

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Untuk mendukung pembahasan mengenai proses pemuatan *Liquefied Petroleum Gas (LPG)* di kapal *LPG/C Gas Attaka*, maka perlu diketahui dan di jelaskan beberapa teori-teori penunjang yang penulis ambil dari beberapa sumber pustaka yang berkaitan dengan pembahasan skripsi ini sehingga dapat lebih menyempurnakan penulisan skripsi ini.

1. Optimalisasi

Definisi optimalisasi dari beberapa sumber:

- a. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2014: 613), “Optimal adalah paling baik; terbaik; tertinggi; paling menguntungkan”.
- b. Menurut kamus Besar Bahasa Indonesia (2014: 613), “Optimalisasi adalah usaha untuk mengoptimalkan”.

Dapat disimpulkan bahwa optimalisasi adalah suatu upaya terbaik yang dilakukan pada suatu kegiatan.

2. Proses pemuatan

- a. Proses adalah serangkaian kegiatan yang saling terkait atau berinteraksi, yang mengubah *input* menjadi *output*. Kegiatan ini memerlukan sumber daya seperti orang atau materi. *Input* dan *output* yang dimaksudkan mungkin *tangible* (seperti peralatan, bahan dan

komponen) atau tidak berwujud (seperti energi dan informasi).
(<https://id.wikipedia.org/wiki/Proses>)

- b. Menurut Martopo (2001: 11) dijelaskan bahwa 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:

- 1) Melindungi awak kapal dan buruh.
- 2) Melindungi kapal.
- 3) Melindungi muatan.
- 4) Melakukan muat bongkar secara cepat dan sistematis.
- 5) Penggunaan ruang muat semaksimal mungkin.

3. *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*

- a. Menurut McGuirre dan White (2000: 5)

Liquefied Petroleum Gas (LPG) adalah suatu produk dari gas yang dicairkan yang terdiri dari *propane* dan *butane* yang dimuat secara terpisah atau dicampur.

- b. Menurut Badan Diklat Perhubungan (2000: 8) “*Liquefied Petroleum Gas (LPG)* didefinisikan sebagai *propane*, *butane* dan campuran

propane/butane dalam bentuk cair yang tidak menimbulkan karat, tidak beracun tetapi sangat mudah terbakar”.

c. Menurut McGuirre and White (2000: 1)

“Liquefied Petroleum Gas is the liquid from a substance which, at ambient temperature and at atmospheric pressure, would be gas”,

Yang diartikan sebagai berikut yaitu gas cair adalah cairan yang terbentuk dari zat yang pada temperatur dan tekanan tertentu akan kembali menjadi gas.

d. Menurut *International Maritime Organisation* (1993: 6)

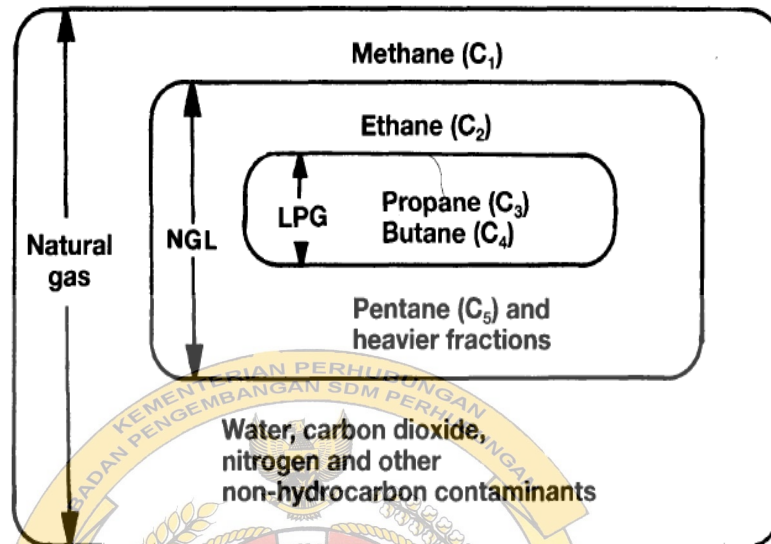
“Liquefied gas is a liquid which has saturated vapour pressure exceeding 2.8 bar absolute at 37.8 °C and certain other substance specified in the gas codes”. Yang dapat diartikan sebagai berikut yaitu :

Gas cair adalah cairan yang mempunyai tekanan vapour *absolute* melampaui 2.8 Bar pada temperatur 37.8 °C dan zat-zat lain sebagaimana yang ditetapkan di dalam kode gas.

