

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**MAKALAH**

**PENTINGNYA PERANAN FORCING VAPORIZER GUNA  
MENUNJANG KELANCARAN PROSES BONGKAR MUATAN DI  
S.S LNG MALEO**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan  
Untuk Penyelesaian ProgramDiklat Tehnis Profesi Kepelautan 1 (TPK-1)  
Jurusan Teknika

**Oleh :**

**VALENTINO PARUNTU**  
**NIS. 01490/T-1**

**PROGRAM DIKLAT TEHNIS PROFESI KEPELAUTAN (TPK)**

**JAKARTA**

**2019**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

NAMA : VALENTINO PARUNTU  
NIS : 01490/T-1  
PROGRAM PENDIDIKAN : ATT-I  
JURUSAN : TEKNIKA  
JUDUL : PENTINGNYA PERANAN FORCING  
VAPORIZER GUNA MENUNJANG  
KELANCARAN PROSES BONGKAR  
MUATAN DI S.S LNG MALEO

Jakarta, April 2019

Pembimbing Materi

Pembimbing Penulisan

**BUDI PURNOMO, M.MTr**  
**MM.**

**Pembina (IV/a)**  
**NIP. 19720510200521002**

**FERRY BUDI CAHYONO, ST.**

**Penata Tk. I (III/d)**  
**NIP. 198102152002121001**

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknika

**NAFI ALMUZANI, MM.Tr**

**Penata Tk. I (III/d)**

**NIP : 197209012005021001**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN**  
**BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN**  
**SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



### **TANDA PENGESAHAN MAKALAH**

NAMA : VALENTINO PARUNTU  
NIS : 01490/T-1  
PROGRAM PENDIDIKAN : ATT-I  
JURUSAN : TEKNIKA  
JUDUL : PENTINGNYA PERANAN FORCING  
VAPORIZER GUNA MENUNJANG  
KELANCARAN PROSES BONGKAR  
MUATAN DI S.S LNG MALEO

Penguji I

Penguji II

Penguji III

**Drs. RIDWAN SETIAWAN, M.Si.**  
**MMTr**

**Pembina Utama Madya (IV/d)**  
**NIP.195706121982031002**  
**198312272008122002**

**HARTAYA, MM.**

**Penata Tk. I (III/d)**  
**NIP. 196603101999031002**

**VIDYA SELASDINI,**

**Penata (III/c)**  
**NIP.**

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknika

**NAFI ALMUZANI. MM.Tr**

**Penata Tk. I (III/d)**

**NIP : 197209012005021001**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN**

**BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGNAN**

**SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**MAKALAH**

**PENTINGNYA PERANAN FORCING VAPORIZER GUNA  
MENUNJANG KELANCARAN PROSES BONGKAR MUATAN DI  
S.S LNG MALEO**

**Oleh :**

**VALENTINO PARUNTU  
NIS. 01490/T-1**

**PROGRAM DIKLAT TEHNIS PROFESI KEPELAUTAN (TPK)**

**JAKARTA**

**2019**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, dengan judul :

### **PENTINGNYA PERANAN FORCING VAPOURIZER GUNA MENUNJANG KELANCARAN PROSES BONGKAR MUATAN DI S.S. LNG MALEO.**

Makalah ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih luas serta tambahan pengetahuan kepada pembaca guna meningkatkan ilmu dan pengembangan metodologi yang berhubungan dengan *Forcing Vapourizer*, secara efektif dan efisien. Penulisan makalah ini merupakan persyaratan untuk memenuhi penyelenggaraan program Diklat Pelaut - I yang diselenggarakan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, sehingga makalah ini dapat terwujud terutama kepada:

1. Bapak BUDI PURNOMO selaku pembimbing Materi yang telah banyak memberikan arahan dan masukan yang baik dalam penyusunan makalah ini.
2. Bapak FERY BUDI CAHYONO selaku pembimbing penulisan yang juga telah mengarahkan dalam penyusunan makalah ini.
3. Orang tua dan adik perempuan saya (Rosemary Paruntu dan Lucia B. Paruntu)
4. Rekan – rekan peserta Diklat Pelaut – ATT 1 angkatan LI

Saya menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan makalah ini masih jauh dari sempurna, karena masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu dibutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca agar makalah ini dapat disempurnakan lagi.

Demikian makalah ini ditulis semoga bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi Perwira kapal pada khususnya.

Jakarta, 05 April 2019

Penulis

**VALENTINO PARUNTU**  
**NIS. 01490/T-1**

## DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL.....  | i       |
| TANDA PERSETUJUAN MAKALAH.....                              | ii      |
| TANDA PENGESAHAN.....                                       | iii     |
| KATA PENGANTAR.....   | iv      |
| DAFTAR ISI.....   | vi      |
| DAFTAR GAMBAR.....  | viii    |
| BAB I : PENDAHULUAN. 1                                      |         |
| A. Latar Belakang.....1                                     |         |
| B. Identifikasi Masalah, Batasan, dan Rumusan Masalah.....3 |         |
| C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....6                      |         |
| D. Metodologi Penelitian.....7                              |         |
| E. Waktu dan tempat penelitian.....8                        |         |
| F. Sistematika Penulisan .....9                             |         |
| BAB II : LANDASAN TEORI 10                                  |         |
| A. Tinjauan Pustaka..... 10                                 |         |
| B. Kerangka Pemikiran..... 26                               |         |
| BAB III : ANALISA DAN PEMBAHASAN 30                         |         |
| A. Deskripsi data.....30                                    |         |
| B. Analisis data.....35                                     |         |
| C. Pemecahan Masalah.....36                                 |         |
| <br>  |         |
| BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN. 39                           |         |
| A. Kesimpulan.....39  |         |

B. Saran-saran.....40

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1      *Sketsa Tangki Muatan*
- Gambar 2      *Cargo dan Spray Pump*
- Gambar 3      *Boil of Gas Piping Line*
- Gambar 4      *Cargo Loading Operation*
- Gambar 5      *Cargo Discharging Operation*
- Gambar 6      *Discharge with shore gas*
- Gambar 7      *Discharge without shore gas*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG.

Pada tahun-tahun belakangan ini terjadi suatu perkembangan yang sangat pesat dalam hal pengangkutan muatan gas yang telah dicairkan berupa LNG (*liquefied natural gas*) dan LPG (*liquefied petroleum gas*). keduanya dikirimkan keberbagai negara dalam jumlah yang besar. Ini dikarenakan gas alam dewasa ini merupakan komoditas yang utama di pasar dunia sebagai sumber energy. LNG (*Methane CH<sub>4</sub>*) dan LPG (*Propane C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>* dan *Butane C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>*) adalah gas *hydrocarbon* yang pada dasarnya digunakan sebagai bahan bakar. Gas alam ini diangkut baik melalui jalur pipa dalam bentuk gas atau melalui angkutan laut dalam bentuk gas yang telah dicairkan.

Pada tekanan atmosfer LNG mempunyai titik didih yaitu  $-161.5^{\circ}\text{C}$ , perbandingan antara gas alam yang belum dicairkan dengan LNG (yang telah dicairkan) adalah 1 berbanding 600, yang artinya 1 (satu) m<sup>3</sup> LNG sama dengan 600 (enam ratus) m<sup>3</sup> gas alam yang belum dicairkan .....(*LNG Familiarization M.O.L. training center*).

LNG tersebut dibawa dari tempat produksi ke konsumen dalam kondisi cair yaitu berada pada titik didihnya, yang kita tahu bahwa sebuah cairan yang sedang mendidih, menghasilkan banyak uap (*vapour*). Jika uap LNG tersebut tidak kita tangani dengan baik dan benar, maka sudah dapat dipastikan tekanan didalam tangki muatan akan naik karena tangki buaatannya adalah sebuah bejana tertutup. Hal ini sangat berbahaya tidak hanya bagi muatannya juga bagi keselamatan kapal dan awaknya.

Jadi dapat dipastikan bahwa yang menjadi pokok utama dalam kapal yang bermuatan gas cair ini adalah bagaimana cara pengaturan tekanan dalam tangki agar muatannya selalu dalam kondisi yang stabil, dalam arti tingkat penguapan LNG dalam tangki tidak sampai memberikan dampak negative terhadap seluruh kegiatan operasional kapal.

Ada tiga kondisi tekanan tangki yang harus diperhatikan oleh para operator muatan LNG yaitu pada saat memuat, pada saat perjalanan (berlayar) dan pada saat membongkar muatan. Kondisi tersebut memerlukan penanganan yang secara prinsip sama yaitu menjaga tekanan akan tetapi metode yang digunakan berbeda. Pada saat memuat, kita menggunakan suatu alat yang dinamakan High Duty Compressor, pada saat berlayar menggunakan Low Duty Compressor dan pada saat membongkar muatan kita menggunakan Return Gas Blower.

Berdasarkan pengalaman yang penulis dapati yaitu pada suatu kondisi membongkar muatan, terjadi masalah yaitu Return Gas Blower tidak dapat berfungsi sehingga tekanan didalam tangki tidak dapat dijaga pada tekanan normal yaitu antara 800 ~ 1600 mmAq. Hal ini terjadi di pelabuhan bongkar di Dapeng Discharging Port, China. Hal ini tidak normal karena diluar prosedur bongkar muatan yang berlaku dan telah disepakati oleh pihak pembeli dan penjual (Charter Party Agreement), sehingga harus menggunakan prosedur darurat dalam rangka menjaga tekanan didalam tangki muatan.

Didalam prosedur darurat tersebut, salah satunya adalah menggunakan LNG Vaporizer atau Forcing Vapourizer untuk mengubah LNG menjadi GNG untuk dimasukkan kedalam tangki muatan dikapal, dan pada saat itu yang digunakan adalah Forcing Vapourizer.

Berdasarkan pengalaman tersebut, penulis menilai bahwa Forcing Vaporizer tersebut adalah sebuah peralatan yang cukup vital dalam rangka menjaga agar kapal

dapat beroperasi secara normal. Untuk itulah penulis mengangkat topic yang akan dibahas dalam makalah ini yaitu :

**“PENTINGNYA PERANAN FORCING VAPOURIZER GUNA MENUNJANG KELANCARAN PROSES BONGKAR MUATAN DI SS. LNG MALEO”**

**B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH.**

**1. Identifikasi masalah.**

Dengan tidak berfungsinya peralatan bantu atau *Return Gas Blower* dipelabuhan bongkar, dan pihak darat tidak bisa menaikkan tekanan tangki darat untuk membantu mendorong pengembalian gas dari tangki darat kedalam tangki diatas kapal atau cara ini lebih dikenal dengan sistim *free flow* ( *tanpa Return Gas Blower* ), maka kondisi ini akan mengakibatkan penurunan tekanan tangki kapal dengan cepat dan bila dibiarkan kondisi ini dapat menimbulkan masalah sebagai berikut :

a. *Emergency Shut Down System ( ESDS )* aktif.

