



ISSN. 2716-2656 (Print)

**E-Journal Marine Inside**

<https://ejournal.polteknik-pelayaran-banten.ac.id/index.php/ejmi/>

Vol. 2, Issue. 1, July 2020

[doi.org/10.56943/ejmi.v2i1.15](https://doi.org/10.56943/ejmi.v2i1.15)

---

## **Analisis terhadap Penggunaan Arm Connection untuk Proses Pemuatan LNG**

**Dapid Rikardo, Harri Mochamad Mansur**

*Politeknik Pelayaran Banten*

### **ABSTRAK**

*Bahaya yang dapat diakibatkan oleh kebocoran LNG terletak pada cairan dari gas alam cair tersebut yang dapat merusak bahan yang terbuat dari besi. Bila terjadi kebakaran, akan mengakibatkan ledakan yang sangat dahsyat disamping itu apabila muatan gas cair tersebut mengenai bagian tubuh akan merusak susunan saraf dan tubuh akan terbakar dalam dingin (frosbite) karena titik didih gas alam cair tersebut adalah  $-163^{\circ}\text{C}$ , artinya muatan tersebut sangat dingin. Dalam operasional kapal, baik di pelabuhan bongkar, pelabuhan muat maupun pada saat laden voyage dan ballast voyage, LNG yang diangkut merupakan muatan yang memiliki nilai jual yang sangat mahal dan termasuk kategori muatan berbahaya sesuai IMDG Code kelas 2 yaitu Liquefied Gas. Maka muatan tersebut harus benar-benar diperhatikan faktor keamanannya dan diperlukan penanganan yang lebih khusus terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh muatan bagi keselamatan crew, kapal beserta muatan itu sendiri. Untuk itu diperlukan suatu sistem yang dapat mencegah terjadinya kecelakaan yang diakibatkan oleh muatan diatas kapal. Emergency Shut-Down System (ESD System) merupakan salah satu sistem yang dirancang diatas kapal LNG untuk mengatasi hal tersebut dengan cara menutup atau mematikan peralatan yang menghubungkan masuk atau keluarnya muatan LNG di kapal, untuk menjamin keselamatan seluruh crew, kapal dan muatan itu sendiri. Tetapi dilain pihak, bila Emergency Shut-Down System (ESD System) ini aktif, berarti terdapat sesuatu yang tidak berfungsi atau berjalan dengan baik dan juga ada peralatan yang terganggu pada rangkaian sistem operasional muatan.*

**Kata Kunci:** *Emergency Shut-Down System, IMDG Code, Liquefied Gas*

## PENDAHULUAN

Gas alam cair merupakan gas yang ada di dalambumi yang dicairkan melalui proses pendinginan oleh alat pendingin (*reliquefaction plant*) yang terbuat dari bahan *stainless steel* dan alumunium. Gas tersebut dicairkan agar diperoleh jumlah volume yang lebih banyak yaitu 1/600, artinya jumlah 1 volume gas alam yang dicairkan akan sama dengan jumlah 600 volume gas alam. Ini berarti muatan yang dimuat berupa cairan akan mempunyai volume lebih banyak dibandingkan muatan tersebut dalam bentuk gas.

Kapal pengangkut gas alam cair tersebut terbuat dari bahan khusus yaitu *stainless steel* yang merupakan bahan-bahan mahal. Disamping itu, bahan tersebut memberikan tingkat keselamatan yang tinggi terhadap kapal, muatan maupun awak kapal. Pada saat proses pemuatan LNG di pelabuhan muat sering terjadi kebocoran, terutama pada bagian *arm connection*. Kebocoran tersebut dapat disebabkan oleh berbagai hal.

Bahaya yang dapat diakibatkan oleh kebocoran LNG terletak pada cairan dari gas alam cair tersebut yang dapat merusak bahan yang terbuat dari besi. Bila terjadi kebakaran, akan mengakibatkan ledakan yang sangat dahsyat disamping itu apabila muatan gas cair tersebut mengenai bagian tubuh akan merusak susunan saraf dan tubuh akan terbakar dalam dingin (*frosbite*) karena titik didih gas alam cair tersebut adalah  $-163^{\circ}\text{C}$ , artinya muatan tersebut sangat dingin.

Dalam operasional kapal, baik di pelabuhan bongkar, pelabuhan muat maupun pada saat *laden voyage* dan *ballast voyage*, LNG yang diangkut merupakan muatan yang memiliki nilai jual yang sangat mahal dan termasuk kategori muatan berbahaya sesuai *IMDG Code* kelas 2 yaitu *Liquefied Gas*. Maka muatan tersebut harus benar-benar diperhatikan faktor keamanannya dan diperlukan penanganan yang lebih khusus terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh muatan bagi keselamatan *crew*, kapal beserta muatan itu sendiri.

Untuk itu diperlukan suatu sistem yang dapat mencegah terjadinya kecelakaan yang diakibatkan oleh muatan diatas kapal. *Emergency Shut-Down System (ESD System)* merupakan salah satu sistem yang dirancang diatas kapal LNG untuk mengatasi hal tersebut dengan cara menutup atau mematikan peralatan yang menghubungkan masuk atau keluarnya muatan LNG di kapal, untuk menjamin keselamatan seluruh *crew*, kapal dan muatan itu sendiri (Andry & Yuliani, 2014). Tetapi dilain pihak, bila *Emergency Shut- Down System (ESD System)* ini aktif, berarti terdapat sesuatu yang tidak berfungsi atau berjalan dengan baik dan juga ada peralatan yang terganggu pada rangkaian sistem operasional muatan.

Dengan permasalahan tersebut, dapat dirumuskan rumusan permasalahan, yakni mengapa terjadi kebocoran pada *liquid hard arm connection* ketika bongkar muat LNG? Tujuan dari penelitian ini adalah untuk bisa menemukan dan menganalisa penyebab utama kebocoran pada *liquid arm connection*.

## METODOLOGI PENELITIAN

Adapun tempat dilakukannya penelitian tentang analisis terhadap penggunaan *arm connection* ketika kegiatan bongkar muat ini berada di ataskapal ST. Eka Putra yang dimulai dari tanggal 29 Juli 2019 sampai dengan tanggal 02 Februari 2020, yang merupakan kapal milik Humolco Trans Inc.

### Metode Pendekatan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif (*qualitative approach*). Dengan demikian penelitian ini akan menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang dapat diamati.

### Teknik Pengumpulan Data

#### a. Observasi

Pengamatan yang dilakukan terhadap masalah pada *hard arm* ketika melakukan kegiatan memulai proses pemuatan. Adanya kebocoran LNG dapat mengakibatkan bahaya pada keselamatan *crew*, kapal dan muatan itu sendiri serta mengganggu proses bongkar muat menjadi lebih lama atau mengalami keterlambatan, sehingga mengakibatkan kerugian pada banyak pihak.

#### b. Studi Pustaka

Pengumpulan data dengan cara membaca dan mengutip dari buku sebagai referensi yang dapat dijadikan sebagai masukan (bahan pertimbangan) kemudian membandingkannya dengan praktek yang dilaksanakan di lapangan. Adapun buku yang tim peneliti pelajari antara lain :

- 1) *Instruction Manual for Cargo Handling, Mitsubishi Heavy Industry*
- 2) *Liquefied Gas Handling Principles, McGuire and White*
- 3) *LNG Manual II, Humolco Trans Inc.*
- 4) *International Safety Guide for Oil Tanker and Terminal, Whiterby and Co*
- 5) *IMDG Code*

### Teknik Analisis Data

Teknik analisis data penelitian ini menggunakan deskriptif kualitatif. Pengumpulan data yang dimaksud adalah dengan memperoleh data-data yang relevan, akurat dan mengidentifikasi data yang ada. Dalam hal ini adalah kebocoran pada *arm connection* di *manifold*, sebab-sebab mengapa hal ini terjadi dan tindakan apa yang harus diambil oleh nakhoda atau perwira senior yang ada di atas kapal, agar dapat menemukan solusi yang tepat dalam mencegah terjadinya masalah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### DESKRIPSI DATA

Pada pertengahan bulan Agustus 2019, kapal berada di pelabuhan LNG Bontang, Kalimantan Timur, Indonesia untuk melaksanakan proses memuat. Setelah kapal sandar dan persiapan dari kapal untuk proses pemuatan selesai dilaksanakan, maka dilakukan *arm cooling down* oleh pihak darat.

Terjadinya kebocoran saat memulai proses pemuatan itu terjadi karena baut-baut yang dipasang tidak terlalu kencang sesuai dengan aturan yang telah ditentukan dalam prosedur pemasangan dan penyambungan arm kapal dan arm darat (Santoso et al., 2013). Sehingga memerlukan lebih banyak waktu terbuang pada proses awal pemuatan yang dimulai dengan pendinginan arm darat dan manifold, karena pihak kapal menginstruksikan untuk memperlambat proses pendinginan agar baut-baut yang dipakai tidak sampai dipenuhi oleh es sehingga dapat segera dikencangkan.

Setelah dilakukan pendinginan pada arm dan manifold sampai dengan 100%, maka siap untuk melakukan persiapan pemuatan setelah arm sudah mencapai suhu yang tepat. Pihak kapal menginformasikan kepada pihak darat untuk segera melaksanakan pemindahan muatan, tetapi pada saat itu pihak darat belum siap untuk melakukannya. Hal ini dikarenakan pompa masih dalam proses pendinginan yang mana pompa tersebut digunakan untuk memindahkan muatan. Butuh waktu sekitar 1 jam untuk proses pendinginan pompa tersebut.

Pada saat pemuatan dimulai yaitu ketika keempat amper pompa darat mencapai kondisi full rate masalah kembali terjadi yaitu menetesnya LNG liquid pada sambungan hard arm. Menurut Chief Officer kebocoran yang terjadi pada manifold tersebut disebabkan oleh faktor diluar dari proses pemuatan yaitu cuaca dan keadaan laut yang selalu berubah-ubah. Seperti pasang surut yang terjadi di daerah Kalimantan Timur yang merupakan pasang surut condong harian ganda yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari yang waktu dan tingginya air berbeda. Sehingga posisi kapal dalam keadaan sandar tali tambatnya selalu berubah-ubah, kendor dan tegang yang mengakibatkan kapal bergerak tidak tetap disatu tempat. Hal ini berakibat transit bar berubah dan arm darat yang terhubung dengan manifold posisinya tidak tepat sehingga posisi arm darat juga berubah. Yang nantinya apabila perubahan dan pergerakan dari arm darat semakin besar, bisa mengaktifkan alarm dan emergency shut down system (Setiono & Mudiyanto, 2010).

Hard arm yang terbuat dari stainless steel alloy membutuhkan perawatan yang lebih karena arm tersebut sering mengalami penyusutan yang diakibatkan oleh temperatur yang rendah ( $-1600^{\circ}\text{C}$ ) serta pemuatan karena suhu udara di Bontang yang tinggi ( $37^{\circ}\text{C}$ ).

## ANALISIS DATA

### Terjadi kebocoran pada *arm connection*.

#### 1. Penggunaan *Gasket* bekas

Terdapat dua macam tipe gasket yang dapat digunakan dalam keadaan temperatur yang rendah, jenis gasket tersebut adalah grafoil vortex dan graphite sheet. Gasket ini digunakan pada bagian-bagian sambungan berikut:

- 1) Pipa-pipa kargo untuk pengisian
- 2) Sambungan dome
- 3) Sambungan kompresor
- 4) Pipa-pipa kargo untuk pembongkaran

Dalam hal ini pemakaian gasket pada sambungan antara arm kapal dengan hardarm adalah untuk melindungi kedua permukaan pipa serta untuk mencegah kebocoran akibat keluarnya muatan pada sambungan pipa. Sesuai dengan prosedur pemakaian bahwa gasket yang dipergunakan adalah tipe graphite sheet yang masih baru. Pemakaian gasket bekas walaupun kondisinya masih bagus sangatlah tidak dianjurkan.

#### 2. Kurangnya Perawatan *Hard Arm*

Perawatan pada *manifold* yang kurang baik karena tidak ada perencanaan dan hanya dilakukan pada *dry dock* yang dilakukan 2 tahun sekali. Dan terutama saat pemasangan yang kurang berhati-hati sehingga sering kali terjadi benturan antara *manifold* dan *arm* darat yang menggunakan *remote control* yang dioperasikan oleh pihak darat.

#### 3. Pengaruh pasang surut terhadap tali tambat dan *transit bar*

Pasang surut, angin serta arus merupakan suatu faktor yang mendukung terjadinya kebocoran *LNG* di *manifold*. Meskipun semua tali telah dikencangkan pada saat kapal sandar di pelabuhan pada keadaan pasang, tetapi pada saat terjadi air surut maka tali-tali tersebut akan menjadi *slack* (kendur).

### Kurangnya kinerja ABK dalam melakukan pemasangan *arm connection*.

1. Kurang teilitinya ABK saat melakukan pemasangan *arm connection*
2. ABK kurang memahami prosedur pemasangan *arm connection* yang benar. Setelah diselidiki, ditemukan bahwa pada baut-baut *arm* kapal dan *hard arm* terdapat perbedaan tekanan, ditandai dengan adanya baut-baut yang tidak kencang. Hal ini dikarenakan pada saat pemasangan *arm* kapal dan *hard arm* tidak menggunakan prosedur secara baik sesuai yang ditetapkan serta tidak didukung oleh alat yang sesuai dengan apa yang disarankan yaitu dengan menggunakan *torque wrench*.

Flange				Bolt			Bonding		Tightening
Nom. Dia. Mm	IN	T1	T2	D	L	H	P	B	Torque
250	10	31		M22	120	18	160	50	3364
300	12	32		M22	120	18	160	50	3751
350	14	35		M24	130	19	180	60	3526
<b>400</b>	<b>16</b>	<b>37</b>		<b>M24</b>	<b>135</b>	<b>19</b>	<b>180</b>	<b>60</b>	<b>5471</b>
450	18	40		M30	155	24	180	60	6217
500	20	43		M30	160	24	200	60	7129
550	22	45		M30	165	24	200	60	8160

Setelah dilakukannya penyambungan kedua *arm*, maka akan dilaksanakan *arm cooling down* dengan menggunakan muatan (*LNG*) yang bertemperatur  $-160^{\circ}\text{C}$ . Kedua *arm* terbuat dari *stainless steel alloy* yang terdiri dari 36% nikel dan 0.2% karbon (*liquefied gas handling principle on ship and terminal*). Karena kedua *arm* tersebut mengalami penurunan temperatur yang tajam maka otomatis akan terjadi penyusutan pada kedua permukaan *arm* serta pada baut-baut *arm* tersebut dan tekanan yang tinggi didalam pipa dapat mengakibatkan kebocoran. Untuk itu diperlukan pengencangan ulang dari baut-baut tersebut untuk mencegah terjadinya celah pada kedua permukaan *arm* tersebut. Dalam hal ini sangatlah perlu diperhatikan mengenai *flammable range* untuk nilai *UFL* dan *LFL* serta nilai dari titik nyala api dari *LNG*.

### ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan deskripsi data yang telah dianalisis diatas, selanjutnya peneliti menyusun alternative pemecahan masalah sebagai berikut :

#### 1. Terjadi kebocoran pada *arm connection*

- a. Penggunaan gasket baru  
Setiap melakukan proses pemuatan harus menggunakan *gasket* yang baru agar tidak terjadi kebocoran. Penggunaan *gasket* bekas meskipun keadaannya masih bagus tidaklah dianjurkan.
- b. Melakukan perawatan pada *arm*  
Mengingat akan umur kedua *arm* (kapal dan pelabuhan) yang sudah termakan usia, maka alternatif yang paling mendukung terhindarnya kebocoran di *manifold* yaitu dengan mengganti komponen-komponen dari kedua *hard arm* yang sudah tidak aman untuk digunakan dalam proses pemuatan dengan peralatan teknologi yang terbaru.
- c. Pengecekan tali tambat dan *transit bar*  
Perlu ditugaskan *crew* kapal yang ditempatkan di deck untuk memperhatikan dan melaporkan kondisi ketegangan dari semua tali

tambat, terutama keempat *spring line*. Serta ditematkannya *crew* kapal di *manifold* untuk memperhatikan kedudukan *transit bar* dan apabila *transit bar* bergeser melebihi batasnya yaitu 10 cm, maka *crew* yang berdinasi jaga di *manifold* harus segera melaporkannya ke perwira jaga di *Cargo Control Room*.

## 2. Kurangnya kinerja ABK dalam melakukan pemasangan arm connection

- a. Melakukan pengarahan sebelum dan sesudah pekerjaan  
Pentingnya dilakukan pengarahan sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan adalah agar ABK yang bertugas dapat dengan jelas memahami prosedur pekerjaan yang akan dilakukan sehingga mendapatkan hasil pekerjaan yang baik dengan mengutamakan keselamatan jiwa personil di atas kapal (Nazura, 2014).
- b. Melakukan familiarisasi dan *training*.  
Pemasangan *arm connection* yang benar dan sesuaidengan *Instruction Manual for Cargo Handling* pada saat dilakukan pemasangan, perlu juga melakukan pengawasan yang ketat ketika pemasangan *arm connection* serta pemeriksaan ulang setelah dilakukannya pemasangan tersebut (Rianto, 2013).

## PEMECAHAN MASALAH

Dari beberapa alternatif pemecahan masalah yang ada, berikut pemecahan masalah yang dipilih yang mana disesuaikan dengan situasi dan kondisi yang memungkinkan:

### 1. Terjadi Kebocoran pada *arm connection*

Di dalam pemecahan masalah sehubungan dengan masalah kebocoran pada *arm connection* di atas kapal ST. Eka Putra. Dari beberapa pemaparan pemecahan masalah yang diuraikan pada evaluasi pemecahan masalah maka tim peneliti memilih suatu pemecahan masalah yang dianggap paling tepat yakni melakukan perawatan pada *arm*. Dengan melakukan perawatan rutin pada *arm*, maka *arm* tersebut akan selalu dalam kondisi siap pakai dan akan meminimalisasi terjadinya kebocoran.

### 2. Kurangnya kinerja ABK dalam melakukan pemasangan *arm connection*

Di dalam pemecahan masalah sehubungan dengan masalah kurangnya kinerja ABK di atas kapal ST. Eka Putra. Dari beberapa pemaparan pemecahan masalah yang diuraikan pada evaluasi pemecahan masalah maka tim peneliti memilih suatu pemecahan masalah yang dianggap paling tepat yakni melakukan familiarisasi dan *training* kepada ABK. Dengan melakukan familiarisasi dan *training* kepada ABK tentang prosedur pemasangan *arm* yang benar, pengetahuan dan kemampuan ABK dalam melakukan pemasangan *arm* akan bertambah (Saputra et al., 2013). Prosedur-prosedur

tersebut antara lain sebagai berikut:

- 1) Menyikat bagian ulir dari baut jika perlu.
- 2) Lapsi baut dengan menggunakan molykote.
- 3) Memasukan gasket, baut dan mur pada flange dengan menggunakan tangan.
- 4) Mengencangkan baut dengan menggunakan teknik diagonal.

Sebagai contoh untuk flange yang memiliki 8 buah lubang maka teknik pengencangannya adalah sebagai berikut:

1 – 5 – 3 – 7 – 4 – 8 – 2 – 6

- 5) Penggunaan kunci standar yaitu torque wrench.

Jika digunakan kunci ini maka haruslah melalui 4 tahap dan untuk ukuran tightening torque baut-baut pada manifold adalah 5471Kg-cm. Tahap-tahap tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Tahap pertama : 1000 Kg-cm.
- b. Tahap kedua : 2150 Kg-cm.
- c. Tahap ketiga : 4500 Kg-cm.
- d. Tahap keempat : 5471 Kg-cm.

Setelah pemasangan arm connection maka perlu dilakukannya pemeriksaan ulang oleh perwira yang bertanggung jawab atas terpasangnya *arm connection* di *manifold* agar masalah tidak terjadi lagi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan melalui observasi, studi kepustakaan, dan wawancara mendalam, maka dapat disimpulkan bahwa faktor kurangnya kinerja ABK dalam melakukan pemasangan *arm connection* menjadi penyebab sering lepasnya *arm connection* tersebut, sehingga setelah pemasangan *arm connection* maka perlu dilakukannya pemeriksaan ulang oleh perwira yang bertanggung jawab atas terpasangnya *arm connection* di *manifold* agar masalah tidak terjadi lagi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Andry, M. A., & Yuliani, F. (2014). Implementasi Kebijakan Keselamatan Pelayaran. *Jurnal Administrasi Pembangunan*, 2(3), 227–360.
- Nazura. (2014). *Perlindungan Hukum terhadap Keselamatan Penumpang Kapal Laut KM. Jelatik Ekspres oleh PT. Rezeki Arung Samudra Berdasarkan Undang- Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran pada Pelabuhan Sei Duku di Pekanbaru*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Rianto, A. B. A. (2013). *Analisis Keselamatan Kerja Pengawakan Pada Kapal Penangkap Ikan Alat Tangkap Long Line Di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN Palabuhanratu)*. Universitas Terbuka.
- Santoso, W., Kusuma, A. R., & Utomo, H. S. (2013). Evaluasi Program Revitalisasi Sarana Bantu Navigasi Pelayaran dan Prasarana Keselamatan Pelayaran Pada Distrik Navigasi Tarakan Kalimantan Timur. *Jurnal Administrative Reform*, 1(3), 557–568.
- Saputra, L., Adwani, & Mahfud. (2013). Tanggung jawab nahkoda kapal cepat angkutan penyeberangan terhadap kelaiklautan kapal dalam keselamatan dan keamanan pelayaran. *Jurnal Ilmu Hukum*, 2(2).
- Setiono, B. A., & Mudiyanto. (2010). Pengaruh Safety Equipment Terhadap Keselamatan Berlayar. *Jurnal Aplikasi Pelayaran Dan Kepelabuhanan*, 1(1), 69–78.