



## IDENTIFIKASI TURUNNYA KINERJA CARGO HANDLING PADA PROSES RELIQUEFACTION GAS DI KAPAL LPG/C GAS

Wendy WK., ✉ Eka Darmana

Prodi Teknika, Politeknik Bumi Akpelni

### Info Articles

*Sejarah Artikel:*

Disubmit Mei 2020

Direvisi Juni 2020

Disetujui Juli 2020

*Keywords:*

*Cargo Compressor, Cargo*

*Handling, Reliquefaction plant*

### Abstrak

*Reliquefaction plant* yaitu suatu sistem mesin yang berfungsi untuk menjaga tekanan di dalam tangki muatan. Dan berperan penting dalam proses penanganan muatan untuk menjaga muatan dalam keadaan liquid. Adapun masalah yang terjadi pada *reliquefaction plant* akan mengakibatkan turunnya kinerja proses *cargo handling* yang akan mengakibatkan terhambatnya kegiatan operasional kapal. Observasi dilakukan di LPG/C GAS WALIO yang merupakan kapal milik PT. PERTAMINA. Adapun sumber data yang didapatkan penulis diperoleh dengan cara observasi langsung di tempat penelitian dan wawancara langsung dengan gas engineer dan masinis – masinis di tempat penelitian. Selain itu sumber data juga didapatkan dari manual book di atas kapal. Hasil dari penelitian menyatakan bahwa turunnya kinerja *cargo handling* pada proses *reliquefaction* gas disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: kompresi yang kurang maksimal dari *cargo compressor*, kurangnya jumlah air laut yang disirkulasikan ke dalam sistem dan kurangnya kevacuman pada *cargo condensor*. Hal – hal tersebut mengakibatkan tidak tercapainya suhu ideal pada muatan dan proses *reliquefaction* memakan waktu yang lama.

### Abstract

*Reliquefaction plant is a machine system that have function to maintain pressure in the cargo tank. And has an important role in the process of cargo handling to keep cargo in a liquid state. The problems that occur in the reliquefaction plant will result in a decline in the performance of the cargo handling process which will result in hampered vessel operational activities. The observation was carried out at LPG / C GAS WALIO which is a ship owned by PT. PERTAMINA. The source of the data obtained by the author is obtained by direct observation at the research site and direct interviews with gas engineers and engineers at the research site. In addition, data sources are also obtained from manual books on the ship. The results of the study stated that the decline in cargo handling performance in the gas reactivity process was caused by several factors including: less than the maximum compression of the cargo compressor, lack of the amount of sea water circulated into the system and the lack of vacuum in the cargo condensor. These things result in not achieving the ideal temperature on the cargo and the process of reliquefaction takes a long time.*

✉Alamat Korespondensi:

E- mail: [ekadarmana@akpelni.ac.id](mailto:ekadarmana@akpelni.ac.id)

p-ISSN 2715-0305

**PENDAHULUAN**

LPG (*Liquified Petroleum Gas*) dalam arti lain gas minyak bumi yang dicairkan. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya gas dapat berubah menjadi cair. Komponen LPG didominasi oleh propana (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) dan butana (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>). LPG juga mengandung *hydrocarbon* ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) dan pentana (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>). Pada era saat ini sudah banyak kapal – kapal berteknologi maju yang di khususkan untuk memuat LPG dan kapal LPG/C Gas Walio merupakan salah satu kapal tipe *fully refrigerate* yang mampu memuat LPG milik PT. PERTAMINA SHIPPING yang bertugas mendistribusikan LPG sehingga diperlukan permesinan yang baik dalam penanganan muatan.

Dalam penanganan muatan diperlukan perawatan dan perbaikan rutin, yang teratur, dan secara berkala pada sistem *reliquefaction plant*. Hal ini diperlukan guna mendapatkan hasil penanganan muatan yang optimal dan aman.

Sehubungan pentingnya *reliquefaction plant* dalam penanganan muatan gas tentu mendapatkan perhatian khusus dalam perawatan agar saat permesinan diperlukan untuk proses *reliquefaction* selalu dalam keadaan optimal.

