



## Optimalisasi Sistem Gas Lembam Untuk Penanganan Muatan Crude Oil di MT. Galunggung

Cahyaningtyas, I.<sup>1</sup>, Subardi A.<sup>2</sup>, Andi Wahyu<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia

disubmit pada : 12/3/19

direvisi pada : 5/5/19

diterima pada : 12/5/19

### Abstrak

MT. Galunggung dengan jenis kapal tanker yang bermuatan crude oil, terdapat kendala yang berkaitan dengan pelaksanaan sistem gas lembam, yaitu kurangnya pengetahuan crew kapal mengenai sistem gas lembam, sehingga penggunaan dan perawatan pada alat-alat sistem gas lembam tersebut juga tidak dapat maksimal. Hal ini menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja di MT. Galunggung, seperti ledakan di dalam tangki pada tanggal 19 Mei 2018. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui penyebab pelaksanaan sistem gas lembam di MT. Galunggung tidak optimal serta upaya untuk mengoptimalkannya dan mengetahui penyebab terjadinya ledakan dalam proses bongkar di MT. Galunggung. Metode penelitian menggunakan fishbone analysis. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa penyebab pelaksanaan sistem gas lembam di MT. Galunggung tidak optimal adalah kurangnya familiarisasi, pengetahuan dan training kepada crew kapal serta kurangnya alat dan bahan untuk perawatan dan perbaikan, sehingga dilakukan upaya, yaitu memberikan pengetahuan, mengadakan training, memberikan familiarisasi, mengecek dan memastikan alat dan bahan sistem gas lembam dalam keadaan baik. Penyebab terjadinya ledakan dalam proses bongkar di MT. Galunggung adalah kurang stabilnya supply gas lembam ke dalam tangki, sehingga kadar oksigen lebih dari 8%.

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

Kata Kunci : Optimalisasi, sistem gas lembam, penanganan muatan, crude oil  
Permalink/ DOI:

### 1. PENDAHULUAN

Kapal tanker adalah kapal yang menetapkan standar keselamatan yang paling tinggi mengingat muatan yang dibawanya sangat berbahaya (Pratama; 2018). Kapal tanker mempunyai resiko tinggi terhadap bahaya kebakaran serta ledakan di tangki-tangki muat. Untuk menghindari terjadinya kebakaran tersebut, khususnya pada kapal-kapal pengangkut muatan minyak, maka konvensi organisasi Internasional konsultatif kelautan atau International Maritime Consultative Organisation (IMCO) pada Februari 1978 mengenai keselamatan kapal tanker dan pencegahan pencemaran atau

Tanker Safety and Pollution Prevention (TSPP) mengadakan petunjuk tentang pelaksanaan penggunaan sistem gas lembam atau Inert Gas System (IGS) pada proses bongkar muat dan keselamatan di atas kapal (Alky; 2019).

Penggunaan flue gas atau gas buang dari ketel uap untuk membuat lembam atmosfer dalam tangki muat bukanlah merupakan konsep baru (Sarifuddin; 2018). Ketel uap adalah sebuah bejana tertutup yang dapat membentuk uap dengan tekanan lebih besar dari sari atmosfer dengan jalan memanaskan air ketel uap yang berada di dalamnya dengan gas-gas panas dari hasil pembakaran bahan bakar (Ardiansyah; 2019). Pertama-tama sistem ini digunakan pada kapal-kapal tanker

\*) Penulis Korespondensi :

Email : supriyanto.amni@yahoo.com

di Amerika Serikat sejak tahun 1925. Dengan bermacam-macam alasan sistem ini dilupakan atau ditinggalkan selama beberapa tahun. Perusahaan Sun Oil di Philadelphia adalah yang pertama kali menggunakan sistem ini sebagai alat keselamatan pada kapal-kapal tanker mereka pada tahun 1932 karena sebelumnya terjadi ledakan pada salah satu kapalnya. Kemudian British Petroleum Tanker menggunakan sistem ini pada dua kapal uap pengangkut minyak mentah pada tahun 1961. Kebijakan ini dilanjutkan dan sejak tahun 1963 semua kapal pengangkut minyak mentah dilengkapi dengan sistem ini. Menyusul kemudian penggunaan sistem ini ditekankan dalam Safety of Life At Sea (SOLAS) Konvensi 1974 dan peraturan-peraturan serta penggunaannya disempurnakan lagi dalam konvensi International di London mengenai keselamatan dan pencegahan pencemaran di kapal tanker atau TSPP protokol 1978 Wahyu A; 2017).

