



## Pencegahan Terjadinya Surge Pressure Pada Saat Akhir Pemuatan LNG Di Kapal Tangguh Jaya

I Kadek Laju<sup>1</sup>, Dwi Prasetyo<sup>2</sup>, Rauf Budi Hermawan<sup>3</sup>  
<sup>1, 2, 3</sup>Program Studi Nautika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia

disubmit pada : 12/3/19      direvisi pada : 5/4/19      diterima pada : 18/7/19

### Abstrak

LNG adalah hasil dari gas alam yang dicairkan, yang merupakan sekumpulan gas hidrokarbon, dengan metana sebagai gas dengan rasio paling besar (umumnya di atas 90%) ditambah dengan nitrogen dan zat lainnya dalam konsentrasi kecil. Dengan kritikal muatan tersebut, maka sistem pengangkutan kapal ini memiliki perlindungan berlapis dan sangat canggih. Namun dari kecanggihan instrument tersebut, ada kalanya mengalami kesalahan pembacaan khususnya pada saat proses pemuatan sedang berlangsung. Penulisan ini membahas tentang apa penyebab terjadinya surge pressure dan bagaimana cara penanggulangannya. Metode penelitian yang digunakan diantaranya studi lapangan dengan cara melakukan survey secara langsung, studi kepustakaan dengan mengumpulkan literatur serta penyebaran angket kepada responden yang berhubungan langsung dengan kapal LNG. Kesimpulan dari penulisan ini yaitu (1) bagaimana cara yang dilakukan agar sistem proteksi pada tangki saat memuat tetap berfungsi namun tidak terjadi kesalahan pembacaan dan tetap ada kontrol dari operator yaitu dengan memperbolehkan penggunaan override hanya pada tangki terakhir. (2) mencegah timbulnya ESD dan surge pressure dengan cara melakukan pengawasan serta pelarangan kapal lain melintas di dekat pelabuhan muat dikarenakan akan timbul gelombang yang menyebabkan kesalahan pembacaan pada instrumen serta melakukan penutupan katup muat secara manual (override) untuk mencegah terjadinya lonjakan tekanan pada saat akhir pemuatan.

Copyright © 2020, **METEOR STIP MARUNDA**, ISSN:1979-4746, EISSN: 2685-4775

Key words: LNG, surge pressure, ESD, override

Permalink/ DOI: <https://doi.org/10.36101/msm.v12i2.111>

### 1. PENDAHULUAN

Pada tahun 1859, Kolonel Edwin Drake sukses mengebor sumur minyak pertama yang terletak di Pennsylvania dan memicu pencarian global untuk penggunaan minyak bumi pada industri. Namun, dampak buruk yang dihasilkan dari penggunaan minyak sebagai sumber energi adalah polusi yang sangat buruk.

Manusia berusaha mencari alternatif sumber energi lain. Salah satu sumber energi yang menjanjikan adalah NG (*Natural Gas*) atau Gas alam. Salah satu produk dengan komponen gas alam yang berkembang pesat

saat ini adalah jenis LNG, yaitu gas alam sebagian besar volumenya berupa metana (CH<sub>4</sub>), yang dicairkan.

Terobosan transportasi laut yang dilakukan pada tahun 1970 dalam menciptakan kapal pengangkut LNG, membuat perdagangan LNG menjadi komoditas yang diminati baik secara domestik maupun antar negara. Pengangkutan melalui laut memungkinkan LNG diangkut dalam jumlah yang besar karena bentuknya yang cair memiliki rasio perbandingan 1:600 terhadap bentuk gasnya. Untuk transportasi lautan LNG hanya masuk akal dari sudut pandang komersial jika dibawa

dalam keadaan cair pada tekanan atmosfer. Hal-hal tersebut menjadikan pengembangan transportasi LNG sebuah tantangan teknis yang lebih besar daripada pengiriman LPG, terutama harus dilakukan pada titik dididinya, yaitu minus 162°C (-162°C).

Sejak tahun 2000, industri LNG telah menjadi lebih beragam, dengan pembawa multi-gas skala kecil, regasifikasi apung dan kapal reliquefaction, unit penyimpanan apung, tipe propulsi alternatif (hingga turbin uap tradisional) dan pengiriman dari kapal ke kapal menjadi bagian integral dari pengiriman LNG (SIGTTO. 2016:10-11).

Salah satu sistem keamanan yang ada adalah sistem Emergency Shut Down (ESD). ESD memungkinkan segala peralatan yang terlibat di dalam proses bongkar muat terhenti apabila terjadi suatu keadaan darurat secara otomatis.