Dua sumber utama *liquefied petroleum gas* adalah :

- 1) Dengan memproses gas alam yang asam, basa yang di peroleh dari ladang-ladang gas atau minyak. Baik *LPG* maupun cairan gas alam yang lain di keluarkan dari gas alam dengan cara ini.
- 2) Dengan proses minyak mentah dan produk yang bersangkutan pada pabrik/penyulingan minyak. Karena itu *LPG* merupakan hasil samping dari proses penyulingan minyak mentah.

Pengelompokan antara gas alam, *NGL* dan *LPG* dapat dilihat pada diagram gambar 2.1.



Sumber : (*Liquified Gas handling Principles: 62*)

Gambar 2.1 Pengelompokan antara Gas alam, NGL dan LPG

Menurut *IMDG Code*, muatan gas termasuk dalam muatan kelas 2. Golongan gas yang dimaksud adalah gas yang dimampatkan, cair atau padat. Sesuai sifatnya, gas dapat bersifat meledak, terbakar, beracun, menimbulkan karat, bahan oksidasi atau mempunyai dua sifat sekaligus. Banyak gas dalam golongan ini mempunyai tanda yang bersifat narkotik dengan konsentrasi rendah atau menimbulkan gas beracun bila terbakar. Silinder berisi gas meskipun mempunyai struktur yang cukup kuat, namun dapat menjadi berbahaya bila terbakar dan tekanannya dapat naik hingga akhirnya meledak. Bahaya utama gas-gas yang dicairkan adalah cairannya yang mudah menyala dan suhunya yang sangat rendah. Pada gas-gas yang dicairkan memerlukan energi 600 kali lebih tinggi dibanding energi yang dibutuhkan dalam pembakarannya (kecuali gas ammonia).

Setiap jenis gas yang dicairkan mempunyai batas penyalaan (*flammable range*) yaitu suatu batas antara batas minimum dan maksimum dari konsentrasi gas (persen dalam volume) di udara, guna menghasilkan campuran yang mudah terbakar, yang biasa disebut *LFL* (*Lower Flammable Limit*) yaitu titik terendah dari batas campuran bahan yang mudah terbakar dan *UFL* (*Upper Flammable Limit*) yaitu titik tertinggi dari batas campuran bahan yang mudah terbakar. *Ignition for liquified gases* ditunjukkan dalam tabel 2.1.

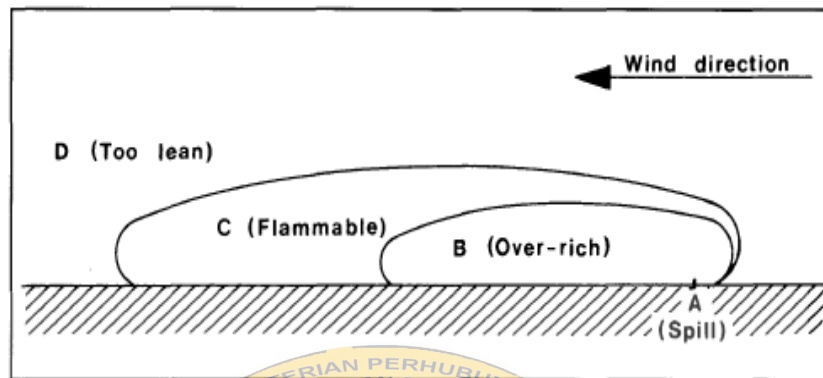
Liquefied Gas	Flash Point (°C)	Flammable range (% by vol. in air)	Auto-ignition temperature (°C)
Methane	-175	5.3-14	595
Ethane	-125	3.0-12.5	510
Propane	-105	2.1-9.5	468
n-Butane	-60	1.5-9.0	365
i-Butane	-76	1.5-9.0	500
Ethylene	-150	3.0-34.0	453
Propylene	-108	2.0-11.1	453
α -Butylene	-80	1.6-10	440
β -Butylene	-72	1.6-10	465
Butadiene	-60	1.1-12.5	418
Isoprene	-50	1.5-9.7	220
Vinyl Chloride	-78	4.0-33.0	472
Ethylene oxide	-18	3.0-100	429
Propylene oxide	-37	2.1-38.5	465
Ammonia	-57	14-28	615
Chlorine	Non-flammable		

Sumber : (*Liquified Gas handling Principles: 48*)

Tabel 2.1 Pengapian untuk gas cair

Apabila gas cair tumpah atau bocor di area terbuka, cairan segera menguap membentuk awan gas yang secara berangsur-angsur menyebar ke bawah angin, awan gas hanya dapat terbakar pada bagian yang ada di bawah

angin. Daerah gas yang mudah terbakar berasal dari tumpahan gas cair dalam gambar 2.2.