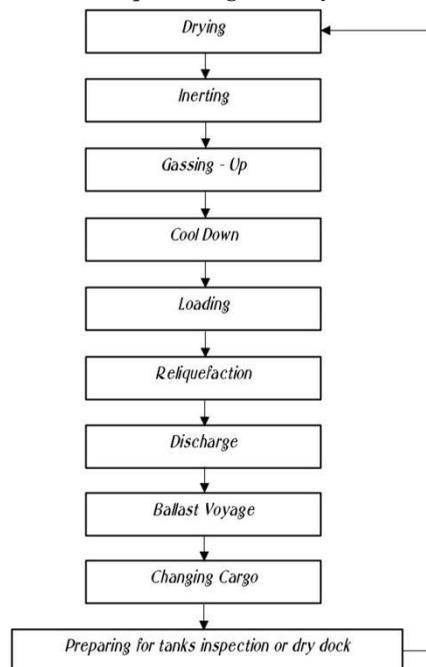
Ketika observasi keadaan di lapangan terjadi penurunan kinerja *cargo handling system* di kapal LPG/C Gas Walio yang mengakibatkan proses *reliquefaction* menjadi lebih lama sehingga menghambat kegiatan operasional kapal. Maka diperlukan analisa mengenai faktor – faktor yang menyebabkan turunnya kinerja cargo handling pada proses *reliquefaction* gas beserta dampaknya sehingga dapat dirumuskan upaya yang dilakukan untuk mengatasi penyebab turunnya kinerja cargo handling pada proses *reliquefaction*.

**LANDASAN TEORI**

***Cargo handling system***

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

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



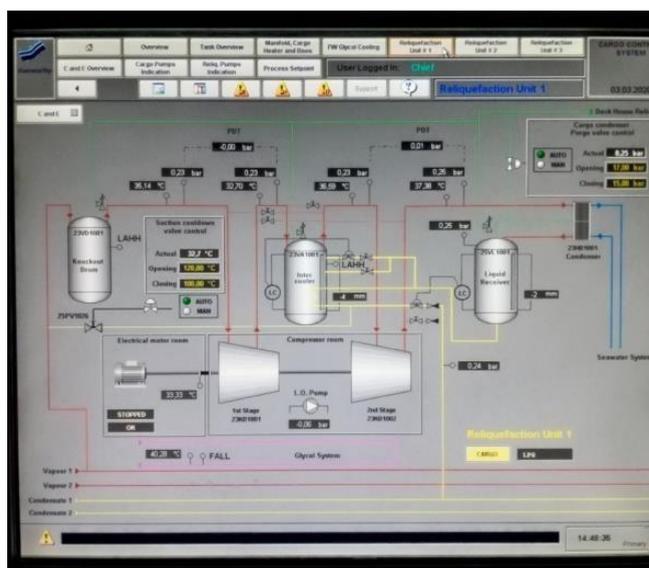
**Gambar 1.** Diagram Operating Cargo handling

### Reliquefaction Plant

Menurut *instruction manual book for LPG Reliquefaction plant* yang diterbitkan oleh Biro Klasifikasi Jepang NK (*Nippon Kaiji Kyokai*) pada tahun 1991, "Reliquefaction plant yaitu suatu sistem 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". Secara garis besar komponen penyusun *reliquefaction plant* terdiri dari *cargo compressor*, *knock out drum*, *cargo condensor / receiver*, *intercooler*, *alarm* dan *safety sevice*.

Menurut Mc Guirre (2000) pada buku *Liquefied Gas Handling Principle 3rd Edition* *reliquefaction* ialah Peralatan yang dirancang untuk melakukan fungsi penting berikut :

- Untuk mendiginkan tangki kargo dan pipa terkait sebelum pemuatan.
- Untuk *reliquify* uap kargo yang dihasilkan oleh evaporasi, perpindahan cairan dan *boil-off* selama pemuatan, dan
- Untuk mempertahankan suhu kargo dan tekanan dalam batas yang di tentukan sementara di laut dengan pencairan uap.



