BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Pengertian Identifikasi

Memasuki bab ini, peneliti membahas tentang bagaimana pelaksanaan proses penanganan muatan LPG menggunakan *reliquefied system* pada kapal MT. Gas Widuri. Identifikasi berasal dari kata *identify* yang artinya meneliti, menelaah. Identifikasi adalah kegiatan yang mencari, menemukan, mengumpulkan, meneliti, mendaftarkan, mencatat data, dan informasi dari "kebutuhan" lapangan. Secara intensitas kebutuhan dapat dikategorikan (dua) macam yakni kebutuhan yang sifatnya mendesak dan kebutuhan terduga yang sifatnya tidak mendesak. (wikipedia.org/ wiki/Identifikasi, 2018:1). Berdasarkan definisi tersebut, maka yang dimaksud dengan identifikasi adalah suatu penelitian mengumpulkan data yang dilakukan oleh seseorang untuk mendapatkan sebuah informasi yang berguna untuk orang lain.

2. Penanganan Muatan LPG

Disuatu perusahaan pelayaran, setiap kapal memiliki *voyage order* untuk membawa suatu muatan ke tempat tertentu yang telah ditentukan. Dalam proses muatan tersebut sampai pada pelabuhan bongkar ataupun pelabuhan muat, setiap muatan memiliki cara penanganan muatan yang berbeda menurut jenis dan karakter muatan tersebut. Penanganan adalah suatu cara, proses, penggarapan, atau suatu perbuatan menangani permasalahan tertentu. Penanganan muatan sendiri merupakan salah satu

istilah dalam kecakapan pelaut, yaitu pengetahuan tentang memuat dan membongkar muatan dari dan diatas kapal tentang jenis-jenis muatan, sifat serta kualitas barang yang akan dimuat, perawatan muatan, penggunaan alat-alat pemuatan, dan ketentuan lain yang menyangkut masalah keselamatan kapal dan muatan (Soegiyanto, 2004:07).

Pengertian muatan adalah barang yang diangkut dengan kendaraan seperti kapal, mobil, dan sebagainya. Penanganan muatan merupakan suatu istilah dalam kecakapan pelaut, yaitu pengetahuan tentang muatan dan bongkar muat dari dan ke atas kapal sedemikian rupa agar terwujud lima prinsip pemuatan yang baik. Lima prinsip pemuatan yang baik diantaranya melindungi awak kapal dan buruh, melingdungi kapal, melindungi muatan, melakukan muat bongkar secara tepat dan sistematis serta penggunaan ruang muat semaksimal mungkin (Arso Martopo, 2000:07). Selanjutnya di pihak lain, muatan adalah segala macam barang dan dagangan yang diserahkan kepada pengangkut untuk diangkut dengan kapal, guna diserahkan kepada orang atau barang dipelabuhan atau pelabuhan tujuan (Sudjatmiko, 2005:64). Dari pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa penanganan muatan adalah salah satu tahapan yang digunakan untuk menangani dan memindahkan suatu barang guna untuk kepentingkan umum.

Kapal gas adalah kapal barang yang dibangun dan dirancang untuk dapat mengangkut muatan secara curah semua jenis gas yang dicairkan.

a. Kapal gas dibagi beberapa jenis menurut muatannya antara lain:

1).Fully pressurised ship

Kapal *fully pressurised* merupakan tipe kapal yang paling sederhana dari semua tipe pengangkut gas, membawa muatan pada suhu *ambient* dengan tipe tangki muatan "C" yang mempunyai tekanan sekitar 18 bar, mempunyai kapasitas ruang muatan antara 4.000 m^3 sampai 6.000 m^3 kapal ini digunakan untuk membawa LPG dan amonia.

2). Semi pressurized ship

Kapal tipe *semi pressurised* ini merupakan jenis kapal yang dapat melakukan pemuatan dan pembongkaran secara *fully refrigrerated* dan *fully pressurised,* mempunyai volume muat antara 3.000 m^3 sampai 15.000 m^3 dengan suhu yang dingin antara 4˚C sampai 8˚C dan tekanan antara 3.5 Bar sampai 4.5 Bar, kapal ini dapat memuat muatan LPG dalam bentuk *fully refrigrated* dan *fully pressurised.*

3). Ethylene and gas/chemical carriers

Kapal ini mempunyai kelebihan dengan dapat memuat muatan selain muatan LPG, kapal ini dapat memuat *ethylene* yang mempunyai *boiling point* -104˚C, serta mempunyai kapasitas ruang muat antara 1.000 m^3 sampai 12.000 m^3, dengan *specific gravity* 1.8 pada temperatur minimum -104˚C sampai +80˚C, kapal tipe ini dapat melakukan pemuatan dan pembongkaran secara *pressurised* dan *refrigreated.*

4). Fully refrigerated ship

Kapal dengan kapasitas ruang muat besar yang berkisar antara 20.000 m^3 sampai 100.000 m^3 dapat memuat muatan dengan

temperatur -48˚C, jenis muatan yang dapat dimuat oleh kapal tipe ini yaitu: LPG, *ammonia*, and *vinyl chloride*.

5). Liquefied natural gas (LNG) *carrier*

Kapal ini mempunyai kapasitas antara 125.000 m^3 sampai 135.000 m^3, Muatan LNG di angkut dalam temperatur -162ºC, kapal ini hanya dapat memuat muatan jenis LNG atau muatan *chemical* lainnya.