*Emergency Shut Down System* adalah sistem pengaman yang dipasang diatas kapal LNG yang bertujuan untuk menghentikan semua *cargo machinery* yang sedang beroperasi maupun peralatan lainnya yang berhubungan dengan penanganan muatan LNG untuk mencegah terjadinya kondisi yang lebih

buruk baik terhadap keselamatan kapal dan muatannya, juga keselamatan awak. Sistem ini selalu dipersiapkan baik kapal dalam kondisi memuat, membongkar, ataupun dalam pelayaran. Salah satu kondisi yang menyebabkan Emergency Shut Down System ini aktif dikarenakan perbedaan tekanan antara tangki muatan ( cargo tank ) dengan ruang hampa ( cargo hold ) mencapai -4 KPaG (setting point), yang diperoleh dengan formula ( *Diff. pressure = Tank pressure – Hold pressure* ). Ini terjadi bila tekanan tangki kapal terus menerus turun dan mencapai setting poinnya. kapal Pada kondisi normal tekanan tangki selalu dijaga lebih tinggi dari pada tekanan ruang hampa. Di pelabuhan bongkar misalnya, bila *Automatic trip system* ini aktif maka seluruh pompa muatan yang sedang beroperasi diatas kapal akan berhenti, katup katup yang berfungsi untuk menyalurkan cairan LNG kedarat dan katup *vapour* yang dioperasikan secara remote akan tertutup, dan fuel gas trip ke *Main Boiler*. Pada saat kapal dalam pelayaran dan ESDS ini aktif atau bekerja maka Low Duty Compressor berhenti, cargo spray pump berhenti, dan fuel gas trip pada Main Boiler. Sedangkan bila dipelabuhan memuat ESDS ini aktif maka pompa muatan dari darat akan berhenti, High Duty Compressor diatas kapal akan berhenti, katup katup untuk menyalurkan muatan ke kapal dan katup vapour yang dioperasikan secara remote akan tertutup, dan fuel gas trip pada Main Boiler. Kondisi lain yang akan menyebabkan aktifnya Emergency Shut Down Sistem adalah :

- 1). *Cargo tank very high level ( 99.7 % )*.
- 2). *Hydraulic oil pressure low 4.5 MPa ( valve remmocon power )*.
- 3). *Fire in cargo dome top and cargo machinery space*.
- 4). *Pneumatic control air pressure low 300 KPa*.
- 5). *Manually operated Emergency Shut Down System*.

b. *Cargo hold relief valve* terbuka.

Bila tekanan tangki ruang hampa ( *cargo hold* ) terus menurun sampai mencapai -5 KPaG, maka *cargo hold relief valve* terbuka untuk mengimbangi penurunan tekanan tangki muatan.

c. Terjadi penyusutan pada tangki muatan ( *tank contraction* ).

Kondisi tekanan muatan yang lebih rendah dibandingkan tekanan ruang hampa dapat mengakibatkan penyusutan terhadap tangki muatan itu sendiri.

## 2. Batasan masalah.

Dari ketiga identifikasi masalah yang diuraikan sebelumnya, penulis memilih satu masalah yang dianggap paling dominan timbul akibat pengaruh penurunan tekanan tangki muatan, dengan menggunakan metode analisis USG (*Urgency, Seriousness, Growth*) dimana :

*Urgency* : masalah yang apabila tidak segera diatasi akan berakibat fatal dalam jangka waktu panjang.

*Seriousness* : masalah yang apabila terlambat diatasi akan berdampak fatal terhadap kegiatan, tetapi berpengaruh pada jangka pendek.

*Growth* : masalah potensial untuk tumbuh dan berkembangnya masalah dalam jangka panjang dan timbulnya masalah baru dalam jangka panjang.

### Data Metode Pemilihan Prioritas Masalah Melalui USG

| No | MASALAH                                | Analisis Perbandingan | U      | S      | G      | NILAI |   |   |   | Prioritas |
|----|--|-----------------------|--------|--------|--------|-------|---|---|---|-----------|
|    |  |                       |        |        |        | U     | S | G | T |           |
| A  | Emergency Shut Down System aktif.      | A – B<br>A – C        | A<br>A | A<br>A | A<br>A | 2     | 2 | 2 | 6 | I         |
| B  | Cargo Hold Relief valve terbuka        | B – C                 | B      | B      | B      | 1     | 1 | 1 | 3 | II        |
| C  | Terjadi penyusutan pada tangki muatan. | C                     | -      | -      | C      | 0     | 0 | 1 | 1 | III       |

Dari tabel diatas menunjukkan masalah yang dominan timbul akibat penurunan tekanan tangki adalah aktifnya Emergency Shut Down System.

### 3. Rumusan masalah.

Proses apa yang harus di lakukan dalam pengoperasian bongkar muatan untuk mencegah timbulnya permasalahan yang diakibatkan oleh tekanan tangki yang turun secara terus menerus pada saat memulai proses bongkar muatan, di peabuhan yan tidak memiiki *Return Gas Blower dari darat*.

## **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.**

### **1. Tujuan Penelitian.**

- a. Untuk mengetahui prosedur pengaturan tekanan tangki muatan dalam proses bongkar diatas kapal S.S LNG MALEO.
- b. Untuk mengetahui bagaimana mencegah terjadinya segala masalah yang dapat terjadi apabila terjadinya penurunan yang cepat pada tekanan tangki muatan diatas kapal. Yang disebabkan oleh rusaknya *return gas blower* atau tidak memadainya fasilitas bongkar dan penunjang lainnya, sehingga diharapkan tidak akan terjadi hambatan atau masalah dalam proses bongkar dan penanganan LNG.

### **2. Manfaat Penelitian.**

- a. Hasil analisa akan menambah pengetahuan bagi penulis maupun dalam berbagi pengalaman mengenai sistem pengaturan tekanan tangki dengan bermuatan LNG.
- b. Agar dapat menjadi sumbangan pikiran bagi pengetahuan para pelaut tentang proses bongkar muat dan penanganan muatan di atas kapal LNG, serta membantu dalam hal efektifitas kerja.

## **D. METODE PENELITIAN.**

### **1. Metode pendekatan.**

Pendekatan yang dilakukan dalam penyusunan makalah ini guna memperoleh hasil yang lebih baik yaitu dengan melakukan pendekatan studi kasus/studi pustaka yakni dengan mencari panduan atau buku prosedur manual (*cargo handling manual*) yang berhubungan dengan prosedur bongkar muatan dengan menggunakan uap dari darat (*discharge with shore gas*) maupun prosedur bongkar muatan tanpa gas dari darat (*discharge without shore gas*). Dan membaca buku pedoman mengenai *LNG dan forcing vapourizer*.

## **2. Teknik pengumpulan data.**

Teknik pengumpulan data yang diperoleh adalah dengan teknik observasi yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap masalah yang terjadi yaitu penurunan tekanan tangki yang tidak wajar pada saat baru memulai bongkar muatan. Bentuk dari pengamatan ini disusun dalam bentuk data deskriptif kuantitatif.

## **3. Subjek penelitian.**

Yang menjadi subjek dari penelitian ini adalah tangki yang bermuatan LNG diatas kapal LNG.

## **4. Teknik analisis data.**

Teknik analisis data yang digunakan adalah korelasi sebab akibat, dimana data yang diperoleh dari pengamatan masalah terjadi menunjukkan tingkat penurunan tekanan tangki berdasarkan *discharge rate*. Semakin tinggi

jumlah muatan yang dibongkar semakin cepat penurunan tekanan tangki yang terjadi.

## **E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN.**

### **1. Waktu Penelitian.**

Penelitian serta pengamatan yang dilakukan secara langsung yang terkait dengan masalah yang diangkat dalam penulisan makalah ini dilakukan pada saat berlayar diatas kapal mulai dari tanggal 15 Mei 2018 sampai dengan 25 Oktober 2018.

### **2. Tempat Penelitian.**

Tempat penulis melakukan pengamatan, yaitu pada voyage nomor 269B, tanggal 5 September 2018 dipelabuhan bongkar Dapeng, China. Pada jam 18:17 LT pompa ditangki nomor 4 (empat) dijalankan kemudian selama 4 (empat) menit muatan tersebut disirkulasikan dari tangki kedalam tangki dengan tekanan tangki sebesar 16.47 kPaG. Jam 18:21 LT mulai mentransfer muatan dari kapal kedarat dengan *discharging rate* 1600 m<sup>3</sup>/h dan indikasi penunjuk tekanan tangki adalah 16.17 kPaG.

Jam 18:27 LT pompa pada tangki nomor 3 (tiga) dijalankan, tetapi indikasi penunjuk tekanan tangki menunjukkan angka 13.54 kPaG. Terjadi penurunan tekanan tangki sebesar 2.63 kPaG dalam waktu 6 (enam) menit. Penurunan tekanan tangki pada pelaksanaan bongkar dipelabuhan Jepang hanya sebesar 0.25 kPaG sampai dengan 0.87 kPaG.

Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan ataupun yang lebih buruk lagi maka untuk sementara proses bongkar dilaksanakan dengan *rate* 1600 m<sup>3</sup>/h. Normal *discharging rate* untuk proses membongkar muatan antara 8500 m<sup>3</sup>/h sampai dengan 10000 m<sup>3</sup>/h.

#### **E. SISTEMATIKA PENULISAN.**

Penyusunan makalah ini terdiri dari 4 bab :

1. **BAB I : PENDAHULUAN.**

Didalam bab ini akan menguraikan tentang latar belakang, identifikasi masalah/batasan/rumusan masalah, tujuan dan manfaat, metode penelitian, serta waktu dan tempat penelitian .

2. **BAB II : LANDASAN TEORI.**

Didalam bab ini memaparkan teori teori dasar atau tinjauan pustaka, dan kerangka pemikiran.

3. **BAB III : ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Didalam bab ini akan diuraikan mengenai deskripsi data, dan pemecahan masalah.

4. **BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN.**

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. TINJAUAN PUSTAKA.**

Pengaturan tekanan pada tangki muatan merupakan salah satu proses guna mendukung kelancaran operasi bongkar-muat dipelabuhan dan juga pada saat kapal dalam keadaan berlayar atau navigasi. Pada saat kapal akan memuat LNG pihak kapal akan mengatur tekanan tangki serendah mungkin agar pada saat menerima muatan tidak akan terjadi kenaikan tekanan yang sangat drastis pada tangki muatan. Sehingga jumlah muatan yang dikirimkan dari darat dan waktu yang akan dicapai sampai pada titik maksimum dapat dipersingkat. Begitu juga pada saat kapal akan membongkar muatan di pelabuhan bongkar.

Seperti kita ketahui bahwa LNG (*liquefied natural gas*) yang perbandingannya adalah 1/600 dengan gas yang belum di cairkan akan sangat mudah untuk menguap. Tangki muatan diatas kapal sudah dilengkapi dengan sistem pelapis yang dapat mengurangi penguapan LNG oleh panas disekitar tangki muatan. Sistem pelapis yang digunakan diatas kapal sudah dibuat agar besarnya jumlah penguapan LNG didalam tangki maksimum hanya 0.01 % dari 14500 m<sup>3</sup> per hari pada saat keadaan tertentu.