Sesuai konvensi IMCO bulan Februari 1978 mengenai TSPP 1978 dengan menekankan pelaksanaan penggunaan sistem gas lembam dan ketentuan-ketentuan yang diperlukan guna pelaksanaan sistem tersebut dengan memperhatikan standar yang memenuhi persyaratan-persyaratan yang ada. Sehingga semua kapal tanker diharuskan dilengkapi gas lembam yang berfungsi untuk menjaga rongga udara yang ada di dalam tangki agar memiliki jumlah oksigen sesuai dengan ketentuan (Endah; 2015).

Kebakaran dan ledakan di dalam tangki muat kapal tanker, seperti yang terjadi di MT. Betelgeuse yang meledak di Belanda milik perusahaan France Owned Tanker pada tanggal 8 Januari 1979, dimana bukan saja kapal dan muatan yang hilang tetapi juga banyak korban manusia dan sangat merusak lingkungan hidup akibat dari tumpahan minyak (*oil spill*) dari kapal (Anjang; 2017). Seperti pengalaman yang sudah-sudah bahwa waktu yang berbahaya dan sering terjadi kecelakaan selama kapal tanker beroperasi adalah sewaktu pencucian tangki (*tank cleaning*) serta pemuatan (*loading*) dan pembongkaran (*discharging*) (Vivin; 2018).

Selama melaksanakan praktek laut di MT. Galunggung dengan jenis kapal tanker yang bermuatan *crude oil*, terdapat kendala

yang berkaitan dengan pelaksanaan sistem gas lembam, yaitu kurangnya pengetahuan *crew* kapal mengenai sistem gas lembam, sehingga penggunaan dan perawatan pada alat-alat sistem gas lembam tersebut juga tidak dapat maksimal. Hal ini menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja di MT. Galunggung, seperti ledakan di dalam tangki pada tanggal 19 Mei 2018. Sistem ini pada dasarnya harus diterapkan secara maksimal. Ini pun harus ditunjang oleh sumber daya manusia yang baik dan pengawasan dari perwira sebagai penanggung jawab pelaksanaan pekerjaan (Arsanova E; 2018). Semua *crew* diatas kapal memiliki sebuah tanggung jawab untuk menjaga muatan (Maulana; 2019). untuk menunjang pencegahan bahaya ledakan dan kebakaran di atas kapal hingga keselamatan jiwa, materi, dan pencegahan pencemaran lingkungan yang merugikan berbagai pihak dapat terlaksana.

Tujuan peneitian adalah untuk mengetahui penyebab pelaksanaan sistem gas lembam di MT. Galunggung tidak optimal serta upaya untuk mengoptimalkannya serta penyebab terjadinya ledakan dalam proses bongkar di MT. Galunggung.

## 2. METODE

Metode pendekatan penelitian menggunakan kualitatif dengan desain penelitian deskriptif. Fokus dan lokus dari penelitian adalah pada optimalisasi penggunaan sistem gas lembam saat penanganan muatan *crude oil* dengan mengetahui penyebab pelaksanaan sistem gas yang tidak optimal serta upaya untuk mengoptimalkannya, dan mengetahui penyebab terjadinya ledakan dalam proses bongkar di MT. Galunggung.

Sumber data dalam penelitian adalah data primer dan sekunder. Narasumber data primer dalam penelitian meliputi Nakhoda, Mualim I, Kepala Kamar Mesin (KKM) dan Bosun. Data sekunder bersifat mendukung dan melengkapi data primer yang diperoleh dari arsip-arsip atau dokumen dan buku-buku yang ada di kapal yang mempunyai kaitan dengan optimalisasi penggunaan sistem gas lembam saat penanganan muatan *crude oil* di MT. Galunggung.

Penelitian lapangan dilakukan dengan cara observasi, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi. Observasi langsung dilakukan, sedangkan wawancara dilakukan terhadap Nakhoda sebagai penanggung jawab kapal, Mualim I sebagai perwira penanggung jawab muatan di kapal, KKM sebagai perwira penanggung jawab mesin di kapal serta Bosun sebagai ketua pelaksana kegiatan bongkar muat di *deck*. Studi pustaka dilakukan dengan cara meneliti dan mencatat serta mempelajari buku-buku maupun dokumen-dokumen yang ada di atas kapal maupun yang berhubungan. Dokumentasi penelitian berasal dari buku-buku, SOP, *port log* dan foto-foto yang berada di atas kapal.

Pengumpulan data dengan triangulasi dan menguji kredibilitas data dengan berbagai teknik pengumpulan data dan sumber data. Teknik analisa data yang digunakan dalam skripsi ini adalah *fishbone diagram*.. Faktor pendekatan yang digunakan adalah *man, method, machine* dan *material*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil wawancara dengan nakhoda, Mualim I, KKM dan Bosun, diperoleh informasi mengenai penyebab pelaksanaan sistem gas lembam yang tidak optimal. Gambar 1. menunjukkan diagram tulang ikan sebagai penentu penyebab-penyebab pelaksanaan sistem gas lembam tidak optimal yang berpotensi.

Setelah dilakukan analisa menggunakan *fishbone diagram*, faktor-faktor yang menyebabkan sistem gas lembam tidak optimal antara lain:

#### 3.1. Man Power

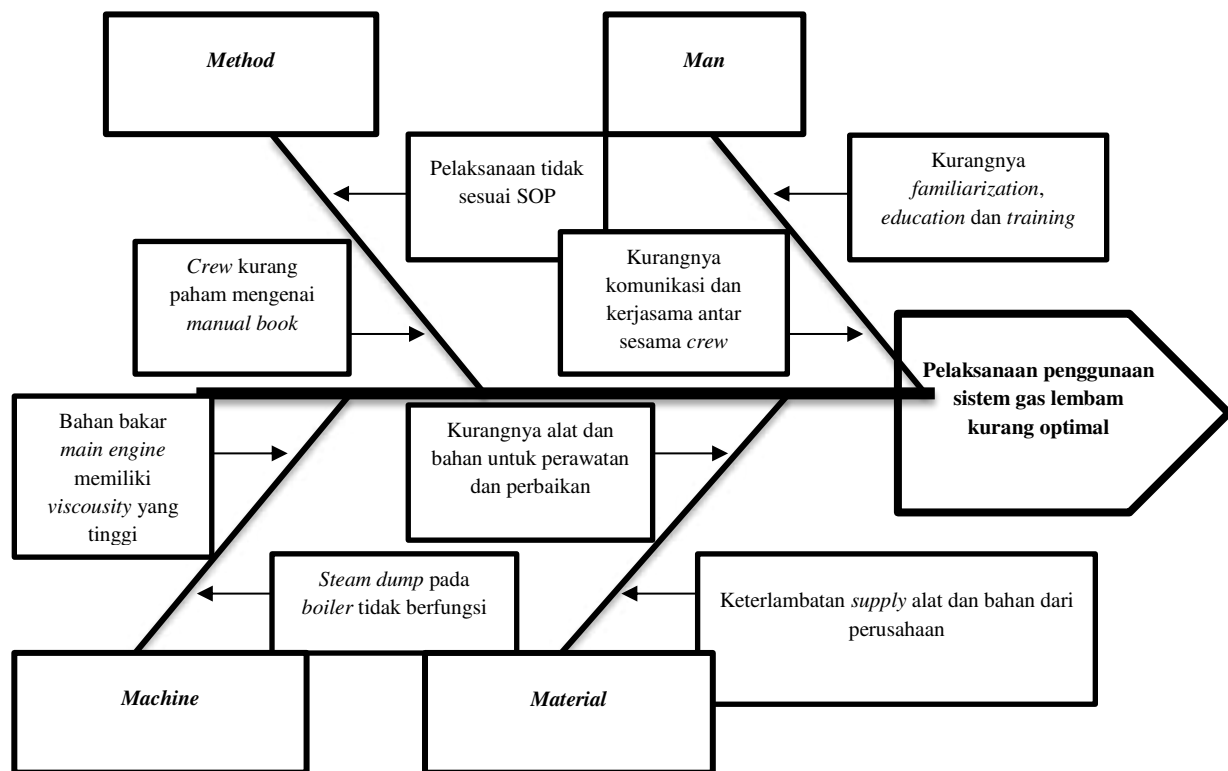
Manusia memegang peran paling penting di antara faktor-faktor yang lain, dikarenakan manusia menjadi pihak utama yang bertanggung jawab terhadap kinerja sistem gas lembam dan perawatannya. Ketidaksadaran para Anak Buah Kapal (ABK) akan pentingnya pengetahuan (*education*), pengenalan (*familiarization*) dan latihan khusus (*training*) mengenai sistem gas lembam menjadi faktor utama sistem gas lembam tidak bekerja optimal. Pengetahuan adalah usaha-usaha sadar untuk menyelidiki, menemukan dan mengingatkan pemahaman ABK dari berbagai segi penggunaan sistem gas lembam.

Pengetahuan ini dapat didapatkan dari berbagai sumber, seperti membaca *manual book* dan buku-buku lain serta referensi dari internet, bertanya kepada para perwira senior yang lebih mengerti dan paham serta mengikuti seminar-seminar yang membahas sistem gas lembam. Pengenalan sistem gas lembam juga harus dilakukan kepada setiap *crew* baru bergabung di atas kapal oleh para perwira senior yang benar-benar ahli dalam bidang ini. Pengenalan ini lebih ditujukan kepada *crew* kapal baru yang belum pernah mengoperasikan sistem gas lembam di kapal sebelumnya. Pelatihan dilakukan agar semua awak kapal mampu terampil dalam mengoperasikan alat-alat sistem gas lembam secara baik dan benar, pada waktu penanganan muatan *crude oil* dan agar semua *crew* kapal mampu bertindak dengan baik serta aman jika terjadi keadaan darurat saat penggunaan sistem gas lembam.

Selain itu, faktor lain dari manusia adalah kurangnya komunikasi dan kerjasama antar sesama *crew* kapal. Kinerja kerja *crew* kapal ditentukan dari caranya menyampaikan informasi dengan benar dan secara efektif. Hal ini berkaitan dengan komunikasi yang efektif. *Crew* kapal akan tidak maksimal kinerja kerjanya apabila informasi yang disampaikan dari nakhoda dan kepala kerja tidak sesuai atau salah. Ketidakefektifan dalam komunikasi dapat berdampak pada sudut pandang yang berbeda. Nakhoda dan *crew* kapal harus dapat berkomunikasi yang baik untuk membangun pandangan yang sama. Karena apabila ada perbedaan persepsi, akan menimbulkan kesalahpahaman. Kerjasama antar *crew deck* dan *crew mesin* juga sangat penting. Hal ini bertujuan terjadinya sinkronisasi antar *crew* kapal sehingga apabila terjadi kesalahan prosedur yang menyebabkan situasi darurat, semua *crew* kapal dapat dengan siap mengatasinya.

#### 3.2. Material (Raw, Consumable, etc)

Dari segi material, yang menjadi faktor tidak optimalnya penggunaan sistem gas lembam adalah kurangnya alat dan bahan untuk perawatan dan perbaikan serta keterlambatan dan ketidaksesuaian *supply* alat dan bahan dari perusahaan. Berikut adalah alat-alat sistem gas lembam yang harus dilakukan perawatan:



Gambar 1. Diagram Tulang Ikan (*Fishbone Diagram*)

a. Inert gas scrubber

Pemeriksaan dilakukan melalui lubang orang (manhole), yang perlu diperhatikan adalah bagian-bagian yang terkena karat, kotoran-kotoran, dan bagian-bagian yang rusak seperti dinding scrubber dan bagian bawah atau bottom, cooling water pipe dan spray nozel, float switches dan temperature sensor, bagian-bagian lain didalam scrubber seperti lempengan-lempengan atau trays, serta plat-plat dari filter dan demister kalau demister terpasang dalam scrubber.

b. Inert gas blower

Pemeriksaan secara visual melalui lubang-lubang yang tersedia pada tutup blower, cukup untuk mengetahui keadaan dari bagian-bagian lain dalam blower.

c. Deck water seal

Jangan sampai ada pipa masuk (inlet pipe) berkarat dan juga float control valve harus betul dijaga jangan sampai rusak. Pipa drain diluar badan kapal juga bisa menjadi timbulnya kemacetan dan bahaya, sebab itu harus sering diperiksa mengenai kelancaran operasinya.

d. Non return valve

Non return valve harus sering-sering dibuka dan diperiksa jangan sampai berkarat dan kedudukan valve harus dicek, valve ini harus

dicek apakah bisa berfungsi selama sistem gas lembam dioperasikan.

e. Deck isolating valve

Deck isolating valve harus diperiksa sesering mungkin dan diputar-putar agar bisa digunakan dengan lancar.

f. Press or Vacuum breaker (P/V breaker)

Pemeliharaan dan pencegahan kerusakan pada P/V breaker yaitu periksa pada bagian permukaan liquid pada gelas duga. Jika tekanan dalam sistim sama dengan tekanan dalam atmosfer.

### 3.3. Method (Process or Inspection)

Setiap kapal tanker yang sudah dilengkapi dengan sistem gas lembam, tidak menjamin sepenuhnya bahwa kapal tersebut aman, akan sebuah bahaya kebakaran dan ledakan. Hal tersebut disebabkan karena penggunaan dan pengoperasian yang tidak sesuai dengan prosedur pengoperasiannya, sehingga gas yang dihasilkan masih mengandung kadar oksigen yang cukup tinggi menimbulkan kebakaran atau ledakan. Hal tersebut mengancam keselamatan kapal.

Maka dari itu kapal tanker yang sudah dilengkapi peralatan tetap sistem gas lembam, umumnya wajib tersedia buku petunjuk pengoperasian (instruction manual book) yang sesuai dengan ISGOTT dan juga

Standard Operational Procedure (SOP), yang harus tersedia di setiap komponen sistem gas lembam tersebut. Akan tetapi keberadaan manual book tersebut tidak terlalu diperhatikan dan tidak dipahami oleh crew kapal MT. Galunggung.

#### 3.4. Machine (Equipment)

Sistem gas lembam menggunakan boiler sebagai penghasil gas lembam untuk disalurkan ke dalam tangki muat. Sumber dari inert gas adalah gas buang dari boiler atau auxiliary boiler, yang dialirkan kedalam tangki melalui pipa (sistem) setelah didinginkan dan dibersihkan. Alasan utama menggunakan gas buang dari boiler adalah kadar oksigen dalam gas tersebut cukup rendah, jika boiler terpelihara dengan baik dan pembakaran cukup sempurna, maka akan didapat kadar oksigen dalam gas sekitar 3% - 4% dan bisa turun sampai 2%, dan pemakaian sistem gas lembam pada saat kapal loading, discharging sambil oil washing dan ballasting, yang pada waktu itu umumnya kapal berada di pelabuhan, dimana boiler dijalankan untuk pemompaan sedangkan Main Engine (ME) tidak dijalankan.

Kelebihan oksigen sangatlah berbahaya dan dapat memicu percikan api. Oksigen merupakan salah satu komponen dari segitiga api. Hal tersebut dapat terjadi ketika pembakaran di dalam boiler yang kurang sempurna terutama pada keadaan beban berkurang (low load condition). Pembakaran tidak sempurna ini disebabkan karena besarnya viscosity pada bahan bakar dan bercampur dengan air, yang mengakibatkan nyala api terlalu kecil, maka flame eye sensor juga tidak mendeteksi adanya pembakaran. Hal ini dapat mengakibatkan kandungan oksigen yang meningkat di dalam kandungan gas lembam.

Saat melakukan kegiatan pembongkaran, proses inerting gas ke dalam tangki tidak akan terjadi. Karena sistem gas lembam tersebut akan mati, ketika pada oksigen konten menunjukan angka lebih 8% kandungan oksigen. Dan jika kandungan oksigen lebih dari 8% sangatlah berbahaya dan kemungkinan terjadi ledakan di dalam tangki sangatlah besar, dikarenakan kandungan oksigen tersebut yang terlalu banyak.

Hal lain yang menjadi faktor tidak optimalnya kerja boiler adalah steam dump

yang tidak berfungsi, sehingga tekanan steam sering melebihi setting point yang ditentukan. Karena adanya safety device, maka setelah melewati setting point boiler akan mati dengan sendirinya.

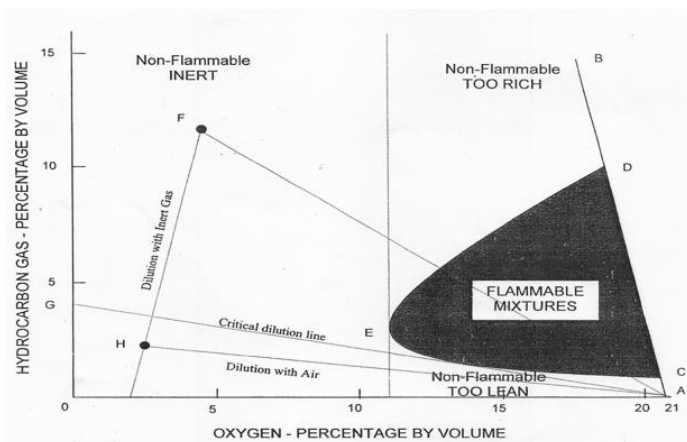
Saat MT. Galunggung bongkar di Crude Island Berth (CIB) 2 Cilacap tanggal 19 Mei 2018, MT. Galunggung mengalami kecelakaan kerja berupa ledakan di dalam tangki muatan dua kanan (2S). Terjadi pada saat jam jaga Mualim III dimana Mualim III tidak memahami sistem gas lembam. Pada saat kejadian, Mualim I sedang melaksanakan inspeksi bersama dengan inspektur dan Nakhoda.

Ledakan di dalam tangki muat ini disebabkan oleh tidak stabilnya supply gas lembam ke dalam tangki muatan, sehingga oksigen di dalam tangki melebihi kadar 8%. Tidak stabilnya supply gas lembam ke dalam tangki muatan ini dikarenakan tidak berjalannya sistem gas lembam secara maksimal, karena terganggunya kerja boiler akibat dari tingginya viscosity bahan bakar pada main engine dan kurangnya perawatan pada alat-alat sistem gas lembam. Pada saat sistem gas lembam tidak berjalan secara maksimal, pompa kargo terus dijalankan. Padahal sistem gas lembam dan pompa kargo tersebut dipasang parallel. Jadi, ketika sistem gas lembam tidak bekerja maka seharusnya pompa kargo juga tidak akan dioperasikan, karena merupakan sebuah safety dalam system cargo handling.

Secara umum, pengoperasian sistem gas lembam digunakan untuk menjaga keadaan tangki cargo kapal tetap aman. Gas hidrokarbon yang biasanya ditemui di kapal tanker, tidak dapat terbakar oleh atmosfer yang mengandung kurang dari 11% oksigen berdasarkan volume. Oleh karena itu, salah satu cara untuk memberikan perlindungan terhadap kebakaran atau ledakan didalam ruang tangki adalah dengan menjaga kadar oksigen dibawah angka tersebut. Hal ini biasanya dicapai dengan menggunakan pengaturan perapian tetap, untuk meniup gas lembam ke masing-masing tangki, untuk mengurangi kadar oksigen. Maka dari itu kandungan oksigen yang rendah dapat membuat tangki tidak mudah untuk terbakar.

**Tabel 1. Hasil Analisis *Fishbone***

No	Subjek	Faktor	Upaya	Akar Masalah
1.	Man	Kurangnya <i>familiarization, education</i> dan <i>training</i> .	Pihak perusahaan mengadakan kualifikasi rekrutmen <i>crew</i> kapal, memberikan pengetahuan dasar mengenai sistem gas lembam sebelum naik ke kapal yang mempunyai sistem gas lembam, mengadakan <i>training</i> dan memperdalam keterampilan terhadap <i>crew</i> kapal mengenai pemahaman sistem gas lembam. Pihak kepala kerja kapal yang meliputi nakhoda, <i>chief officer</i> , dan KKM memberikan familiarisasi dan memperdalam pengetahuan mengenai sistem gas lembam terhadap <i>crew</i> kapal yang baru naik kapal MT. Galunggung.	Ya
		Kurangnya komunikasi dan kerjasama antar sesama <i>crew</i> .	Menjalin koordinasi dan komunikasi yang baik antar <i>crew</i> kapal serta perusahaan, melakukan evaluasi dan penghargaan atas etos kerja yang baik.	Tidak
2.	Material	Kurangnya alat dan bahan untuk perawatan dan perbaikan.	<i>Chief officer</i> dan KKM selalu mengecek ketersediaan alat dan bahan yang tersedia di kapal serta memastikan alat dan bahan dalam kondisi baik dan benar. Mengirim <i>requestion list</i> ke perusahaan apabila kurangnya alat dan bahan sistem gas lembam di kapal.	Ya
		Keterlambatan <i>supply</i> alat dan bahan dari perusahaan.	Diharapkan perusahaan agar segera melengkapi alat dan bahan yang diperlukan untuk menunjang kerja sistem gas lembam di kapal.	Tidak
3.	Method	<i>Crew</i> kurang paham mengenai <i>manual book</i> .	Membuat <i>meeting</i> dengan seluruh <i>crew</i> kapal dengan menekankan masalah pentingnya sistem gas lembam dan pemahamannya sesuai dengan <i>manual book</i> sistem gas lembam yang digunakan kapal MT. Galunggung.	Tidak
4.	Machine	Bahan bakar <i>main engine</i> memiliki <i>viscoucity</i> yang tinggi.	KKM dan <i>fourth engineer</i> selalu mengecek penggunaan bahan bakar dan memastikan bahan bakar tidak kotor atau bercampur dengan air dan memiliki <i>viscoucity</i> yang rendah sehingga pembakaran dapat berjalan sempurna, nyala api besar dan photocell atau flame eye sensornya dapat mendeteksi adanya pembakaran.	Tidak
		<i>Steam dump</i> pada <i>boiler</i> tidak berfungsi.	Melakukan perbaikan pada steam dump sehingga tidak terjadi tekanan steam yang melebihi set point yang ditentukan.	Tidak



**Gambar 2 Flammability Chart**

Hal ini dapat dijelaskan dengan mengacu pada diagram diatas yang mana menunjukan hubungan antara gas hidrokarbon dalam campuran gas atau udara hidrokarbon. Batas terbakar atau *flammable*

*limit* adalah campuran gas hidrokarbon dan udara. Tidak dapat dinyalakan kalau komposisinya tidak terletak dalam jangkauan konsentrasi gas dalam udara, yang disebut *flammable range* (jangkauan dapat menyala). Batas bawah dari jangkauan ini disebut LFL (*lower flammable limit*), adalah suatu konsentrasi hidrokarbon yang apabila dibawah dari konsentrasi tersebut, hidrokarbon tidak cukup untuk mendukung pembakaran. Batasan atas dari jangkauan, yang disebut UFL (*upper flammable limit*), adalah suatu konsentrasi hidrokarbon yang apabila diatas dari konsentrasi tersebut, udara tidak cukup untuk mendukung pembakaran hidrokarbon. Batasan bakar berbeda dari setiap macam gas hidrokarbon murni, dan untuk campuran gas yang

dihasilkan dari berbagai macam minyak bumi. Namun demikian didalam praktek, batas bakar bawah dan batas bakar atas dari berbagai muatan yang dibawa oleh tangki kapal untuk keperluan umum, dapat dipakai 1% dan 10% hidrokarbon *by volume*.

Kebakaran dan ledakan bisa terjadi jika memenuhi persyaratan dari segitiga api yaitu asal dari percikan api (*source of ignition*), hidrokarbon yang dalam hal ini dapat memenuhi persyaratan sebagai *fuel*, dan oksigen yang cukup terbakar. Kalau salah satu dari tiga unsur tersebut tidak memenuhi persyaratan kadarnya atau jumlahnya, maka tidak akan terjadi sebuah kebakaran dan ledakan. Hidrokarbon yang memenuhi persyaratan dari oksigen yang cukup dapat menimbulkan kebakaran, sehingga mengancam keselamatan kerja. Salah satu dari tiga unsur ini tidak ada atau tidak memenuhi persyaratan jumlah persentasenya, maka tidak akan terjadi kebakaran dan ledakan, sehingga penerapan dari sistem gas lembam ini bertujuan memutuskan rangkaian segitiga api, dengan cara penekanan volume kadar oksigen didalam tangki muatan hingga maksimal 8% (delapan persen), sehingga mencegah terjadinya bahaya kebakaran atau ledakan di dalam tangki-tangki muat pada kapal *tanker* pada saat kapal beroperasi.



Gambar 3. *Source of Ignation*

Sistem gas lembam merupakan salah satu sistem keselamatan pada kapal-kapal tanker yang mempunyai DWT lebih dari 20.000 Ton, khususnya pada saat kapal beroperasi seperti pada saat pemuatan (*loading*), pembongkaran (*discharging*) dan pencucian tangki (*tank cleaning*). Sistem ini juga merupakan suatu metode yang baik, dalam mengatasi atau mencegah terjadinya bahaya kebakaran dan ledakan di dalam tangki-tangki muatan kapal *tanker* saat beroperasi.

Pada sistem gas lembam diperlukan cara yang tepat dan sesuai dengan prosedur dalam mengoperasikan gas lembam tersebut, agar berfungsi dengan baik dan mendapatkan hasil yang optimal, guna mencegah terjadinya bahaya kebakaran dan meledaknya tangki muatan kapal *tanker* khususnya MT. Galunggung, saat melakukan pelayaran atau pada saat pengoperasian pemuatan muatan.

#### 4. KESIMPULAN

Penyebab pelaksanaan sistem gas lembam di MT. Galunggung tidak optimal adalah kurangnya familiarisasi, pengetahuan dan *training* kepada *crew* kapal serta kurangnya alat dan bahan untuk perawatan dan perbaikan, sehingga dilakukan upaya untuk mengoptimalkan pelaksanaan sistem gas lembam. Penyebab terjadinya ledakan dalam proses bongkar di MT. Galunggung adalah kurang stabilnya *supply* gas lembam ke dalam tangki, sehingga kadar oksigen lebih dari 8%.

Perusahaan dapat memberikan pengetahuan dan mengadakan *training* mengenai sistem gas lembam untuk *crew* kapal serta kewajiban Nakhoda, Mualim I dan KKM untuk memberikan familiarisasi. Perlu dilakukan pengecekan untuk memastikan alat dan bahan dalam keadaan baik dan apabila tidak, bisa mengirim *requisition list* ke perusahaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ilham Pratama, Eko Murdiyanto dan Agus Hadi Purwantomo, "Penanganan Pelaksanaan Bongkar Muat VCM (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>CL) di Kapal MT. Gas Kalimantan LPG Carrier Type-C," Jurnal Dinamika Bahari, Vol. 9 No. 1, Oktober 2018.
- [2] Alky Pratama, "Penggunaan dan Perawatan Inert Gas System Guna Mengoptimalkan Proses Penanganan Muatan Crude Oil di MT. Gede," Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Semarang, 2019.
- [3] Sarifuddin, Winarno dan Jijin Arga Saputra, "Pengaruh Kurangnya Supply Gas Lembam dalam Penanganan Muatan di MT. Gandini dengan Metode Fishbone,"

Jurnal Dinamika Bahari, Vol. 8 No. 2, Mei 2018.

- [4] Ardiansyah, Dirhamsyah dan Yohan Wibisono, "Risk Assessment terhadap Pengoperasian Auxiliary Steam Boiler pada Kapal Tanker Pertamina MT. Pelita," Jurnal Dinamika Bahari, Vol. 9 No. 2, Mei 2019.
- [5] Wahyu Aji, Jamiul Alim, dan Sri Purwantini, "Identifikasi Dampak Deck Water Seal untuk Peningkatan Kerja Inert Gas System di MT. Green Stars dengan Metode FTA," Jurnal Dinamika Bahari, Vol. 8 No. 1, Oktober 2017.
- [6] Sri Endah Susilowati, "Inert Gas System Kapal Motor Tanker Gandini," E-Journal Widya Eksakta, Vol. 1 No. 1, September 2015.
- [7] Anjang Setya Mahendra, "Optimalisasi Kerja *Oxygen Dryer* pada Nitrogen Generator (Pressure Swing Adsorption Plant) dengan Metode Hazop di MT. Navigator Pluto," Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Semarang, 2017.
- [8] Vivin Dwi Novitasari, "Pengoperasian Inert Gas System (IGS) di Kapal MT. Galunggung," Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Semarang, 2018.
- [9] Edward Arsanova, Panderaja Sijabat, Abdullah Kurniawan, "Analisa Penyebab Berkurangnya Produksi Steam pada Ketel Uap Guna Meningkatkan Operasional Turbin Cargo Oil Pump di Atas Kapal MT. Gede," E-Journal STIP Jakarta, Vol.1 No. 1, September 2019.
- [10] Rahmat Maulana, Daviq Wiratno, Samuel D. Parerungan, "Peningkatan Keterampilan Crew Kapal dalam Penanganan Muatan Guna Mencegah Kerusakan Muatan di Kapal MT. Bahari Satu," Jurnal Dinamika Bahari, Vol. 10 No. 1, Oktober 2019.