

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan pustaka

Untuk mendukung pembahasan tentang analisa menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* di MT. Pupuk Indonesia, maka perlu diketahui dan dijelaskan beberapa teori-teori penunjang yang penulis ambil dari beberapa sumber pustaka yang berkaitan dengan pembahasan sehingga dapat lebih menyempurnakan penulisan skripsi ini.

Setiap pesawat yang ada diatas kapal pada umumnya sudah dilengkapi dengan buku-buku panduan atau manual book, baik untuk pengoperasian maupun untuk perawatan dan perbaikan. Bahasa yang digunakan dalam manual book ialah bahasa inggris, dengan menggunakan bahasa internasional bertujuan untuk memudahkan awak kapal memahami maksud dan tujuan buku tersebut.

1. Pengertian analisis

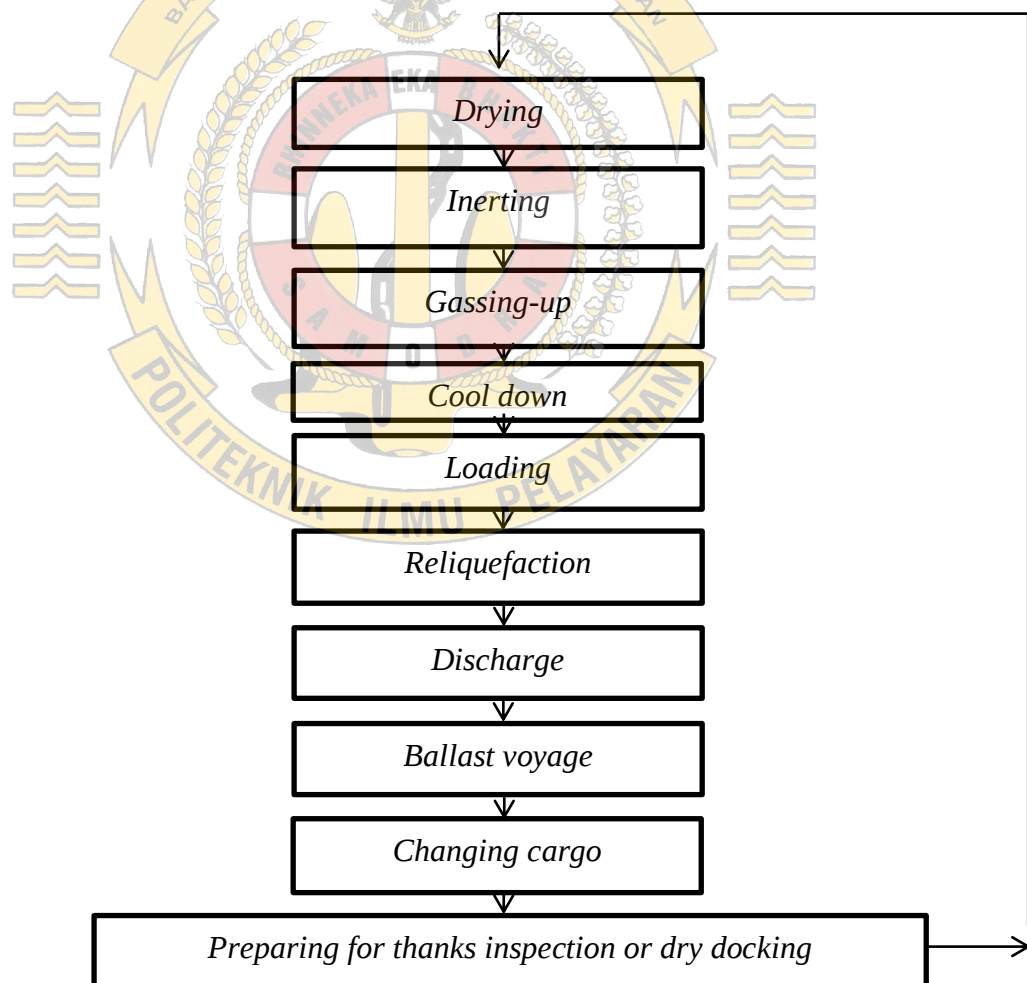
Menurut Dwi Prastowo Darminto dan Rifka Julianty dalam buku Analisis Laporan Keuangan (2002: 52) kata analisis diartikan sebagai penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagiannya itu sendiri, serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan.

Berdasarkan pernyataan diatas penulis menyimpulkan bahwa analisis merupakan kegiatan memperhatikan, mengamati, dan memecahkan sesuatu (mencari jalan keluar) yang dilakukan seseorang.