Natural boil-off gas atau LNG vapour yang diproduksi secara alami dalam tangki muatan diatas kapal terjadi pada saat proses tank cool down , pada saat memuat,

pada saat laden and ballast voyage. Pada saat dalam pelayaran Low Duty Compressor berperan dalam menangani boil-off gas tersebut dengan mengalirkannya ke kamar mesin untuk digunakan sebagai bahan bakar di Main Boiler. Sedangkan pada saat kapal berada di pelabuhan muat maka boil-off gas tersebut dialirkan kembali ke darat dengan menggunakan High Duty Compressor atau dengan cara free flow, tergantung kondisi tekanan tangki muatan diatas kapal.

Pada saat kapal dalam pelayaran, Low Duty Compressor mengambil boil-off gas dari header yang terhubung ke tiap tiap tangki muatan. Oleh Low Duty Compressor dihisap kemudian dialirkan ke kamar mesin melewati steam heater untuk menaikkan temperature gas sekitar 35 °C sebelum digunakan sebagai bahan bakar di Main Boiler. Didalam system ini dipasang system pengaman secara otomatis yaitu gas detector untuk memonitor bila terjadi kebocoran gas. Gas detector ini selalu di cek dan dirawat secara berkala.

Pengaturan tekanan tangki dan muatannya dilihat dari keadaan dan kondisi kapal dapat dibagi menjadi 4 (empat) yaitu :

### **1. Pengaturan tekanan tangki di pelabuhan muat.**

Setiba dipelabuhan tekanan tangki akan diatur serendah mungkin, yaitu dengan menggunakan gas methan (CH<sub>4</sub>) dari hasil penguapan LNG didalam tangki ke ketel uap dikamar mesin. Sebelum proses bongkar muat dimulai, antara pihak darat dan kapal melakukan *pre-operational meeting* yang meliputi prosedur yang harus dipenuhi sebelum mulai muat. *The Ship/Shore Check List* harus dilengkapi. Diantara poin penting dari check list tersbut meliputi ukuran *set point* daripada *cargo tank relief valve* dan *high alarm pressure*, katup katup yang dioperasikan dengan remote, *gas detection system*, *alarms dan controls*, dan *maximum loading rate*.

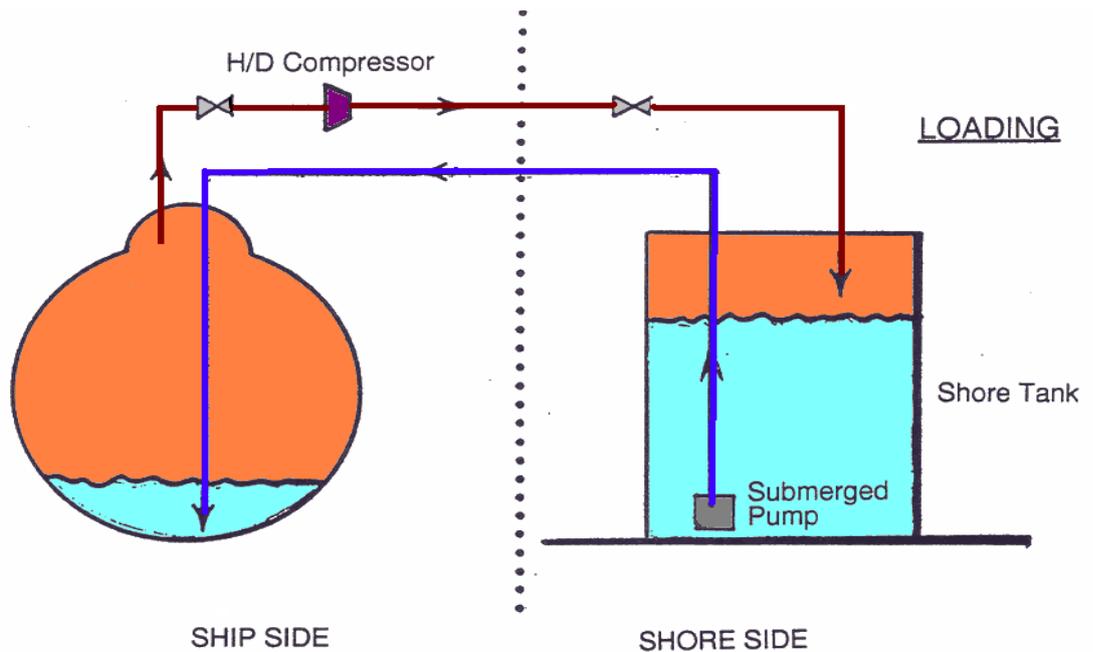
Selama proses muat berlangsung tekanan tangki muatan akan naik seiring dengan bertambahnya *loading rate*, agar dapat menjaga tekanan tangki muatan

*vapor* atau gas metan ( $\text{CH}_4$ ) yang berada di paling atas tangki akan dikirimkan ke ruang mesin sebagai bahan bakar untuk ketel uap.

Penggunaan bahan bakar untuk ketel uap dikapal LNG dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

- a. *F.O. Firing*, ketel uap hanya menggunakan bahan bakar *fuel oil*.
- b. *Dual Firing*, bahan bakar yang digunakan adalah gabungan dari *fuel oil* dan gas metan yang dikirimkan dari tangki muatan.
- c. *Gas Firing*, dengan menggunakan hanya bahan bakar gas metan.

Apabila tekanan tangki muatan terus naik, pihak kapal akan mengoperasikan *High Duty Compressor* untuk mengirimkan kembali *boil of gas* dari dalam tangki kapal ke tangki darat. Dengan demikian dapat dilakukan pengaturan tekanan tangki yang optimal.



Gambar. 2.1

Sumber dari: Mitsui Engineering & Shipbuilding Cooperation

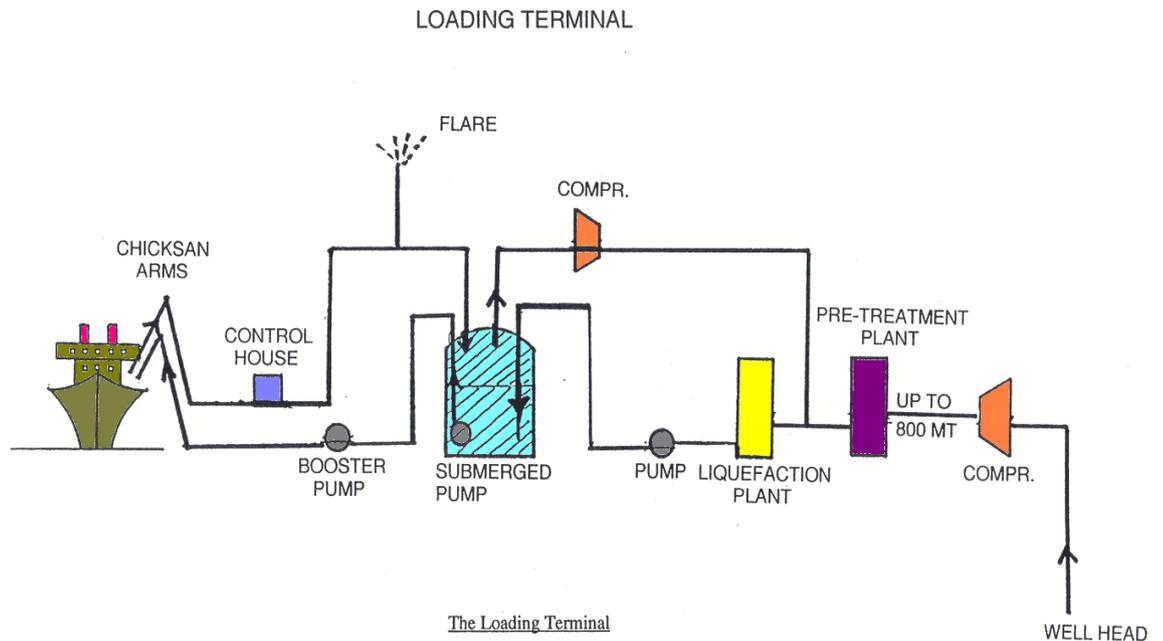
Pengoperasian *High duty compressor* akan terus dilakukan sampai dengan selesai proses muat. Agar tekanan tangki tidak terus turun setelah proses muat selesai maka katup aliran B.O.G dari kapal ke darat ditutup. *High duty compressor* hanya dapat menghisap *boil of gas* dari dalam tangki muatan dan mengirimkan kembali *boil of gas* tersebut ke darat.

Secara umum penanganan *vapour* dari gas alam diatas kapal yang berhubungan dengan pengaturan tekanan tangki dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

- a. Mengalirkan *vapour gas* dari kapal ke darat baik melalui kompressor ataupun dengan *free flow*.
- b. Mencairkan *vapour gas* kembali dan mengembalikannya kedalam tangki muatan dengan menggunakan suatu alat yang disebut *reliequiefaction plant*.

Tetapi untuk kapal muatan gas jenis LNG penanganan daripada gas diatas kapal selama proses memuat, gas dalam tangki kapal dikembalikan ke darat. Ini dikarenakan diatas kapal LNG tidak memiliki alat bantu untuk mencairkan kembali *vapour gas*.

Muatan yang dimuat diatas kapal LNG melalui pipa *liquid header* ke masing masing tangki muatan. Gas yang terbentuk didaerah permukaan muatan atau daerah gas akan dikembalikan ke darat baik dengan *free flow* ataupun dengan alat bantu kompressor. Kompressor ini pada umumnya dari kapal itu sendiri, tetapi tidak menutup kemungkinan juga dengan kompressor dari darat, tergantung jenis spesifikasi proyeknya.