Selain sistem ESD, kapal dilengkapi pula dengan Tank Protection System (TPS) atau sistem perlindungan tangki muatan, yang bekerja secara terorganisir secara bersama melalui tahap-tahap tertentu. Salah satu TPS yang terdapat di kapal adalah Filling Valve Closing, yang akan secara otomatis menutup katup tangki kapal apabila tinggi muatan dalam tangki mencapai 98.5% dari kapasitas tangki (pada kapal dengan jenis tangki membran). Ketika Sistem ESD diaktifkan, ia menciptakan lonjakan tekanan (surge pressure) pada pipa-pipa muat LNG yang mungkin melebihi tekanan desain. Oleh karena itu, kerusakan pipa-pipa muatan mungkin saja terjadi. Untuk mengatasi lonjakan tekanan ini, sistem ESD akan memulai beberapa tindakan berurutan untuk melindungi pipa dari lonjakan tekanan yang parah. Namun demikian, jika sistem ESD tidak berfungsi dengan baik, lonjakan tekanan yang dihasilkan diketahui lebih tinggi daripada tekanan maksimum pada pipa muatan Kapal LNG dilengkapi dengan sistem perlindungan tangki dan instrumen-instrumennya secara yang berlapis dan canggih sehingga diharapkan mampu

memperkecil resiko bahaya. Namun, dibalik kecanggihan kapal LNG, ternyata terdapat beberapa keadaan darurat yang terjadi justru diakibatkan oleh berfungsinya sistem proteksi tanpa disengaja, yang seharusnya melindungi kegiatan penanganan muatan LNG.

Definisi kata pencegahan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) berarti menangkal sesuatu yang akan terjadi, sedangkan menurut ahli pencegahan merupakan salah satu upaya untuk menghindari kerugian, kerusakan yang terjadi pada seseorang atau masyarakat disekitarnya. (Notosuedirdjo dan Latipun, 2005 : 145).

Dengan berbagai penjabaran di atas, pemakaian "Pencegahan" dalam karya ilmiah ini memiliki maksud sebuah usaha untuk menghindari terjadinya hal yang tidak diinginkan (dalam proses pemuatan LNG).

Surge pressure merupakan lonjakan tekanan yang terjadi secara tiba-tiba dalam sebuah operasi atau kegiatan. Dalam pembahasan ini, surge pressure merupakan kejadian yang harus dihindari dalam proses penanganan muatan LNG.

Emergency Shutdown (ESD) System adalah sebuah sistem keselamatan yang memungkinkan untuk mematikan komponen/peralatan yang terkait dengan suatu proses secara aman dan terkendali. Sistem ESD wajib terpasang di atas kapal sesuai dalam aturan International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code). Sistem ESD disediakan untuk melindungi sistem jika terjadi keadaan darurat. Selama pemuatan LNG, keadaan darurat utama yang mungkin terjadi adalah kebocoran muatan yang berpotensi menimbulkan bahaya kebakaran. Jika terjadi kebocoran pipa atau kebakaran, pemadaman darurat sistem tangki penyimpanan dimulai dari dermaga dan mengakibatkan penutupan katup transfer, pembukaan katup ventilasi loading arm, dan penghentian pompa muat). Nasrul Syahrudin (2011:1)

Topping-off adalah proses terakhir pemuatan LNG dimana kecepatan transfer muatan akan turun secara perlahan dan penuh perhitungan, agar sistem manajemen Boil-off Gas (BOG) , penanganan ballast dan muatan tetap berjalan seimbang sampai terhentinya pompa muatan. Disaat ini, perhatian ekstra harus dijalankan oleh semua pihak yang terlibat, karena termasuk momen kritis dari proses pemuatan. Topping-off yang baik dan benar akan menghasilkan jumlah muatan yang tepat dan terhindar dari berbagai kesalahan sistem muat LNG.

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam penulisan makalah ini penulis menggunakan metode kualitatif dengan instrumen pengumpulan data sebagai berikut:

### 1. Studi Lapangan

Studi lapangan di kapal *LNG TANGGUH JAYA* yang diperoleh melalui cara observasi dan Teknik pengumpulan data berdasarkan pengalaman di lapangan serta diskusi-diskusi yang penulis alami.

### 2. Studi Kepustakaan

Hal ini dilakukan dengan cara mencari data yang diperlukan melalui buku referensi yang ada di perpustakaan, internet maupun buku – buku yang erat kaitannya dengan masalah yang akan dibahas.