2. *Cargo handling system*

Menurut Jan Babicz (2005: 272) dalam buku yang berjudul *Encyclopedia of Ship Technology* pada sistem penanganan muatan karakteristik yang paling menonjol dari liquefied gas carriers dilengkapi dengan instalasi penanganan kargo khusus yang dirancang untuk menjaga produk gas di keadaan cair. Desain dan operasi *liquefied gas carriers* terutama yang diatur dengan *International Gas Carrier Code (IGC Code)*.

Menurut McGuire pada buku *Liquefied Gas Handling Principle* 3rd edition (2000: 178) urutan operasi penanganan muatan dimulai dari *ship building* atau *dry dock* adalah sebagai berikut :

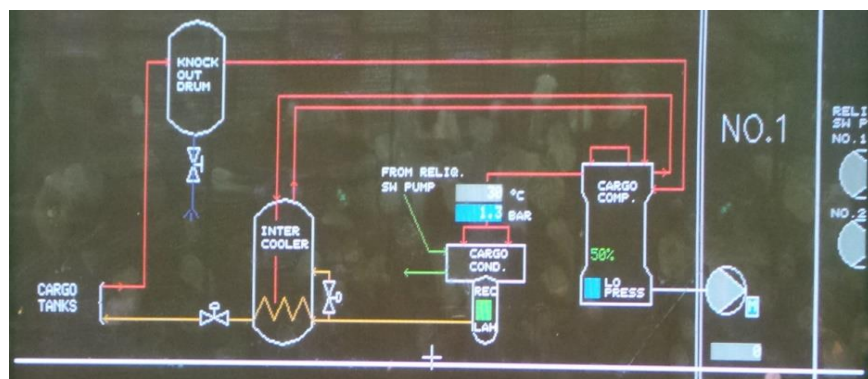


Gambar 2.1 Diagram Operating Cargo handling

Adapun peralatan penanganan gas di atas kapal untuk menjaga tekanan serta temperature di atas kapal pengoperasiannya dengan satu kesatuan alat penanganan yaitu *reliquefaction plant*. *Reliquefaction plant* terdiri dari kompresor kargo, kondensor, *inter cooler* serta pompa pendingin air laut.

3. *Reliquefaction plant*

Menurut *instruction manual book for LPG Reliquefaction plant* yang diterbitkan oleh Biro Klarifikasi Jepang NK (*Nippon Kaiji Kyokai*) pada tahun 1991, “*LPG Reliquefaction plant* yaitu suatu mesin yang difungsikan untuk menjaga tekanan di dalam tangki muatan. Yang mana nilai tekanan yang sesuai dengan suhu tangki yang diminta untuk proses menjaga muatan Ammonia”. Secara garis besar komponen penyusun *Reliquefaction plant* terdiri dari *Cargo Compressor*, *Knock-Out drum*, *cargo condensor / receiver*, *Inter cooler*, *Alarm and Safety Device*. Adapun gambar *reliquefaction plant* sebagai berikut.



Gambar 2.2 *Reliquefaction plant*

Menurut McGuire pada buku *Liquefied Gas Handling Principle* 3rd edition (2000: 111) *reliquefaction* ialah Peralatan ini dirancang untuk melakukan fungsi penting berikut:

- a. Untuk mendinginkan tangki kargo dan pipa terkait sebelum pemuatan.
- b. Untuk reliquefy uap kargo yang dihasilkan oleh evaporasi, cair perpindahan dan mendidih-off selama pemuatan; dan
- c. Untuk mempertahankan suhu kargo dan tekanan dalam batas yang tentukan sementara di laut dengan pencairan uap.

4. *Cargo Compressor*

Menurut Mc Guirre (2005: 95) disebutkan bahwa “*it is necessary to protect cargo vapour compressors against the possibility of liquid being drawn. Such a situation can seriously damage compressors since liquid is compressible*”. Pengertian inti dari kalimat di atas adalah bahwa *cargo compressor* harus dicegah dari masuknya muatan *liquid*, karena hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan serius pada *cargo compressor* itu sendiri. Dalam prosedur manajemen keselamatan di MT. Pupuk Indonesia disebutkan bahwa, fungsi dari *cargo compressor* ini antara lain:

- a. Fungsi *cargo compressor*
 - 1) Digunakan untuk mentransfer *vapour* dari tangki kapal ke tangki darat setelah pembongkaran *liquid* selesai. Di kapal-kapal *LPG carrier*, *vapour* juga termasuk muatan yang memiliki berat selain muatan yang berwujud *liquid* atau cair. Maka sebagian dari *vapour* ini juga biasanya dibongkar ke darat. Dengan *cargo compressor* yang merupakan alat untuk membongkar ke darat.