STCW Section A-V/1 mengenai Program Pelatihan Kapal Tangki Gas Cair tentang kimia dan fisika:

Suatu pengantar tentang ilmu dasar kimia dan fisika, yang berkaitan dengan pengangkutan secara aman gas-gas cair dalam bentuk curah, yang mencakup ciri dan sifat gas cair dan uapnya, termasuk definisi gas yang bersangkutan, persamaan gas, kepadatan gas-gas, penyebaran dan percampuran gas-gas, pemampatan gas, pencairan gas-gas, pendinginan gas-gas, temperatur kritis, batas bawah dan batas atas ledakan.

a. Sifat Kimia

Muatan LPG memiliki sifat kimia, yang termasuk kepekatan cairan dan uap, perubahan temperatur, temperatur dan tekanan uap penguapan dari mendidihnya cairan. Komponen utama muatan LPG ini adalah gas propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). Propana merupakan senyawa alkana tiga karbon yang berwujud gas dalam keadaan normal, tetapi dapat dikompresikan menjadi cairan yang mudah dipindahkan dalam tangki. Senyawa ini diturunkan dari produk petroleum lain pada

pemrosesan minyak bumi atau gas alam. Masa molar propana sendiri adalah 44,1 $g.mol^{-1}$, densitas 2,0098 $mg.mL^{-1}$ (at 0°C, 101.3 KPa), kelarutan dalam air 40 mgL^{-1} (at 0°C), tekanan uap 853,16 KPa (at 21,1°C). Penampilan dari propana adalah tidak berwarna serta aromanyapun tidak berbau. Titik nyala propana adalah -104°C, suhu swanyalanya 540°C, ambang ledakan 2,37-9,5%.

Butana adalah alkana rantai lurus dengan empat atom karbon. Butana juga digunakan sebagai istilah kolektif untuk n-butana dan satu-satunya isomernya, isobutana (disebut juga metil propana), $CH(CH_3)3$. Masa molar butana adalah 58,12 g mol-1, densitas 2,48 kg/m3 gas (15°C, 1atm) 600 kg/m3 cairan (0°C, 1atm), kelarutan dalam air 6,1 mg/100ml (20°C), titik lebur butana -138,4°C (144,6 K), titik didih butana -0,5°C (273K). Butana sangat mudah terbakar tetapi penampilannya tidak berwarna dan merupakan gas yang mudah untuk dicairkan. Nama butana diturunkan dari nama asam butirat.

b. Sifat Fisika

Kapal MT. Gas Widuri mengangkut muatan LPG dari *butana* (C_4H_{10}) dan *propana* (C_3H_8). Masing-masing muatan memiliki sifat fisik dan sifat kimia yang berbeda, oleh karena itu suatu definisi yang spesifik dari gas yang dicairkan akan menghubungkan tekanan gas dengan suhu dan IMO dalam hubungan dengan Gas Carrier Codes telah menentukan difinisi bahwa gas cair adalah cairan yang mempunyai tekanan gas diatas 2,8 bar absolut pada suhu 37,8°C. Kapal yang mengangdan kualitas dari larutan-

larutan termasuk daya larut gas tertentu di dalam cairan, daya campur antara cairan-cairan dan efek-efek yang terjadi akibat perubahan temperatur, kepadatan larutan-larutan dan ketergantungannya terhadap temperatur dan kepekatan, efek-efek zat yang terurai terhadap titik didih dan titik cair, pembentukan dan penguraian senyawa air dengan asam, daya serap terhadap air, pengeringan udara dan gas-gas lain, efek-efek temperatur rendah, dan titik embun.

Berikut adalah table perbedaan sifat kimia dan fisika muatan LPG:

Sifat Fisika	Sifat Kimia
Wujud muatan propana dan butana adalah cair	Rumusan kimia: Propane CH3 dan Butana CH4
Suhu propana mencapai -50^{o}C dan butana 0^{o}C	Mudah terbakar dan meledak
Berat jenis gas lebih besar dari berat jenis udara	Gasnya tidak bewarna dan berbau menyengat

STCW Section A-V/1 mengenai peraturan dan ketentuan praktek. Pengenalan rancangan (desain) kapal dan peralatannya untuk kapal-kapal tangki gas cair, jenis-jenis kapal tangki gas cair, sistem-sistem penampungan muatan, peralatan untuk menangani muatan (sistem pompa dan penyaluran), sistem-sistem pengaturan muatan (pemanasan, pendinginan), sistem pengontrol atmosphere (*inert gas*, nitrogen), kelengkapan penampungan muatan dan sistem penanganan, sistem pemadam kebakaran dan peralatan penyelamat dan pengaman.

a. STCW (BAB V & VI Code B) mengenai Pelatihan Kapal Gas Cair

1) Pendidikan di bawah pengawasan, dilakukan dengan fasilitas di darat atau di atas kapal yang memiliki perlengkapan dan fasilitas pelatihan serta instruktur-instruktur khusus, yang berkaitan dengan prinsip-prinsip yang berlaku, serta penerapan prinsip-prinsip ini pada pengoperasian kapal. Meskipun demikian, dalam situasi-situasi tertentu, dapat mengijinkan perwira junior, dan bawahannya untuk dilatih di kapal tangki gas cair di mana mereka sedang bertugas, asalkan lama tugas ini dibatasi waktunya, dan perwira junior serta bawahan semacam ini tidak diberi tugas dan tanggung jawab yang berkaitan dengan muatan atau peralatan muatan dan para perwira ini nantinya dilatih sesuai dengan pedoman yang ada, pada setiap tugas selanjutnya.
2) Pengalaman dan pelatihan tambahan di kapal, di mana prinsip-prinsip yang telah dipelajari diterapkan pada jenis kapal khusus serta sistem muatannya.

