

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

Untuk mendukung pembahasan mengenai proses pemuatan *liquefied petroleum gas* (LPG) di kapal MT. GAS PATRA 2, maka dijelaskan teori-teori penunjang yang penulis ambil dari beberapa sumber pustaka yang berkaitan dengan pembahasan skripsi ini sehingga dapat lebih menyempurnakan penulisan skripsi ini.

##### 1. Proses

Menurut *Poerwadarminta* (1976:769) disebutkan bahwa :proses memiliki arti yaitu runtutan perubahan (peristiwa) dalam perkembangan sesuatu.Sedangkan menurut penulis, proses diartikan sebagai urutan menjalankan kegiatan sehingga tercipta sesuatu yang baru.

##### 2. Muatan

Menurut *Tim Penyusun Kamus Pusat Pembinaan Dan Pengembangan Bahasa* (1995:677) menerangkan bahwa :muatan adalah suatu barang yang di angkut dengan kendaraan atau isi dari kapal.

Sedangkan menurut *Istopo* (1995:5) yang menyatakan bahwa muatan adalah :

- a. Muatan cair adalah muatan berbentuk cairan yang di muat secara curah dalam deep tank atau kapal tanker.

b. Muatan berbahaya adalah semua jenis muatan yang memerlukan perhatian khusus karena dapat menimbulkan bahaya ledakan.

Muatan berbahaya di golongan menjadi sembilan (9) golongan / klas seperti yang tertera di bawah ini :

1) *Explosives*

Meliputi barang berbahaya atau bahan peledak yang mempunyai bahaya ledakan, misalnya amunisi dan dinamit.

2) *Gasses*

Gas yang dimampatkan, apakah cair atau padat. Sesuai sifatnya, gas dapat bersifat meledak, terbakar, beracun, menimbulkan karat, bahan oksidasi, atau mempunyai dua sifat sekaligus.

3) *Inflamable Liquids*

Cairan yang dapat menyala. Bahaya utama dari benda ini dalam transportasi adalah dapat mengeluarkan uap (ada jenis dapat beracun). Uap ini dapat membentuk campuran yang dapat terbakar dengan udara, dan mengakibatkan ledakan, atau dapat menimbulkan kebakaran karena percikan api, misalnya bensin (*premium*), minyak tanah (*kerosin*) dan lain-lain.

4) *Inflamable Solids*

Benda padat yang dapat menyala. Beberapa jenis dari bahan ini dapat meledak kecuali di campur dengan air atau cairan lain. Bila cairannya habis maka akan menjadi berbahaya.

### 5) *Oxidising Agent*

Benda atau zat yang mengandung zat asam. Golongan ini dapat menimbulkan uap panas yang dapat terbakar dengan mudah atau mengeluarkan oksigent bila terbakar, jadi intensitasnya bisa semakin meninggi.

### 6) *Poisonous Substances*

Benda padat yang beracun. Zat ini dapat mengakibatkan luka yang hebat bahkan kematian bila terhirup atau terkena kulit. Hampir setiap benda yang beracun akan mengeluarkan gas beracun bila terbakar.

### 7) *Radioaktif*

Benda ini adalah benda yang dapat mengeluarkan radiasi yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Cara penanganan yang hati-hati sangat diperlukan dalam mengangkut muatan ini, pengapalannya harus aman sesuai dengan standart internasional yang telah disetujui dan berlaku.

### 8) *Corrosives*

Segala macam benda atau bahan yang dapat menimbulkan karat yang bersifat merusak, dapat berbentuk padat maupun cair dalam bentuk aslinya, umumnya bahan ini dapat merusak kulit. Bahan dari jenis ini yang dapat menguap dengan cepat yang dapat merusak hidung atau pun mata. Ada yang dapat menimbulkan gas beracun bila tertempa suhu yang tinggi. Golongan ini sedikit banyak mempunyai daya rusak terhadap besi dan textile.

