Officer harus memberitahukan kepada terminal dalam hal ini adalah pihak darat mengenai pembagian muatan masing-masing tangki di atas kapal, ballast dan tangki bahan bakar dan harus memiliki informasi yang tertera dibawah ini :

1) Informasi saat persiapan muat atau bongkar bahan bakar

Memberikan informasi antara lain mengenai perincian muatan terakhir, keadan tangki serta pipa muatan, pembagian muatan diatas kapal pada masing-masing tangki, maksimum kecepatan muat yang diterima, tekanan maksimum kapal/darat selama proses pemuatan, jumlah ballast dan waktu yang diperlukan untuk

membongkar ballast serta perkiraan waktu muat kaitannya dengan *ship sailing*.

2) Informasi persiapan bongkar

Berisi informasi spesifikasi muatan di atas kapal, titik api, temperature dan pressure muatan, pembagian muatan di atas kapal pada masing-masing tanki, perubahan pengukuran ullage, maksimum dan kecepatan bongkar.

3) Menyetujui rencana pemuatan

Sebagai dasar dari perubahan informasi, perjanjian kerja secara operasional harus dibuat secara tertulis antara perwira jaga dan loading master, mencakup hal-hal sebagai berikut :

- a). Nama kapal, tanggal dan waktu sandar.
- b). Nama dan stampel kapal serta nama loading master.
- c). Pembagian muatan saat tiba dan berangkat.
- d). Informasi berikut untuk muatan jumlah muatan yang akan dimuat kedalam tanki, tanki darat yang akan dibongkar, jalur pipa yang akan digunakan dikapal/darat, kecepatan perpindahan muatan, tekanan pengoprasian dan tekanan maksimum yang diperbolehkan dan batas temperature serta sistem ventilasi.
- e). Pembatasan diperlukan karena sifat elektrostatis penggunaan katub penghentian otomatis.
- f). Uruatan yang mana tanki-tanki kapal yang akan dimuat dan perhitungannya juga mengenai operasi pembongkaran ballast,

jalur pipa yang siap untuk digunakan untuk pemuatan ,trim dan sarat dari kapal tanker dipastikan tidak melebihi tingkat yang diijinkan.

- g). Maksimum kecepatan muat awal, kecepatan saat “topping off” dan waktu penghentian normal sehubungan dengan : jenis mautan yang akan dimuat, pembagian dan kapasitas jalur muatan dan sistem ventilasi gas, tekanan maksimum yang diperbolehkan dan kecepatan muat maksimum yang diperbolehkan, tindakan pencegahan untuk menghindari akumulasi elektrostatis.
- h). Metode ventilasi tanki untuk mencegah atau mengurangi emisi gas di deck kapal, termasuk perhitungan tekanan titik didih dari muatan yang akan dimuat.
- i). Ada atau tidaknya pengisian bahan bakar atau lainnya.
- j). Prosedur penghentian darurat.

4) Inspeksi tanki muat kapal sebelum muat

Pengecekan tanki harus dilaksanakan secara hati-hati agar orang yang memeriksa tanki tidak menghirup gas atau inert gas. Sebelum memasuki tanki yang telah diisi oleh gas lembam, harus dilakukan pembebasan gas (free gas). Akan tetapi pada kapal tipe LNG pelaksanaan *inerting* hanya dilakukan pada saat kapal akan *dry docking* saja untuk memeriksa keadaan tanki di dalamnya dan cargo pump yang berada pada dalam tanki muat (*submerged pump*).

5) Persetujuan rencana pemuatan

Persetujuan menyangkut hal-hal sebagai berikut :

- a). Urutan tanki yang akan dimuat.
- b). Maksimal kecepatan bongkar.
- c). Operasi pengisian bahan bakar dan provision jika ada.
- d). Prosedur penghentian darurat (*Emergency Shut Down*).

6) Komunikasi

Untuk mengontrol operasi setiap saat, ini merupakan tanggung jawab antara kedua belah pihak dengan persetujuan tertulis dan sistem komunikasi yang dapat dipercaya. Sistem ini mencakup isyarat-isyarat untuk :

- a). Identitas kapal, tempat sandar dan muatan.
- b). Siap jaga.
- c). Siap muat dan siap bongkar.
- d). Penurunan kecepatan muat.
- e). Penghentian pemuatan atau pembongkaran.
- f). Penghentian darurat.