### 3. Penyebaran angket

Metode penyebaran angket adalah teknik pengumpulan data dengan cara mengajukan pertanyaan tertulis untuk dijawab secara tertulis pula oleh responden.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapal *LNG TANGGUH JAYA* merupakan kapal tanker yang mengangkut muatan Gas yang dicairkan dengan temperatur yang sangat rendah muatan utama berupa methane (CH<sub>4</sub>). data-data spesifikasi kapal adalah sebagai berikut :

Ship Particular kapal

- Name of Vessel : *LNG TANGGUH JAYA*
- Kind of vessel : Gas Tanker
- Call Sign : 3ETB6
- IMO no : 934919

- Flag : Panama
- Port of registry : Panama
- Official No : 34574-09
- Classification : ABS
- Years Built : 2008
- Length Overall : 285.40 m
- Breadth Moulded : 43.00 m
- Depth Moulded : 26.0 m
- Deadweight : 82,312.6 tons
- GRT : 97,897
- NRT : 30,877
- Main Engines : Dual fuel generator WARTSILA 12V50DF-11,400kWx 3 & 6L50DF – 5,700 kW x 1
- Draft ( Summer ) : 12,122 m
- Draft ( Light ) : 8 m
- Cargo tank capacity : 154,000 m<sup>3</sup>
- Service speed : 19.5 Kts

Kapal Tangguh Jaya merupakan jenis kapal pengangkut *LNG* dengan tipe tangki membran dengan 285 m, lebar 43 m dan *summer draft* 12 m. Kapal buatan tahun 2008 ini bertipe *DFDE (Dual Fuel Diesel Engine)*, menggunakan tenaga listrik yang diproduksi oleh pembangkit listrik berkekuatan 3x11,400 kW + 1x850 kW, berbahan bakar uap gas itu sendiri untuk menjalankan mesin diesel dengan campuran sedikit *MGO* sebagai pemantik sumber api dikarenakan temperatur titik bakarnya yang lebih rendah daripada *LNG*.

Tangguh Jaya memiliki 4 tangki muatan dengan kapasitas maksimum 152,642 m<sup>3</sup> (98,5% muatan). Dilengkapi sistem keamanan muatan sistem *Emergency Shut Down (ESD)*, *Tank Protection System (TPS)* dan juga *Gas Burning Safety System (GBSC)*. Memiliki dua *manifold* di sebelah kiri dan kanan kapal yang dilengkapi dengan 3 lengan muat cairan *LNG* dan satu lengan muat uap *LNG* mampu mengakomodir kecepatan muat sampai 12,500 m<sup>3</sup>/jam.

Sistem *ESD* pada kapal bermuatan *LNG* sangat ketat dan berlapis. Namun, semakin rumit sistem yang ada, semakin banyak celah yang bisa meningkatkan resiko bahaya terhadap bekerjanya sebuah operasi. Namun, hal ini akan berjalan beriringan dengan penyempurnaan dan penambalan celah-celah yang ada itu. Bisa melalui peningkatan sistem proteksi, maupun dengan meningkatkan

sumber daya manusia melalui pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki

Salah satu kegiatan terpenting saat memuat LNG adalah topping-off, yaitu proses akhir pemuatan, dimana biasanya laju muatan perlahan-lahan dikurangi sampai kapasitas laju minimum satu pompa muat, dan pada akhirnya pompa akan mati dan proses memuat berakhir. Pada akhirnya diharapkan jumlah muatan yang diterima sesuai dengan perencanaan.

Pada saat observasi ditemukan masalah menutupnya katup tangki muatan secara tiba-tiba pada tangki terakhir yang seharusnya dalam keadaan terbuka sebelum pompa darat berhenti. Hal yang akan terjadi adalah tertutupnya aliran LNG dari darat sampai ke pipa-pipa muatan di atas kapal. Dengan pipa muatan berdiameter 400-600 mm dan panjang sampai ratusan meter ke darat, sejumlah besar cairan LNG akan terperangkap didalamnya. Titik didih (Boiling point) yang dimiliki LNG adalah  $-162^{\circ}\text{C}$ . Perlu diingat rasio perbandingan antara cairan LNG dengan bentuk uapnya adalah 1:600 artinya dalam 1 M3 cairan akan menghasilkan gas sebesar 600 M3. Tekanan dalam pipa-pipa akan meningkat secara cepat dan berpotensi menghasilkan lonjakan tekanan (surge pressure) yang sangat besar di atas kemampuan pipa muatan untuk menahannya.

