

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Upaya

Guna mendukung pembahasan analisa dalam upaya pencegahan *high pressure tank* kapal LPG/C pada saat pemuatan gas di kapal, perlu diketahui dan dijelaskan beberapa defmisi-definisi penunjang. Menurut Tim Penyusun KBBI (2014:931) upaya adalah usaha, syarat untuk menyampaikan sesuatu maksud, akal, ikhtiar. Dilain pihak menurut Ricky Mudjiono (2008:472) menjelaskan bahwa upaya adalah usaha ikhtiar untuk mencapai maksud tertentu. Begitu pula menurut Sriyanto (1997:7) yang menjelaskan bahwa upaya adalah usaha untuk mencapai sesuatu. Sedangkan menurut Torsina (1987:4) upaya adalah segala tindakan yang dilakukan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Pendapat lain mengatakan bahwa upaya adalah usaha atau syarat untuk menyampaikan sesuatu atau maksud (Wahyu baskoro, 2005).

Berdasarkan kesimpulan definisi tersebut maka dapat disimpulkan bahwa definisi upaya dalam penelitian ini adalah usaha atau ikhtiar yang dilakukan untuk melakukan atau melaksanakan tindakan pencegahan tekanan tinggi di tangki kapal pada saat pemuatan gas berlangsung.

2. Pencegahan

Untuk mengurangi dampak yang diakibatkan dari tingginya tekanan pada saat proses pemuatan maka dilakukanlah pencegahan. Menurut Tim Penyusun KBBI pencegahan adalah menangkal sesuatu yang akan terjadi. Menurut Notosoedirdjo dan Latipun (2005:145) pencegahan merupakan salah satu upaya untuk menghindari kerugian, kerusakan yang terjadi pada seseorang atau masyarakat disekitarnya. Di lain pihak menurut Nasry (2006) pencegahan adalah suatu tindakan yang diambil terlebih dulu sebelum kejadian, dengan didasarkan pada data/keterangan yang bersumber dari hasil analisis epidemiologi atau hasil pengamatan/penelitian epidomologi.

Berdasarkan definisi-definisi diatas dapat diambil kesimpulan pengertian pencegahan adalah suatu upaya untuk mencegah terjadinya kerugian atau kerusakan pada muatan saat proses pemuatan.

3. Pemuatan

a. Definisi

Setiap kapal yang beroperasi bentuk dan macamnya berbeda-beda begitu pula dengan isi muatannya. Menurut Istopo (2003:65), muatan adalah segala macam barang dagangan yang diserahkan kepada pengangkut untuk diangkut dengan kapal guna diserahkan kepada orang atau badan. Dilain pihak menurut tim penyusun KBBI (2005:930), pemuatan adalah proses atau cara memuatkan suatu muatan, muatan sendiri adalah barang yang diangkut dengan

kendaraan. Begitu pula menurut Arso Martopo (2004) dalam buku "Penanganan Muatan" menerangkan tentang 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.

b. Penanganan Muatan

Pengetahuan dalam hal memuat dan membongkar muatan dari dan ke atas kapal tentang jenis-jenis muatan, karakteristik muatan, tata cara penanganannya, dan penggunaan alat-alat pemuatan agar terwujud 5 prinsip pemuatan yang baik sebagai berikut:

- 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

c. Pemuatan LPG

Dalam pelaksanaan pemuatan LPG dari dan ke kapal sering dijumpai hambatan serta kendala, karena kurangnya pemahaman awak kapal, sehingga untuk menangani dan mengoperasikan kapal *tanker* jenis LPG harus sesuai prosedur. Berikut pelaksanaan muat di kapal LPG/C GAS NUR1 ARIZONA

- 1). Mempersiapkan alat *safety equipment*.
- 2). *Hose connection*.
- 3). Melaksanakan komunikasi dengan *mother ship*.
- 4). *Loading agreement*.
- 5). Pengoperasian di deck.
- 6). Membuka *lineup*.
- 7). Menginformasikan keadaan tangki.
- 8). Meminta temperatur sesuai yang dimuat.
- 9). Memuat *buthane* 50% dan *propane* 50%.
- 10). Melaksanakan *blowing* setelah selesai.
- 11). Melaksanakan *tank inspection*.
- 12). Pemberkasan dokumen kargo.
- 13). *Hose disconnecting*.

Berdasarkan definisi diatas dapat diambil simpulan pengertian pemuatan adalah proses memuatkan suatu muatan diatas kapal dengan memperhatikan keselamatan muatan, *crew* kapal dan lingkungan sekitar.