B. Definisi operasional

Karena adanya istilah - istilah asing yang digunakan dalam penulisan skripsi ini, maka perlu dijelaskan arti dari istilah - istilah tersebut untuk menghindari terjadinya salah pengertian atas istilah asing yang digunakan.

a. *Inert Gas Generator*

Inert gas adalah alat yang digunakan untuk mengurangi kandungan oksigen didalam sistem memuat, pipa dan kompresor dengan tujuan mencegah kandungan udara / CH₄ bercampur, terutama untuk peranginan setelah pemanasan sebelum melengkapi kembali atau memperbaiki dan utamanya untuk operasi menaikan gas, gas sebelum pendinginan *inert gas* dihasilkan pada kapal menggunakan *inert gas generator* yang memproduksi gas lembam dengan titik embun kira-kira 45°C.

b. *Nitrogen Generator*

Nitrogen generator adalah alat bongkar muat yang digunakan untuk memproduksi *nitrogen* yang digunakan untuk membersihkan jalur-jalur muat bongkar.

c. Pompa Muatan

Adalah alat bongkar muat yang digunakan untuk mengisap muatan dari tanki muat kapal untuk dipompa keluar menuju tanki muat di darat.

d. *HDC (Hight Duty Compressor)*

HDC adalah alat bongkar muat yang digunakan untuk :

- 1) Mengembalikan uap *LNG* kedarat selama memuat.
- 2) Mengembalikan gas atau uap kedarat selama permulaan pendinginan.
- 3) Sirkulasi dipanaskan uap muatan menuju tanki muatan.

e. *LDC (Low Duty Compressor)*

Adalah alat bongkar muat yang digunakan untuk mempertahankan tekanan pada tanki muatan agar selalu konstan dan untuk menghantarkan *boil off gas* sesuai permintaan dari *boiler*.

f. *LNG Vapouriser*

Adalah alat untuk membersihkan *inert gas* dari tanki muatan. Selama tidak memuat jika darat tidak dapat menyuplai kembali gas kedalam tanki, LNG Vapouriser menghasilkan uap dengan menguraikan LNG dari jalur utamanya dan menyuplai untuk tanki muatan.

g. *Absolut Zero*

Temperature dimana secara teori volume gas menjadi nol (0). Biasanya terjadi pada temperature -273.16°C .

h. *Boiling Point*

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

i. *Critical Temperature*

Temperature dimana gas tidak dapat dicairkan hanya dengan tekanannya.

j. *Dew point*

Temperature dimana terjadi kondensasi jika pendinginan terus terjadi.

k. *Flash Point*

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

l. *Absolute Pressure*

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

m. *Critical Pressure*

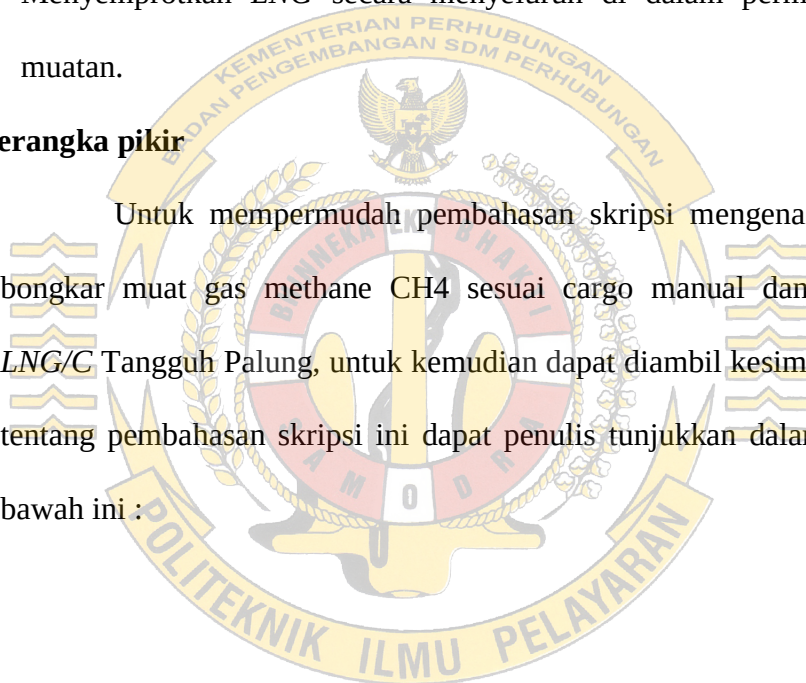
Tekanan dimana suatu zat mencapai *critical temperature*.

