

## **Pengaruh Kinerja Reliquefaction Plant Dalam Menjaga Kuantitas Cairan Muatan Propylene Di Kapal LPG/C Coral Monactis**

Deny Fitriani<sup>1</sup>, Sari Kusumaningrum<sup>2</sup>, Meilianasari<sup>3</sup>, Nelson Viky Regulo Freitas<sup>4</sup>  
<sup>1,3,4</sup> Prodi Nautika

<sup>2</sup> Prodi Ketatalaksanaan Angkutan Laut dan Kepelabuhanan

<sup>1,2,3</sup> Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, Jakarta

Jl. Marunda Makmur No. 1 Cilincing, Jakarta Utara. Jakarta 14150

---

### **Abstrak**

Untuk mencegah terjadinya penguapan cairan muatan yang mengakibatkan kurangnya kuantitas cairan muatan propylene di kapal LPG/C CORAL MONACTIS dibutuhkan suatu sistem pendingin yang bisa mengontrol suhu muatan di dalam tangki, mengontrol tekanan dalam tangki muatan dan mengubah uap muatan kembali menjadi cairan muatan sehingga kuantitas cairan muatan tetap kembali terjaga. Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh temperatur terhadap kuantitas cairan muatan propylene dan cara menjaga kuantitas cairan muatan propylene ketika dimuat di kapal LPG/C CORAL MONACTIS. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dengan analisis data menggunakan statistik inferensial. Adapun data-data yang diperoleh berupa suhu muatan propylene selama proses pendinginan 2 hari 20 jam dalam perjalanan dari Antwerp (Belgium) ke Grangemouth (Scotlandia), dan massa muatan propylene sebesar 2029,596 ton. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh rata-rata sebesar 0,99 menunjukkan reliquefaction plant mampu menjaga dan mempertahankan kuantitas cairan muatan propylene di kapal LPG/C CORAL MONACTIS dan hasil pengujian hipotesis diperoleh nilai t-hitung sebesar 19,85 dan 37,164. Artinya reliquefaction plant mempengaruhi proses pendinginan muatan dan mampu menjaga kuantitas cairan muatan.

Copyright © 2019, **Prosiding Seminar Hasil Penelitian Dosen**

---

**Kata Kunci :** Reliquefaction Plant, Muatan Propylene

**Permalink/ DOI :** <https://doi.org/10.36101/pcsa.v1i1.88>

---

### **1. PENDAHULUAN**

Dalam operasional kapal, LPG merupakan muatan yang memiliki nilai jual yang cukup mahal dan termasuk kategori muatan berbahaya. Oleh karena itu, LPG harus benar-benar dijaga dan diperlukan penanganan khusus agar kuantitas muatan tetap terjaga sesuai dengan bill of lading sehingga proses bongkar muat pun dapat dilaksanakan tepat waktu. Pada kapal LPG harus dilengkapi dengan sistem pengontrol uap muatan sesuai yang ditentukan dalam SIGTTO (chapter 4) tentang instrumentasi dan kelengkapan kapal khususnya reliquefaction plant and boil-off control.

Bagian-bagian dalam sistem reliquefaction plant yang harus ada pada kapal gas sebagai pengangkut muatan berbahaya

diantaranya adalah tangki muatan, kompresor, kondensor, dan katup ekspansi. Untuk itu sangat direkomendasikan adanya sistem pengontrol temperatur dan tekanan dalam tangki muatan guna menjaga kuantitas cairan muatan. Khusus untuk muatan propylene, agar lebih maksimal jumlah kuantitas cairan muatan propylene saat dimuat maka muatan tersebut perlu dikontrol sedemikian rupa hingga mencapai titik didih muatan propylene.

Adapun titik didih muatan propylene menurut properties of gasses and liquefied LGA adalah -48°C. Dalam pelaksanaan praktik lapangan penulis menemukan masalah dimana tingginya temperatur muatan propylene sehingga menyebabkan proses bongkar muatan pun menjadi terhambat. Berdasarkan pengoperasian reliquefaction plant penggunaan

sistem reliquefaction plant harus tepat waktu dan disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan keadaan. Apabila suhu lingkungan terlampaui panas, penggunaan reliquefaction plant harus dilaksanakan lebih awal agar bisa mengontrol temperatur dan tekanan muatan sekaligus mengurangi terjadinya penguapan cairan muatan.

Keterlambatan reliquefaction plant dalam mendinginkan muatan bisa menyebabkan berkurangnya kuantitas cairan muatan di atas kapal, sehingga proses bongkar-muat pun menjadi terhambat. Demi kelancaran dan ketepatan waktu proses bongkar-muat, penulis merasa perlu melakukan penelitian tentang pengaruh kinerja reliquefaction plant dalam menjaga kuantitas cairan muatan propylene di kapal LPG/C Coral Monactis.