Gambar 2. Reliquefaction plant monitor

### Cargo Compressor

Fungsi dari *cargo compressor* ini antara lain:

- 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 menggunakan *cargo compressor*.
- Digunakan untuk membongkar muatan apabila *cargo pump* 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.
- Digunakan untuk mengendalikan tekanan tangki muatan saat kegiatan bongkar. Indikator pada saat *cargo compressor* berjalan dengan baik mempunyai pressure yang stabil yaitu 14 bar dan suhu pada liquid collector yang merupakan suhu yang normal yaitu -32<sup>o</sup> 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 temperatur yang berubah – ubah. Fungsi ketiga inilah yang djadikan sebagai fungsi utama proses reliquefaction LPG di kapal LPC/C Gas Walio. Sehingga kerjacargo compressor harus selalu optimal.



**Gambar 3.** Cargo compressor

### **Kapal**

Menurut tim penyusun Badan Diklat Perhubungan (2000) Tanker *LPG* gas dapat dikelompokkan dalam tiga tipe yang berbeda menurut muatan yang diangkut serta kondisi pengangkutannya, yaitu:

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

### **LPG (Liquified Petroleum Gas)**

Menurut Mc Guire and White (2000) yang menjelaskan bahwa *LPG* adalah suatu produk percampuran dari berbagai unsur hydrocarbon yang berasal dari gas alam yang asam, basah yang diperoleh dari ladang-ladang gas atau minyak, sehingga menghasilkan gas.

Sifat-Sifat *LPG* adalah sebagai berikut :

- a. Sangat mudah terbakar baik dalam bentuk cairan ataupun *vapour*.
- b. Tidak beracun, tidak berwarna, dan berbau menyengat.
- c. Gas dikemas dalam bentuk cairan yang bertekanan dengan suhu yang sangat dingin ke dalam tangki bersilinder.
- d. Cairan dari gas *LPG* akan menguap diudara bebas, tetapi gas akan menempati daerah yang rendah karena gas ini lebih berat jika dibanding udara.
- e. Gas ini dapat meledak sendiri jika tekanan di dalam tangki terlalu besar atau suhu yang tinggi.

### **METODE**

#### **Waktu dan tempat**

Observasi dilakukan di kapal *LPG/C GAS WALIO* yang merupakan kapal gas dengan tipe *fully refrigerate* milik PT. PERTAMINA selama beberapa bulan



**Gambar 4.** Foto kapal *LPG/C GAS WALIO*

**Peralatan yang diobservasi**

*Cargo handling system* pada proses reliquefaction gas. Gambaran umum di kapal LPG/C GAS WALIO memiliki 3 unit reliquefaction plant yang digunakan untuk penanganan muatan yang berupa gas butane dan propane.



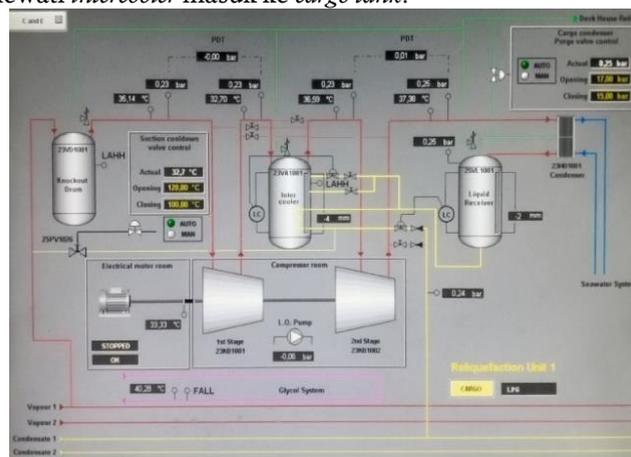
**Gambar 5.** Reliquefaction Plant LPG/C Gas Walio