4. Muatan Gas dan Kapal *Gas Carrier*

Kapal pengangkut LPG memuat LPG dalam keadaan tekanan udara luar sehingga sebagai dampaknya LPG harus berada pada suhu mendekati titik didihnya.

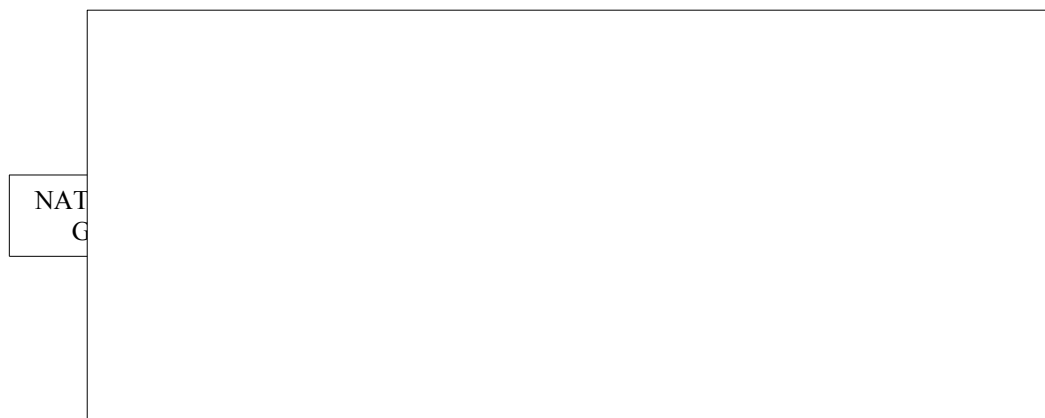
“A Liquefied gas is the liquid form of a substances which, at ambient temperature and at atmospheric pressure would be a gas. Liquids with

a vapour pressure exceeding 2.8 bar absolute at temperature of 37,8 °C” Yang dapat diartikan sebagai berikut yaitu: Gas cair adalah bentuk cair dari suatu zat yang akan berubah apabila pada suhu dan tekanan yang sesuai akan menjadi gas, yang mempunyai tekanan vapour absolute melampaui 2.8 bar pada temperature 37.8 °C (McGuire and White, *Liquified Gas Handling And Principles On Ships and in Terminal*, Witherby, London, 2000)

“Liquified Petroleum Gas (LPG) is the general name given for propane, butane and mixtures of the two. These products can be obtained from the refining of crude oil. When produced in this way they are usually manufactured in pressurized form”.

Yang dapat diartikan sebagai berikut: LPG adalah nama umum yang diberikan untuk senyawa propane dan *butane* atau campuran antara kedua senyawa tersebut. Produk ini dapat diperoleh dari penyulingan minyak mentah yang biasanya diproduksi pada saat minyak mentah memiliki tekanan.

Pengelompokan antara Gas alam, NGL dan LPG dapat dilihat pada diagram di bawah ini :



Sumber : (*Liquified Gas Hanling Pronciples LPG-NGL*)

Gambar 2.1 Pengelompokan antara Gas alam, NGL dan LPG

Jadi menurut uraian di atas adalah natural gas merupakan senyawa kimia terdiri dari metana, air, CO_2 , nitrogen dan senyawa *hydrocarbon* lainnya. Yang mana masih bereaksi dengan senyawa yang mengandung ethana, pentana dan *heavier fraction* yang juga dapat bereaksi dengan senyawa LPG. LPG terdiri dari propan dan butan. Dapat disimpulkan Natural Gas mengandung NGL & LPG sedangkan NGL mengandung LPG butane. NGL sendiri hanya mengandung ethane dan pentane saja. Sedangkan LPG mengandung propane dan butane. Sehingga penulis mengambil kesimpulan bahwa *Liquefied Petroleum Gas* adalah salah satu hasil bumi yang terdiri dari *propane* dan *butane* atau campuran dari keduanya yang memiliki sifat tidak berbau dan tidak berwarna namun memiliki tingkat bahaya terhadap kebakaran yang sangat tinggi.