Penanganan setiap muatan pada kapal yang kita bawa sangatlah berbeda, dari jenis muatan, sifat muatan, dan sistem yang digunakan dalam menangani muatan tersebut. Selama peneliti melaksanakan praktek laut di kapal MT. Gas Widuri, kami pernah mengalami beberapa kendala yang diakibatkan karena kesalahan baik teknis maupun mekanis. Semua pelatihan dan pendidikan harus diselenggarakan oleh personil yang memenuhi syarat dan berpengalaman cukup pada setiap bidang dalam pekerjaannya diatas kapal.

3. Pengaruh Penanganan Muatan Pada *Cargo Tank*

Setiap muatan memiliki karakter dan sifat yang berbeda, sama halnya dengan muatan LPG ini sendiri. Jenis dan sifatnya disesuaikan dengan bentuk tanki untuk menyimpan muatan tersebut. Dalam persiapan pemuatan saat *cooling down* dilaksanakan maka temperatur di dalam *cargo tank* akan menurun sehingga *vapour* didalamnya akan berubah kembali menjadi *liquid*. Berkurangnya *vapour* didalam *cargo tank* akan menurunkan *pressure* pada *cargo tank*. Menurut White dan McGuire (2000: 163) ”*cooling down* perlu dilaksanakan untuk menghindari *pressure* pada *cargo tank* yang berlebihan (dikarenakan proses evaporasi yang cepat) selama pemuatan. Sebelum pemuatan *refrigerated cargo*, *cargo tank* kapal harus didinginkan secara perlahan untuk mengurangi *thermal stresses*”.

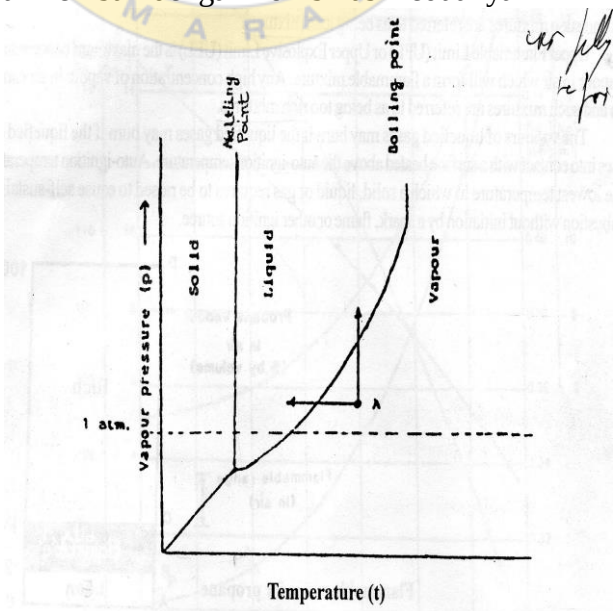
Dengan adanya penurunan *temperature*, *pressure* pada *cargo tank* akan menurun juga sehingga pada saat *cargo tank* dimuati muatan evaporasi tidak terjadi dengan cepat. Hal tersebut berarti *vapour* yang terbentuk dari penguapan menjadi sedikit sehingga *pressure* di dalam *cargo tank* akan tetap terjaga meskipun *ullage* akan berkurang (ruang *vapour* akan mengecil dengan menambahnya *liquid* saat pemuatan). Pada kapal peneliti selain untuk menghindari *thermal stress* juga untuk menghindari *venting cargo*, yaitu keluarnya *vapour* dari dalam *cargo tank* melalui *safety valve* ke atmosfer udara luar sebagai akibat *pressure* didalam *cargo tank* telah melebihi batas *pressure cargo tank* yang telah ditentukan. Hal tersebut akan mengurangi jumlah muatan dan *vapour* yang keluar akan memenuhi *main deck* sampai masuk akomodasi yang dapat membahayakan kru kapal yang berjaga di main dek atau *crew* kapal yang berada didalam akomodasi dan lingkungan sekitar. Pada kapal peneliti *pressure* minimal *cargo tank* yang ditentukan adalah 0.02

bar *gauge* sedangkan maksimal *pressure* yang telah ditentukan adalah 0.34 bar *gauge*.

Zat mempunyai wujud padat, cair, dan uap. Dalam perubahan padatan ke cairan atau cairan ke uap, panas harus diberikan dalam zat tersebut. Dengan cara yang sama perubahan dari gas ke cairan atau cairan ke padatan, zat harus menghilangkan panas. Panas yang diberikan atau dihilangkan dari zat dalam merubah wujud padatan ke cairan dan ke uap atau sebaliknya disebut panas laten. Menurut White dan McGuire (2000: 29) "panas laten dari penguapan dan pengembunan adalah sama". Selanjutnya (2000: 31) "penguapan dan pengembunan dari sebuah zat yang murni terjadi pada temperatur yang bervariasi secara luas tergantung pada tekanan yang diberikan. Panas laten dari penguapan bervariasi dengan tekanannya".