Sumber : (*Liquified Gas handling Principles*: 51)

Gambar 2.2 Daerah gas yang mudah terbakar berasal dari tumpahan gas cair

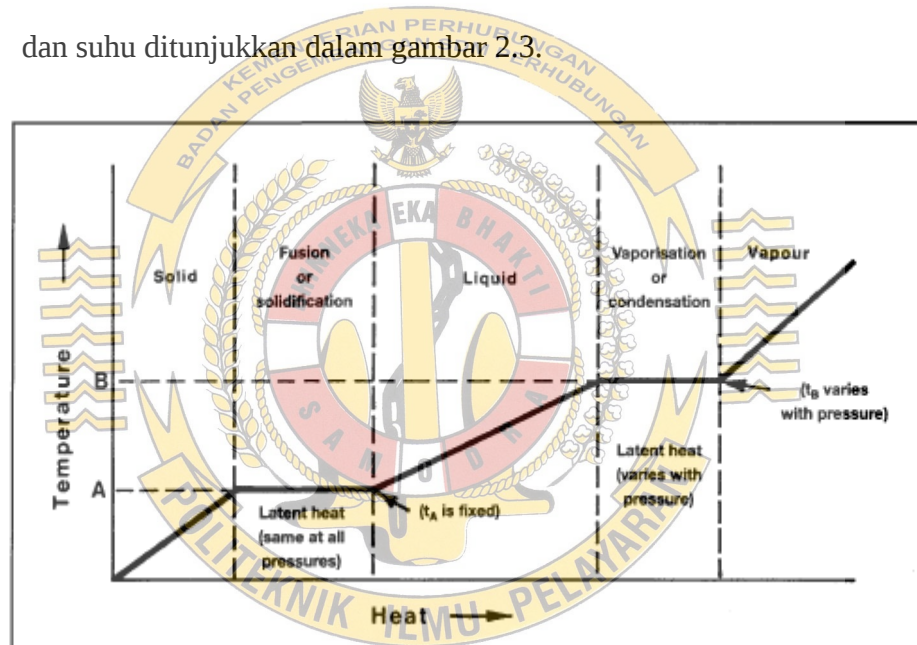
Daerah B yang langsung berdekatan dengan daerah tumpahan A adalah daerah *non flammable* karena terlalu gemuk (*over rich*) prosentasi oksigen rendah, daerah D juga *non flammable* karena terlalu kurus prosentasi gasnya terlalu sedikit, daerah yang mudah terbakar (*flammable*) adalah diantara B dan D yaitu C.

Metode prinsip dalam mencegah kebakaran dan ledakan diatas kapal pengangkut gas dan diatas dermaga adalah melalui prosedur operasional yang mengontrol atmosfer, mencegah tumpahan cairan muatan atau kebocoran gas ke atmosfer.

4. Pengaruh tekanan dan suhu pada tangki muatan

Zat mempunyai wujud padatan, cairan, 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. Menurut *SIGTTO*, dalam

buku *Liquefied Gas Handling Principles* (2000: 16) “panas yang diberikan atau dihilangkan dari zat dalam merubah wujud padatan ke cairan dan ke uap atau sebaliknya disebut panas laten. Panas laten dari penguapan dan pengembunan adalah sama”. Selanjutnya (2000: 31) “penguapan dan pengembunan dari sebuah zat yang murni terjadi pada suhu yang bervariasi secara luas tergantung pada tekanan yang diberikan. Panas laten dari penguapan bervariasi dengan tekanannya”. Hubungan antara tekanan dan suhu ditunjukkan dalam gambar 2.3.