### 9) *Miscellaneous Substances*

Ini merupakan jenis benda lain yang berbahaya yang tidak termasuk dari salah satu golongan di atas termasuk benda yang tidak dapat secara jelas di golongkan secara tepat kedalam salah satu kelas di atas karena dapat menimbulkan bahaya khusus yang tidak dapat di samakan dengan golongan lain. Bahaya transportasi dari bahan ini sangat kecil.

Jadi dari uraian teori di atas penulis mengambil kesimpulan bahwa muatan adalah segala bentuk barang baik padat, cair maupun gas yang memiliki sifat-sifat dan karakteristik sendiri yang di angkut dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan moda transportasi baik darat, laut maupun udara.

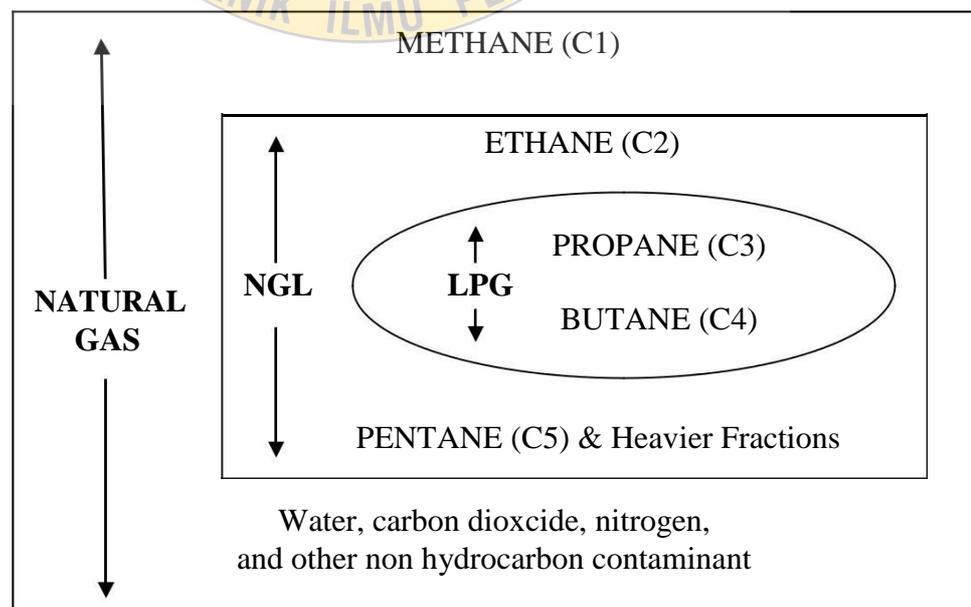
### 3. *Liquefied Petroleum Gas*

Menurut *McGuirre and White (1995:xxiv)* yang menjelaskan bahwa *Liquefied Petroleum Gas (LPG)* adalah suatu produk dari gas yang di cairkan yang terdiri dari *propane* dan *butane* yang di muat secara terpisah atau di campur.

Menurut *McGuirre and White (1995:1)* yang menyatakan bahwa :“*Liquefied Petroleum Gas is the liquid from a substance which, at ambient temperature and at atmospheric pressure, would be gas*”, Yang di artikan sebagai berikut yaitu gas cair adalah cairan yang terbentuk dari zat yang pada temperatue dan tekanan tertentu akan kembali menjadi gas.

Menurut *International Maritime Organisation (1993:6)* menjelaskan bahwa :“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 di artikan sebagai berikut yaitu : Gas cair adalah cairan yang mempunyai tekanan vapour absolute melampaui 2.8 bar pada temperature 37.8 °C dan zat-zat lain sebagaimana yang di tetapkan di dalam *gas codes*. Adapun dua buah sumber utama dari *liquefied petroleum gas (LPG)* adalah :

- a. Dengan memproses gas alam yang asam, basah 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.
- b. Dengan proses minyak mentah dan produk yang bersangkutan pada pabrik / penyulingan minyak. Karena itu LPG merupakan hasil samping dari proses penyulingan minyak mentah. Hubungan antara Gas alam, NGL dan LPG dapat dilihat pada diagram di bawah ini :



*Menurut McGuirre and White (1995:xxvii)* yang menyatakan bahwa *temperature* adalah besarnya panas dan dingin yang di ukur dengan satuan derajat celcius.