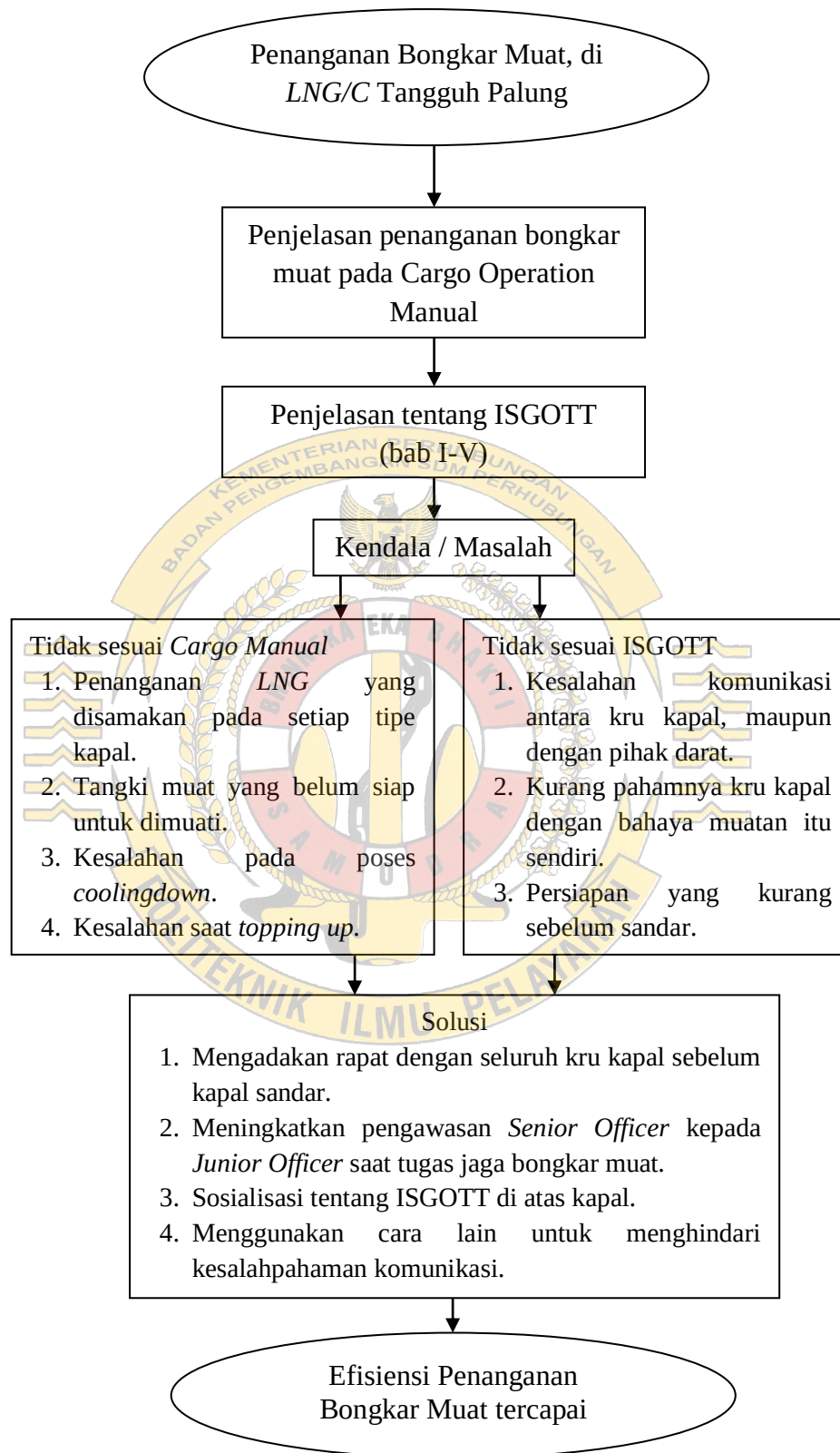
n. *Cool Down*

Menyemprotkan *LNG* secara menyeluruh di dalam permukaan tangki muatan.

C. Kerangka pikir

Untuk mempermudah pembahasan skripsi mengenai penanganan bongkar muat gas methane CH_4 sesuai cargo manual dan ISGOTT di *LNG/C* Tangguh Palung, untuk kemudian dapat diambil kesimpulan. Skema tentang pembahasan skripsi ini dapat penulis tunjukkan dalam diagram di bawah ini :





Penjelasan Bagan Kerangka Pikir

Berdasarkan kerangka pikir di atas maka penulis memberikan penjelasan mengenai cara penanganan bongkar muat yang benar dan masalah-masalah yang dihadapi dalam penanganan bongkar muat *gas methane CH₄* di *LNG/C* Tangguh Palung. Di dalam kerangka pikir tersebut juga menerangkan proses berpikir penulis untuk mencari cara penyelesaian suatu pokok permasalahan penelitian berdasarkan pemahaman teori dari konsep-konsep. Dari kerangka pikir di atas dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Menjelaskan proses bongkar dan muat yg ada dalam *Cargo Operation Manual* di kapal.
2. Menjelaskan isi dari ISGOTT (*International Safey Guide for Oil Tanker and Terminal*) bab I – V, tentang keselamatan saat proses bongkar muat.
3. Mencari kendala-kendala atau masalah yang terjadi saat proses bongkar muat di atas kapal.
4. Menguraikan kendala yang dikarenakan pengoperasian bongkar muat tidak sesuai dengan *Cargo Operation Manual*.
5. Menguraikan kendala yang dikarenakan beberapa faktor tidak sesuai dengan perauran yang ada pada ISGOTT.
6. Mencari solusi dari kendala-kendala atau masalah yang terjadi.
7. Terwujudnya penanganan bongkar muat *LNG* yang efisien, sesuai *Cargo Operation Manual* dan ISGOTT.