Kapal LPG/C Gas Nuri Arizona adalah kapal yang mengangkut muatan LPG MIX yang merupakan campuran dari *butane* (C_4H_{10}) dan *propane* (C_3H_8).

a. Sifat Fisika

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 dalarrri hubungan dengan Gas Carrier Codes telah menentukan difinisi bahwa gas cair adalah cairan yang mempunyai tekanan gas diatas 2,8 bar absolut pada suhu $37,8^\circ\text{C}$. Alternatif lain dalam menghubungkan tekanan gas dengan suhu, untuk suatu gas

cair tertentu ialah dengan mengutip suhu dimana tekanan gasnya sama dengan tekanan atmosfer (= titik didih pada tekanan atmosfer = atmospheric boiling point), maka Hukum Boyle dan Hukum Charles Gay Lussac berlaku.

Tabel 2.1: Sifat Fisik Beberapa Jenis Gas Cair

Sifat-sifat Fisik	Dari Beberapa Jenis Gas Cair	
	Vapour Pressure	Boiling Point
Liquefied Gas	At 37,8°C	At atmospheric
	(bars absolute)	Pressure
Methane (CH ₄)	Gas*	-161
Propane (C ₃ H ₈)	12,9	-43
n-Butane (C ₄ H ₁₀)	3,6	-0,5
Ammonia (NH ₃)	14,7	-33
Vinyl chloride (C ₂ H ₃ Cl)	5,7	-14
Butadiene (C ₄ H ₆)	4,0	-5
Ethylene oxide	2,7	+10,7

Butane dan propane serta campuran-campuran butane/propane, pencairannya menjadi LPG mengurangi volume dengan suatu faktor yang bernilai sekitar 250 kali. Pencairan dibawah tekanan atmosfer menghendaki penurunan suhu sampai ketitik didih cairan tersebut . jika ditransportasikan pada suhu rendah, penerobosan panas yang masuk akan menyebabkan cairan itu menguap. Uap tersebut dapat dimanfaatkan dan dikembalikan ke cairan atau dibakar sebagai bahan bakar.

Massa jenis gas propan adalah 2,004 kg/m³, gas butan adalah 2,703 kg/m³, dan udara sebesar 1,293 kg/m³. Pengetahuan tentang massa jenis ini penting untuk memahami perilaku gas bila gas

tersebut terlepas di udara bebas, apakah gas tersebut naik ke atas atau turun ke bawah (dan akan berada di atas permukaan tanah).

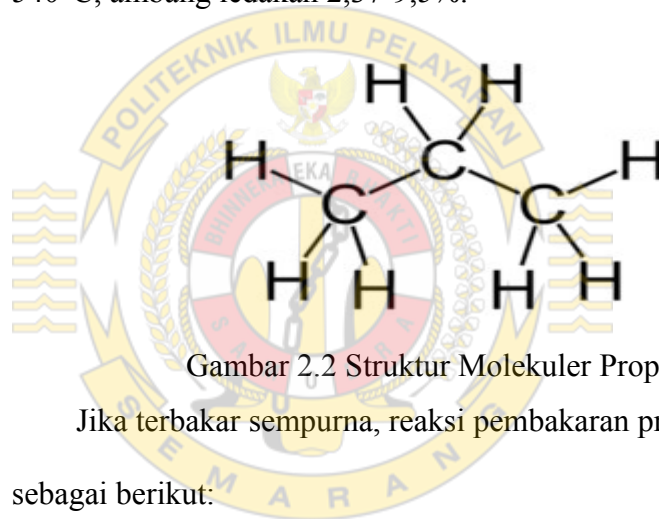
Massa jenis relatif dari propan yaitu 1,55 dan massa jenis relatif dari butan adalah sebesar 2,09. Temperatur nyala dari bahan bakar gas pada umumnya antara 450°C sampai dengan 650°C . Temperatur nyala untuk propan adalah 510°C , sedangkan butan adalah 460°C . Apabila ada LPG yang terlepas atau bocor dari tabung gas ke udara bebas, gas tersebut tidak akan terbakar dengan sendirinya. Karena temperatur udara bebas biasanya sekitar 27°C . Untuk menimbulkan nyala pada peralatan yang menggunakan bahan bakar gas, misalnya kompor gas, kita menggunakan alat penyalu atau api penyalu.

Batas nyala (*Flammable Range*) atau disebut juga batas meledak (*Explosive Range*) adalah perbandingan campuran (dalam bentuk prosentase) antara gas dengan udara, dimana pada batas tersebut dapat terjadi nyala api atau ledakan. Batas nyala (*Flammable Range*) untuk propan adalah antara 2,4% sampai dengan 9,6% dan butan antara 1,9% sampai dengan 8,6%.

b. Sifat Kimia

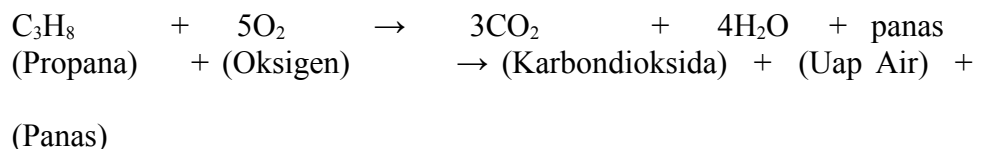
LPG adalah hasil dari kilang minyak dan Kilang gas, yang komponen utamanya adalah gas propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). Propana merupakan senyawa alkana tiga karbon yang berwujud gas dalam keadaan normal, tetapi dapat dikompresikan

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%.



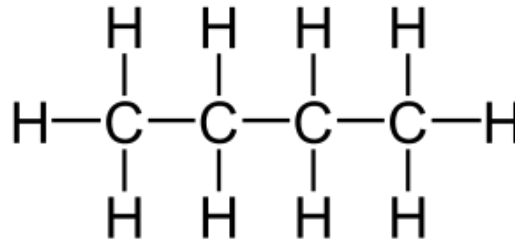
Gambar 2.2 Struktur Molekuler Propana

Jika terbakar sempurna, reaksi pembakaran propana adalah sebagai berikut:



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(CH₃)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 (135,4 k), titik didih butana -0,5°C (272,6 k). Butana sangat mudah terbakar tetapi penampilannya tidak berwarna dan merupakan gas yang mudah untuk dicairkan. Nama butana diturunkan dari nama asam butirat.

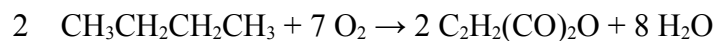


Gambar 2.3 Struktur Molekul Butana

Ketika oksigen tersedia dalam jumlah yang melimpah, maka butana akan terbakar dan membentuk karbon dioksida dan uap air. Sedangkan, apabila oksigen jumlahnya terbatas, maka akan terbentuk karbon monoksida.



n-Butana juga dipakai sebagai bahan baku dalam proses katalis DuPont untuk membentuk maleat anhidrat:



Menurut *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals* yang menjelaskan bahwa kapal gas adalah kapal barang yang dibangun dan dirancang untuk dapat mengangkut muatan secara curah semua jenis gas yang dicairkan. Kapal gas dibagi dalam beberapa jenis menurut muatannya antara lain :

a. *Fully pressurised ship*

Fully pressurised ships are the simplest of all gas carriers, they carry their cargoes at ambient temperature. They are fitted with type "C" tanks (pressure vessels) fabricated in carbon steel having a typical design pressure of about 18 bar. As a result, fully pressurised ships tend to be small having cargo capacities of about 4000 to 6000 m³, and are primarily used to carry LPG and amonia. (McGuire dan White,2000)

Yang dapat diartikan sebagai berikut: 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 m³ sampai 6.000 m³ kapal ini digunakan untuk membawa LPG dan amonia.

b. *Semi pressurized ship*

This semi-pressurised type ship is a fully refurable and fully pressurised loading and unloading type. This type of gas tanker has become a means of transporting various types of gases, from LPG, VCM to propylene and butadiene, having a volume of between 1,500 m³ to 15,000 m³. Cargo tanks are made of either low temperature resistant steels which can carry low- temperature loads up to -480C which are suitable for LPG and chemical gas loads, either from special or mixed steel or aluminum to be able to bury ethylene at -1040C. The flexible loading / unloading system of SP/ FR is designed to be able to load from or dismantle it into both the pressurised and refrigerated shelters. (McGuire dan White,2000)

Yang dapat diartikan sebagai berikut: kapal tipe semi *pressurised* ini merupakan jenis kapal yang dapat melakukan pemuatan dan pembongkaran secara *fully refrigerated* dan *fully pressurized*. Tipe tanker gas ini telah menjadi alat pengangkut berbagai jenis gas, dari LPG, VCM sampai propylene dan

butadiene, mempunyai volume muat antara 1.500 m³ sampai 15.000 m³. Tanki muatan terbuat baik dari baja tahan suhu rendah yang dapat memuat muatan bersuhu rendah sampai -48°C yang cocok untuk LPG dan muatan gas kimia, ada dari bahan baja campuran khusus atau aluminium untuk dapat mengangkut ethylene pada suhu -104°C. Sistem muatan/bongkar dari SP/FR yang fleksibel didesain untuk dapat memuat dari atau membongkar ke tanki penampungan baik yang pressurized maupun yang refrigerated.