Di dalam proses pemuatan LNG dari darat ke kapal akan ada pemasalahan yang timbul yang bersifat menghambat kegiatan tersebut dikarenakan beberapa hal, antara lain :

- a. Terjadinya kebocoran pada SDP (short distance piece) atau sambungan pipa darat dengan kapal.
- b. Menutupnya katup tangki muatan secara tiba-tiba pada tangki terakhir yang seharusnya dalam keadaan terbuka sebelum pompa darat berhenti.
- c. ESD aktif
- d. Kerusakan pada alat penunjang proses pemuatan
- e. Mooring line putus
- f. Pemasangan lengan pipa darat dengan kapal yang tidak sesuai
- g. Kebocoran pada katup hidrolik di pipa muat
- h. Tidak berfungsinya water curtain atau air pelindung dinding kapal dengan maksimal

## ANALISIS PENYEBAB MASALAH

1. Mengapa sistem *override* tidak digunakan ketika proses pemuatan berlangsung. Adapun faktor atau alasan yang mempengaruhi hal tersebut tidak diterapkan, diantaranya:

- a. Perusahaan menginginkan sistem proteksi pada tangki tetap berjalan

Perusahaan telah menerapkan hal tersebut sesuai dengan SIGTTO di dalam peraturan penanganan muatan di kapal, namun perusahaan hanya menerapkan sistem proteksi dari alat yang sewaktu-waktu dapat aktif meskipun keadaan yang seharusnya tetap berjalan menjadi terhenti dan mengakibatkan timbulnya masalah besar.

Kurangnya pemahaman kru kapal tentang sistem proteksi pada tangki, mengakibatkan dampak besar apabila operator hanya mengandalkan kecanggihan suatu alat atau hanya percaya dengan sistem pada alat tersebut tanpa adanya pengawasan atau kendali dari operator itu sendiri

- b. Tidak adanya peraturan penggunaan sistem *override* pada saat kegiatan memuat

sistem *override* pada tangki tidak digunakan untuk memberikan tambahan proteksi dari operator, namun hanya menggunakan sistem proteksi pada alat itu sendiri. Akibat yang ditimbulkan dari tidak digunakannya sistem *override* tersebut adalah sistem proteksi bekerja atau aktif karena adanya signal yang membuat alat tersebut berfungsi.

2. Apa saja penyebab timbulnya sistem ESD dan terjadinya surge pressure?

- a. Getaran atau gelombang yang disebabkan faktor eksternal

Akibat yang ditimbulkan oleh kapal yang melintas atau pekerjaan dari kapal survei tersebut diantaranya menyebabkan gelombang air laut. Apabila kapal tersebut melintas didekat jetty dan di area jetty tersebut ada kapal LNG yang sedang melakukan kegiatan memuat, keadaan tersebut akan berdampak kepada kapal LNG pada saat memuat berlangsung

khususnya pada saat topping off yaitu proses terakhir pemuatan LNG dimana kecepatan transfer muatan akan turun secara perlahan. Apabila dalam keadaan tersebut terdapat faktor-faktor luar yang mengintervensi dalam kegiatan memuat di kapal LNG, maka kapal akan mengalami proses yang tidak semestinya yaitu menutupnya katup pipa muat sebelum dihentikannya pompa darat karena sistem proteksi telah mendapat signal level alarm tinggi, serta akibat yang ditimbulkan dari keadaan tersebut yaitu adanya lonjakan tekanan yang dapat menyebabkan pipa muat LNG pecah

b. Penutupan katup memicu ESD aktif

surge pressure terjadi akibat katup tangki muat terakhir (tiga tangki lainnya sudah tertutup/selesai muat) menutup otomatis sebelum mencapai level 98.5% (TPS). Aktifnya seluruh TPS adalah salah satu perlindungan dari resiko muatan berlebih pada tangki. Meskipun, pada level 99% sistem ESD-1 akan aktif, hal ini harus diupayakan tidak terjadi karena adanya resiko surge pressure, terutama apabila satu atau dua bagian dari sistem ESD mengalami masalah.

Walaupun perusahaan dan pihak kapal telah menerapkan aturan dalam kode IGC dengan benar, tetap terjadi keadaan yang beresiko menimbulkan bahaya. Namun, tetap ada upaya-upaya yang bisa dilakukan untuk memperkecil resiko terjadinya hal tersebut, bahkan menghilangkannya.