2) Digunakan untuk membongkar muatan apabila *cargo pump* mengalami kerusakan. Apabila pompa muatan mengalami kerusakan maka *cargo compressor* merupakan alternatif untuk membongkar muatan *liquid*. Hal ini dilakukan dengan menghisap *vapour* dari salah satu tangki muatan untuk ditransfer ke tangki yang lain dengan tujuan untuk menaikkan tekanan pada tangki tersebut. Muatan yang ada akan ditekan oleh *vapour* dari atas dan apabila tekanannya lebih tinggi dari tangki darat maka muatan *liquid* akan mengalir dari tangki kapal ke tangki darat.

3) Digunakan untuk mengendalikan tekanan tangki muatan saat kegiatan bongkar. Indikator pada saat *cargo compressor* berjalan dengan baik mempunyai *pressure* yang stabil yaitu 114 bar dan suhu pada *liquid collector* yang merupakan suhu yang normal yaitu -33°C yang kemudian dikembalikan ke tangki lagi dan akhirnya dibongkar ke kapal yang lain. Ciri-ciri tidak optimalnya *cargo compressor* yaitu karena adanya perubahan indikator *pressure* yang tidak stabil dan *temperature* yang berubah-ubah.

Fungsi ketiga inilah yang dijadikan sebagai fungsi utama proses *reliquefaction* gas Ammonia di MT. Pupuk Indonesia. Sehingga kerja *cargo compressor* harus selalu optimal.

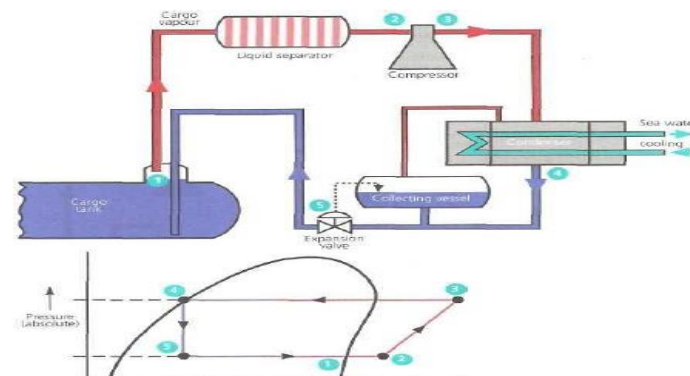
b. Tipe cargo compressor

Di kapal MT. Pupuk Indonesia yaitu *Reciprocating type* bertipe *labyrinth-piston compressor*.

Menurut Bloch Heinz P (1996: 8) pada buku *Reciprocating compressor: Operation and Maintenance*, *Reciprocating compressors* merupakan tipe kompresor *positive displacement* yang paling banyak digunakan di berbagai industri. *Reciprocating compressors* bekerja dengan prinsip yang sama dengan sebuah pompa sepeda yaitu dengan memanfaatkan kompresi piston terhadap sejumlah gas yang terjebak dalam suatu silinder menghasilkan gas bertekanan. *Reciprocating compressors* bekerja dengan mengubah gerak rotasi *shaft* menjadi gerak *reciprocating/linear* dengan suatu *crankshaft*, *crosshead*, dan *connecting rod* di antara keduanya. Salah satu ujung *connecting rod* dipasang pada *crankshaft* dan ujung satunya pada *crosshead*. Hal ini memungkinkan terjadinya gerakan *linear crosshead* ketika *crankshaft* berputar.

c. Metode pengoperasian cargo compressor

Metode pengoperasian Cargo Compressor di MT. Pupuk Indonesia menggunakan *System two-stage*. Dimana sistem ini dapat digunakan untuk kapal LPG *semi-presuraized*.