The Loading Terminal

Gambar. 2.2

Sumber dari: Mitsui Engineering & Shipbuilding Cooperation

## 2. Pengaturan tekanan tangki dan muatan selama *Laden Voyage*.

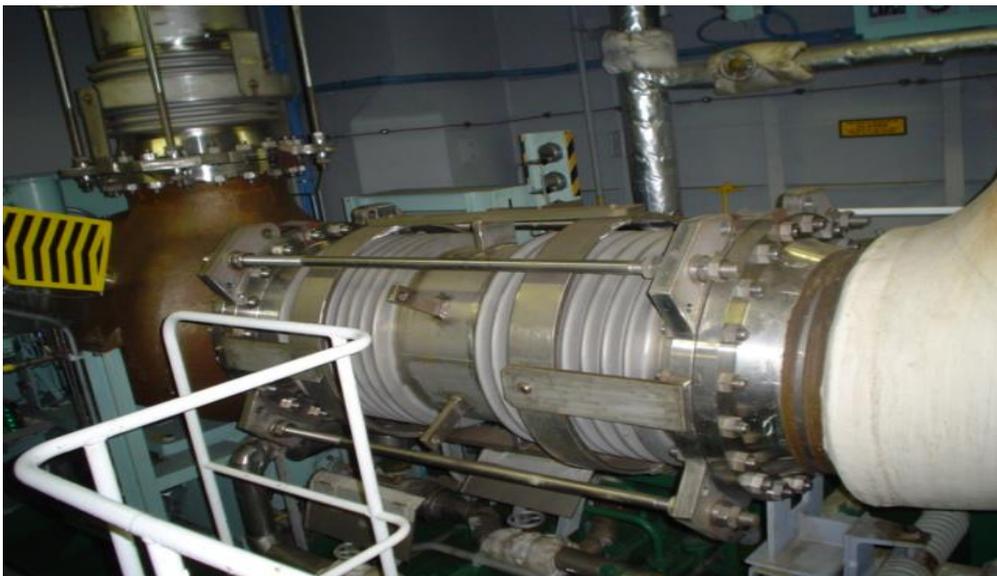
Dengan adanya muatan diatas kapal pengaturan tekanan tangki dan muatan akan dilakukan oleh pihak kapal. Seperti telah dijelaskan ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi terjadinya penguapan sebesar 0.01 % dari 145000 m<sup>3</sup> sebagai berikut :

- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| a. Suhu air laut            | : 32°C                       |
| b. Suhu udara luar          | : 45°C                       |
| c. Suhu muatan dalam tangki | : - 161.5°C                  |
| d. Jenis muatan             | : LNG dengan maksimum methan |
| e. Tekanan tangki           | : 106 kPaA (6 kPaG)          |
| f. Keadaan laut             | : Tenang                     |

Dari kondisi diatas, LNG akan menguap sebanyak 0.01% dari 145000 m<sup>3</sup> per harinya. Dengan penguapan tersebut sudah dapat mengganggu kestabilan pengaturan tekanan tangki muatan. Selama dalam perjalanan pengaturan tekanan tangki hanya dapat dilakukan dengan mengirimkan gas metan dari tangki ke ketel uap untuk digunakan sebagai bahan bakar.

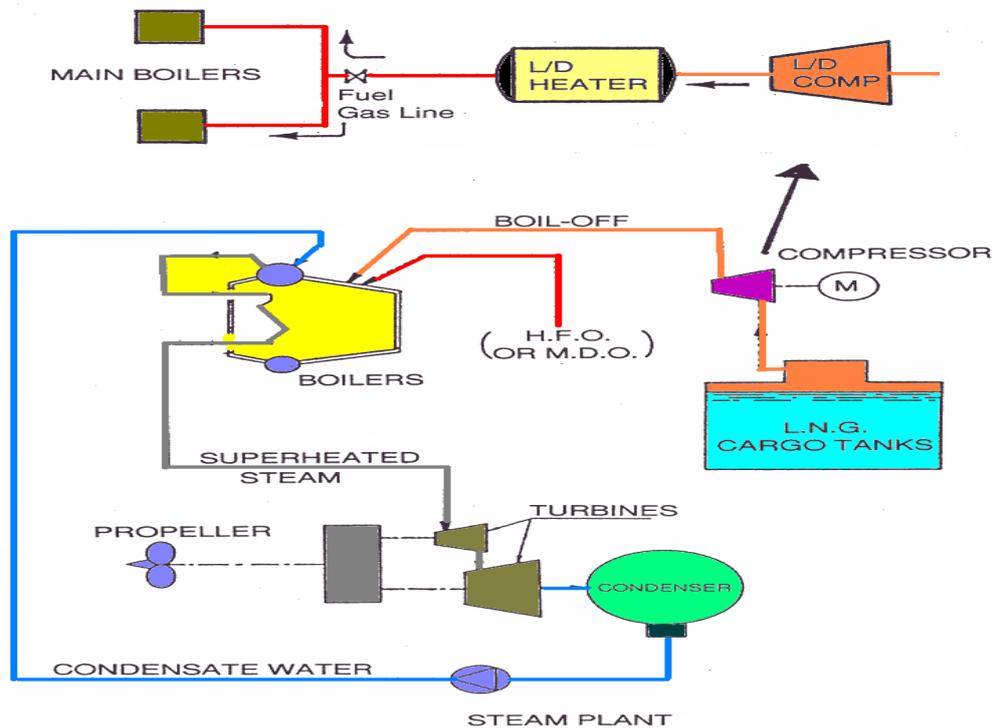
Pada waktu tertentu penguapan LNG akan bertambah sehingga mempengaruhi kenaikan tekanan tangki. Pada kondisi seperti ini pengiriman gas metan ke ketel uap harus ditambah. Bertambahnya pengiriman gas metan ke ketel uap akan bertambah pula produksi uap dari ketel tersebut, sehingga Perwira mesin akan menaikkan putaran mesin induk guna mengimbangi bertambahnya produksi uap dengan persetujuan dari Nakhoda.

Sebelum tiba dipelabuhan bongkar pihak kapal akan mempersiapkan muatan, mendinginkan pipa-pipa (*line cooling down*) yang akan dilewati oleh LNG agar siap untuk bongkar. Pada saat pandu naik, suhu rata-rata muatan akan diatur antara -158.6°C sampai dengan -158.9°C.



Gambar. 2.3

Sumber dari: Mitsui Engineering & Shipbuilding Cooperation



Gambar. 2.4

Sumber dari: Mitsui Engineering & Shipbuilding Cooperation

### 3. Pengaturan tekanan tangki dipelabuhan bongkar.

Pada saat kapal tiba dipelabuhan bongkar, tekanan dan temperatur tangki muatan harus sesuai dengan yang disyaratkan oleh pihak terminal darat. Juga dilakukan *pre-operational Ship/Shore procedure* yaitu meliputi prosedur keselamatan yang harus dipenuhi kedua belah pihak .

Setelah *discharging arm* tersambung antara darat dan kapal akan dilakukan *arm cooling down* untuk mendinginkan pipa darat dan kemudian dilanjutkan dengan proses bongkar.

Setelah melakukan pertemuan dengan pihak darat telah disetujui bahwa pihak kapal akan melakukan bongkar dengan *discharging rate* tertentu. Pada waktu

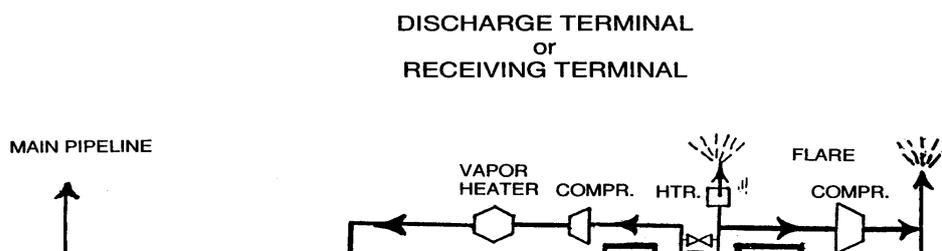
tertentu pihak darat akan menjalankan *return gas blower* sesuai dengan permintaan dari pihak kapal.

Banyaknya *boil of gas* yang dikirimkan akan ditentukan oleh *Chief officer* sesuai dengan kondisi tekanan tangki muatan diatas kapal.

Muatan LNG yang akan dipompa atau dibongkar dari kapal ke darat mengakibatkan tekanan pada tangki muatan diatas kapal menjadi turun. Kemudian seiring dengan itu terjadi produksi *natural boil off gas* yang diakibatkan hantaran panas melalui tangki insulasi yang terjadi secara terus menerus membentuk metan gas didalam tangki muatan. Tetapi biasanya *natural boil off gas* ini tidak mencukupi untuk mempertahankan tekanan tangki, karena hal ini dipengaruhi besar oleh seiring besarnya discharge rate cairan LNG yang dibongkar dari kapal, temperatur muatan serta ambient temperaturnya. Atau dengan kata lain vapour gas yang terproduksi secara alami dalam tangki muatan tidak seimbang dengan jumlah rate cairan LNG yang dibongkar.

Sehingga diperlukan tambahan *vapour* kedalam tangki kapal secara terus menerus selama proses bongkar muatan terus berlangsung. Vapour ini secara baku disuplai dari terminal darat dan normalnya menggunakan alat bantu yang disebut dengan *return gas blower*. Dan bila terminal bongkar tidak memiliki alat bantu ini, diperlukan alat bantu diatas kapal atau disebut *vapourizer* untuk menciptakan *vapour* karena sistim *free flow* dari darat tidak sanggup menjaga tekanan tangki secara konstan.

Pada saat menggunakan alat bantu *vapourizer* dari atas kapal sendiri, cairan LNG disuplai dari *discharge line* kemudian dialihkan ke *vapourizer*, vapour yang dihasilkan kemudian dialirkan kedalam tangki muatan.



#### Gambar. 2.5

Sumber dari: Mitsui Engineering & Shipbuilding Cooperation

#### 4. Pengaturan tekanan tangki dan sisa muatan selama *Ballast Voyage*.

Tiap-tiap pencarter yang merupakan pemilik dari muatan tersebut mempunyai kewenangan untuk memberikan izin agar pihak kapal dapat menggunakan gas methan sebagai bahan bakar ketel uap. Namun penguapan LNG selama *ballast voyage* dimana hanya ada sedikit muatan yang tersisa tidaklah sebanyak pada saat kapal dengan kondisi muatan penuh didalam tangki.

Hanya pemilik muatan pula yang memberikan izin agar menggunakan LNG sebagai bahan bakar dan meminimalkan penggunaan bahan bakar fuel oil, pemilik muatan tersebut seperti S.E.I.C (*Shakalin Energy Investement Company, Russia*).

Yang artinya setelah kapal dalam keadaan olah-gerak (*maneuver*), ketel uap harus dalam kondisi *gas firing* yang hanya menggunakan bahan bakar gas. Berikut adalah ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi agar ketel uap dapat melakukan *gas firing* yaitu sebagai berikut:

- a. Kondisi kapal tidak dalam keadaan berolah gerak (tidak dalam *maneuver zone*).
- b. Pada kedua unit ketel uap dimana tiap-tiap unit mempunyai 3 (tiga) buah *main burner*. Kesemua *burner* tersebut harus dalam keadaan menyala.

- c. Mesin bantu yang biasa disebut *Low Duty Compressor* harus sudah dijalankan.

Dengan hanya mengandalkan penguapan alami yang terjadi didalam tangki tidaklah cukup karena sisa muatan didalam tangki hanya tersisa sedikit LNG. Jika terus dipaksakan pada kondisi seperti ini tekanan tangki akan terus turun sampai dengan titik tertentu dan sistem keamanan pada tangki akan bekerja.