## 2. METODE

Data penelitian ini diperoleh di kapal LPG Coral Monactis. Peneliti ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi, yaitu peneliti membaca indikator suhu tangki muatan baik secara langsung maupun secara komputerisasi di *cargo control room*.

Kemudian dokumentasi yang diambil berupa data-data tentang muatan LPG cargo cooling report, voyage report, temperature report, tank condition report. Dokumen-dokumen tersebut memberikan data mengenai kerja sistem reliquefaction plant dan cargo compressor. Pencatatan voyage report dilakukan oleh Muallim 1 setiap 8 jam, sedangkan untuk pencatatan compressor report setiap 4 jam dan tank condition juga setiap 2 jam oleh setiap perwira jaga sesaat setelah melaksanakan dinas jaga.

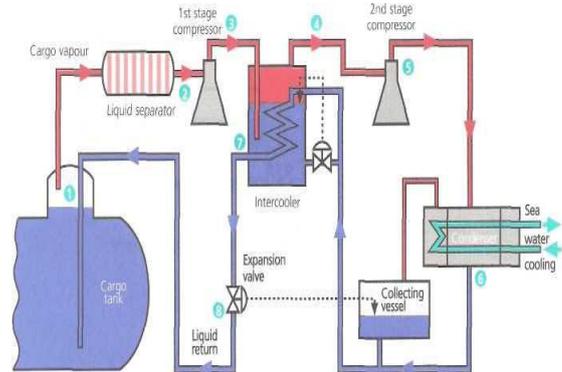
Sampel dalam penelitian ini yaitu data dari proses pendinginan muatan *propylene* di MV.Coral Monactis. Analisis data dilakukan dengan mengidentifikasi dua variabel yang saling berkaitan satu dengan yang lain. Analisis ini didasarkan pada kekuatan hubungan antara dua variabel yang dianalisis sehingga besarnya keterkaitan variabel tersebut dapat diketahui. Jadi

analisa yang digunakan adalah korelasi dilanjutkan dengan regresi linear sederhana.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1.1. Deskripsi Data

Pada bagian ini dipaparkan tentang MV. Coral Monactis yang merupakan kapal LPG dengan sistem reliquefaction plant yang berfungsi untuk mendinginkan muatan dalam tangki dan juga menjaga temperatur serta tekanan agar tetap stabil. Terdiri dari 1 suction separator, 2 cargo compressor, 2 cargo condenser, 1 purge condenser, 2 gastight bulkhead shaft dan juga merupakan contoh direct system two-stage. Sistem ini menggunakan 2 kali kompresi uap muatan dimana uap muatan akan melalui cargo compressor sebanyak 2 kali sehingga mencapai suhu dan tekanan untuk bisa kondensasi. Untuk muatan propylene di MV. Coral Monactis menggunakan direct system two-stage.



Gambar 1. Two stage direct compression system

Telah diketahui bahwa reliquefaction plant berperan penting dalam proses pendinginan muatan. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kinerja reliquefaction plant terhadap proses pendinginan muatan, penulis mengambil sampel berupa data suhu (temperature) muatan propylene sebelum dan sesudah mengalami proses pendinginan selama kurang lebih 2 hari 20 jam. Adapun data yang digunakan diperoleh dari cooling report 07/18 Antwerp-Grangemouth dimana proses cooling down muatan dilakukan pada tanggal 25/05/2018 hingga 28/05/2018.

Diasumsikan bahwa:

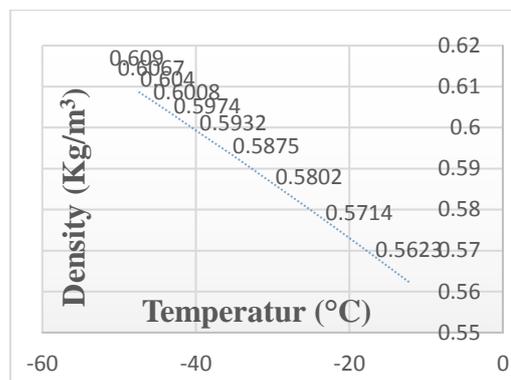
- $\frac{P}{T}$  = konstan, Tekanan dalam tangki akan ikut turun seiring dengan turunnya suhu muatan dalam tangki
- $\frac{V}{T}$  = konstan, Turunnya suhu muatan dalam tangki berakibat pada turunnya volume muatan dalam tangki dalam hal ini uap muatan berkurang (*vapour*) sedangkan kuantitas cairan muatan (*liquid*) semakin bertambah
- $\Delta = \frac{m}{V}$ , Semakin besar volume muatan dalam tangki semakin kecil *density* muatan.