Gambar 2.4
Grafik skema *Mollier* bagan dua tahap
siklus kompresi langsung

boil-off (1) diambil dari tangki melalui pemisah cairan ke *compressor* tahap pertama (2) di mana ia super panas (3). Uap kemudian dapat didinginkan dalam pendingin. *Interstage* atau *intercooler* (4) sebelum melewati ke *compressor* tahap kedua. Tujuan dari *intercooler* adalah untuk mengurangi tekanan hisap dari tahap kedua dan meningkatkan efisiensi, adalah penting untuk *cargo* seperti Ammonia sepenuhnya didinginkan. Kompresi kedua lanjut *superheats* uap (5) yang kemudian didinginkan dan dikondensasikan dalam *condensor* berpendingin air laut (6). Cairan suhu lingkungan ini kemudian dikumpulkan dan melewati katup *ekspansi* (7) seperti dalam siklus satu tahap. Sebelum katup ekspansi, cairan kental dapat digunakan sebagai pendingin *intercooler*.

5. Kapal

Menurut tim penyusun Badan Diklat Perhubungan (2000: 60)

Tanker *LPG* gas dapat dikelompokkan dalam empat tipe yang berbeda menurut muatan yang diangkut serta kondisi pengangkutannya, yaitu:

- a. *Fully pressurized ships.*
- b. *Semi pressurized.*
- c. *Fully refrigerated LPG (Liquified Petroleum Gas) ships*

Kapal-kapal tipe a dan b, lebih cocok untuk mengangkut muatan

LPG dan gas-gas kimia dalam jumlah kecil dalam trayek dekat. Sedangkan tipe c digunakan untuk pengangkutan *LPG* dan *ammonia* dalam jumlah besar pada trayek yang panjang. Sedangkan MT. Pupuk Indonesia bertipe *semi pressurized*. Dimana kapal jenis ini dibangun dengan ukuran antara 1.500 s/d 30.000 m³, tipe tanker gas ini telah menjadi alat pengangkut berbagai jenis gas, dari *LPG*, *VCM* sampai *propylene* dan *butadine* dan banyak ditemui pada pelayaran pantai sekitar Mediterania dan Eropa Utara. Pada saat sekarang, tipe kapal ini adalah yang paling populer diantara kapal gas "ukuran kecil". Seperti hal keduanya tipe kapal terdahulu, Kapal ini menggunakan tipe tanki muatan tipe B. Tangki muatan terbuat dari baja tahan suhu rendah yang dapat memuat muatan bersuhu rendah sampai -48°C yang cocok untuk *LPG* dan muatan gas kimia, dan juga yang berbahan baja campuran khusus atau alumunium untuk dapat mengangkut *ethylene* pada suhu -104°C. Sistem bongkar muat dari kapal ini yang fleksibel, di desain untuk dapat memuat dari atau membongkar ke tanki penampungan baik yang bertipe *pressurized* maupun yang *refrigerated*.

6. Ammonia

Menurut Nielsen dalam buku *Ammonia: Catalysis and manufacture* (1995: 263) Suhu pasokan Ammonia diberikan sebagai gas, energi ini bisa dikurangi. di sisi lain, energi ekstra harus digunakan jika produk harus disediakan untuk penyimpanan atmosfer dalam bentuk liquid pada suhu -33°C.

Berdasarkan pada buku *major hazard control* (1993: 213) Pada suhu biasa dan tekanan atmosfer, *Ammonia Anhidrat* adalah gas pada

tekanan atmosfer dalam bentuk cair dengan suhu -33°C . gas Ammonia menyengat dan tidak berwarna biasanya lebih ringan dari udara luar ruangan. Ammonia tidak akan mudah menyerang karbon baja, tapi bereaksi kuat dengan tembaga dan paduan mengandung tembaga. Ammonia menggabung dengan merkuri untuk membentuk senyawa peledak, sehingga instrumen yang berisi merkuri tidak boleh digunakan jika Ammonia bisa terjadi kontak dengan merkuri. Batas mudah terbakar Ammonia adalah dari 16-25% volume di udara dengan pengapian suhu 651°C .

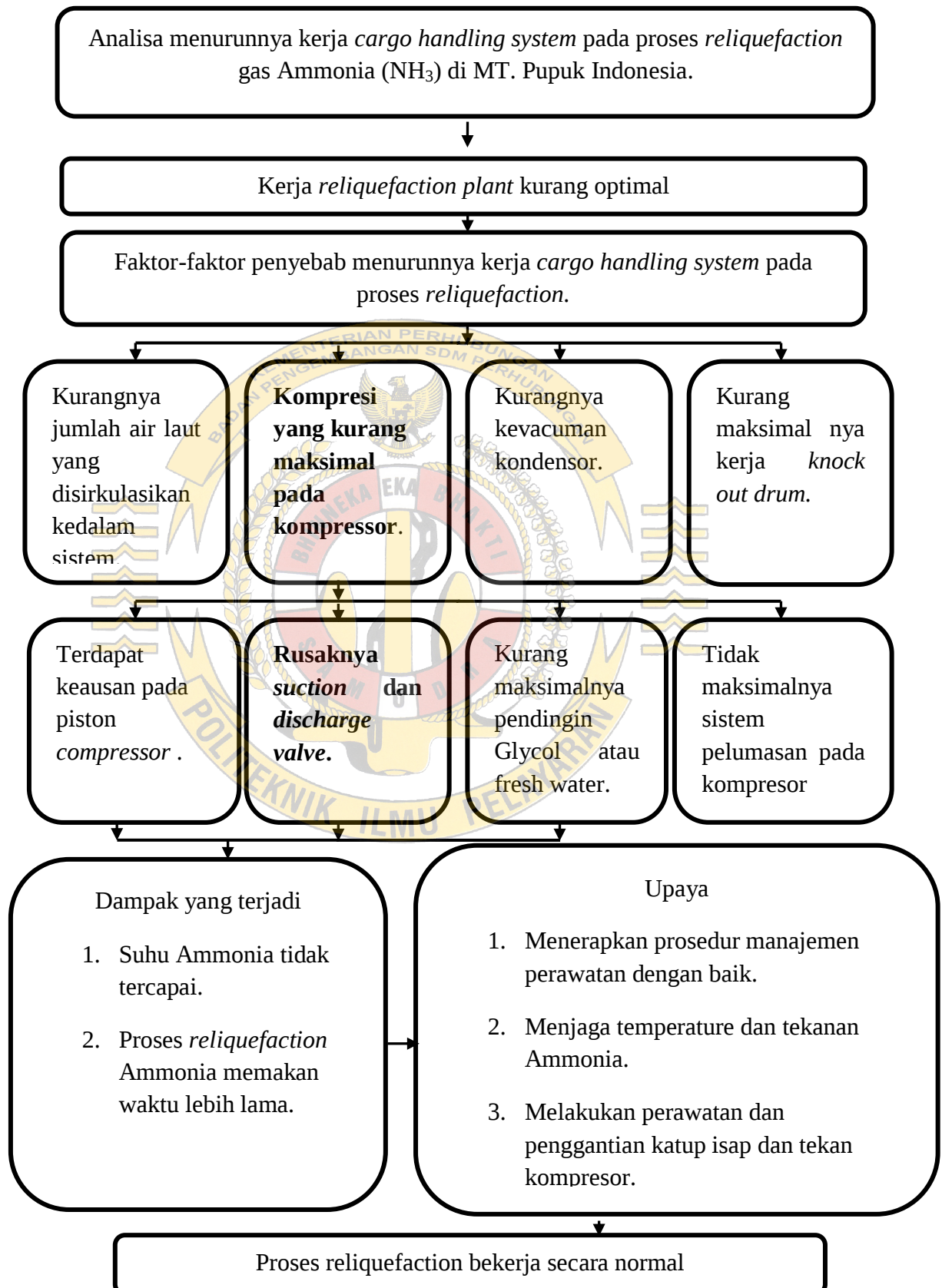
Ammonia yang digunakan secara komersial dinamakan *Ammonia Anhidrat*. Istilah ini menunjukkan tidak adanya air pada bahan tersebut. Karena Ammonia mendidih di suhu -33°C , cairan Ammonia harus disimpan dalam tekanan tinggi atau temperatur amat rendah.

Walaupun begitu, kalor penguapannya amat tinggi sehingga dapat ditangani dengan tabung reaksi biasa di dalam sungkup asap.

Ammonia umumnya bersifat basa ($\text{pK}_b=4.75$), namun dapat juga bertindak sebagai asam yang amat lemah ($\text{pK}_a=9.25$). Ammonia dapat terbentuk secara alami maupun sintetis. Ammonia yang berada di alam merupakan hasil dekomposisi bahan organik. Ammonia sangat larut dalam air dan beberapa pelarut organik, panas yang dibebaskan selama proses. Dari penjelasan diatas keterangan pendukung tentang nilai fisik utama Ammonia adalah sebagai berikut:

<i>Atmospheric boiling point</i>	: - 33.35 $^{\circ}\text{C}$
<i>Freezing point</i>	: - 77.70 $^{\circ}\text{C}$
<i>Critical temperature</i>	: 132.40 $^{\circ}\text{C}$
<i>Critical pressure</i>	: 114.25 bar absolute
<i>Latent heat (1 atm, minus 33°C)</i>	: 1370.76 KJ/Kg
<i>Liquid density</i>	: See Nomograph
<i>Vapour pressure</i>	: See Nomograph
<i>Flammable limits (% by volume in air)</i>	: 16-25%
<i>Auto ignition temperature</i>	: 651 $^{\circ}\text{C}$

B. Kerangka pikir penelitian



Penjelasan bagan kerangka pikir

Berdasarkan bagan kerangka berfikir diatas dapat diketahui penyebab, dampak dan upaya penanganan menurunnya proses *reliquefaction* Ammonia di MT. Pupuk Indonesia, adapun penjabaran dari kerangka berfikir diatas ialah sebagai berikut :

1. MT. Pupuk Indonesia adalah kapal jenis *Gas Tanker* dengan tipe semi *pressuraized* yang memuat Ammonia. Dalam proses *reliquefaction* Ammonia di MT. Pupuk Indonesia, proses *reliquefaction* Ammonia sering terjadi hambatan , masalah yang sering terjadi ialah lamanya *reliquefaction*. Dalam permasalahan ini akan dibahas tentang faktor-faktor penyebab terjadinya kelambatan proses *reliquefaction* LPG.
2. Adapun faktor-faktor penyebab menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* Ammonia di MT. Pupuk Indonesia adalah kompresi yang kurang maksimal pada kompresor.
Yang disebabkan akibat :
 - a. Rusaknya *suction* dan *discharge valve*.
 - b. Kurang maksimalnya pendingin *Glycol* atau *fresh water*.
3. Dari permasalahan kelambatan proses pemuatan LPG maka, diambil tindakan penanganan, meliputi: Peningkatan pengawasan pada kompresor pada saat proses *reliquefaction* berlangsung, Menerapkan prosedur manajemen perawatan dengan baik.
4. Sasaran dari seluruh tindakan yang telah dilakukan yaitu Proses *reliquefaction* bekerja secara normal.

C. Definisi operasional

Untuk memudahkan dalam pemahaman istilah-istilah yang terdapat dalam laporan penelitian terapan ini, maka penulis memberikan pengertian-pengertian yang kiranya dapat membantu dan mempermudah dalam pembahasan laporan penelitian terapan ini sebagai berikut:

1. *Reliquefaction plant*

Suatu permesinan yang digunakan untuk menjaga tekanan konstan pada suhu udara normal dan temperatur muatan didalam tangki , yang bisa juga dikatakan sebuah alat yang mengubah muatan gas menjadi cair.

2. *Knock-out Drum*

Biasanya juga disebut dengan *gas separator* atau *vapour separator* adalah suatu alat yang masih berada dalam sistem *Reliquefaction plant* yang berfungsi sebagai pemisah antara embun dan kandungan gas dari gas yang akan dirubah bentuknya agar masuk ke kompresor berupa gas seutuhnya.

3. *LPG Condesor/Receiver*

Suatu peralatan yang masih berada di dalam sistem *Reliquefaction plant* yang berfungsi untuk mendinginkan gas menggunakan sirkulasi air laut. Selanjutnya gas yang telah didinginkan tersebut berubah bentuk dari bentuk gas menjadi cair dan ditampung di dalam *receiver* yang masih menjadi satu bagian dari *LPG condensor*. Gas tersebut yang nantinya akan dikembalikan ke dalam tangki.

4. *Intercooler*

Suatu alat yang digunakan untuk mendinginkan muatan menggunakan media pendingin yang dilakukan oleh *intercooler* di dalam sistem. Pertama, pendinginan awal antara keluaran (*discharge*) pada *LPG compressor 1st stage* dan sebelum masuk ke hisapan (*suction*) pada *LPG compressor 2nd stage*. Kedua, pendinginan setelah muatan didinginkan oleh *cargo condenser* yang mana sering juga disebut sebagai *sub-cooling*

5. *Valve positioner*

Merupakan katup yang digunakan untuk mengatur jumlah gas cair yang masuk ke dalam *intercooler* yang berfungsi sebagai pendingin gas sebelum masuk ke hisapan *2nd stage* selama proses pendinginan muatan berlangsung.

6. *Gas Engineer / Cargo Engineer*

Perwira mesin yang bertanggung jawab atas perawatan, pengecekan, dan pengetesan semua peralatan utama atau bantu dalam kaitanya dengan bongkar muat muatan, dan juga mempersiapkan segala sesuatunya sebelum maupun sesudah pemuatan atau pembongkaran muatan dilaksanakan.