Sumber : (*Liquefied Gas handling Principles*:28)
Gambar 2.3 Keadaan zat pada panas yang diberikan

Gambar 2.3 menjelaskan perubahan wujud suatu zat dan hubungan antara panas yang diberikan dengan kenaikan suhu. Pada *Liquefied Gas Handling Principles* (2000: 16) “uap dalam ruang di atas cairan tidak statis karena molekul-molekul yang terus kembali ke cairan, hanya sebagai molekul yang meninggalkan cairan untuk memasuki uapnya. Evaporasi adalah proses yang mana jumlah molekul yang meninggalkan permukaan

dan sebaliknya apabila suhu muatan menurun maka tekanan muatan di dalam tangki menjadi turun. Hal ini sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses pemuatan *LPG*, karena pada saat melaksanakan proses pemuatan tekanan tangki selalu bertambah seiring dengan muatan yang masuk ke dalam tangki dan di pengaruhi tempetarur cuaca yang sangat panas. Tingginya temperatur menyebabkan permukaan tangki menjadi panas dan tekanan dalam tangki menjadi cepat naik. Kenaikan tekanan ini berarti juga kenaikan tekanan balik yang berlawanan dengan tekanan aliran muatan, sehingga berpotensi memperkecil *loading rate* (kecepatan pemuatan).

5. Kapal *LPG Fully Pressurized*

a. Menurut *SIGTTO* (2008: 10,11)

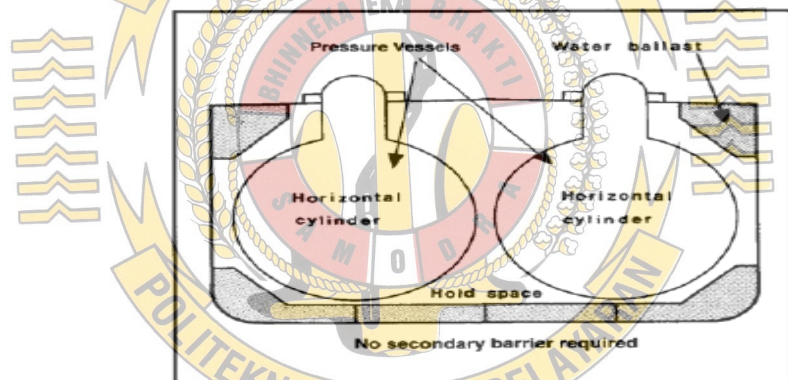
Kapal gas adalah kapal barang yang dibangun dan dirancang untuk dapat mengangkut muatan secara curah semua jenis gas yang dicairkan.

b. Menurut (Mc Guire dan White, 2000: 68)

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, kapal ini tidak diperlukan *reliquefaction plan* sehingga muatan dapat dibongkar menggunakan pompa atau *compressor* dan mempunyai kapasitas ruang muatan antara 4.000 m³ sampai 6.000 m³ kapal ini digunakan untuk membawa *LPG* dan amonia.

c. Menurut (Mc Guire dan White, 2000: 68)

Tipe tangki pada kapal *fully pressurized* adalah *independent tanks type C*. *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 *independent type C* berbentuk bola atau silinder vertikal 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°C untuk *LPG* dan -103°C untuk *LNG*.



Sumber : (Liquefied Gas Handling Principles On Ships And In Terminal, p. 62)

Gambar 2.5 Independent tank type C

6. Ship To Ship Transfer

Menurut *Ship To Ship Transfer Guide* (2013: xi)

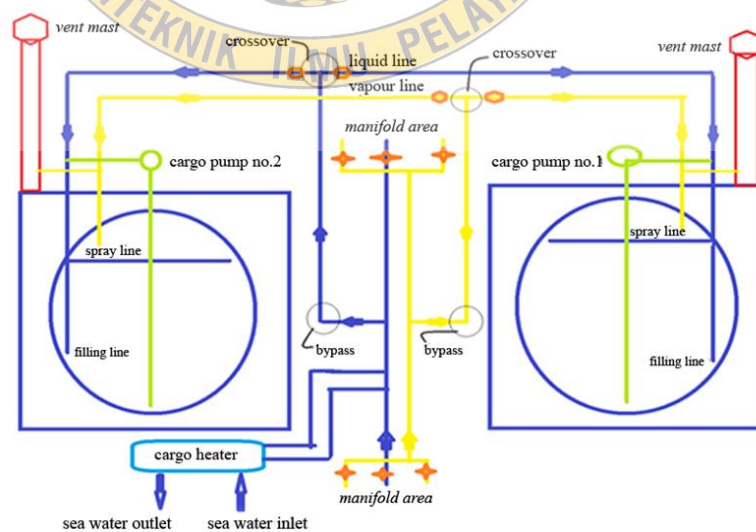
“*Ship To Ship (STS) transfer operation is an operation where liquid or gaseous cargo is transferred between ships moored side by side. Such operations may take place when one ship is at anchor or alongside or when both are underway. In general, the expression includes the approach manoeuvre, mooring, hose connection, procedures for cargo transfer, hose*

disconnection, unmooring, and departure manoeuvre”.

Yang artinya yaitu sebuah operasi di mana muatan cair atau gas yang dipindahkan antara kapal-kapal yang ditambatkan satu sama lain. Dimana salah satu kapal berlabuh jangkar atau sandar atau saat keduanya berlayar. Secara umum, pelaksanaannya mulai dari olah gerak kapal saat kapal tiba, penambatan kapal, pemasangan *hose*, prosedur *transfer* muatan, pelepasan *hose*, pelepasan tambat kapal, dan olah gerak pada saat kapal akan berangkat.

7. Loading tanpa menggunakan *vapour return*

Proses pemuatan *LPG* dengan memasukan muatan *liquid* tanpa mensirkulasi *vapour* yang ada dikapal, yang pelaksanaannya yaitu dengan menyambungkan manifold *liquid* sebagai jalur masuknya muatan *liquid*. Pemuatan tanpa menggunakan *vapour return* ditunjukkan dalam gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pemuatan tanpa menggunakan *vapour return*

Proses line up yang harus dipersiapkan pada saat melakukan pemuatan *Loading* dengan tidak menggunakan *vapour return* yaitu:

Jalur muatan cair (*liquid cargo line*) : - *manifold,-bypass,crossover,-filling line,-spray line*.

proses pemuatan tanpa menggunakan *vapour return* hanya menggunakan jalur muatan cair karena tidak menggunakan *vapour return*.

8. Kualifikasi perwira dan Anak Buah Kapal (ABK)

Menurut *IMO (2011:44)* 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 training 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*.

9. Rencana perawatan kapal (*Plan Maintenance System*)/PMS

Menurut peraturan *IMO*, didalam *ISM Code (2010: 16) chapter 10* disebutkan:

10.1 Perusahaan harus membuat prosedur untuk memastikan bahwa kapal dirawat sesuai dengan:

1. Persyaratan peraturan yang berlaku.
2. Persyaratan ketentuan dari perusahaan.

10.2 Untuk memenuhi persyaratan tersebut perusahaan harus menjamin:

1. Pemeriksaan dilakukan dalam selang waktu yang tepat.
2. Ketidaksesuaian dilaporkan disertai dengan penyebabnya jika mungkin.
3. Tindakan perbaikan dilakukan dan,
4. Setiap kegiatan dicatat.

10.3 Perusahaan harus membuat prosedur pada sistem manajemen keselamatan untuk mengidentifikasi peralatan dan sistem-sistem teknis atas kegagalan dalam pengoperasian peralatan yang menimbulkan situasi bahaya.

10.4 Pemeriksaan-pemeriksaan pada poin 10.2 selaras dengan poin 10.3 harus diintegrasikan pada perawatan operasional rutin diatas kapal.

Dalam mengimplementasikan peraturan di atas, perusahaan-perusahaan yang mengoperasikan kapal menerapkan sistem perencanaan perawatan kapal atau populer disebut dengan *Ship's Planned Maintenance System*, atau sering disingkat dengan *PMS*. Garis besar isi dari *PMS* ini adalah susunan pekerjaan-pekerjaan perawatan dari suatu peralatan yang direncanakan untuk dikejakan. Dalam *PMS* tersebut terdapat keterangan waktu terakhir telah dikerjakan dan waktu jatuh tempo suatu perawatan harus dikerjakan lagi. Perawatan disini termasuk diantaranya pembersihan, penyetelan dan pengukuran ulang (kalibrasi), penggantian suku cadang dan lain sebagainya. Apabila pada waktu jatuh tempo perawatan tidak dilaksanakan maka peralatan tersebut dalam keadaan kritis atau mengarah ke kerusakan dengan lebih cepat.

B. Definisi Operasional

Untuk memudahkan dalam pemahaman istilah-istilah yang terdapat dalam laporan penelitian terapan ini, maka penulis memberikan pengertian-pengertian yang kiranya dapat membantu pemahaman dan mempermudah dalam pembahasan laporan penelitian terapan yang dikutip dari beberapa buku (pustaka) sebagai berikut:

1. *Mother Ship*

Adalah kapal yang bertindak sebagai penransfer muatan.

2. *Shuttle Ship*

Adalah kapal penerima muatan dari *mother ship*.

3. *Cargo Area*

Adalah bagian dari kapal yaitu tempat yang berisi muatan, dan mencakup area dek utama dari pompa muatan, ruang kompressor muatan, *cofferdams*, *ballast tank*, dan *void spaces*.

4. *Cargo Heater*

Adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengubah suhu muatan yang dingin menjadi suhu muatan yang panas.

5. *Cargo Control Panel*

Cargo Control Panel ialah suatu system pengontrolan dalam proses pemuatan dan pembongkaran yang memonitor :

- 1) Jumlah atau level muatan yang ada dalam tangki kapal.
- 2) Tekanan muatan dalam tangki kapal.

3) Temperatur muatan di dalam tangki kapal.

10. ESD (*Emergency Shut Down*)

Adalah suatu alat yang berfungsi untuk keamanan apabila terjadi suatu bahaya, dalam proses muat atau bongkar, sifat alat ini bekerja otomatis sesuai yang telah di setting di atas kapal tersebut.

11. Saluran Pipa Muatan

Sebagai tempat keluar masuknya muatan dari tangki muatan atau dari manifold.

12. Manifold

Adalah suatu pipa yang digunakan untuk akses keluar masuknya muatan ketika melakukan bongkar muat.

13. Vent Mask

Adalah suatu alat yang berguna untuk mengeluarkan *vapour* yang ada di dalam tangki guna menurunkan *pressure* di dalam tangki.

14. Deck Water Spray

Adalah suatu alat yang berfungsi untuk menurunkan tekanan didalam tangki muatan dengan menyemprotkan air ke atas tangki muatan.

15. MARV'S

Kepanjangan dari *Maximum Allowable Relief Valve Setting* suatu alat yang secara otomatis bekerja membuang muatan apabila melebihi pengaturan tekanan maksimal yang ada pada tangki muatan.

16. *Loading Master*

Adalah orang yang berasal dari tempat penyewa kapal atau terminal pada saat kapal sedang melakukan pemuatan dan proses bongkar, yang mengawasi muatan selama pemuatan atau proses bongkar dilaksanakan.

17. *Bill of Lading (B/L)*

Yaitu suatu perjanjian dari pengangkut yang telah menerima muatan dan guna dibawa ketempat tujuan serta menyerahkan kepada penerima dengan ketentuan dan persyaratan-persyaratan.

18. *Manifest of Cargo Loaded*

Adalah surat keterangan yang menerangkan semua muatan yang ada dikapal, pelabuhan muat, pelabuhan bongkar, nama kapal, nomor pelayaran nama nahkoda, tanggal berangkat dari pelabuhan muat, nomor B/L dari muatan, penerima barang, keterangan muatan, berat muatan dalam ton untuk perhitungan uang tambang, keterangan serta ditanda tangai oleh pengangkut atau nahkoda atau agen atas nama nahkoda.

19. *Notice Of Readiness (diserahkan pada saat kapal tiba)*

Adalah nota dari pengangkut atau nahkoda kepada penerima/pencharter/pengirim atau agent di pelabuhan bongkar yang menerangkan, bahwa kapal telah tiba di pelabuhan dan telah siap dibongkar atau dimuati, kata siap dalam hal ini adalah alat bongkar/muat sudah dalam posisi bongkar/muat.