#### 4. Kapal

*Menurut Undang-Undang RI No.21 Th 1992 tentang pelayaran* dijelaskan bahwa kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis apapun yang di gerakkan dengan tenaga mekanis, tenaga angin, atau di tunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung mekanis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah.

*Menurut Sutiyyar (1994:109)* yang menyatakan bahwa kapal adalah kendaraan pengangkut penumpang atau barang di laut atau sungai dan sebagainya.

*Sedangkan menurut Martopo (2001:58)* yang menjelaskan bahwa kapal tanker adalah kapal pengangkut minyak curah yang memiliki konstruksi bangunan kapal berupa tangki-tangki minyak, di lengkapi pipa-pipa pemuatan atau pembongkaran.

*Menurut Tim penyusun penyempurnaan buku PIMTL 1972 (1985:3)* menyatakan bahwa kata kapal meliputi semua jenis pesawat air termasuk pesawat yang tidak memindahkan air dan pesawat-pesawat terbang laut yang di pakai atau dapat di pakai sebagai alat pengangkutan di atas air.

Sedangkan menurut *International Maritime Organisation (1993:6)* yang menjelaskan bahwa kapal gas adalah kapal barang yang di bangun dan di rancang untuk dapat mengangkut muatan secara curah semua jenis gas yang di cairkan.

Kapal gas di bagi dalam beberapa jenis antara lain :

a. *Fully Pressurized Ship*

Kapasitas dari *fully pressurized tank* biasanya kurang dari 2000 m<sup>3</sup>propane, butane atau ammonia yang di muat dalam dua sampai enam tangki silinder bertekanan yang di tempatkan di atas atau sebagian di atas dek. Tangki independent tipe C biasanya di desain bekerja pada tekanan di atas 17.5 kg/cm<sup>2</sup> yang setara dengan tekanan gas dari propane pada suhu 45 °C, namun pada masa sekarang ini ada beberapa kapal yang dapat menahan hingga tekanan 20 kg/cm<sup>2</sup>.

b. *Semi Pressurized Ship*

Kapasitas dari *semi pressurized ship tank* berkisar diatas 5000 m<sup>3</sup>, muatan yang di angkut sama dengan *fully pressurized ship*. Tangki independent tipe C umumnya dibuat dengan baja murni yang sesuai untuk temperature di bawah -5 °C dan tekanan maximum sekitar 8 kg/cm<sup>2</sup>.

c. *Ethylene Carrier*

Kapasitas kapal pengangkut *ethylene* berkisar antara 1000 m<sup>3</sup> sampai dengan 30000 m<sup>3</sup>. Muatan ini di angkut dalam kondisi temperature -140 °C.

d. *Fully Refrigerated Ship*

Kapasitas dari kapal *fully refrigerated* berkisar antara 10000 m<sup>3</sup> sampai dengan 100000 m<sup>3</sup>, kapal dengan kapasitas terkecil membawa beberapa produk sedangkan yang terbesar mengangkut satu jenis muatan dengan rute tetap.

e. *Liquefied Natural Gas (LNG) Carrier*

Kapal-kapal ini berkapasitas antara 120000 m<sup>3</sup> sampai dengan 130000 m<sup>3</sup>. Kapal-kapal ini beroperasi antara 20 sampai dengan 25 tahun dalam sekali kontrak. Muatan LNG di angkut dalam temperature -160 °C.

Adapun macam-macam tipe tangki muatan untuk kapal gas dibagi dalam beberapa tipe, yaitu :

a. *Independent tanks*

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

Tangki muatan independent di bagi dalam 3 tipe, yaitu :

1) Tangki muatan independent tipe A

Tangki independent tipe A dibangun dalam bentuk permukaan datar.

Tekanan maximum ruangan sebesar 0,7 barg, tangki tipe A dapat mengangkut muatan dengan suhu dibawah -10 °C.