Adapun upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang telah dibahas di atas, diantaranya

1. Upaya yang dilakukan untuk dapat menggunakan sistem *override* pada saat kegiatan memuat berlangsung, antara lain:

a. Memberikan pelatihan tentang sistem proteksi kapal LNG

Sistem tangki kargo seperti membran LNG diizinkan untuk mengisi hingga 98,5%. Konsesi ini diperbolehkan berdasarkan geometri masing-masing tangki memberikan keuntungan tertentu.

Adapun beberapa level alarm yang dapat diketahui pada saat pengisian muatan di kapal LNG, yaitu:

95% = alarm (H), High Level Alarm

97% = alarm (HH), High High Level Alarm

98,5% = tutup katup pengisian (VH), Very High Level Alarm

99% = menutupnya katup manifold dan mematikan pompa, ESD-1

Dari data-data tersebut dapat dijadikan informasi untuk pelatihan kepada kru kapal pada umumnya dan perwira kapal pada khususnya serta memberikan tambahan pelatihan dan pengetahuan tentang pentingnya sistem *override* pada saat proses pemuatan berlangsung.

b. Perusahaan membuat kebijakan tentang penggunaan sistem *override* dengan mengacu pada SIGTTO

Untuk mengatasi lonjakan tekanan ini, sistem ESD memulai beberapa tindakan berurutan untuk melindungi pipa saluran dari tekanan lonjakan yang parah. Namun demikian, jika sistem ESD tidak berfungsi, tekanan lonjakan yang dihasilkan akan lebih tinggi daripada tekanan desain pipa

Menutupnya semua katup tangki saat proses akhir memuat (toping up) masih berlangsung, akan menyebabkan pipa-pipa pengantar muatan mengalami surge pressure dan dapat memicu ESD (Emergency Shut Down). Hal ini dapat disebabkan karena Tank protection sistem menutup semua katup tangki secara otomatis, sehingga aliran muatan terblokir. Keadaan tersebut dikarenakan kebijakan perusahaan kapal yang melarang penggunaan sistem "*override*" saat kegiatan muat berlangsung.

Adapun upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari keadaan di atas terjadi yaitu dengan cara menggunakan sistem *override* di salah satu katup tangki agar muatan LNG tidak terblokir dalam pipa apabila terjadi ESD yang tidak diinginkan dan Perusahaan kapal menyadari dan membuat perbaikan kebijakan untuk menerapkan pengecualian di salah satu tangki dalam penggunaan sistem *override* untuk mencegah hal tak terduga.

Penggunaan fungsi *override* bisa dilakukan tanpa melanggar aturan yang ada demi keselamatan penanganan muatan kapal LNG. Sehingga, pada dasarnya, perusahaan bisa menambahkan kebijakan untuk memberikan pengecualian penggunaan *override* pada salah satu tangki saat topping-off sebagai

pencegahan terhadap hal-hal yang tidak diinginkan

2. Upaya apa saja yang dilakukan untuk mencegah timbulnya sistem *ESD* serta terjadinya surge pressure.

a. Mencegah adanya pengaruh dari faktor eksternal

Perlu adanya peningkatan kewaspadaan dan pengawasan terhadap kegiatan-kegiatan sejenis yang diperkirakan akan berdampak langsung pada proses pemuatan *LNG*. Bahkan tidak menutup kemungkinan pihak pelabuhan akan melarang kapal survei seismik dan sejenisnya untuk melakukan kegiatan disaat-saat kritis pemuatan *LNG*

b. Melakukan penutupan katup secara manual

Pada dasarnya kapal *LNG* telah didesain sedemikian rupa dengan memperhitungkan pencegahan-pencegahan keadaan bahaya yang akan berdampak besar pada kapal itu sendiri. Dalam hal ini adalah tentang sistem TPS (Tank Protection Sistem). Tujuan dengan adanya TPS tersebut diantaranya untuk memperingatkan operator dengan beberapa alarm sebelum aktifnya proteksi terakhir yaitu menutupnya katup pipa muat serta *ESD-1* untuk mencegah terjadinya overflow atau muatan yang berlebih dalam tangki.

Dengan diperbolehkannya menggunakan sistem *override* hanya pada tangki terakhir pada saat memuat, maka akan ada kendali dari operator untuk mengatur proses pemuatan hingga selesai dengan baik dan aman dengan melakukan penutupan katup muat serta penghentian pompa darat secara manual tanpa mengurangi atau menghilangkan proteksi-proteksi pada tangki lainnya.