Jadi diperlukan suatu mesin bantu lainnya yang berfungsi mengubah LNG menjadi sebuah gas metan yang nantinya akan dikirimkan ke kamar mesin dan digunakan oleh ketel uap sebagai bahan bakar. Mesin bantu yang dapat menguapkan LNG menjadi gas disebut *Forcing Vaporizer*.

LNG didalam tangki muatan yang bersuhu  $-158^{\circ}\text{C}$  akan dikirim oleh *spray pump* kedalam *forcing vaporizer* dan akan dipanaskan oleh uap dari ketel uap sehingga LNG tersebut akan menguap dengan suhu yang telah diset pada suhu  $-40^{\circ}\text{C}$ . Gas metan dari hasil penguapan oleh *forcing vaporizer* akan melewati *mist separator* sebelum masuk ke *low duty compressor*.

Pada *mist separator* tersebut terjadi pertemuan antara gas metan dari *forcing vaporizer* dengan gas metan hasil penguapan alamiah dari dalam tangki atau *Boil of gas*. Setelah melewati *mist separator*, gas metan tersebut akan dihisap oleh *low duty compressor*, kemudian dipanaskan lagi oleh *low duty heater* sehingga suhu gas metan tersebut mencapai suhu  $+35^{\circ}\text{C}$ . Pada suhu tersebut barulah gas metan dapat digunakan oleh ketel uap sebagai bahan bakar.

Sistim pengoperasian *forcing vaporizer*, *low duty compressor*, pengaturan tekanan tangki muatan dan permintaan banyaknya bahan bakar gas yang dibutuhkan oleh ketel uap, merupakan satu sistem atau proses yang saling berkaitan pada saat kapal dalam kondisi ballast voyage dan ketel uap dalam kondisi *gas firing*.

.....( *Cargo Handling Manual, Kawasaki Shipbuilding Corporation* ).

Ada beberapa hal yang mempengaruhi terjadinya penurunan tekanan tangki diatas kapal selama proses bongkar muatan berlangsung, adalah sebagai berikut :

- a. Tidak berfungsinya alat bantu *Return Gas Blower* dipelabuhan bongkar.

Dengan tidak berfungsinya atau tidak ada fasilitas *return gas blower* tersebut, akan berakibat turunnya tekanan tangki muatan dengan sangat drastis. *Return Gas Blower (RGB)* yang berfungsi untuk mengirimkan *boil of Gas* dari darat kembali ke dalam tangki muatan diatas kapal. Dan pihak kapal akan meminta kepada operator darat agar mengirimkan *boil of gas* sesuai kebutuhan dengan tekanan tangki yang diinginkan oleh pihak kapal.

Diatas kapal ada 4 (empat) tangki muatan dan masing-masing tangki mempunyai 2 (dua) pompa *Cargo*. Pada proses bongkar muatan seluruh pompa *cargo* dari masing-masing tangki akan dijalankan.

Muatan LNG yang dibongkar dan disalurkan kedalam tangki darat, sebagian kecil dari muatan tersebut akan menguap karena dipengaruhi oleh suhu luar disekitar pelabuhan bongkar maupun oleh pergerakan dari muatan tersebut.

Tetapi dengan *discharging rate* yang maksimum dipastikan bahwa pengiriman kembali *boil of gas* dari darat ke kapal dengan proses *free flow* tidak akan mencukupi untuk membantu pengaturan tekanan tangki muatan. Proses pengiriman kembali *Boil of Gas* dari darat keatas kapal dengan cara *free flow* artinya pengiriman *Boil of Gas* tersebut bergerak dengan sendirinya dikarenakan oleh perbedaan tekanan antara tangki darat dan tangki diatas kapal.

Sehingga perlunya dipersiapkan prosedur membongkar muatan yang lain jika ditemukan kendala pada pelabuhan bongkar tertentu. Agar dapat mempersingkat waktu, dan proses bongkar muatan tetap terlaksana dan dapat lebih efisien di pelabuhan bongkar.

- b. Tersumbat atau terlalu kecil lubang-lubang pada saringan di *vapor line*.

Antara sambungan pipa yang berada di *manifold* kapal dan *discharging arm* dipelabuhan, masing-masing sambungan ditempatkan saringan dengan diameter dari lubang-lubang pada saringan tersebut berbeda tiap jalurnya. Sering ditemukan semacam *debris* atau kotoran yang berbentuk seperti debu yang tebal pada saringan disambungan *Liquid line*. Tetapi kemungkinan lain bahwa ada kotoran-kotoran yang dapat menyumbat lubang-lubang saringan di *vapor line* ataupun di *liquid line*.

Tersumbatnya saringan di *vapor line*, dimana *boil of gas* dari darat dikirimkan melalui jalur ini dapat mempengaruhi keterlambatan atau berkurangnya jumlah *boil of gas* yang sampai ke dalam tangki muatan di atas kapal.

Perlu diwaspadai apabila melakukan proses bongkar dipelabuhan baru karena banyak ditemukan sisa-sisa potongan gasket didalam saringan. Karena kotoran atau sisa potongan gasket tersebut dapat menyebabkan tersumbatnya saringan di setiap jalur *liquid* ataupun *vapor*

- c. Interval waktu dalam mentransfer muatan pada tiap-tiap tangki yang terlalu cepat.

Pengaturan waktu dalam menjalankan pompa *cargo* pada satu tangki adalah sebagai berikut: setelah menjalankan pompa *cargo* nomor 1 (satu), 2 (dua) menit kemudian baru menjalankan pompa *cargo* nomor 2 (dua) didalam tangki muatan yang sama. Dan 2 (dua) menit kemudian mulai mentransfer muatan ke darat. Setelah 6 (enam) menit kemudian dimulai proses yang sama pada tangki muatan selanjutnya. Sampai akhirnya kesemua pompa *cargo* telah dijalankan dan mentransfer muatan.

Tahap selanjutnya pihak kapal mulai menaikkan *discharging rate* sampai dengan ketentuan *rate* yang telah disepakati antara pihak kapal dan pihak darat (*loading / discharging master*).

Dengan interval waktu yang cepat tersebut menimbulkan ketidak seimbangan antara jumlah muatan yang keluar dengan jumlah *boil of gas* yang masuk, hal ini yang dapat mengganggu kestabilan pengaturan tekanan tangki muatan.

- d. Suhu udara luar dari masing-masing pelabuhan bongkar yang bervariasi.

Suhu udara luar disebagian negara-negara dibagian utara seperti Rusia, Jepang dan Korea, dapat mempengaruhi terjadinya penguapan muatan menjadi *boil of gas*. Semakin dingin suhu udara luar semakin lambat proses penguapan muatan dalam suatu tangki. Dan sebaliknya semakin panas suhu udara luar semakin cepat terjadi penguapan muatan, sehingga dapat mengembalikan *boil of gas* ke kapal pada jumlah tertentu.

- e. Bahasa mempengaruhi pemahaman ABK terhadap perintah untuk membuka atau menutup katup secara manual.

Diatas kapal banyak katup-katup yang juga dioperasikan secara manual pada masing-masing saluran. Tidak jelasnya perintah yang dikarenakan penguasaan bahasa, ataupun alat komunikasi dapat menjadi kendala dalam hal proses membongkar muatan dan mempengaruhi pengaturan tekanan tangki muatan.

Kesalahan membuka ataupun menutup katup manual yang tidak sesuai dengan perintah akan berakibat fatal. Hal yang harus dihindari dalam menangani gas cair adalah jangan sampai terjadi suatu *liquid block* dalam pipa. Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa perbandingan antara gas yang telah dicairkan dengan gas alam adalah  $1/600^3$ , LNG yang berada di dalam pipa dimana katup masuk dan keluarnya tertutup akan terus menguap sampai akhirnya akan mengakibatkan kerusakan pada pipa atau sambungan pipa tersebut.

- f. Jarak antara dermaga dengan penampungan LNG dipelabuhan bongkar yang jauh.

Jauhnya jarak antara dermaga dengan tangki penampungan didarat membuat lambatnya pengiriman *boil of gas* ke atas kapal. Apabila hanya mengandalkan proses pengiriman dengan cara *free flow*. Dimana jauhnya jarak antara dermaga dengan tangki darat akan mengakibatkan konstruksi pipa yang panjang untuk dapat menghubungkan tangki darat dengan dermaga. Jika menggunakan proses *free flow* akan membutuhkan waktu agar *boil of gas* dapat diterima di kapal.

....(*LNG Tanker Familiarization Course Book, Chapter 2 Definition, 2-8 Characteristic of LNG, hal. 2-9*).

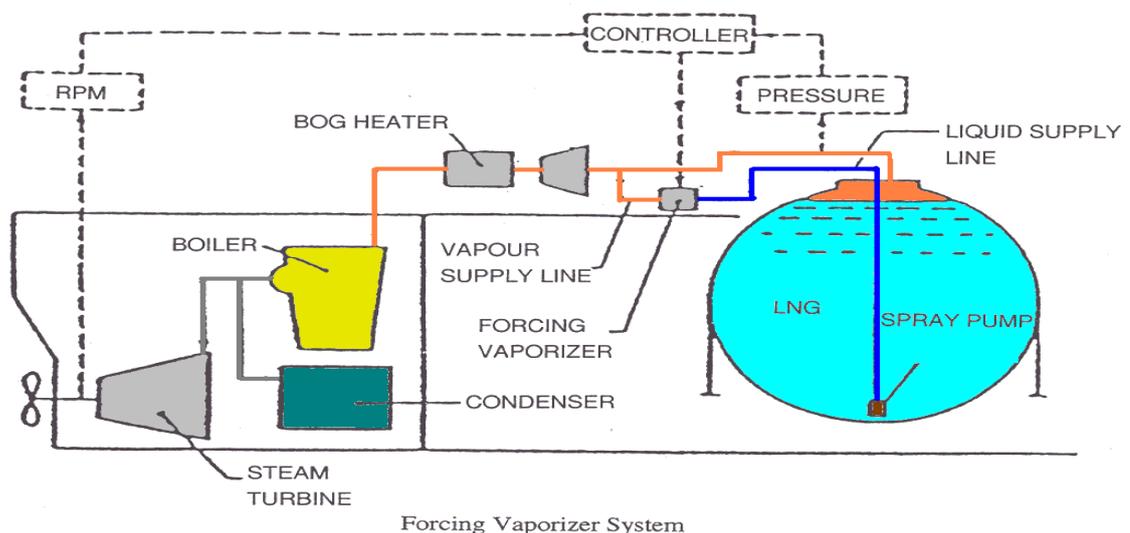
Istilah – istilah yang berhubungan dengan *Liquefied Natural Gas* sebagai berikut :

a. *Forcing vaporizer* dan *LNG vaporizer*

Suatu alat atau mesin yang berfungsi untuk membantu menguapkan cairan LNG dengan cara dipanaskan. Media panas yang digunakan adalah uap.

b. *Spray pump*.

Pompa yang digunakan untuk menyalurkan LNG dari dalam tangki muatan ke *Forcing vaporizer* dan ke *LNG vaporizer*.