2) Tangki muatan independent tipe B

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

### 3) Tangki muatan independent tipe C

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

#### b. *Membrane tanks*

Konsep dari system membrane adalah di dasarkan pada primary barrier yang sangat tipis, atau membrane yang di support melalui panas oleh badan kapal. Tangki tipe ini harus di lengkapi dengan secondary barrier guna menjamin keutuhan system tangki secara keseluruhan pada waktu terjadi kebocoran pada primary barrier.

#### c. *Semi membrane tanks*

Konsep semi membrane adalah variasi dari tangki tipe membrane. Primari barrier lebih tebal dari primary barrier system membrane, mempunyai dinding samping yang datar dan susutnya mempunyai lengkung yang besar. Tangki adalah self support bila dalam keadaan kosong tetapi non-self supporting bila dalam keadaan muat dimana tekanan cairan dan gas

yang bekerja pada primary barrier diteruskan melalui isolasi panas ke bagian dalam badan kapal seperti halnya pada system membrane. System ini digunakan untuk kapal LPG dan telah ada beberapa kapal LPG dengan pendingin penuh (*fully refrigerated*).

d. *Integral tanks*

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

e. *Internal insulation tanks*

Sering juga disebut tangki integral, tangki dengan isolasi dalam adalah tangki integral dengan mengutamakan material isolasi di pasang pada pelat badan kapal bagian dalam.

Pemilihan material untuk tangki muat harus memperhitungkan tentang ketahanan terhadap suhu yang sangat rendah, mengingat kebanyakan logam atau *alloy* (kecuali aluminium) menjadi rapuh dibawah suhu rendah tertentu. IMO menentukan batas suhu terendah untuk berbagai kelas baja sampai dengan serendah  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  untuk kelas E, hal ini mengacu pada IMO codes dan peraturan klasifikasi untuk hal-hal yang lebih mendetail dari berbagai kelas baja. Karena kapal yang mengangkut LPG yang didinginkan tangkinya harus dapat menahan suhu sampai  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  maka tangkinya harus menggunakan baja campuran yang disebut *fully killed fine grain carbon manganese steel*. Tetapi untuk kapal-kapal

pengangkut *ethylene* atau LNG yang suhunya mencapai  $-165\text{ }^{\circ}\text{C}$  maka tangki muatannya menggunakan *nickel alloy steel*, *stainless steel* dan *aluminium* sebagai material konstruksinya.

## 5. Pengaruh Terhadap Kesehatan

Pada dasarnya semua jenis *petroleum gas* berbahaya terhadap kesehatan jika masuk kedalam tubuh dalam jumlah yang besar. Bahaya-bahaya yang dapat ditimbulkan adalah :

### a. *Accute Effect*

Hal ini dapat terjadi dengan cepat, semakin banyak *petroleum gas* yang masuk maka semakin besar akibatnya yaitu : pusing, sakit kepala, iritasi pada mata, pada jumlah yang semakin besar akan menyebabkan tidak bekerjanya organ tubuh dan kemungkinan mengakibatkan kematian.

### b. *Chronic Effect*

Pengaruhnya dirasakan secara pelan-pelan, bisa dalam jangka waktu panjang, lama kelamaan bisa mengakibatkan penurunan kesehatan bahkan kematian.

### c. Kekurangan Oksigen ( *Asphyxia* )

Dalam tubuh manusia membutuhkan secara normal 20,8% oksigen untuk bernafas, namun bila bernafas dibawah kondisi normal tersebut dalam waktu singkat tidak akan berakibat apa-apa. Pada tingkat oksigen dibawah 19,5% umumnya tubuh manusia akan mengalami kelumpuhan aktifitas tubuh dan kelumpuhan kesadaran. Jika tingkat oksigen sampai berada dibawah 16% kehilangan kesadaran akan terjadi lebih cepat dan bila ada

korban dan tidak segera dikeluarkan dari daerah tersebut maka akan mengalami kematian.