### 3. KESIMPULAN

Dari fakta-fakta yang dialami sehingga terjadi masalah seperti yang telah dijelaskan di atas yaitu terjadinya surge pressure dan pengaktifan *ESD* pada proses akhir pemuatan dikapal *LNG* adalah disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya:

1. Sistem *override* tidak digunakan ketika proses pemuatan berlangsung disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut:

a. Perusahaan menginginkan sistem proteksi pada tangki tetap berjalan pada saat proses pemuatan berlangsung, namun disini banyak kru kapal yang belum memahami cara kerja sistem proteksi tersebut.

b. Tidak adanya peraturan penggunaan sistem *override* pada saat kegiatan memuat.

2. Penyebab timbulnya *ESD* dan surge pressure disebabkan oleh hal-hal berikut:

a. Getaran atau gelombang yang disebabkan oleh faktor eksternal.

b. Penutupan katup pipa muat memicu *ESD* aktif. gki terakhir pada saat memuat.

Upaya-upaya yang diharapkan bisa dilakukan oleh berbagai pihak untuk mencegah terjadinya surge pressure dan teraktifasinya *ESD* saat proses akhir pemuatan *LNG* seperti yang pernah terjadi pada kapal Tangguh Jaya diantaranya:

1. Sistem *override* tidak digunakan ketika proses pemuatan berlangsung dapat diupayakan dengan cara :

a. Sebaiknya perusahaan memberikan tambahan pelatihan terkait tentang bagaimana cara kerja sistem proteksi pada tangki kapal *LNG* kepada perwira-perwira, sehingga pengetahuan yang didapatkan nanti dapat di berikan lagi kepada semua kru di atas kapal. Jadi untuk kedepan, pelatihan tersebut mampu dipahami oleh semua kru kapal dan dapat mengurangi resiko terjadinya keadaan bahaya seperti yang telah dijelaskan di atas

b. Sebaiknya perusahaan kapal hendaknya menyadari dan membuat pengecualian di salah satu tangki dalam penggunaan sistem *override* untuk mencegah hal tak terduga, sesuai dengan rekomendasi SIGTTO.

2. Upaya yang dilakukan untuk mencegah timbulnya *ESD* dan surge pressure diantaranya :

a. Pihak terminal hendaknya bisa melakukan pelarangan terhadap kegiatan

disekitar pelabuhan yang dapat mempengaruhi kegiatan muat kapal *LNG*, terutama disaat kritis (topping-off).

- b. Menggunakan sistem *override* untuk penutupan katup secara manual di salah satu tangki saat proses pemuatan sampai selesai agar muatan *LNG* tidak terblokir dalam pipa apabila terjadi penutupan tangki secara tak terduga yang bisa memicu *ESD* yang tidak diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

-----, Kamus Besar Bahasa Indonesia. [Online]. Tersedia di

<https://kbbi.kemdikbud.go.id>. terakhir dimutakhirkan pada bulan Oktober 2018.

Diakses December 2018.

Devold, Håvard. Oil and Gas Production Handbook - An Introduction to Oil and Gas Production, Transport, Refining and Petrochemical Industry. Oslo: ABB Oil and GAs (2013).

Dynaflow. Dynaflow Lectures-Surge Analysis. Rotterdam: Dynaflow Research Group (2008).

Nasrul, Syahrudin. *LNG Loading Lines Surge Analysis for ESD System Application*. Hongkong: International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (2011).

Notosoedirdjo, Moeljono dan Latipun. Kesehatan Mental: Konsep dan Penerapan. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang (2005).

Samsung, K-Line. Cargo Operating Manual Tangguh Jaya. Korea: Pentatech Co., Ltd. (2009).

SIGTTO. Guidelines for Automatic Cargo Tank Overfill Protection Aboard Gas Carrier. London: Society of International Gas Tanker and Terminal Operators Ltd (SIGTTO) (1993).

SIGTTO. Liquefied Gas Handling Principles on Ships and Terminals - 4th Edition (LGHP4). Great Britain: Witherby Publishing Group Ltd (2016).

W.J.S, Poerwadarminta. Kamus Umum Bahasa Indonesia, Jakarta: Balai Pustaka

(1991).

Yuni, Oktavia. Promotif, Preventif, Kuratif, Rehabilitatif  
<http://yunivia88.blogspot.com/2013/05/promotifpreventifkuratifrehabilitatif.html>

(2013)