c. *Semi refrigerated ship*

This type of vessel is the same as the fully pressurized type which includes both type C tanks, in which case the tank pressure is designed at a pressure of 5-7 bar. Ship size up to 7,500 m³ and preferred for LPG transport. Compared to the fully pressurized type there is a reduction in the thickness of the load tank due to the reduction of labor, but there are additional costs due to the additional installation of cooling and heat insulation in the tank. Tanks on this type of vessel are made of steel that can withstand the effects of cold temperatures to as low as -100C. The shape can be cylindrical, spherical or slightly rounded. (McGuire dan White,2000)

Yang dapat diartikan sebagai berikut: apal tipe ini sama dengan tipe fully pressurized dimana keduanya termasuk tanki tipe C, di dalam hal ini tekanan tanki didesain pada tekanan 5-7 bar. Ukuran kapal sampai dengan 7.500 m dan diutamakan untuk pengangkutan LPG. Dibandingkan dengan tipe fully pressurized terdapat pengurangan pada ketebalan tanki muatan karena pengurangan tenaga kerja, tetapi terdapat penambahan biaya

karena ada tambahan instalasi pendingin dan isolasi panas pada tanki muatan. Tanki pada kapal tipe ini dibuat dari baja yang dapat menahan efek suhu dingin sampai serendah -10°C . Bentuknya bisa silinder, bola atau agak bulat.

d. *Ethylene and gas / chemical carriers*

This vessel has the advantage of being able to load cargo other than LPG load, it can load an ethylene with a boiling point of -104°C , and has a cargo capacity of $1,000\text{ m}^3$ to $12,000\text{ m}^3$, with a specific gravity of 1.8 at a minimum temperature of -104°C to $+80^{\circ}\text{C}$, this type of vessel can perform loading and unloading in a pressurized and refrigerated manner. (McGuire dan White,2000)

Yang dapat diartikan sebagai berikut: 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 $+80^{\circ}\text{C}$, kapal tipe ini dapat melakukan pemuatan dan pembongkaran secara *pressurised* dan *refrigerated*.

e. *Fully refrigerated ship*

Ships with large loading capacity ranging from $20,000\text{ m}^3$ to $100,000\text{ m}^3$ can load loads with -48°C temperatures, the type of load that can be loaded by this type of ship.

Yang dapat diartikan sebagai berikut *LPG, ammonia, dan vinyl chloride*, yang dapat diartikan sebagai berikut: 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.*

f. Liquefied natural gas (LNG) carrier

The vessel has a capacity of 125,000 m³ to 135,000 m³, LNG loading is transported in -162 °C, this ship can only load LNG type loads, and nothing else.

Yang dapat diartikan *sebagai* berikut: kapal ini mempunyai kapasitas antara 125.000 m³ sampai 135.000 m³, Muatan LNG di angkut dalam temperatur -162 °C, kapal ini hanya dapat memuat muatan jenis LNG, dan tidak ada yang lain.

Dari defmisi-definisi diatas dapat diambil kesimpulan bahwa kapal gas adalah kapal yang digunakan oleh industri minyak dan gas lepas pantai untuk mengangkut macam-macam hasil bumi berupa gas yang telah dicairkan.

5. Ship to *Ship* Transfer Operation (STS)

Saat melaksanakan penelitian di kapal LPG/C setiap melakukan pemuatan kapal bersistem STS dengan kapal yang ukurannya lebih besar dan tipe yang berbeda, biasanya disebut dengan *mother ship*.

STS transfer operation is an operation where liquefied gas is transferred between ocean-going ships moored alongside each other. Such operation may take place when one ship is at anchor or when both are either drifting or under power. In general, the expression includes the approach manoeuvre, berthing, mooring, unmooring, hose connecting, hose disconnecting and safe procedures for cargo transfer .

Yang dapat diartikan sebagai berikut: operasi STS atau operasi antar kapal adalah dimana muatan gas cair yang ditransfer antar kapal-kapal laut yang ditambatkan satu sama lain. Operasi tersebut dapat

tejadi ketika salah satu kapal dalam keadaan labuh jangkar atau pada saat keduanya sedang *drifting* atau berpindah atau sedang dalam keadaan laju. Secara umum, kegiatannya meliputi olah gerak, sandar, lepas sandar, menghubungkan dan memutus *hose* atau selang dan prosedur yang aman untuk kegiatan bongkar muat (International Chamber of Shipping, Ship to Ship Transfer Guide (Liquified Gases), Witherby, London, 1995).

Menurut Whiterby dalam bukunya yang berjudul *Ship to Ship Transfer (Liquified Gases)* edisi ke-3 menjelaskan *ship to ship (STS)* adalah operasi dimana minyak mentah atau prduk minyak bumi dipindahklan anatara kapal berlayar dilaut yang ditambatkan satu sama lain. Operasi tersebut dapat terjadi ketika satu kapal sedang berlabuh atau ketika keduanya sedang berlangsung. Seacar umum pernyataan yang termasuk berolah gerak, sandar, kegiatan menambatkan kapal didermaga, pemasangan selang, prosedur keselamatan untuk pemindahan cargo , lepas selang dan kegiatan melepas ikatan tambtaan kapal.

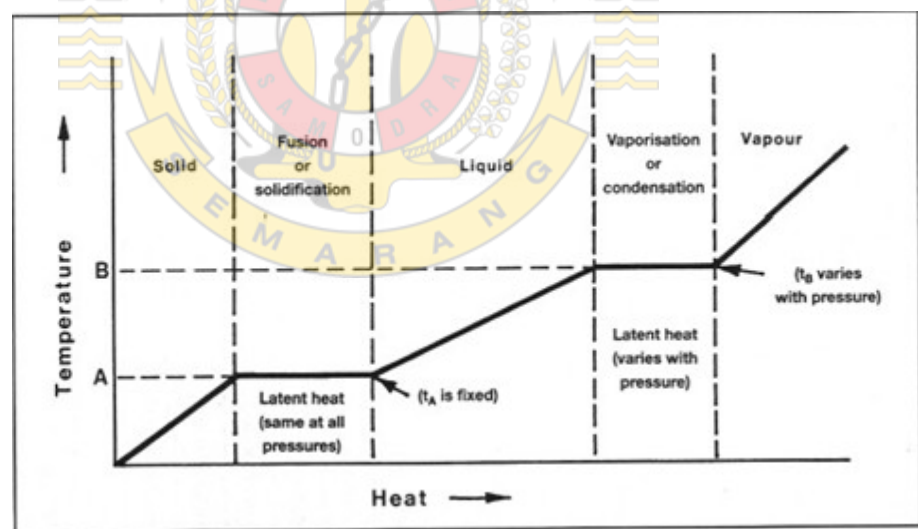
Berdasarkan definisi-definisi diatas dapat diambil kesimpulan bahwa yang dimaksud Ship to Ship (STS) transfer adalah proses bongkar muat yang dilakukan oleh dua kapal dimana kapal tersebut dalam keadaan berlabuh dan saling ditambatkan satu sam a lain.

6. Pengaruh Tekanan dan Suhu Pada Tangki Muatan

Hubungan antara suhu dan tekanan muatan dalam tanki muatan adalah berbanding lurus. Menurut McGuire and White dalam buku

Liquified Gas Handling Principles 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. Panas yang diberikan atau dihilangkan dari zat dalam m

erubah wujud padatan ke cairan dan ke uap atau sebaliknya disebut panas laten. Panas laten dari penguapan dan pengembunan adalah sama, 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.



Sumber : (*Liquified Gas handling Principles*, p. 28)

Gambar 2.4 Keadaan zat pada panas yang diberikan
Gambar diatas menjelaskan perubahan wujud suatu zat dan hubungan antara panas yang diberikan dengan kenaikan suhu. 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 cairan menuju ke uap lebih banyak dari jumlah molekul yang memasuki cairan dari uap. Tekanan uap adalah tekanan yang diberikan pada uap dari sebuah zat pada suhu tertentu. Ruang diatas cairan dikatakan menjadi jenuh pada suhu tertentu jika ruang tersebut tidak dapat menerima uap lagi pada kondisi tersebut dan uap setimbang dengan cairan pada suhu tertentu. Tekanan yang diberikan pada suhu tertentu tersebut dinamakan tekanan uap jenuh.

Dalam kaitannya dengan *density* dalam buku *Liquefied Gas Tanker Familiarisation Level* dijelaskan bahwa "*density* dari cairan diartikan sebagai massa per satuan volume. *Density* cairan menurun dengan naiknya suhu. Sedangkan *density* uap jenuh dari *liquefied gases* naik dengan naiknya suhu. Hal ini karena uap muatan bersinggungan dengan cairannya dan ketika suhu naik, cairan muatan tersebut lebih banyak dirubah menjadi uap muatan untuk menaikkan tekanan uap muatan. Hal ini menghasilkan massa yang cukup besar per satuan volume didalam ruang berisi uap muatan. Dari hal di atas maka naiknya suhu dapat menurunkan *density* cairan dan menaikkan *density* uap jenuh. Dengan kata lain ketika suhu naik massa cair menjadi semakin ringan dan massa uap muatan menjadi lebih berat yang selanjutnya akan menaikkan tekanan pada tangki .

7. Kualifikasi Perwira dan Anak Buah Kapal (ABK) yang Bekerja di Kapal Jenis *Gas Carrier*

Ketika melakukan kegiatan pemuatan diatas kapal anggota kapal merupakan efek terpenting dalam kegiatan tersebut karena anggota kapal adalah kunci utama untuk menciptakan tujuan. Menurut IMO dalam STCW convention and Code, Regulation V, 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 keterampilan yang memadai untuk bekerja di atas kapal jenis *gas tanker* termasuk *LPG Carrier*.

8. Rencana Perawatan Kapal Plan Maintenance System (PMS)

Untuk menciptakan agar pemuatan berjalan dengan lancar maka perlu dilakukan perawatan kapal sesuai dengan persyaratan yang sudah tertera untuk menjamin sistem manajemen keselamatan diatas kapal.

Menurut IMO, di dalam ISM Code (2010, 6) chapter 10 disebutkan:

10.1 The company should establish procedures to ensure that the ship is maintained in conformity with the provisions with the relevant rules and regulations and with any additional requirements which may be established by the company.

Yang dapat diartikan yaitu perusahaan harus membuat prosedur untuk memastikan bahwa kapal dirawat sesuai dengan persyaratan peraturan yang berlaku, persyaratan ketentuan dari perusahaan.

10.2 In meeting these requirements the Company should ensure that:

- 1 inspections are held at appropriate intervals.*
- 2 any non-conformity is reported, with its possible cause, if known.*
- 3 appropriate corrective action is taken and,*
- 4 records of these activities are maintained.*

Yang dapat diartikan yaitu 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 The Company should establish procedures in its safety management system to identify equipment and technical systems the sudden operational failure of which may result in hazardous situations. The safety management system should provide for specific measures aimed at promoting the reliability of such equipment or systems. These measures should include the regular testing of stand-by arrangements and equipment or technical systems that are not in continuous use.

Yang dapat diartikan yaitu 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 The inspections mentioned in 10.2 as well as the measures referred to in 10.3 should be integrated into the ship's operational mainten.

Yang dapat diartikan sebagai berikut: Pemeriksaan-pemeriksaan pada poin 10.2 selaras dengan poin 10.3 harus diintegrasikan pada perawatan operasional rutin di atas 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 dikejakan dan waktu jatuh tempo suatu perawatan harus dikejakan 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 pentransfer 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. *Monitoring System*

Monitoring system ialah sistem pengukuran dan pengontrolan keselamatan kapal pengangkut gas dalam proses pemuatan dan pembongkaran, umumnya dilengkapi instrumentasi sebagai berikut:

- a. Level muatan yang ada dalam tangki kapal.
- b. Tekanan muatan dalam tangki kapal.
- c. Temperatur muatan di dalam tangki kapal.
- d. Cargo specific gravity (density)

5. *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.

6. *Manifold*

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

7. *Vent Mask*

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

8. *Deck Water Spray*

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

9. *Sea Chest*

Suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang menempel pada sisi dalam dari pelat kulit kapal yang berada dibawah permukaan air dipergunakan untuk mengalirkan air laut kedalam kapal sehingga kebutuhan sistem air laut (Sea water sistem) dapat dipenuhi.

10. *H/D Compressor*

Pompa untuk menghisap vapour dari tangki muatan kapal dan mengirimkan ke tangki-tangki muatan di darat lewat pipa-pipa muatan diatas kapal.

11. MARV'S

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

12. *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.

13. *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.

14. *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.