Pertolongan pertama pada korban yang kekurangan oksigen adalah :

- 1) Memindahkan korban ketempat yang udaranya lebih bebas.
- 2) Menanggalkan semua pakaian yang terkontaminasi.
- 3) Jika nafas tidak teratur berikan nafas buatan atau dengan bantuan *oxygent resuscitation* seperlunya dan segera hubungi pihak medis.

d. Tingkat Keracunan (*Toxicity*)

Tingkat keracunan adalah kemampuan suatu zat yang menyebabkan kerusakan jaringan tubuh, kelumpuhan system saraf pusat, rasa sakit atau pada kasus yang lebih parah dapat mengakibatkan kematian. Efek yang terjadi bila kita terkena zat beracun adalah salah satu atau beberapa dari yang tersebut dibawah ini :

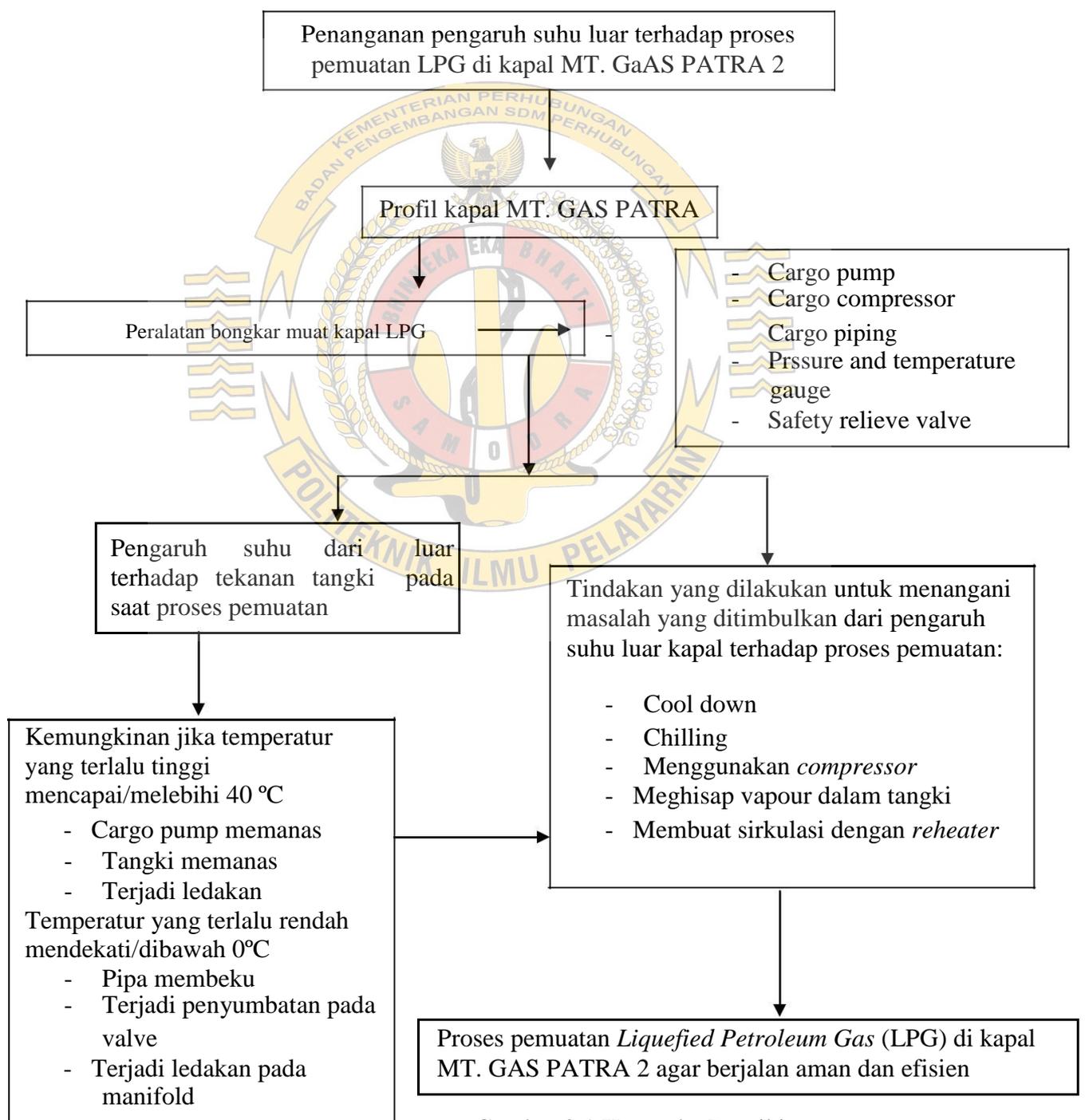
- 1) Iritasi paru-paru dan tenggorokan, mata dan kadang-kadang kulit.
- 2) Narcosis, yang mengakibatkan terganggunya atau hilangnya reaksi normal, menurunnya kesadaran, perasaan jadi tumpul, gerakan jadi kaku dan daya pikir terganggu.
- 3) Kerusakan pada alat tubuh atau system syaraf dalam jangka singkat atau lama bahkan permanent.