Data massa muatan propylene sebesar 2029,596 ton (in vacuum) sesuai dengan bill of lading dan suhu muatan propylene sebelum pendinginan (X) dan sesudah pendinginan (Y) setelah 4 jam pada AV-voyage 07/18 Antwerp-Grangemouth. Kemudian data temperatur, *density*, dan volume muatan sesudah pendinginan disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 1. Data Data temperatur, density, dan volume muatan sesudah pendinginan

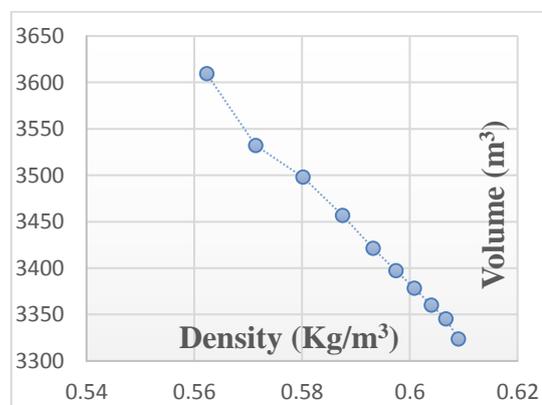
Temperatur (T)	Density (D)	Volume (V)
-12,21	0,5623	3609,45
-18,72	0,5714	3531,97
-25,25	0,5802	3498,10
-30,82	0,5875	3456,63
-35,13	0,5932	3421,44
-38,50	0,5974	3397,38
-41,17	0,6008	3378,16
-43,64	0,6040	3360,26
-45,81	0,6067	3345,30
-47,70	0,6090	3323,67

Dari Tabel 1 diperoleh koefisien korelasi antara density dan temperature sebesar 0,995 sehingga sangat erat hubungannya. Sama halnya dengan korelasi antara volume muatan dengan density sebesar 0,997 sehingga hubugannya sangat erat. Lebih lanjut grafik antara density terhadap temperature disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 2. Grafik *density* terhadap temperatur (sesudah pendinginan)

Kemudian grafik volume muatan terhadap density disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 3. Grafik volume muatan terhadap *density* (sesudah pendinginan)

Dari Gambar 2 terlihat bahwa hubungan antara density dan temperature berbanding terbalik, artinya semakin tinggi temperature maka density semakin kecil. Sama halnya dengan volume muatan dan density, dari Gambar 3 terlihat bahwa semakin meningkat density berakibat volume muatan juga semakin turun.

Analisa selanjutnya adalah analisis regresi diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$V = 6863,593 - 5803,546D \dots (1)$$

$$D = 0,547 - 0,001T \dots (2)$$

$$V = 3690,262 + 7,613T \dots (3)$$

Uji hipotesis diperoleh Nilai  $t_{hitung}$  untuk density dan temperature diperoleh adalah 19,85. Karena  $t_{tabel} = 2,306$  maka  $t_{hitung} > t_{tabel}$  atau  $19,85 > 2,306$ , sehingga ada pengaruh antara density dan temperature sesudah pendinginan. Kemudian, nilai  $t_{hitung}$  untuk volume muatan dengan densitas adalah 37,164. Karena  $t_{tabel} = 2,306$  maka  $t_{hitung} > t_{tabel}$  atau  $19,85 > 2,306$  dan  $37,164 > 2,306$  sehingga ada pengaruh antara volume muatan dan densitas. Hal ini menunjukkan bahwa *reliequefaction plant*

mampu mendinginkan muatan dan menjaga kuantitas cairan muatan.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan perwira kapal terkait penelitian ini sebagai berikut:

1. Saat awal pemuatan berlangsung dengan *slow rate* gunakan *cargo spray line*.

Prinsip kerja *cargo spray line* adalah dengan menggunakan muatan itu sendiri. Untuk mendinginkan uap muatan (*vapour*) yang hangat di dalam tangki bagian atas, muatan cair dari darat dialirkan melalui *liquid line* (pipa utama yang mengalirkan muatan cair masuk ke dalam tangki muatan langsung ke bagian bawah tangki) dan *top spray line* (pipa utama yang mengalirkan muatan cair masuk ke dalam tangki melalui bagian atas tangki muatan) tetapi sebagian dari muatan tersebut dilewatkan melalui saluran ini.