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

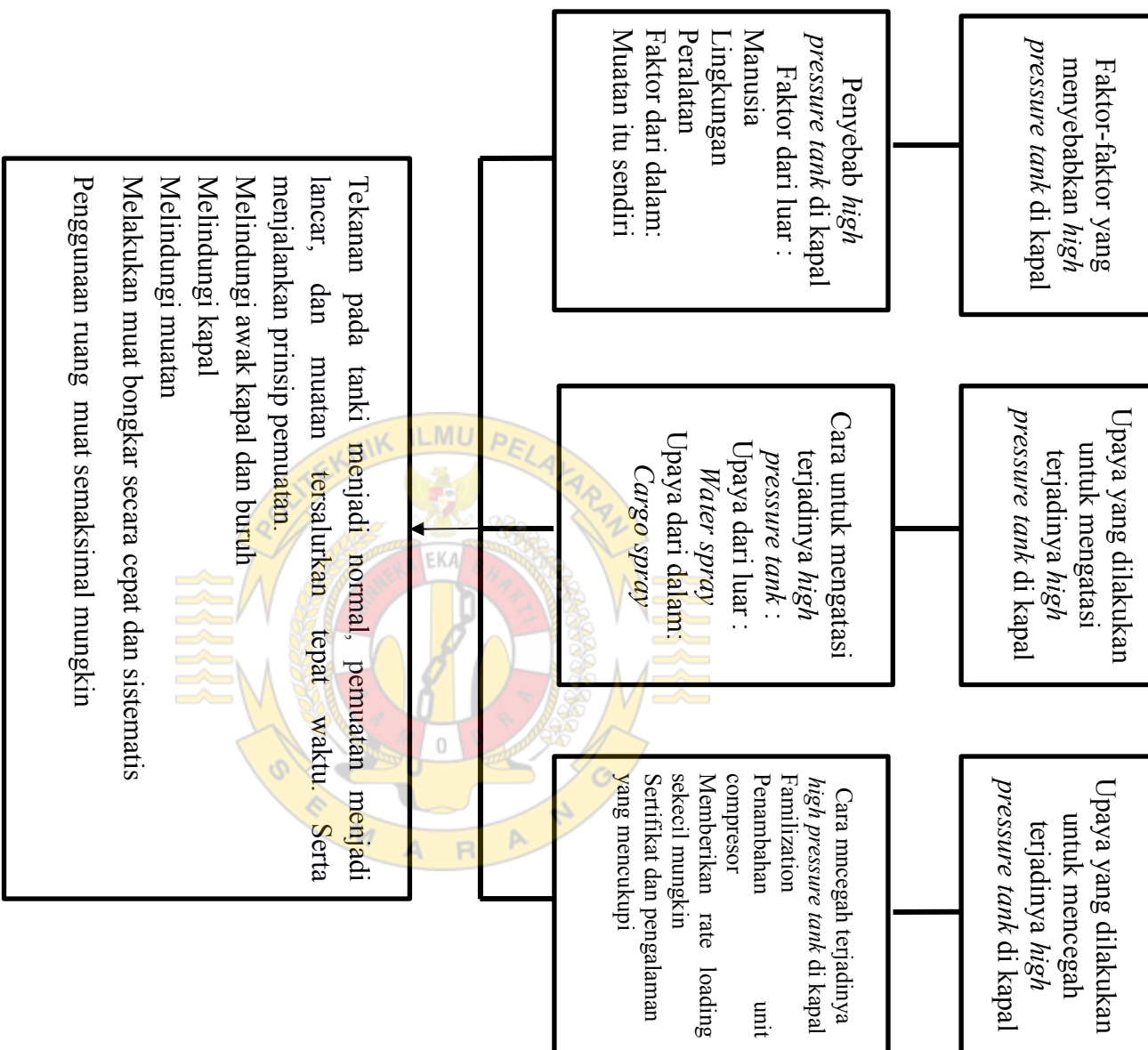
Adalah nota dari pengangkut atau nahkoda kepada penerima/pencharter/pengirim atau agent di pelabuhan bongkar yang menerangkan, bahwa kapal telah tiba di pelabuhan dan telah siap dibongkar atau dimuati,

16. *Tanker Timesheet*

Adalah suatu lembaran untuk pencatatan waktu mulai dan berakhirnya aktifitas 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



Gambar 2.5 Kerangka Berpikir

Berdasarkan bagan kerangka pikir diatas, dapat dijelaskan bermula dari topik yang akan dibahas yaitu pencegahan tekanan tangki pada saat muat dan akan menghasilkan faktor penyebab dari kejadian tersebut. Dari faktor tersebut didapat cara mengatasinya, sehingga timbulah cara mencegah masalah yang ada. Setelah semua permasalahan terselesaikan, maka

dihasilkan tekanan pada tangki kembali normal dan muatan dapat disalurkan tepat waktu. Serta menjalankan prinsip pemuatan.