Terdapat tiga metode yang mana gas dapat dicairkan kembali yaitu:

a. pencairan kembali dengan pembuangan panas
b. pencairan kembali dengan penekanan
c. pencairan kembali dengan kombinasi keduanya



Gambar 2.1 Hubungan *Pressure* Dan Temperatur Zat

Muatan *liquid* akan cenderung menguap ketika masuk ke dalam *cargo tank* yang hangat selanjutnya akan mengambil panas pada atmosfer *cargo tank* dan kulit *cargo tank*. Pada kapal peneliti terdapat sisa muatan pada setiap *cargo tank* setelah kapal selesai bongkar. Sisa muatan tersebut bertujuan untuk tetap menjaga temperatur *cargo tank* tidak terlalu jauh dari titik didih muatan yang akan dimuat nantinya, karena temperatur di luar *cargo tank* lebih panas menyebabkan temperatur di dalam *cargo tank* akan naik. Pada saat kapal akan memuat maka *reliquefied system* dijalankan. *Vapour* didalam *cargo tank* dihisap oleh *cargo compressor* sebagai bagian dari *reliquefied system* dan dikembalikan ke dalam *cargo tank* dalam bentuk *liquid* melalui *condensate line* selanjutnya didalam *cargo tank liquid* keluar dari *spray line* secara menyebar (*spray*). Begitu juga pada saat pelaksanaan pemuatan temperatur *cargo tank* harus tetap dijaga mendekati titik didih muatannya untuk menghindari penguapan didalam *cargo tank* yang terlalu cepat yang selanjutnya akan menaikkan *pressure* pada *cargo tank*. Untuk LPG *propane* memiliki temperature titik didih -42.3^{o}C dan LPG *butane* memiliki -0.5^{o}C sedangkan *cargo tank* pada kapal LPG *fully refrigerated* memiliki batas temperature sampai -50^{o}C.

4. Proses Bongkar Muat

Mengenai penanganan muatan selama kapal sandar untuk kapal tanker gas bahwa dijelaskan prosedur-prosedur penanganan muatan LPG proses pemasangan *loading arm* sebagai berikut:

LOADING	DISCHARGING
Line up, dan mempersiapkan temperatur dan pressure tanki yang akan dimuat	Line up, dan mempersiapkan temperatur dan pressure tanki yang akan dimuat

Memastikan loading hose sudah terpasang dengan baik ke mother ship	Memastikan manifold darat sudah terpasag dengan baik
Melaksanakan leak test	Melaksanakan leak test
Membukan filling valve secara berthap, dan kapal siap untuk dimuat	Menyalakan kompresor dan cargo pump, kemudian kapal siap untuk dibongkar

Berdasarkan tabel diatas dapat kita perluas dan kita jelaskan dengan beberapa proses urutan pelaksanaan bongkar muat diatas kapal MT. Gas Widuri.

a. Dalam pelaksanaan bongkar muat, hubungan antar kapal dan terminal darat dimulai sejak kapal sandar di dermaga. Posisi kapal pada waktu sandar diatur agar posisi *boil off* arm atau *vapour line* dari dermaga gas tempat berhadapan dengan *loading manifold* kapal.
b. Untuk memindahkan pengaturan posisi ini, biasanya diberi tanda garis merah/bendera merah pada *loading platform* di kapal juga di terminal darat pada *boil off arm* yang hal ini sudah diatur sedemikian rupa tepat kedudukannya terutama pada kapal-kapal yang secara periodik dan tetap mengadakan bongkar muat di terminal tersebut. Kapal untuk bongkar muat dari kapal ke darat atau sebaliknya dipakai *loading arm (hard arm)* atau dengan memakai pipa. *Loading arm* biasanya dipakai untuk kapal-kapal LPG, sedangkan yang kecil dipakai pipa muat.

   Ada dua macam pipa:

   1). Pipa dengan posisi beberapa layer dari bahan *polymer* atau *neopreme rubben.*
   2). Pipa dengan sistim *currugated stanless stell.*

c. *Grounding Cable*

Setelah selesai kegiatan *mooring*, *grounding cable* dari darat dihubungkan dengan lambung kapal dengan persetujuan dari Perwira kapal.

d. *Gang Way*

Langkah berikutnya petugas dari *storage* dan *loading* memasang LPG *loading dock gang way* di atas dek kapal. Pemasangan *gang way* ini atas permintaan perwira kapal dan permintaan ini diberikan kalau kapal telah diyakinkan telah terikat dengan baik. *Gang way* ini dipasang dengan roda dan rel dari material teflon atau sejenisnya untuk menjaga agar tidak ada loncatan bunga api akibat gesekan.

e. Telepon

Hubungan telepon dipasang dari darat ke kapal dengan penghubung yang telah tersedia dan dapat dengan cepat dilepas atau dipasang. Pemasangan telepon ini setelah selesai diperiksa oleh petugas dari darat dan dites, baik sebagai *hot line emergency* ataupun hubungan biasa.

f. *Emergency Shut Down*

Emergency shut down trip line dipasang di geladak dan dihubungkan dengan *snap-on coupling* yang dapat dengan cepat dioperasikan, terletak dekat *loading manifold* di kapal. Baik di kapal maupun di darat *emergency shut down switchnya* di letakkan pada posisi *by pass*.

g. Pertemuan di kapal

Setelah kapal terikat dengan baik dan *gang way* sudah terpasang di kapal pada posisinya, dengan persetujuan perwira *deck*, petugas darat naik ke kapal diikuti oleh petugas dari *Custom dan Porth Authorities Supervisor*

dari bagian *storage* dan *loading operator* untuk mengadakan *pre-loading meeting* (pertemuan sebelum memuat). Dengan persetujuan dari *cargo engineer* dari kapal, petugas dari *storage* dan *loading* mengadakan persiapan untuk memasang/menghubungkan *loading arm* yang dipasang dan penyelesaian pekerjaannya dilaporkan pula.

Ikut hadir dalam pertemuan/meeting di kapal:

1). *Storage & loading Shift Supervisor*

2). *Superintendent* dari perusahaan gas yang ada

3). *Cargo engineer* dari kapal atau *first officer*

4). *Custom* dan petugas dari *Port Authority*

Topik diskusi di kapal termasuk:

1). Konfirmasi dari jumlah muatan

2). Konfirmasi dari waktu dan rencana pemuatan

3). Kondisi dari tangki, misalnya temperatur *equatorialring* dari tangki dan kalau *cool down* dimintakan, berapa lama waktu untuk *cool down*

4). *Ship/Shore safety check list* dilengkapi

5). *On board meeting* sebelum *loading check list* dilengkapi

6). Mulai pengisian dari *port log* secara detail

h. *Water Curtain*

Sejak dilaksanakan *on board meeting* yang pertama dan pemasangan *loading arm*, pancaran air (*water curtain*) yang ada di kapal dijalankan terus dan dihentikan setelah LPG *loading arms* dilepaskan. Hal ini

dimaksudkan untuk melindungi terhadap tumpahan LPG yang mungkin terjadi

i. Penghubung LPG *Loading Arms* dan *Vapour Arm*

Pemasangan *loading arm* dan *vapour arm* biasanya dilaksanakan sebagai berikut:

1). Pin dan pengunci dilepas agar *loading arm* dapat digerakkan

2). *Grounding cable di-switch* dari *remote control box* ditempatkan di posisi tengah, siap untuk digerakkan

3). *Main power suply* dihidupkan pada main panel

4). Pompa hidrolik dihidupkan

5). *Remote control box* dioperasikan dan *loading arm* bergerak dan dengan hati-hati dihubungkan dengan pelan dari pipa muat yang ada di kapal

6). *Flange* dari *loading arm* dihubungkan dengan hati-hati pada *manifold* dari pipa muat kapal, *flange* tersebut kemudian dikencangkan dengan benar

Untuk kapal LPG, *vapour arm* dihubungkan dengan kopling yang dengan cepat dapat dibuka. Petama-tama *vapour arm* dihubungkan terlebih dahulu, kemudian *vapour arm* darat dibuka, sementara *vapour arm* yang ada di kapal tetap ditutup sampai ada persetujuan antara kapal dan darat untuk membuka. *Vapour arm* ini dihubungkan terlebih dahulu dalam hal kalau kapal ingin mengirim *vapour* ke darat.

LPG *loading arm* ditekan sampai tekanan 4,0 kg/cm^2 untuk pengecekan apakah ada kebocoran pada *flange*. Selesai pengecekan kebocoran

loading arm dilaksanakan *purging* dengan memakai nitrogen agar meyakinkan tidak ada kandungan oksigen di dalamnya.

j. *Loading Arm Cooling Down*

Untuk *cool down loading arm*, katub dari *loading manifold* yang ada di kapal ditutup dan pipa *bypass* 1 inchi yang ada di sekitar *loading manifold* dibuka. Pompa sirkulas di darat dihidupkan, sirkulasi dari LPG berjalan dari tangki penyimpan (*storage tank*) ke LPG dok dan kembali lagi ke tangki penyimpanan. Aliran ini dimanfaatkan untuk *cooling down loading arm.*

Jika masing-masing loading arm sudah "*frosted*" sampai pada *flange* dari *loading manifold* kapal, *shut off line valve* dari LPG, *loading arm* dibuka perlahan-lahan sampai terbuka penuh dan *switch on automatic*. Pada saat itu ESDV *switch* dipasang pada posisi *in service* baik di *loading dock control* maupun di kapal.

k. *Emergency Trip Test*

Pada saat diadakan pengujian dari ESDV, di informasikan ke kapal kalau pengujian *trip test* akan dimulai.

Trip test dilaksanakan:

1). Dari pelaksanaan di *loading dock control tower*

2). Dari pelaksanaan di *main control room*

3). Dari pelaksanaan di *cargo room* di kapal

Jika ada kesalahan atau kerusakan pada peralatan ESDV, harus segera diperbaiki terlebih dahulu sebelum pemuatan dimulai. Dan jika peralatan ESDV sudah dalam keadaan baik, maka proses pemuatan LPG dapat dimulai.

l. *Leak Test* (Tes Kebocoran)

Setelah *loading arm* dan dan *manifold* sudah terpasang maka pihak darat melakukan tes kebocoran menggunakan *nitrogen*. *Nitrogen* tersebut di alirkan ke dalam *loading arm* hingga memiliki tekanan diatas 5 bar. Setelah diberikan *nitrogen* bertekanan kita berikan busa sabun pada *manifold*, pihak kapal dan pihak darat mengecek jika masih ada kebocoran segera dilakukan pengencangan kembali. Setelah melakukan *leak test* proses muat siap di laksanakan.

m. *Loading*

Pompa muat LPG dipasang *on line* dan dihidupkan melalui *main control room*. Di dalam *pump room* ini operator dapat mengetahui keadaan operasional pompa dan dapat mengetahui dengan cepat jika pompa bekerja dengan normal. Pada umumnya dalam kondisi normal, pelaksanaan muat berjalan dalam waktu 12 jam. Dalam waktu 12 jam tersebut, pemeriksaan secara periodik dilaksanakan 1 jam sekali untuk pengecekan *loading rate*, tekanan tangki muatan dan temperatur tangki muatan. Menjelang selesai *loading*, pihak kapal meminta petugas terminal *storage* dan *loading shift supervisor* menghentikan pompa kedua dan seterusnya. Perlu diperhatikan bahwa hubungan radio atau telepon harus baik antara pihak kapal dan LPG *loading dock control tower* selama bongkar muat.

Prosedur Pelepasan *Loading Arm*:

1). *Hot Gas Blowing* adalah setelah proses pemuatan telah selesai agar pada saat proses pembukaan *loading arm* dan *manifold* tidak timbul kebocoran akibat sisa cairan gas yang masih ada, maka pihak dari

darat melakukan *hot gas blow*. Caranya dengan menekan *vapour* yang dihisap dan dijadikan gas panas setelah itu di alirkan ke *loading arm,* hingga *loading arm* tersebut kering dan tidak ada sisa dari cairan LPG.

2). Pelepasan *Loading Arm* adalah setelah dilakukan *hot gas blow* dan sudah dicek bahwa *loading arm* dan *manifold* sudah kering dan tidak bertekanan. Barulah buruh darat diperbolehkan melepaskan *loading arm* dengan perlahan.

Dari penjelasan selama pelaksanaan proses bongkar muat, berikut penulis meringkasnya dalam tabel bongkar muat:

5. Pemahaman Awak Kapal

Perwira-perwira dan bawahan yang diberi tugas dan tanggung jawab khusus yang berkaitan dengan muatan atau peralatan muat bongkar pada kapal-kapal tangki, harus telah menyelesaikan suatu kursus pemadam kebakaran didarat selain itu harus telah menyelesaikan pelatihan yang di tetapkan oleh peraturan VI/1, dan harus telah menyelesaikan:

a. Paling sedikit 3 bulan tugas berlayar di kapal tangki guna memperoleh pengetahuan yang memadai tentang praktek-praktek oprasional yang aman.
b. Suatu kursus pengenalan kapal tangki (*familirization course*) yang mencakup paling sedikit ringkasan pelajaran yang di berikan untuk kursus dalam section A-V/1 Kode STCW.

Liquefied Gas Handling Principle on Ships and in Terminal ini maka penulis mendapatkan pengertian-pengertian yang sering digunakan atau disebutkan dalam pengoperasian kapal *tanker gas carrier*, antara lain:

Hal yang umum dilakukan pada saat kegiatan pemuatan LPG.

a. Memuat adalah proses pemindahan muatan LPG dari tangki darat (terminal) ke dalam tangki kapal ataupun sebaliknya dengan menggunakan sarana pompa. Beberapa hal yang membedakan kapal tanker pengangkut minyak mentah (*crude oil*) adalah sebagai berikut:

1). Pipa muatan dan tangki muatan harus di persiapkan dengan suhu yang di dinginkan dengan layak untuk muatan yang bersuhu rendah.

2). Uap yang di hasilkan dalam tangki muatan dikembalikan kedarat sebanding dengan kecepatan pemuatan untuk mencegah naiknya tekanan didalam tanki muatan.

b. Familiarisasi Tanker Gas yang disusun oleh Badan Diklat Perhubungan dengan mereferensi IMO Model Course 1.05 dan memperhatikan silabus yang tertera pada STCW, Code A V/1.1 – 7, mengenai produksi gas yang dicairkan:

1). Gas-gas yang dicairkan adalah campuran-campuran dari hidrokarbon-hidrokarbon yang berat molekulnya rendah, ditransportasikan dalam bentuk cairan curah menggunakan kapal-kapal khusus yang biasanya disebut pengangkut gas (*gas carriers*).

Gas-gas yang dicairkan dibagi atas tiga kategori utama, yaitu:

a). LPG atau Gas minyak bumi yang dicairkan

b). (*Liquefied Natural Gas)* LNG atau gas alam yang dicairkan

c). Gas-gas kimia yang dicairkan

2). LPG atau gas-gas minyak bumi yang dicairkan umumnya didefinisikan sebagai propana, butana dan campuran propana dan

butana dalam bentuk cair. Cairan-cairan ini tidak berwarna, tidak menimbulkan karat, tidak beracun tetapi sangat mudah terbakar.

3). Dua sumber utama LPG adalah:

a). Dengan memproses gas alam yang asam, basa yang diperoleh dari ladang-ladang gas atau minyak. Baik LPG maupun cairan gas alam dikeluarkan dari gas alam dengan cara ini.

b). Dengan proses minyak mentah dan produk yang bersangkutan pada pabrik/penyulingan minyak. Karena itu LPG merupakan hasil sampingan dari proses penyulingan minyak mentah.

c) Sebelum proses pemuatan keatas kapal, LPG harus dimurnikan dengan jalan mengeluarkan unsur-unsur belerang dan kemudian gas-nya dikeringkan. LPG biasanya terdapat dalam tekanan (*pressurized form*) dan biasanya dipasarkan secara lokal di dalam silinder bertekanan atau di dalam tangki kecil bertekanan.

d. Untuk desain dari kapal tanker gas sesuai dengan yang tertulis dalam buku Familiarisasi Tanker Gas yang disusun oleh Badan Diklat Perhubungan dengan mereferensi IMO *Model Course* 1.05 dan memperhatikan silabus yang tertera pada STCW 1978 amandemen 1995, *Code* A V/1.1 – 7. Mengenai *Gas Carrier Types*.

Kapal tanker gas dapat dikelompokkan dalam enam tipe yang berbeda menurut muatan yang diangkut serta kondisi pengangkutannya, yaitu:

1). *Fully pressurized ships*

2). *Semi refrigerate/semi refrigerated ships*

3). *Semi pressurized/fully refrigerated ships*

4). *Fully refrigerated LPG ships*

5). *Ethylene ships*

6). *LNG ships*

Kapal-kapal tipe (a), (b), dan (c) lebih cocok untuk pengapalan muatan LPG dan gas-gas kimia dalam jumlah kecil dengan trayek dekat. Sedangkan tipe (d) digunakan untuk pengangkutan LPG dan ammonia dalam jumlah besar pada trayek yang panjang. Pada awal tahun 1985, kurang lebih 756 tanker gas yang beroprasi, 75 didisain untuk LNG dan 50 untuk ethylene. MT. GAS WIDURI adalah kapal jenis gas carrier type *fully refrigerated* yang dilengkapi dengan 3 tangki muatan yang berbentuk *prismatik*.

7). Kapal-kapal tanker gas yang bertipe Fully refrigerated LPG ships adalah tipe kapal LPG yang paling besar di kelas LPG ship. Kapal dengan dapat dibuat dari baja (carbon steel) dengan tekanan 0.250 barg setara dengan tekanan gas dari propane pada suhu -42℃.

8). Karena harus memenuhi desain dengan tangki minus maka tangki menjadi sangat berat. Sehingga kapal gas carrier yang bertipe *fully refrigerated* dapat di muati muatan dengan suhu -42℃ dan memiliki pressur yang rendah 0.225 bar.

Di dalam STCW Section A-V/1 mengenai Program Pelatihan Kapal Tangki Gas Cair:

Program pelatihan yang di sebutkan di dalam paragraph 22 peraturan V/I yang sesuai dengan tugas-tugas di kapal tangki gas cair harus memberikan pengetahuan teori dan praktek tentang subyek-subyek yang dirinci di dalam paragraph 23 sampai paragraph 34.

Menurut IMO (2011, p.44) dalam STCW convention and STCW Code Including 2010 Manila Amandment, Regulation V/1-2 disebutkan bahwa setiap anggota kapal (perwira dan anak buah kapal) yang bekerja di atas kapal *gas tanker* harus memiliki sertifikat *basic trainning for liquefied gas tanker cargo operation*. Dengan memiliki sertifikat keterampilan ini dapat diartikan bahwa anggota kapal (perwira dan anak buah kapal) memiliki kualifikasi keterampilan yang memadai untuk bekerja di atas kapal jenis *gas tanker* termasuk *LPG Carrier*. Dengan memiliki sertifikat *basic for gas tanker* kru kapal yang akan bekerja di kapal *gas tanker* memiliki pengetahuan yang lebih dalam penanganan muat dan bongkar sehingga tidak terjadi hambatan dan masalah yang serius pada saat bekerja.

B. Definisi Operasional

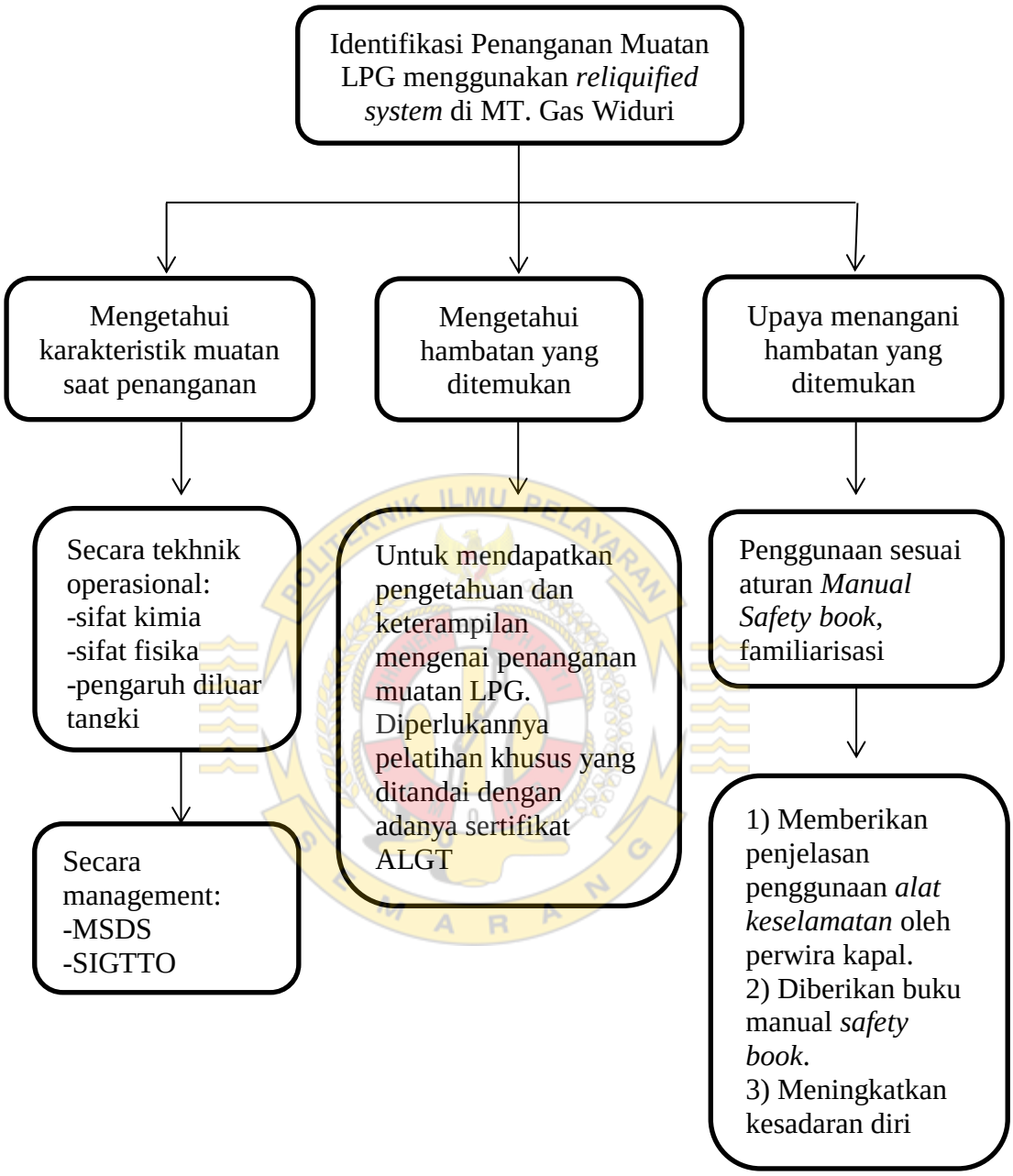
1. *Arm Cooling Down*, adalah proses pendinginan lengan-lengan pipa muatan sebelum memulai proses muat dan bongkar.
2. *Cargo Control Panel*, ialah suatu sistem pengontrolan dalam proses pemuatan dan pembongkaran yang memonitor:
   a. Jumlah atau level muatan yang ada dalam tangki kapal
   b. Tekanan muatan dalam tangki kapal
   c. Temperatur muatan di dalam tangki kapal

3. *Cargo Discharging Pump,* ialah pompa yang berada di dalam tangki muatan kapal yang digunakan untuk membongkar muatan.
4. *Cargo Tank,* ialah tangki muatan LPG (*Propane dan Butane*) berbentuk prismatik atau membran dimana antara satu tangki dengan tangki lainnya terpisah.
5. *(Emergency Shut Down Valve) ESDV,* yaitu suatu sistem yang berfungsi untuk menutup atau menghentikan peralatan-peralatan yang berhubungan dengan sistem pemuatan seperti katub-katub (cairan dan gas) pompa muatan, compressor, katub induk bahan bakar, *inert gas generator* (pembangkit gas lembam) secara otomatis untuk mengantisipasi timbulnya bahaya-bahaya atau ketika timbul ketidak normalan pada *cargo system.*
6. *Gasket,* adalah suatu alat yang terbuat dari bahan *graphit* sebagai klep penghubung *loading arms* kapal dan darat untuk mencegah kebocoran karena pengkerutan.
7. *Gas Detector System,* ialah alat yang berfungsi mendeteksi gas yang mungkin terjadi karena adanya kebocoran gas pada beberapa ruangan tertentu di atas kapal, misalnya ruang akomodasi dan ruang *compressor*.
8. *H/D Compressor,* ialah pompa untuk menghisap vapour dari tangki muatan kapal dan mengirimkan ke tangki-tangki muatan di darat lewat pipa-pipa muatan diatas kapal.
9. *Hidroulic Pump,* ialah pompa yang digunakan untuk menggerakkan peralatan muat secara hidrolik.
10. *Liquid Line,* ialah pipa yang digunakan untuk mentransfer muatan cair dari darat ke kapal atau sebaliknya.

11. *Loading arm,* ialah pipa penyambung dari darat yang berbentuk seperti lengan dan digerakkan dengan sistem hidrolik, dan ada juga dengan secara manual dengan pipa muatan (*hoses connection*)
12. *Loading Pump,* ialah pompa di darat yang digunakan untuk pemuatan LPG ke atas kapal.
13. *Safety Relief Valve,* ialah katub yang terletak pada tiap – tiap bagian tertentu dari pipa-pipa muatan yang telah dibuat atau diprogram pada tekanan tertentu yang berfungsi sebagai katub pengamanan pada waktu tekanan pada pipa atau dalam tangki lebih tinggi dari tekanan yang ditentukan.
14. *Spray Line,* ialah pipa yang digunakan untuk pendinginan tangki muatan pipa-pipa muatan atau untuk pembuangan sisa *liquid* dari *manifold.*
15. *Spray Pump,* ialah pompa yang berada di dalam tangki muatan kapal yang digunakan untuk pendinginan tangki dan pipa–pipa di atas kapal.
16. STCW, adalah singkatan dari *Standard of Training, Certification and Watchkeeping for seafarers.*
17. *Strainner,* ialah saringan yang berada di dalam *loading arms* dan pada *manifold liquid line* serta *vapour line.*
18. *Temperature and Pressure Gauge,* ialah alat *indicator temperature* dan tekanan pada tangki muatan yang letaknya di atas *cargo tank*, khususnya untuk temperatur terdapat 3 (tiga) indikator yaitu bagian bawah,tengah,dan atas dari tangki muatan.
19. *Vapour Line,* ialah pipa yang digunakan untuk mentransfer muatan dalam bentuk gas dari kapal ke darat atau sebaliknya apabila terjadi *high pressure* pada tangki muatan.

20. *International Maritime Organization* (IMO), adalah Badan organisasi *maritime international* di bawah naungan Perserikatan Bangsa-bangsa.
21. *Manifold, b*erfungsi untuk menyambungkan selang atau *loading arm* antara darat dan kapaldisaat bongkar/muat, di sambung dengan *reducer.*
22. *Reducer, a*dalah penghubung antara pipa darat dengan pipa kapal dengan berbagai ukuran diameter.

C. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.2 Kerangka berpikir