Secara logika di dalam tangki terdapat dua bagian muatan yaitu muatan cair (*liquid*) yang berada di bagian bawah dan uap muatan (*vapour*) yang berada di bagian atas permukaan muatan cair, sehingga yang menjadi penyebab naiknya suhu dan tekanan dalam tangki adalah penguapan dari muatan cair menjadi uap atau evaporasi karena pengaruh pengaruh panas yang masuk ke dalam tangki. Oleh karena itu penggunaan *cargo spray line* untuk mendinginkan uap muatan dengan bentuk semprotan yang menyebar di atas permukaan muatan cair.

Karena muatan cair yang dingin ketika mengalir dari *manifold* kemudian ke *liquid line* dan sebagian *liquid* yang dingin dialirkan melalui *cargo spray line*, *liquid* disemprotkan menyebar di bagian atas permukaan muatan sehingga berbentuk kabut maka muatan cair yang dingin akan bergesekan dengan uap muatan (*vapour*), sehingga uap (*vapour*) akan menjadi cair karena didinginkan oleh muatan cair sehingga suhu muatan dalam tangki pun menurun.

2. Saat pemuatan dengan *vapour return line*,

Apabila suhu dan tekanan dalam tangki muatan lebih tinggi dari pada suhu dan tekanan di tangki darat, uap muatan dari tangki kapal akan dialirkan kembali ke tangki darat sehingga mencapai keseimbangan antara suhu dan tekanan di kapal dengan di darat. Dengan membuka keran saluran uap muatan (*vapour*) kapal yang terhubung dengan saluran uap muatan (*vapour*) darat, uap muatan (*vapour*) secara otomatis akan mengalir dengan

sendirinya karena perbedaan tekanan di tangki kapal dengan tangki di darat. Dengan demikian dapat diminimalisir uap muatan sehingga jumlah cairan muatan dapat dimuat lebih banyak.

3. Dengan menggunakan *reliquefaction plant*.

Proses pendinginan muatan di kapal merupakan proses yang membutuhkan perhatian lebih. Hal ini disebabkan karena kapal memuat muatan berbahaya yang sewaktu-waktu dapat meledak apabila tidak dikontrol dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan ketepatan waktu dalam proses pendinginan terutama pengoperasian *reliquefaction plant*. Ketika suhu muatan dalam tangki mulai meningkat maka penyalaan *reliquefaction plant* pun harus dilaksanakan agar suhu muatan dapat dikontrol sekaligus menurunkan suhu muatan dalam tangki. Saat penyalaan juga memperhatikan suhu air laut guna memaksimalkan proses kondensasi dalam kondensor. Prinsip kerjanya pun sama dengan prinsip kerja *cargo spray line* yaitu dengan menggunakan cairan muatan itu sendiri. Namun cairan muatan yang di sini adalah cairan muatan hasil kondensasi uap muatan setelah melewati proses kompresi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada sebelumnya, diperoleh kesimpulan berikut:

1. Hasil dari analisis grafik temperatur muatan terhadap *density* muatan dengan menggunakan regresi linear disimpulkan bahwa turunnya temperatur muatan berakibat pada perubahan *density* muatan dimana *density* muatan menjadi semakin besar.
2. Hasil analisis grafik *density* terhadap volume muatan disimpulkan bahwa dengan massa muatan yang semakin besar, *density* muatan semakin kecil.
3. Pendinginan muatan dipengaruhi erat oleh *reliquefaction plant* pada kapal Coral Monactis sehingga untuk menjaga dan mempertahankan kuantitas volume cairan muatan *propylene* dapat digunakan *reliquefaction Plant*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Anthony Veder Rederijzaken B.V. 2007. *Cargo Plant Instruction Manual Volume 1*. Scotland.
- [2] Bruce E. Polling, John M Rausnits, John P.O'Connell. 2004. *The Properties of Gasses and Liquids (5<sup>th</sup> Ed)*. New York: McGraw-Hill
- [3] E,Karyanto dan Drs.Emon Paringga. 2005. *Teknik Mesin Pendingin*. Jakarta: CV Restu Agung.
- [4] McGuire and White. 2000. *Liquefied Gas Handling Principles On Ships and in Terminals (3<sup>rd</sup> Ed)*. London: Witherby & Company Limited 32-36 Aylesbury Street.
- [5] Nazir, M. 2003. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [6] N, Lof. 1986. *Properties of gasses and liquefied LGA*. LGA: GastechnikGmbH.
- [7] Prof .Dr.Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- [8] Prof.Dr.Suharsimi Arikunto. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [9] Sularso, H. 2004. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [10] Witherby. 1995. *Tanker Safety Guide-Liquefied Gas (2<sup>nd</sup> Ed)*. London: *International Chamber of Shipping*.

Wikipedia Ensiklopedia bebas. 2019. *Massa jenis*. Diakses pada tanggal 19 februari 2019, dari <http://www.madsci.org/posts/archives/2000-03/954534602.Ph.r.html>.