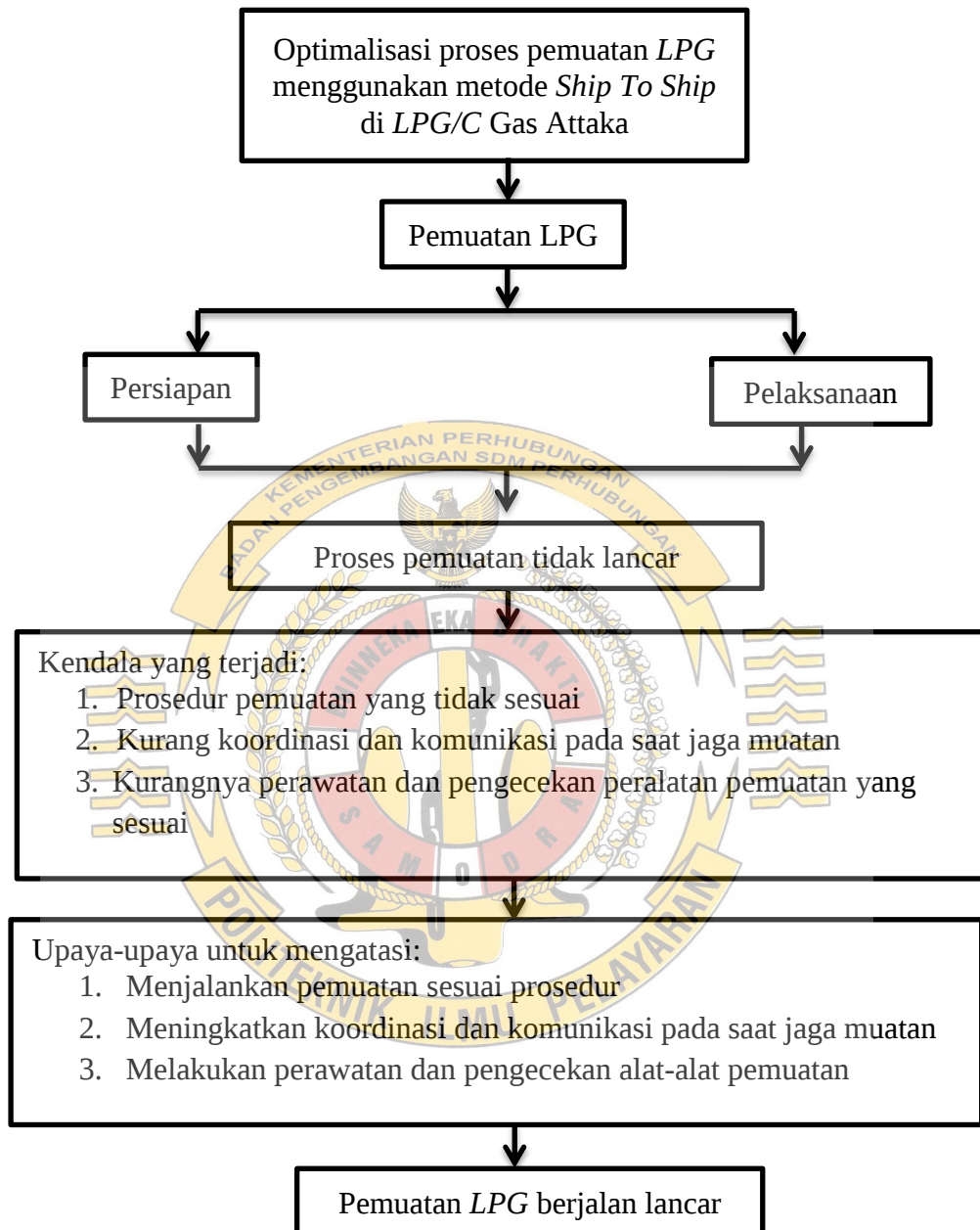
20. *Tanker Timesheet*

Adalah suatu lembaran untuk pencatatan waktu mulai dan berakhirnya

aktivitas muat bongkar yang berfungsi untuk mencatat segala kegiatan yang akan maupun sedang berlangsung sesuai dengan kenyataan pada saat itu. Isi dari time sheet antara lain: nama kapal, jumlah muatan yang dimuat atau dibongkar, kecepatan bongkar muat perjam, waktu kapal tiba, waktu kapal sandar atau labuh, serta kapan *Notice Of Readiness* diberikan.

C. Kerangka Berpikir

Untuk mempermudah pembahasan skripsi mengenai optimalisasi pemuatan *LPG* di kapal *LPG/C Gas* Attaka, maka perlu untuk memfokuskan secara khusus data-data muatan *LPG*, untuk kemudian dapat diambil kesimpulan tentang bagaimana penanganan muatan *LPG* sehingga terjadi ketidaklancaran yang terdiri dari faktor manusia dan peralatan pemuatan. Koordinasi yang baik dan perawatan peralatan pemuatan akan menghasilkan pemuatan yang optimal. Kerangka berpikir ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Kerangka Berpikir