## Gambar. 2.6

Sumber dari: Mitsui Engineering & Shipbuilding Cooperation

c. *B.O.G (Boil of Gas).*

Gas hasil penguapan dari muatan LNG yang terjadi dengan sendirinya, ada beberapa factor yang dapat mempengaruhi terjadinya penguapan dalam tangki muatan seperti keadaan laut dan suhu dari sekitar tangki.

d. *Low duty compressor.*

Mesin Bantu yang digunakan untuk menyalurkan B.O.G. dari dalam tangki ke ketel uap sebagai bahan bakar di kamar mesin.

e. *Tank pressure control.*

Suatu sistem control yang bekerja dalam hal pengaturan otomatis berdasarkan tekanan tangki muatan.

f. *Laden voyage.*

Perjalanan kapal dari pelabuhan muat ke pelabuhan bongkar dengan kondisi tangki muatan terisi oleh LNG.

g. *Ballast voyage.*

Perjalanan kapal dari pelabuhan bongkar ke pelabuhan muat dengan kondisi tangki muatan tidak terisi oleh LNG.

h. *Heel quantity.*

Sisa dari muatan yang nantinya akan digunakan sebagai media pendingin untuk mendinginkan suhu dari pada tangki agar siap untuk muat dipelabuhan selanjutnya.

i. *Forcing vaporizer controller.*

Pengaturan otomatis dari alat ini dibagi menjadi 3 bagian;

1). *Cascade control* : *set point* berdasarkan keluaran dari *Tank pressure control*.

2). *Auto control* : *set point* berdasarkan dari data yang dimasukkan oleh *Operator*.

3). *Manual control* : pengoperasian dari alat tersebut secara manual.

j. *Vapor header pressure*.

Tekanan dari dalam pipa B.O.G yang akan menjadi acuan untuk *set point* dari *tank pressure control*.

k. R.G.B. (*Return Gas Blower*)

Mesin bantu yang berfungsi untuk mengembalikan B.O.G ke kapal.

l. *Mist separator*

Alat yang berfungsi untuk memisahkan B.O.G dari titik – titik LNG.

m. *Flow control valve*.

Katup yang berfungsi untuk mengatur banyaknya cairan LNG yang masuk ke *Forcing vaporizer*.

n. *Temperature control valve (By-pass valve)*.

Katup yang berfungsi untuk mengatur suhu dari B.O.G yang keluar dari *Forcing vaporizer*.

o. *Boiling point*.

Suhu cairan LNG dimana tekanan uap dari cairan LNG tersebut sama dengan tekanan pada permukaan sekitarnya.

p. *Auto ignition temperature*.

Suhu terendah dimana cairan atau gas dengan spontan akan terbakar tanpa bantuan sumber api atau spark.

q. *Cargo Hold space.*

Adalah ruang tertutup yang merupakan struktur atau bagian kapal yang merupakan bagian dari sistem pengontrolan muatan.

r. *LNG.*

Adalah singkatan dari Liquefied Natural Gas atau gas alam yang telah dicairkan, pada prinsipnya adalah gas Methan.

s. *Lower Flammable Limit ( LFL ).*

Batas terendah kandungan gas hydrocarbnn diudara dimana tidak dapat mendukung untuk terjadinya proses pembakaran.

## **B. KERANGKA PEMIKIRAN.**

Dasar pemikiran yang digunakan oleh penulis untuk membahas masalah tersebut yaitu dengan merujuk pada buku panduan yang sesuai dengan proses pengaturan tangki muatan dan pengoperasian *forcing vaporizer* berdasarkan prosedur dan pengoperasian diatas kapal.

Telah diketahui bahwa yang terpenting pada kapal bermuatan LNG adalah bagaimana menjaga tekanan tangki muatan sehingga suhu muatan tersebut dapat diatur. Pangaturan suhu muatan kapal tercantum dalam perjanjian kerja antara pihak penjual, pembeli muatan dan operator dari kapal itu sendiri.

Bahwa muatan yang akan dibongkar dipelabuhan pada saat pandu naik diatas kapal nilai rata-rata dari suhu muatan pada tangki harus berkisar antara  $-158.6^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $-158.9^{\circ}\text{C}$ . Pada saat kapal akan memuat muatan suhu pada *equator* ditiap-tiap tangki minimum  $-110^{\circ}\text{C}$ .

Agar pelaksanaan bongkar muat dikapal dapat dilaksanakan dengan lancar, kita harus memperhatikan proses pengaturan tekanan pada tangki muatan. Selama muatan masih diatas kapal suhu dan tekanan tangki harus selalu dijaga sehingga siap untuk melakukan proses bongkar muat dipelabuhan. Karena itu perlunya perhatian yang khusus terhadap pengaturan tekanan tangki muatan agar dapat mengoptimalkan proses pengiriman muatan tersebut.

Perwira kapal yang bertanggung jawab dalam hal pengaturan tekanan tangki dan muatannya adalah *Chief Officer* dan *Jr.1st Engineer*. Dimana *Chief Officer* selaku penanggung jawab keseluruhan dalam hal pengaturan tekanan tangki serta muatannya, dan penulis sebagai *Jr.1st Engineer* diatas kapal bertanggung jawab atas pengoperasian mesin-mesin yang berhubungan dengan pengaturan tekanan tangki dan muatannya.

Adapun mesin-mesin yang dioperasikan sebagai berikut: *Cargo pump*, *Spray pump*, *High duty compressor*, *Low duty compressor*, *Low duty heater* dan *Forcing vaporizer*. Perwira mesin yang ikut membantu adalah *2nd Engineer*, yang mengoperasikan pergantian pemakaian bahan bakar untuk ketel uap.

Berdasarkan metode USG maka masalah yang dinilai pertama timbul dari efek penurunan tekanan tangki adalah aktifnya *Emergency Shut Down System*. Agar masalah ini dapat dicegah sebelumnya agar proses membongkar muatan tetap berjalan dengan optimal dan efisien harus dicarikan jalan keluar yang dapat

menggantikan fungsi kerja *return gas blower* tersebut agar dapat menjaga kestabilan tekanan tangki muatan.

Berikut penulis akan menjelaskan secara singkat proses kerja dari *forcing vaporizer*. Secara garis besar pengoperasian *forcing vaporizer* dilakukan untuk menambah banyaknya gas metan yang diperlukan oleh ketel uap. Dengan cara memanaskan LNG yang dikirim oleh spray pump kedalam *forcing vaporizer* dengan uap dari ketel.

Sekaligus akan menambah atau menjaga tekanan tangki muatan, karena akan terjadi pertemuan antara gas metan dari *forcing vaporizer* dengan gas metan alami di *mist separator*. *Mist separator* hanyalah suatu alat yang digunakan untuk memisahkan butir – butir LNG yang masih terkandung didalam gas metan dari hasil penguapan oleh *forcing vaporizer*.

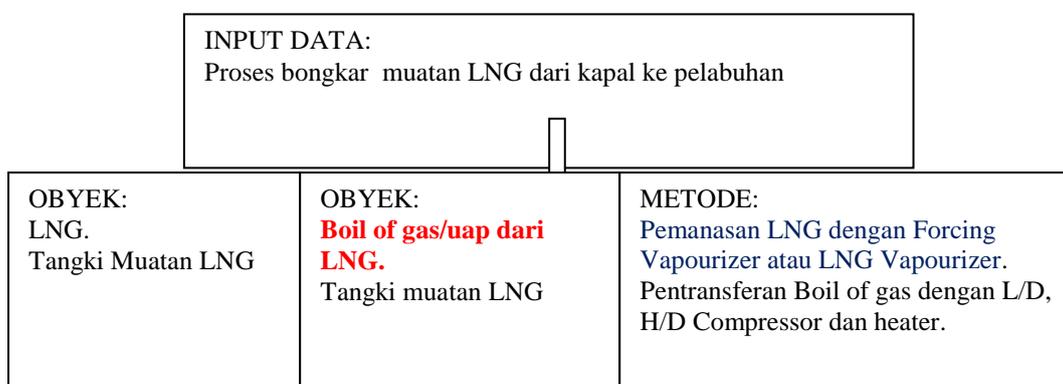
Konstruksi dari alat ini tidak dipasang suatu non-return valve. Jadi gas metan dari *forcing* dapat dikirimkan ke dalam tangki muatan. Sehingga tekanan tangki akan stabil dan ketel uap mendapat jumlah gas yang cukup untuk digunakan sebagai bahan bakar.

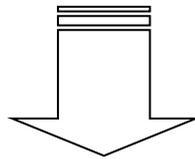
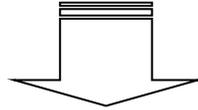
Proses kerja *forcing vaporizer* dibagi menjadi tiga yaitu:

1. *Cascade mode*, set point merupakan hasil dari selisih banyaknya gas yang dibutuhkan oleh ketel uap dikurangi banyaknya penguapan gas secara alami dari dalam tangki.
2. *Auto mode*, set point dimasukan secara manual oleh operator.
3. *Manual mode*, sistim pengoperasian dilakukan secara manual.

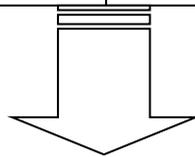
.....( *Cargo Handling Manual Book, Kawasaki Shipbuilding Corporation* ).

Dari uraian diatas maka didapatkan kerangka pemikiran seperti dibawah ini:

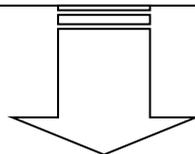




|   |  |
|---|--|
| <p><b>INSTRUMENT INPUT:</b><br/>L/D Compressor dan heater.<br/>H/D Compressor dan heater.<br/>Forcing vapourizer dan LNG Vapourizer.<br/>Cargo dan Spray pump</p> | <p><b>ENVIRONMENTAL INPUT:</b><br/>Menjaga tekanan tangki muatan LNG berkisar 900mmAq – 1500 mmAq (9.0 KpaG – 15 KpaG).<br/>Menjaga suhu tangki muatan -110°C – -158°C</p> |
|---|--|



**OUTPUT:**  
Proses Bongkar Muatan LNG Menjadi Lancar dengan pengoperasian Forcing Vapourizer sebagai Return Gas Blower yang ada di terminal DAPENG-CHINA



**JUDUL MAKALAH:**  
PENTINGNYA PERANAN FORCING VAPOURIZER GUNA MENUNJANG KELANCARAN PROSES BONGKAR MUATAN DI KAPAL SS LNG MALEO.



## BAB III

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. DESKRIPSI DATA.

Berikut adalah suatu contoh dilakukan proses membongkar muatan dipelabuhan Jepang. Dimana dipelabuhan tersebut dilengkapi dengan *return gas blower* yang dapat mengirimkan *boil of gas* dari darat kembali ketangki muatan diatas kapal. Dan contoh proses bongkar muatan yang dilakukan dipelabuhan Dapeng yang tidak dilengkapi dengan *return gas blower*, dengan subyek penelitian tangki muatan LNG diatas kapal SS. LNG MALEO yang memiliki ship particular sebagai berikut :

|                    |   |
|--------------------|---|
| a. Nama Perusahaan | : MO LNG TRANSPORT (ASIA). LTD.   |
| b. Nama Kapal      | : S.S. LNG MALEO  |
| c. Panggilan       | : JFYD  |
| d. Jenis Kapal     | : <i>LNG CARRIER</i>  |
| e. Bendera         | : JEPANG  |
| f. Terdaftar di    | : JEPANG  |
| g. Di bangun di    | : MITSUI ENGINEERING & SHIPBUILDING, LTD.,<br>CHIBA, JEPANG ( 1988 )  |
| h. Rute Pelayaran  | : <i>OCEAN GOING</i><br>Pelabuhan muat : Dampier – Australia, Luwuk - Indonesia<br><br>Pelabuhan bongkar : Tokyo bay – Jepang, Dapeng – China,<br>Kaoshiung – Taiwan. |

Setelah melakukan pertemuan dengan pihak darat telah disetujui bahwa pihak kapal akan melakukan bongkar dengan *discharging rate* tertentu. Pada waktu tertentu pihak darat akan menjalankan *return gas blower* sesuai dengan permintaan dari pihak kapal.

Banyaknya *boil of gas* yang dikirimkan akan ditentukan oleh *Chief officer* sesuai dengan kondisi tekanan tangki muatan diatas kapal. Berikut contoh tabel dari kegiatan pelaksanaan bongkar dipelabuhan Jepang.

1. Voyage 267b, 25 Juli 2018 Pelabuhan Sodegaura, Jepang. Tabel “ A “

| Waktu        | Kegiatan                          | Discharging rate (m <sup>3</sup> /h) | Tekanan tangki muatan (kPaG) |       |       |       | Hold pres' (kPaG) |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------------------|
|              |                                   |                                      | No. 1                        | No.2  | No.3  | No.4  |                   |
| 18:55        | 4-2 pump start                    | -                                    | 11.02                        | 11.03 | 11.01 | 10.97 | 5.03              |
| 18:57        | 4-1 pump start                    | -                                    | 10.88                        | 10.91 | 10.92 | 10.83 | 5.03              |
| 18:59        | Transfer muatan dari tangki no. 4 | 1600                                 | 10.81                        | 10.79 | 10.79 | 10.74 | 5.03              |
| <b>19:03</b> | <b>Request to start RGB</b>       | -                                    | 10:12                        | 10.09 | 10.08 | 10.00 | 5.03              |
| 19:05        | 3-2 pump start                    | -                                    | 10.56                        | 10.58 | 10.56 | 10.47 | 5.03              |
| <b>19:06</b> | <b>Start RGB</b>                  | -                                    | 10.96                        | 10.97 | 10.97 | 10.82 | 5.03              |
| 19:07        | 3-1 pump start                    | -                                    | 11.74                        | 11.77 | 11.77 | 11.66 | 5.03              |
| 19:09        | Transfer muatan dari tangki no.3  | 3200                                 | 11.44                        | 11.46 | 11.48 | 11.37 | 5.05              |
| 19:15        | 2-2 pump start                    | -                                    | 10.97                        | 10.99 | 10.92 | 10.85 | 5.06              |
| 19:17        | 2-1 pump start                    | -                                    | 11.54                        | 11.55 | 11.52 | 11.46 | 5.06              |
| 19:19        | Transfer muatan dari tangki no.2  | 4800                                 | 10.84                        | 10.86 | 10.80 | 10.76 | 5.05              |
| 19:25        | 1-2 pump start                    | -                                    | 10.97                        | 10.93 | 10.92 | 10.85 | 5.03              |
| 19:27        | 1-1 pump start                    | -                                    | 10.76                        | 10.73 | 10.72 | 10.67 | 5.03              |
| 19:29        | Transfer muatan dari tangki no.1  | 6400                                 | 10.49                        | 10.44 | 10.44 | 10.36 | 5.04              |

|              |                 |      |       |       |       |       |      |
|--------------|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| 20:12        | Full rate       | 8500 | 8.02  | 8.07  | 8.06  | 8.03  | 5.08 |
| 08:45        | Finish Disc'    | -    | 10.79 | 10.82 | 10.83 | 10.78 | 6.27 |
| <b>08:46</b> | <b>Stop RGB</b> | -    | 10.81 | 10.87 | 10.83 | 10.78 | 6.26 |

Sumber : Port time sheet at Discharging port, SS Energy Advance

## 2. Voyage 268b, 18 Agustus 2018 Pelabuhan Chita, Jepang.

Tabel " B "

| Waktu        | Kegiatan                             | Dischar<br>ging<br>rate<br>(m <sup>3</sup> /h) | Tekanan tangki muatan (kPaG) |       |       |       | Hold<br>pres'<br>(kPaG) |
|--------------|--------------------------------------|--|------------------------------|-------|-------|-------|-------------------------|
|              |                                      |  | No. 1                        | No.2  | No.3  | No.4  |                         |
| 14:18        | 4-2 pump start                       | -  | 13.15                        | 13.19 | 13.21 | 13.16 | 3.63                    |
| 14:20        | 4-1 pump start                       | -  | 13.26                        | 13.32 | 13.31 | 13.24 | 3.63                    |
| 14:22        | Transfer muatan<br>dari tangki no. 4 | 1600   | 13.32                        | 13.36 | 13.39 | 13.31 | 3.63                    |
| <b>14:24</b> | <b>Request to start<br/>RGB</b>      | -  | 13.28                        | 13.35 | 13.36 | 13.27 | 3.63                    |
| <b>14:27</b> | <b>Start RGB</b>                     | -  | 12.50                        | 12.57 | 12.58 | 12.47 | 3.65                    |
| 14:28        | 3-2 pump start                       | -  | 12.45                        | 12.50 | 12.51 | 12.42 | 3.64                    |
| 14:30        | 3-1 pump start                       | -  | 12.39                        | 12.45 | 12.46 | 12.35 | 3.65                    |
| 14:32        | Transfer muatan<br>dari tangki no.3  | 3200   | 12.54                        | 12.58 | 12.61 | 12.46 | 3.64                    |
| 14:38        | 2-2 pump start                       | -  | 12.93                        | 12.97 | 12.93 | 12.86 | 3.64                    |
| 14:40        | 2-1 pump start                       | -  | 12.97                        | 13.03 | 13.01 | 12.91 | 3.65                    |
| 14:42        | Transfer muatan<br>dari tangki no.2  | 4800   | 12.96                        | 13.01 | 12.96 | 12.91 | 3.65                    |
| 14:48        | 1-2 pump start                       | -  | 12.54                        | 12.54 | 12.51 | 12.47 | 3.66                    |
| 14:50        | 1-1 pump start                       | -  | 12.47                        | 12.46 | 12.45 | 12.39 | 3.64                    |
| 14:52        | Transfer muatan<br>dari tangki no.1  | 6400   | 12.43                        | 12.42 | 12.41 | 12.35 | 3.65                    |

|              |                 |      |       |       |       |       |      |
|--------------|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| 15:20        | Full rate       | 8800 | 11.49 | 11.54 | 11.53 | 11.47 | 3.67 |
| 05:05        | Finish Disc'    | -    | 12.97 | 12.97 | 13.04 | 12.97 | 2.26 |
| <b>05:08</b> | <b>Stop RGB</b> | -    | 13.04 | 13.08 | 13.09 | 13.03 | 2.27 |

Sumber : Port time sheet at Discharging port, SS LNG. MALELO

Dari kedua tabel diatas dapat dirangkumkan sebagai berikut:

- a. Setelah mulai mentransfer muatan dari tangki nomor 4 (empat) pihak kapal meminta kepada pihak darat agar dijalankannya RGB (*return gas blower*), mesin inilah yang akan mengembalikan *boil of gas* kedalam tangki muatan kapal.
- b. Setelah dikirimkannya boil of gas terlihat bahwa tekanan tangki muatan dari masing – masing tangki dapar dijaga kestabilannya walaupun *discharging rate* atau banyaknya muatan yang di bongkar kedarat bertambah sampai dengan maksimum rate. Pada saat maksimum rate tekanan tangki masih dapat dijaga.
- c. RGB masih terus dijalankan walaupun telah selesai melakukan proses bongkar, dan akan diberhentikan sekiranya pihak kapal dapat mengatur tekanan tangki sesuai dengan keinginannya.
- d. Pada kedua tabel diatas muatan LNG dapat dijelaskan sebagai berikut:

1). Pada tabel pertama (A), voyage 077b data yang didapat adalah:

|                  |   |                        |                                 |
|------------------|---|------------------------|---------------------------------|
| Banyaknya muatan | : | 120,000m <sup>3</sup>  |                                 |
| Discharging rate | : | 8500 m <sup>3</sup> /h | Lamanya                         |
| proses bongkar   | : | 13 jam 50 menit        | Jumlah muatan yang dibongkar    |
|                  | : | 114,750 m <sup>3</sup> | Sisa muatan diatas kapal (heel) |
|                  | : | 5250 m <sup>3</sup>    |                                 |

2). Pada tabel kedua, voyage 078 data yang didapat adalah:

|                  |   |                        |                                 |
|------------------|---|------------------------|---------------------------------|
| Banyaknya muatan | : | 130,000m <sup>3</sup>  |                                 |
| Discharging rate | : | 8800 m <sup>3</sup> /h | Lamanya                         |
| proses bongkar   | : | 14 jam 47 menit        | Jumlah muatan yang dibongkar    |
|                  | : | 127,336 m <sup>3</sup> | Sisa muatan diatas kapal (heel) |
|                  | : | 2664 m <sup>3</sup>    |                                 |

Ini merupakan kegiatan bongkar yang sudah baku, artinya prosedur bongkar yang digunakan diatas kapal untuk pelabuhan yang hanya mempunyai kelengkapan fasilitas dipelabuhan bongkar.

Dari semua muatan yang dibongkar telah disetujui bahwa ada sebagian kecil muatan yang akan ditinggal ditangki kapal. Muatan tersebut nantinya akan digunakan dalam proses pengaturan tekanan tangki muatan.

Berdasarkan penjelasan diatas dan mengingat kejadian yang pernah penulis alami selama berada diatas kapal sewaktu melakukan proses bongkar dipelabuhan Dapeng, China pada tanggal 05 September 2018, dimana pelabuhan darat tidak difasilitasi oleh *return gas blower*.

Pada waktu mentransfer muatan kedarat dengan *discharging rate* hanya 1600 m<sup>3</sup>/h terjadi penurunan tangki yang sangat drastis, dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

### 3. Voyage 269b, 5 September 2018 Pelabuhan Dapeng, China.

Tabel "C"

| Waktu | Kegiatan                          | Discharging rate (m <sup>3</sup> /h) | Tekanan tangki muatan (kPaG) |       |       |       | Hold pres' (kPaG) |
|-------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------------------|
|       |                                   |                                      | No. 1                        | No.2  | No.3  | No.4  |                   |
| 18:17 | 4-2 pump start                    | -                                    | 16.47                        | 16.52 | 16.55 | 16.47 | 5.99              |
| 18:19 | 4-1 pump start                    | -                                    | 16.28                        | 16.34 | 16.39 | 16.29 | 5.98              |
| 18:21 | Transfer muatan dari tangki no. 4 | 1600                                 | 16.17                        | 16.23 | 16.27 | 16.17 | 5.98              |
| 18:27 | 3-2 pump start                    | -                                    | 13.54                        | 13.57 | 13.59 | 13.47 | 5.96              |

Sumber : Port time sheet at Discharging port, SS Energy Advance

## B. ANALISIS DATA.

Pada tabel pertama (A) terjadi penurunan tekanan tangki muatan sebesar 0.25KPaG dan pada tabel kedua (B) terjadi penurunan tekanan tangki sebesar 0.82 kPaG.

Ini dikarenakan pihak darat telah menjalankan *return gas blower* (R.G.B) dan mengembalikan *Boil of gas* kembali ketangki muatan diatas kapal.

Sedangkan pada tabel (C) terjadi penurunan tekanan tangki sebesar 2.63KPaG dan bila proses bongkar muatan terus dilanjutkan akan terjadi hal-hal yang tidak diinginkan, seperti :

1. Dengan discharging rate 1600 m<sup>3</sup>/h dan terjadi penurunan sebesar 2.63 kPaG, dan jika diteruskan dengan menaikkan *discharging rate* dapat dipastikan tekanan tangki muatan akan terus menurun.
2. Apabila tetap melakukan proses bongkar dengan *discharging rate* hanya pada 1600 m<sup>3</sup>/h akan memakan waktu yang sangat lama. Adapun data yang didapat saat terjadi masalah tersebut adalah:

|                  |   |                        |                             |
|------------------|---|------------------------|-----------------------------|
| Banyaknya muatan | : | 120,000m <sup>3</sup>  | (heel 2500 m <sup>3</sup> ) |
| Discharging rate | : | 1600 m <sup>3</sup> /h | Lamanya proses              |
| bongkar          | : | 73 jam 26 menit        |                             |

3. Umumnya kapal – kapal LNG menggunakan system *Time Charter*, dimana sipencarter bertanggung jawab penuh untuk kapal tersebut. Dan untuk 1 (satu) harinya kapal tersebut dicarter sebesar USD 80,000 per harinya. Dan jika kapal harus berlama – lama dipelabuhan dapat dipastikan kerugian dari sipencarter tersebut.

Alasan yang dikemukakan oleh pihak pelabuhan bahwa dengan sistem *free flow* mampu menjaga kestabilan tekanan tangki muatan diatas kapal. Tetapi pada kenyataannya dengan sistem *free flow* tersebut tekanan tangki dikapal semakin menurun seiring dengan kenaikan *discharging rate*.

Untuk penjabaran dari penyebab diatas, penulis mencoba untuk mencari pemecahan masalah apa yang harus dilakukan sehingga masalah tersebut dapat diselesaikan.

Berikut adalah sistem keamanan yang dipasang pada proses pengaturan tekanan tangki muatan, dilihat dari perbedaan antara tekanan tangki muatan dan tekanan ruang hampa (*cargo hold*) sebagai berikut:<sup>2</sup>

- a. -3 kPaG : *High differential alarm*.

b. -4 kPaG : *Automatic trip system activate* (semua mesin cargo akan berhenti, dan katup remote akan tutup.

c. -5 kPaG : *Relief valve* akan terbuka.

.....(*Cargo Handling Manual, Kawasaki Shipbuilding Cooperation*).

Berdasarkan sistem keamanan tersebut maka kestabilan tekanan tangki harus dijaga, jika tetap membongkar muatan pada maksimum *discharging rate* dapat dipastikan tekanan tangki akan terus turun sampai ketitik dari sistem pengamanan tersebut.

Maka diperlukannya bantuan alat guna merubah LNG menjadi gas methan atau *boil of gas* dan dikirimkan kembali kedalam tangki muatan.

## C. PEMECAHAN MASALAH.

### 1. Alternatif pemecahan masalah.

Adapun alternatif pemecahan masalah yang dapat dilakukan untuk menggantikan fungsi Return Gas Blower dalam mempertahankan kestabilan tekanan tangki muatan kapal adalah sebagai berikut :

a. Menjalankan LNG vapourizer.

LNG vapourizer dapat difungsikan sebagai berikut :

1) Sebagai purging inert gas dari tangki muatan saat melakukan proses tank cool down. Cairan LNG disupply dari darat dan diteruskan ke vapourizer kemudian divapourizer cairan LNG tersebut dipanaskan dan menjadi vapour atau gas, tersebut kemudian dialirkan kedalam tangki muatan.

2) Sebagai purging inert gas dari tangki muatan dimana pihak darat tidak dapat mengembalikan vapour dari darat dengan maksimal. LNG vapourizer memproduksi vapour gas dengan mengalirkan cairan LNG langsung dari main line ( *discharging line* ) ke vapourizer. LNG Vapour yang dihasilkan dialirkan ke tangki muatan.

3) Jika kedua pompa muatan dalam tangki tidak bisa dijalankan atau bermasalah, maka proses bongkar muatan secara darurat dilakukan dengan menaikkan tekanan tangki dengan

menyuplai vapour gas dari LNG vapourizer. Cairan LNG disuplai dari tangki muatan oleh spray pump dan diteruskan ke vapourizer.

- 4) Bila Inert Gas Generator bermasalah hingga tidak bisa dioperasikan untuk memproduksi Inert Gas, maka LNG vapourizer dapat memproduksi gas nitrogen dengan menyuplai cairan nitrogen dari darat.

b. Menjalankan Forcing vapourizer.

Forcing vapourizer dapat difungsikan sebagai berikut :

- 1) Untuk memproduksi LNG vapour dan mengirimkannya ke Main Boiler yang akan digunakan sebagai bahan bakar.
- 2) Memproduksi LNG vapour untuk menambahkan produksi Boil off gas dari tangki muatan.
- 3) Pada saat proses bongkar muatan dimana pihak darat tidak dapat mengembalikan vapour dari darat dengan maksimal. LNG vapourizer memproduksi vapour gas dengan mengalirkan cairan LNG langsung dari main line ( discharging line ) ke vapourizer. Vapour yang dihasilkan diteruskan ke tangki muatan.

Dari kedua pesawat bantu baik LNG vapourizer ataupun forcing vapourizer pada dasarnya memiliki prinsip kerja dan fungsi yang sama yaitu merubah cairan LNG menjadi GNG.

Didalam alat ini, LNG tersebut dipanaskan sampai pada suhu  $-40^{\circ}\text{C}$ , pada titik ini LNG telah menjadi gas metan. Dan gas metan tersebut dialirkan kedalam tangki muatan melewati *mist separator*. Harus dipastikan bahwa aliran gas metan ke kamar mesin harus ditutup, agar semua gas metan dapat dikirimkan secara maksimum kedalam tangki muatan. ....( *Cargo Handling Manual, Kawasaki Shipbuilding Corporation* ).

## 2. Evaluasi pemecahan alternatif masalah.

Dari kedua alternatif pemecahan masalah yang diuraikan diatas maka dengan memilih menjalankan *forcing vapourizer* dianggap lebih efisien karena waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan dan mengoperasikannya lebih singkat dan sederhana dibandingkan menjalankan *LNG vapourizer*. Dan yang lebih penting adalah bahwa muatan yang akan dibongkar tidak sampai maksimum yaitu hanya mengangkut 120000 m<sup>3</sup> dengan discharge rate hanya 8000

m<sup>3</sup>/jam. Sedangkan bila muatan maksimum mencapai 145000 m<sup>3</sup> (98%) dengan discharge rate sampai 11000 m<sup>3</sup>/jam.

### 3. Pemecahan masalah yang dipilih.

Pemecahan masalah yang dipilih adalah menjalankan forcing vapourizer.

Data-data dari *forcing vaporizer* di atas kapal sebagai berikut:

- a. Tipe : *Horizontal shell and tube, direct steam heated.*
- b. *Shell side (steam)* : Suhu masuk 174°C, dan suhu keluar 165°C, tekanan uap masuk 7.8 barG.
- c. *Tube side (LNG)* : Suhu masuk -160°C, suhu keluar -35°C, tekanan masuk 3 barG.
- d. Pembuat : CRYOSTAR FRANCE.

## BAB IV

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian yang terdapat di bab-bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan dan saran-saran sebagai berikut:

#### A. KESIMPULAN.

1. Dengan menggunakan *forcing vaporizer* dari kapal sebagai pengganti *return gas blower* dipelabuhan bongkar, proses bongkar dapat dilakukan dengan cepat tanpa harus memakan waktu lebih lama karena tekanan tangki terjaga stabil.
2. Apabila sistem keamanan bekerja seperti *Emergency Shut Down System* aktif, pastinya akan menghambat proses bongkar muatan, dan apabila *relief valve* dari *cargo hold* terbuka maka kecil kemungkinan akan tertutup rapat kembali sehingga akan memerlukan perawatan yang tidak mudah.
3. Pemuatan dan pembongkaran LNG di atas kapal sangatlah memerlukan pengetahuan, kemampuan serta ketrampilan yang khusus, terutama dalam penanganan tekanan tangki muatan yang sangat menunjang kelancaran pelaksanaan *cargo operation* di atas kapal – kapal bermuatan LNG.

## **B. SARAN.**

Dari permasalahan yang ditemui dalam praktek, maka agar tidak terjadi keadaan yang tidak diinginkan sehubungan dengan pengaturan tekanan tangki muatan dan pengoperasian *forcing vaporizer* untuk suatu kasus tertentu, maka dapat diajukan saran-saran sebagai berikut:

1. Sebaiknya dibuatkan sebuah prosedur cadangan untuk prosedur darurat jika nanti ada kapal lain yang akan masuk pelabuhan tersebut.
2. Agar dilaksanakan pengoperasian yang tepat mengacu pada kebijakan perusahaan sebagai upaya untuk mencegah terjadinya suatu masalah yang nantinya akan memerlukan perawatan atau pengadaan suku cadang yang akan memerlukan biaya yang besar.
3. Diharapkan semua crew terutama perwira diatas kapal memahami dan mengetahui tentang muatan LNG dan prosedur dalam bongkar muat, serta pengaturan tekanan tangki muatan yang efektif dan tepat.

## **DAFTAR PUSTAKA**

*Liquefied Natural Gas (LNG) Tanker Familiarization Course Book*, oleh : Mitsui O.S.K. Lines.

*LNG Tanker Familiarization Course Book*, oleh : MOL Training Center STIP Indonesia.

*Cargo Handling Manual Book*, Mitsui Engineering and Ship Building.