**Metode pengumpulan data**

Data adalah sesuatu yang dapat diketahui dan dianggap dapat memberi gambaran tentang keadaan atau persoalan, adapun metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut: a. Studi Pustaka dengan cara penelaahan literature yang berkaitan dengan *cargo handling system*, b. Teknik Observasi Langsung terhadap gejala –gejala pada subjek yang diselidiki yaitu system penanganan muatan dikapal LPG/C GAS WALIO, c. Teknik Komunikasi Langsung dengan wawancara kepada para masinis yang bertanggung jawab terhadap perawatan reliquefaction plant.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Reliquefaction plant system* yang baik sangat diperlukan guna tercapainya proses *reliquefaction* gas yang optimal dan tidak memakan waktu yang lama. Adapun sistem kerja dari *reliquefaction plant* di kapal LPG/C GAS WALIO yaitu *vapour* dari tangki dihisap menuju *cargo compressor* dimana sebelum masuk ke *cargo suction 1st stage vapour* masuk terlebih dahulu ke *knock out drum*, didalam *knock out drum* ini *vapour* di separasi sehingga yang masuk ke dalam *cargo suction 1st stage* benar- benar dalam keadaan *vapour* dan tidak mengandung *liquid*. Kemudian *vapour* tersebut di kompresi lalu keluar melalui *cargo discharge 1st stage*, dari *cargo discharge 1st stage vapour* yang bertekanan dan bersuhu tinggi tersebut masuk ke dalam *intercooler* untuk didinginkan. Setelah melalui *intercooler vapour* masuk ke *cargo suction 2nd stage* untuk dikompresi lagi dan setelah itu keluar melalui *cargo discharge 2nd stage* menuju ke *cargo condensor* untuk didinginkan sekaligus dirubah menjadi *liquid* (kondensasi) menggunakan media air laut. Dari *condensor condensate* menuju ke *liquid receiver* dan dialirkan ke *intercooler* sebagai media pendingin *1st stage vapour*. Dan akhirnya *liquid* yang sudah melewati *intercooler* masuk ke *cargo tank*.



**Gambar 6.** skema reliquefaction

Adapun masalah yang menyebabkan turunnya kinerja cargo handling pada proses reliquefaction antara lain :

1. Kompresi yang kurang maksimal pada *cargo compressor*.

*Kompresi yang kurang maksimal dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti :*

a. Rusaknya *suction* dan *discharge valve*

Kerusakan pada *valve – valve* ini sangat berdampak pada proses kompresi dan secara langsung menghambat kinerja dari *reliquefaction plant*. Adapun penyebab rusaknya *valve* antara lain:

- *Valve spring* yang tidak bekerja secara optimal.
- Terjadi patahan pada *valve plate*.
- *Planned maintenance system* yang tidak dilaksanakan dengan baik.

a. Kurang maksimalnya *glycol cooler*

Apabila pendingin ini tidak bekerja maksimal akan mengakibatkan *cargo compressor overheat* dan menyebabkan kinerja *cargo compressor* tidak bekerja secara maksimal, dengan kata lain hal ini mengakibatkan kinerja *cargo handling* menjadi lambat dan tidak maksimal.

2. Kurangnya jumlah air laut yang disirkulasikan kedalam sistem.

Kurangnya jumlah air yang disirkulasikan ke *glycol cooler* mengakibatkan proses transfer panas dari *glycol* ke air laut menjadi kurang maksimal. Sehingga *glycol* tidak mencapai suhu terbaik sebagai media pendingin pada *cargo compressor*. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan parah seperti *cargo compressor* mengalami *overheating* dan kemungkinan terparahnya adalah kompresor mengalami *jammed*.

Kemudian kurangnya jumlah air laut yang disirkulasikan ke *cargo condensor* juga akan berdampak buruk pada kelancaran proses *reliquefaction* dimana air laut digunakan sebagai media pendingin sekaligus pengubah *vapour* yang masuk ke dalam *cargo condensor* menjadi *condensate* yang kemudian dialirkan kembali ke *cargo tank*.