## B. Kerangka Berpikir

Untuk mempermudah pembahasan skripsi mengenai proses pemuatan *liquefied petroleum gas* (LPG) di kapal MT. GAS PATRA 2, maka perlu untuk memfokuskan secara khusus data-data muatan LPG, untuk kemudian dapat

diambil kesimpulan tentang pengaruh suhu dari luar kapal terhadap tekanan dalam tangki dan sifat cara menangani masalah yang ditimbulkan dari pengaruh suhu luar kapal terhadap proses pemuatan. Skema tentang pembahasan skripsi ini dapat penulis tunjukkan dalam diagram di bawah ini :

## KERANGKA PIKIR



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir

Pengenalan kapal LPG pada kru sangatlah penting karena kapal LPG merupakan kapal yang memuat bahan berbahaya dan mudah terbakar. Agar kinerja dikapal terlaksana dengan baik maka perlu adanya pengarahan tentang proses pemuatan serta harus mengerti peralatan apa saja yang digunakan dalam pemuatan dikapal LPG. Salah satu proses yang harus diperhatikan dalam pemuatan dikapal LPG adalah menjaga agar tekanan dalam tangki muatan tidak berubah, karena tekanan yang tidak stabil dapat menimbulkan bahaya kepada kru, muatan, maupun kapal. Jika suhu dalam tangki berubah bisa mengakibatkan tekanan dalam tangki naik maupun turun sehingga akan ada masalah yang ditimbulkan dari naik atau turunnya suhu. Jika permasalahan itu tidak cepat ditangani akan mengakibatkan keterlambatan proses pemuatan atau dapat menjadi bahaya yang sangat serius. Maka dalam proses pemuatan harus sangat diperhatikan suhu didalam tangki agar proses memuat menjadi aman dan efisien.

### C. Definisi-definisi operasional

1. *Absolut Zero* adalah temperature dimana secara teori volume gas menjadi nol (0). Biasanya terjadi pada temperature  $-273.16\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
2. *Boiling Point* adalah temperature dimana tekanan *vapour* dari *liquid* sama dengan tekanan pada permukaan *liquid*.
3. *Critical Temperatur* adalah temperature dimana gas tidak dapat dicairkan hanya dengan tekanannya.

4. *Dewpoint* adalah temperature dimana akan terjadi kondensasi jika pendinginan terus terjadi / dilakukan.
5. *Flash Point* adalah temperature terendah dimana *liquid* akan melepaskan *vapour* yang cukup untuk membentuk zat yang mudah terbakar jika bercampur dengan udara yang ada dipermukaan *liquid*.
6. *Absolut Pressure* adalah jumlah total dari tekanan dari alat pengukur ditambah dengan tekanan dari sekitarnya.
7. *Critical Pressure* adalah tekanan dimana suatu zat mencapai *critical temperature*.
8. *CoolDown* adalah kegiatan menyemprotkan air laut secara menyeluruh keatas permukaan tangki.
9. *Chilling* adalah kegiatan menghisap *liquid* yang ada didalam tangki muat untuk disirkulasi dan dimasukkan lagi kedalam tangki.
10. *Asphyxia* adalah suatu kondisi lingkungan dimana kandungan *oxigen*nya kurang dari 20,8 %.
11. *Hot Work* adalah suatu kegiatan pengelasan diatas kapal.