3. Kurangnya kevacuman pada *cargo condensor*

Kurangnya kevacuman pada *cargo condensor* menyebabkan lambatnya proses kondensasi didalam *cargo condensor*. Adapun akibat yang terjadi karena lambatnya proses kondensasi pada *cargo condensor* adalah turunnya kinerja *cargo handling* pada *reliquefaction plant* yang kemudian menghambat kegiatan operasional kapal. Adapun penyebab kurangnya kevacuman pada *cargo condensor* diakibatkan kurangnya jumlah air laut yang disirkulasikan ke dalam *condensor* sehingga kisi – kisi pada *plate* tidak terisi penuh dengan air laut, dengan kata lain terdapat rongga –rongga udara yang mengakibatkan tidak tercapainya kondisi *vacuum* yang memenuhi untuk proses kondensasi yang optimal. Selain itu, kurangnya kevacuman juga disebabkan karena *rubber seal plate* sudah kehilangan elastisitasnya dan menjadi keras. Hal ini berakibat ruang kisi-kisi tidak kedap dan udara dari luar sistem masuk ke ruang kisi – kisi plat.

4. Upaya yang dilakukan guna meningkatkan kerja cargo handling system pada proses reliquefaction.

a. Kompresi yang kurang maksimal pada *cargo compressor*

- Dilakukan perbaikan *suction* dan *discharge valve*
- ruang-ruang air pendingin pada *cooler* harus diperiksa dan dilakukan perawatan pada interval yang tepat sesuai dengan *running hours*.
- Dilakukan perbaikan pada *piston compressor*.

b. Kurangnya jumlah air laut yang disirkulasikan kedalam sistem.

Kurangnya jumlah air laut disirkulasikan kedalam sistem disebabkan karena kinerja dari *sea water cargo cooling pump* menurun oleh karena itu dilakukan pengecekan, perawatan dan perbaikan pada *sea water cargo cooling pump*.

b. Kurangnya kevacuman pada *cargo condenser*

langkah yang perlu dilakukan adalah memastikan apakah *valve inlet* dan *outlet* sudah terbuka, kemudian memastikan air laut yang disirkulasikan ke *cargo condensor* lancar dan dengan tekanan yang normal. Selain itu, pengecekan terhadap *rubber seal plate* pada *condensor* apakah masih dalam baik dan tidak keras.

## KESIMPULAN

Dari uraian diatas maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Faktor-faktor penyebab terjadinya menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* yaitu:
  - a. Kompresi yang kurang maksimal dari kompresor dikarenakan oleh rusaknya *suction* dan *discharge valve*, kurang maksimalnya pendingin *glycol* serta terjadinya keausan pada *piston*.
  - b. Kurangnya jumlah air laut yang disirkulasikan kedalam sistem dikarenakan terjadinya gangguan pada *sea water cargo cooling pump*, selain itu *filter sea chest* yang kotor juga berpengaruh pada turunnya kerja pompa.
  - c. Kurangnya kevacuman pada *cargo condensor* diakarenakan jumlah air laut yang disirkulasikan ke *cargo condensor* sedikit, serta turunnya daya elastisitas *rubber plate*.
2. Upaya yang dilakukan untuk memaksimalkan kerja pada proses *reliquefaction* ialah menerapkan prosedur manajemen perawatan yang baik sesuai *manual book*, selalu menjaga temperatur dan tekanan gas baik *propane* maupun *butane*, melakukan perawatan dan pergantian pada katup isap dan tekan kompresor, serta perawatan dan penggantian *mechanical seal* dan *impeller* pada pompa, pembersihan *filter sea chest*, dan penggantian *rubber plate condensor*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Babicz, Jan. 2015. *Encyclopedia of Ship Technology*. Helsinki: Wartsila
- Badan Diklat Perhubungan. 2000. *Gas Tanker Familiarization*. Jakarta: Badan Diklat Perhubungan
- Hariwijaya, Moh dan Triton P.B. 2007. *Teknik Penulisan Skripsi dan Tesis*. Yogyakarta: Oryza
- Hawadi. 2002. *Identifikasi Keberbakatan Intelektual Melalui Metode Non-Tes dengan Pendekatan Konsep Keterbakatan Renzulli*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- McGuire, dan White. 2000. *Liquefied Gas Handling Principles On Ship and In Terminal*. London : Witherby & Co Ltd
- Nielsen. 1995. *Ammonia: Catalysis and manufacture*. Berlin: Springer Science & Business Media
- Operation - Manual Burckhardt Compression Type 2K160-2F*
- Sukardi. 2003. *Metodelogi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara