

**EVALUASI PELAKSANAAN *INERT GAS SYSTEM* (IGS) PADA KAPAL TANKER
(Studi Kasus Di Kapal MT. Winson No.5 Milik Perusahaan Winson Oil Singapore)**

Alan Audi

Sekolah Tinggi Maritim Yogyakarta
e-mail : alanaudi1998@gmail.com

Yudhi Setiyantara

Sekolah Tinggi Maritim Yogyakarta
e-mail : yudyoudhi@gmail.com

Ningrum Astriawati

Sekolah Tinggi Maritim Yogyakarta
e-mail : astriamath@gmail.com

Suganjar

Balai Pendidikan dan Pelatihan Transportasi Laut (BPTL) Jakarta
e-mail : suganjar@dephub.go.id

ABSTRACT

An Inert Gas System is a system by entering Inert Gas or Inert Gas which is usually obtained from the exhaust gas and then fed into the cargo tank to push air from inside the tank, to prevent fire or explosion in the tank. The purpose of this study was to evaluate the implementation of the Inert Gas System on tankers both in the maintenance and operation of the MT. Winson No.5 ship crew belongs to the Winson Oil Company Singapore. This study used a descriptive-analytic method with a qualitative approach to the content type. The way of collecting data is through observation method, interview method, documentation method, and literature study. The research results indicate that the process of implementing the Inert Gas System on the MT. Winson No.5 has been running properly according to the manual book, this can reduce the risks generated during loading and unloading operations, namely the dangers of fire, explosion, and damage to the cargo.

Keywords : *Inert Gas System, Tankers, MT. Winson No.5*

ABSTRAK

Inert Gas System adalah suatu sistem dengan memasukan *gas inert* atau gas lembam yang biasanya di dapat dari gas buang kemudian di masukan ke dalam tanki muatan untuk mendesak udara atau mengurangi kadar oksigen dari dalam tanki, dengan tujuan mencegah kebakaran atau ledakan di dalam tanki. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pelaksanaan *Inert Gas System* pada kapal tanker baik dalam perawatan dan pengoperasian oleh *crew* kapal MT. Winson No.5 milik Perusahaan Winson Oil Singapore. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik dengan jenis konten pendekatan kualitatif. Cara pengumpulan data melalui metode observasi, metode interview, metode dokumentasi dan studi pustaka. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pelaksanaan *Inert Gas System* di kapal MT. Winson No.5 sudah berjalan dengan baik sesuai dengan *manual book*, hal ini dapat mengurangi resiko-resiko yang dihasilkan pada saat pengoperasian bongkar muat yaitu bahaya-bahaya kebakaran, ledakan dan kerusakan pada muatan.

Kata kunci : *Inert Gas System, Kapal Tanker, Kapal MT. Winson No.5*

1. Pendahuluan

Pada zaman serba maju ini perindustrian perkapalan semakin berkembang dan semakin maju dalam berbagai hal baik dalam penanganan muatan sampai dengan tingkat teknologi yang digunakan. Kapal MT. Winson No.5 adalah kapal milik perusahaan Winson Oil Singapore, kapal ini merupakan kapal tanker yang memiliki tipe *oil tanker* dan bermuatan *Gas Oil* atau biasa disebut *high speed diesel*/minyak solar/biosolar adalah bahan bakar jenis distilat yang digunakan untuk mesin diesel dengan sistem pembakaran "*compression ignition*", pada umumnya digunakan untuk bahan bakar mesin diesel dengan putaran tinggi (> 1000 rpm) dengan kandungan yang kompleks dari berbagai macam campuran *hydrocarbon* yang dihasilkan dari penyulingan *crude oil* yang didominasi unsur C-9 sampai dengan C-20 dan *boiling range* 160-400 derajat celcius. Dalam kenyataannya masih banyak kendala yang dihadapi berkaitan dengan pengoperasian dan perawatan *Inert Gas System* dalam penanganan muatan di atas kapal. Sistem ini pada dasarnya harus diterapkan secara maksimal untuk menunjang pencegahan bahaya ledakan dan kebakaran di atas kapal hingga keselamatan jiwa, materi, dan pencegahan pencemaran lingkungan yang merugikan berbagai pihak. Penerapan *Inert Gas System*, atau yang sering disingkat IGS sangat penting guna mencegah kecelakaan kerja dan keselamatan di kapal tanker (International Maritime Organization (IMO), 1990)

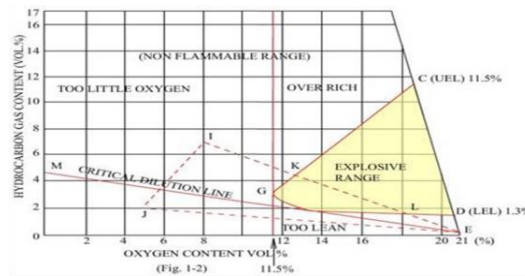
Perkembangan teknologi sangat berpengaruh terhadap industri pelayaran khususnya industri perkapalan, baik itu terkait dengan penanganan muatan maupun dalam operasional kapal seperti komunikasi dan navigasi. Dengan meningkatnya perkembangan teknologi diharapkan dapat meningkatkan keselamatan kapal dilaut, mencegah terjadinya kecelakaan jiwa/meninggalnya orang dan untuk perlindungan lingkungan khususnya lingkungan maritim dan juga melindungi harta benda dilaut (*property*) serta untuk efisiensi pengoperasian kapal. Khususnya untuk kapal *oil tanker* yang memiliki tingkat resiko kebakaran/ledakan yang lebih tinggi dibanding kapal jenis lainnya seperti kapal general cargo, *bulk carrier* ataupun *container*. Dimana dari sisi konstruksi dan fungsinya bahwa *oil tanker* adalah kapal yang dibangun khususnya untuk membawa minyak dalam bentuk curah (Marpol 73/78 Convention Chapter I Regulation 1, 1998)

Inert Gas System adalah suatu cara untuk memasukan *Inert Gas* ke dalam tank muatan untuk menaikan *Lower Explotion Limit/LEL* (konsentrasi/campuran terendah dimana uap muatan/*vapours* dapat menyala), dan secara bersamaan mengurangi *Higher Explotion Limit/HEL* (konsentrasi/campuran tertinggi dimana uap muatan/*vapours* dapat meledak). Ketika konsentrasi *Inert Gas* mencapai 10% didalam tanki, secara teoritis uap muatan/*vapours* tidak lagi dapat menyala, tetapi pada umumnya adalah dibawah 8%. Dan konsentrasi *Inert Gas* didalam tanki dijaga pada 5 % sebagai *safety limit* (Oil Companies International Marine Forum, 2017). Penemuan *Inert Gas System* merupakan salah satu sumbangan yang paling besar dalam meningkatkan keselamatan kerja di atas kapal tanker selama 20 tahun terakhir. Keuntungan dari sistem ini adalah mencegah terjadinya kebakaran maupun ledakan pada daerah ruang muatan atau *cargo spaces* dari kapal tanker, hal ini sudah diakui secara luas di dunia sekarang ini. *Inert Gas* adalah suatu gas atau campuran pada gas yang memiliki kandungan oksigen yang tidak mencukupi untuk mendukung terjadinya pembakaran gas *hydrocarbon* (Kashiwa Heavy Industries, 2011). *Inert Gas System* yang digunakan dalam hal ini adalah campuran gas-gas yang diambil dari gas buang ketel uap (*boiler flue gas*) yang mengandung kadar oksigen yang rendah sehingga tidak dapat membantu timbulnya kebakaran (*ignition*). Menurut buku IGS OTT (*Inert Gas System Modul Oil tanker Training*) modul-3 (Badan Diklat Perhubungan, 2000) berikut ini adalah beberapa komposisi dari gas buang tersebut:

Tabel 1. Komposisi Gas buang

Komposisi	Kadarnya
<i>Carbon Dioxide (CO2)</i>	12% -14%
<i>Oxygen (O2)</i>	2% - 4%
<i>Sulpur dioxide (SO2)</i>	0,02 % - 0,03 %
<i>Nitrogen (N2)</i>	± 77 %

Kadar oksigen dalam udara segar adalah 21% dan kalau oksigen dikurangi di bawah 10% maka sudah tidak akan cukup untuk menimbulkan api/ignition, sebab itu untuk menjadikan tanki muatan menjadi *inerted* atau lembam harus kita masukan gas *inerted* ke dalam tanki tersebut sampai di bawah batas kadar oksigen yang dapat membantu menimbulkan api yang bias menyebabkan kebakaran atau ledakan, karena itu di ambil batas yang aman dimana tanki muatan disebut *inerted* kalau kadar oksigen di bawah 8% *by volume*. Untuk mendapatkan campuran gas hidrokarbon dan udara tidak menimbulkan batas "*critical dilution line*", pada keadaan ini maka walaupun ditambah dengan udara segar (O2) tidak akan sampai melalui "*Flammable Range*" sampai kadar oksigen menjadi 21% *by volume* (Susilowati, 2015). Proses ini disebut "*gas free for entri tank*" yakni proses pembebasan tanki dari gas *hydrocarbon* untuk dapat dimasuki dengan tujuan tertentu.



Gambar 1. Diagram campuran gas *Hydrocarbon*

Penggunaan *Inert Gas System* untuk muatan di kapal tanker bukanlah suatu hal yang baru. Sistem ini pertama-tama digunakan pada kapal-kapal tanker di Amerika Serikat sejak tahun 1925. Dengan bermacam-macam alasan sistem ini dilupakan atau ditinggalkan selama beberapa tahun. Namun 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 telah terjadi ledakan besar pada salah satu kapalnya dan juga terjadi ledakan besar pada salah satu armada yang di miliki prancis MT. Betel Geuse yang memakan korban hingga 50 orang yang terjadi pada tahun 1972. Sistem yang di ciptakan waktu itu begitu sederhana namun terbukti sangat berhasil. Kemudian British Petroleum atau B.P. Tanker menggunakan *prototype* ini pada dua kapal steam pengangkut *Crude Oil* pada tahun 1961. Kebijakan ini dilanjutkan dan sejak tahun 1963 semua kapal pengangkut "*Crude Oil*" dilengkapi dengan Sistem ini. Konvensi International *Safety Of Life At Sea* (2001) mensyaratkan bahwa kapal tanker pada bulan Juni 1983 dengan bobot mati di atas 20.000 ton sudah harus lengkapi dengan *Inert Gas System* dan kemudian aturan ini disempurnakan lagi dalam komperensi Internasional di London mengenai "*Tanker Safety and Polution Prevention/TSPP Protocol 1978*" yang merupakan salah satu sistem pencegahan terjadinya kebakaran dan ledakan di dalam tangki muatan dengan cara menurunkan kadar konsentrasi oksigen maksimal 8% (delapan persen) dalam tangki muatan, diperlukan pemahaman dan pengetahuan tentang *Inert Gas System* dan kemudian melakukan pengoperasian serta pemeliharaan sesuai prosedur pemakaian agar sistem tersebut tetap terjaga dengan baik dan dapat di operasikan dengan lancar.

Ketentuan baru terkait dengan *Fix Inert Gas System* sebagai hasil dari perubahan SOLAS, *the Fire Safety System (FSS) Code* dan *International Bulk Chemical (IBC) Code*, diberlakukan mulai tanggal 1 Januari 2016. Pemasangan *Fix Inerting Gas System* diberlakukan untuk kapal tanker dengan ukuran 8,000 DWT atau lebih, dimana sebelumnya hanya diberlakukan untuk kapal dengan ukuran 20,000 DWT atau lebih. Kapal tanker dengan ukuran 8000 DWT atau lebih yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2016 harus dilengkapi dengan *Fix Inerting Gas System* yang memenuhi ketentuan *Chapter 15 Fire Safety System (FSS) Code*. Ketentuan saat ini didalam SOLAS *Regulation II-2/4.5.5.2* masih berlaku untuk kapal *Gas Carrier*, akan tetapi untuk kapal *Chemical Tanker* hanya berlaku untuk kapal yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2016 dimana artinya bahwa kapal *Chemical Tanker* yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2016 yang membawa *Flammable Cargoes* sebagaimana tercantum didalam *IBC Code Chapter 17* dan *18* dipersyaratkan untuk memiliki *Fix inerting Gas System*.

Jack Devanney Center for Tankvessel Excellence dalam Adrián and González (2015) menuliskan beberapa ledakan kapal yang disebabkan oleh tidak adanya IGS diantaranya Kapal Sebastian pada tahun 1917 terisi penuh dan meledak, Kapal Coylet tahun 1922 kapal yang terisi penuh, meledak dan tenggelam, Kapal Volga tahun 1926 terbakar, Kapal Chuky tahun 1928 yang terisi penuh, meledak dan hilang, kapal La Crecenta Sunk tahun 1034 yang menewaskan 29 crew kapal. Jika dilihat dari kasus kebakaran/ledakan khususnya di kapal tanker, kasus yang terjadi akibat tidak terkontrolnya 3 elemen (segitiga api) yang dapat mengakibatkan kebakaran atau ledakan, IGS ini berperan sangat penting untuk memutuskan rantai dari sebab terjadinya kebakaran/ledakan. Menurut *Inert Gas System Oil tanker Training (IGS OTT) modul-3* (Badan Diklat Perhubungan, 2000) Kecelakaan berupa kebakaran atau ledakan dapat terjadi jika memenuhi persyaratan segitiga api (*source of ignition*) 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, sehingga penerapan dari *Inert Gas System* ini bertujuan memutuskan rangkaian segitiga api dengan cara penekanan volume kadar oksigen di dalam tangki muatan hingga maksimal 8 % (delapan persen). IGS adalah suatu sistem yang memiliki komponen-komponen yang sangat penting, jika tidak dilakukan evaluasi terhadap prosedur IGS itu sendiri maka kemungkinan besar akan terjadi kerusakan atau kendala-kendala pada komponen pada IGS itu. Hal ini berakibat fungsi dari IGS tidak dapat berjalan dengan baik. Untuk pengoperasian *Inert Gas System* diperlukan adanya pemahaman dan pengetahuan tentang sistem ini sehingga dapat mengoptimalkan penerapan *Inert Gas System* pada penanganan muatan minyak mentah maupun minyak dengan tipe lainnya di kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pelaksanaan *Inert Gas System* pada kapal tanker baik dalam perawatan dan pengoperasian oleh crew kapal MT. Winson No.5 milik Perusahaan Winson Oil Singapore

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama satu tahun di kapal MT. Winson No.5 milik Perusahaan Winson Oil Singapore pada April 2019 sampai dengan Maret 2020. Data yang diperoleh dari proses pelaksanaan *Inert Gas System* di kapal MT. Winson No.5, metode *Inert Gas* untuk dimasukkan ke dalam tangki muatan, penggunaan *Inert Gas System* selama kapal beroperasi, proses pengamatan, dan prosedur yang di tempuh dalam keadaan darurat. Kapal MT. Winson No.5 merupakan salah satu dari 37 (Tiga puluh tujuh) armada yang dimiliki oleh perusahaan Winson Oil Shipping, MT. Winson No.5 adalah kapal dengan tipe VLCC (*Very large crude carrier*)/Crude oil tanker yang berbendera Panama dengan nomor *International Maritime Organization (IMO) 9205081* dan *call sign 3FNF7*. Kapal ini mampu mengangkut muatan sebanyak 163000 *metric ton* (MT), dan memiliki *main engine* dengan tipe B&W 7S60 MC-C ; E EA F. Winson No.5 memiliki 17 tangki muatan dimana tiap tangki tersebut dapat di muati muatan sekitar 30.000 MT, serta memiliki panjang 333 meter dan lebar 70 meter. MT. Winson No.5 sekarang beroperasi sebagai kapal storage/penampungan minyak untuk di distribusikan

ke kapal kapal lain, namun jika muatan di dalam tanki telah kosong maka MT.Winson No.5 akan melakukan loading di *Port Of lome*, dan di China. Setelah penuh muatan maka MT. Winson No.5 kembali ke Singapura untuk melakukan bongkar muatan dengan cara STS dengan kapal bunker atau pun dengan kapal yang berukuran aframax.



Gambar 2. Kapal MT Winson No.5

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode deskriptif analitik dengan jenis konten pendekatan kualitatif. Pada penelitian kualitatif ini, peneliti adalah sebagai instrumen kunci (Sugiyono, 2016). Cara pengumpulan data melalui:

1. Metode Observasi (pengamatan)
Metode observasi yaitu alat pengumpulan data yang dilakukan secara langsung dengan mengamati dan mencatat secara sistematis gejala-gejala yang diselidiki (Hasanah, 2017). Pengamatan ini dilakukan pada saat kegiatan pengoperasian *Inert Gas System* dilakukan dari *Inert Gas System* di mulai sampai dengan selesai. Pengamatan ini tidak hanya terhadap pihak kapal saja namun juga terhadap pihak pelabuhan khususnya siapa saja yang berhubungan langsung dengan proses pelaksanaan IGS tersebut.
2. Metode Interview (wawancara)
Wawancara adalah proses tanya jawab dalam penelitian yang berlangsung secara lisan yang dilakukan dua orang atau lebih bertatap muka mendengarkan secara langsung informasi-informasi atau keterangan-keterangan (Achmadi, 2011). Wawancara pada penelitian ini dilakukan pada 6 orang *crew* yang terdiri dari mualim 1, mualim 2, mualim 3, masinis 3, masinis 4 dan *fitter* yang berada di kapal MT. Winson No.5
3. Metode Dokumentasi
Metode dokumentasi adalah suatu upaya mengumpulkan data yang diperoleh dari, data yang berkaitan dengan objek penelitian seperti data perusahaan, lembaga dokumen kapal dan lain-lain (Sudarsono, 2017). Dokumentasi yang diambil dari Proses Pelaksanaan IGS di kapal adalah foto-foto saat pelaksanaan IGS dan data kapal.
4. Studi Pustaka
Menurut Melfianora (2019) teknik kepastakaan merupakan cara pengumpulan data bermacam-macam material yang terdapat di ruang kepastakaan, seperti koran, buku-buku, majalah, naskah, dokumen dan sebagainya yang relevan dengan penelitian. Studi pustaka merupakan teknik pengumpulan data dan informasi melalui pembacaan literatur atau sumber-sumber tertulis seperti buku-buku, penelitian terdahulu, makalah, jurnal, artikel, hasil laporan dan majalah yang berkaitan dengan penelitian.

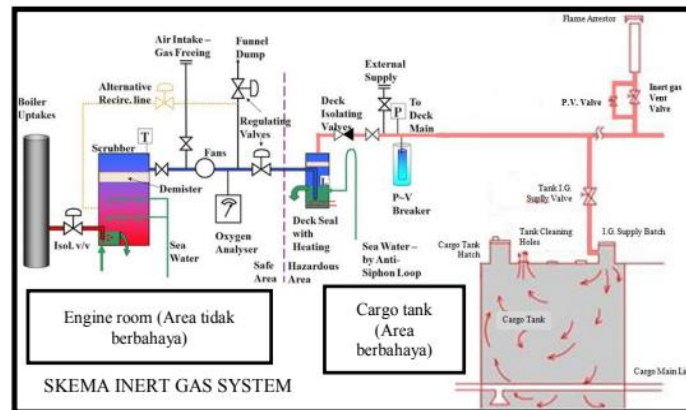
Dengan pengumpulan data diatas peneliti mencoba mengumpulkan data-data terkait proses pelaksanaan *Inert Gas System* secara umum, metode *Inert Gas* untuk dimasukan ke dalam tanki muatan, penggunaan *Inert Gas System* selama kapal beroperasi, prosedur

yang di tempuh dalam keadaan darurat, sejarah singkat winson oil singapore, sejarah mt. winson no.5 dan fasilitas-fasilitas yang dimiliki MT.Winson No.5. Dalam penelitian ini, evaluasi pelaksanaan *Inert Gas System* dikatakan baik apabila dalam pelaksanaannya sesuai dengan prosedur atau sesuai dengan *manual book* IGS, yaitu dengan memastikan semua komponen yang mendukung sistem *Inert Gas* ini dapat berjalan dengan baik dan berjalan sesuai dengan fungsinya dengan cara memasukkan gas lembam yang memiliki kadar oksigen yang rendah kedalam tanki untuk mencegah terjadinya kebakaran/ledakan (De Vos, Duddy and Bronneburg, 2007).

3. Hasil Dan Pembahasan

Inert Gas System pada Kapal MT Winson No.5

Inert Gas System merupakan suatu sistem dengan memasukkan *Gas Inert*/gas lembam, yang biasanya kita ambil dari dari gas buang *boiler*, kemudian gas lembam tersebut dialirkan ke dalam tanki muatan untuk mendesak udara terutama *oxygen* keluar dari dalam tanki, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran atau ledakan dalam tanki-tanki muatan. Prinsip kerja dari *Inert Gas System* adalah untuk mempertahankan kadar oksigen yang rendah dalam tanki sehingga tidak memungkinkan timbulnya kebakaran, batas yang ditentukan maksimal oksigen didalam tanki yaitu 8% agar tidak akan dapat terjadi pembakaran atau *ignition*. Dalam pengoperasian *Inert Gas System* harus di lakukan sesuai dengan prosedur yang telah di tetapkan untuk menjamin bahwa operasi yang sedang kita lakukan berjalan dengan baik serta dapat mencapai fungsi *Inert Gas* itu sendiri.



Gambar 3. Skema *Inert Gas System* Kapal MT. Winson No.5

Prinsip-prinsip dalam pengoperasian *Inert Gas System* adalah sebagai berikut:

1. Komponen *Inert Gas* yang biasanya terdapat pada kapal *oil tanker*
 - 1) *Exhaust gases source*: sumber *Inert Gas* yang diambil/memanfaatkan gas buang dari *boiler* atau *main engine* yang mengandung *Inert Gas*
 - 2) *Inert Gas isolating valve*: berfungsi sebagai katup suplai dari *Inert Gas* source ke seluruh sistem yang mengisolasi kedua sistem saat tidak digunakan
 - 3) *Scrubbing tower*: gas buang memasuki *scrubber tower* dari bawah dan melewati serangkaian semburan air dan pelat penyekat untuk mendinginkan, membersihkan, dan membasahi gas. Kadar SO_2 menurun hingga 90% dan gas menjadi bersih dari jelaga.
 - 4) *Demister* biasanya terbuat dari *polypropylene*, digunakan untuk menyerap kelembaban dan air dari gas buang yang diolah.
 - 5) *Gas Blower*: biasanya dua jenis *blower* kipas digunakan, *blower* turbin yang digerakkan uap untuk operasi IG dan *blower* yang digerakkan secara elektrik untuk tujuan topping.

- 6) *I.G pressure regulating valve*: tekanan di dalam tangki bervariasi dengan properti minyak dan kondisi atmosfer, untuk mengontrol variasi ini dan untuk menghindari panas berlebih pada kipas *blower*, katup pengatur tekanan dipasang setelah pelepasan *blower* yang mensirkulasi ulang gas berlebih kembali ke *scrubbing tower*
- 7) *Deck seal*: tujuan dari *Deck seal* adalah untuk menghentikan kembalinya gas yang berasal dari *blower* ke tangki kargo. Biasanya *Deck seal* tipe basah yang digunakan *Demister* dipasang untuk menyerap kelembaban yang dibawa oleh gas.
- 8) *Mechanical non return valve*: Ini adalah perangkat tambahan mekanis *non-return valve* yang sejajar dengan *Deck seal*.
- 9) *Deck isolating valve*: sistem dari *engine room* ke sistem yang ada di *deck* dapat sepenuhnya diisolasi dengan bantuan *valve* ini.
- 10) *Pressure Vacuum (PV) breaker*: *PV breaker* membantu mengendalikan tekanan di dalam tangki kargo. *PV breaker* dilengkapi dengan penahan api untuk menghindari kebakaran yang menyala saat operasi pemuatan atau pengosongan sedang berlangsung kegiatan bongkar muat di pelabuhan.
- 11) *Cargo tank isolating valves*: kapal memiliki sejumlah ruang muat dan setiap ruang dilengkapi dengan katup pengisolasi. Katup ini berfungsi untuk mengontrol aliran *Inert Gas* dan hanya dioperasikan oleh petugas yang bertanggung jawab di kapal.
- 12) *Mast riser*: berfungsi untuk menjaga tekanan agar selalu positif, dan pada saat pemuatan *mast riser* harus selalu terbuka untuk mencegah tanki muatan kelebihan tekanan.
- 13) *Safety and alarm system*: *Inert Gas plant* dilengkapi dengan berbagai macam fitur pengaman tanki muatan dan sistem permesinannya.

Berbagai alarm (*dengan shutdown*) yang tergabung dalam *Gas Inert Gas Plant* di atas kapal: *High Level in scrubber leads to alarm and shutdown of blower and scrubber tower*, *Low pressure sea water supply (approx. 0.7 bar) to scrubber tower leads to alarm and shutdown of blower*, *Low pressure sea water supply (approx. 1.5 bar) to Deck seal leads to alarm and shutdown of blower*, *High Inert Gas temperature (approx. 70 deg C) leads to alarm and shutdown of blower*, *Low pressure in line after blower (approx. 250mm wg) leads to alarm and shutdown of blower*, *Oxygen content high (8%) leads to alarm and shutdown of gas delivery to deck*, *Low level in Deck seal leads to alarm and shutdown of gas delivery to deck*, *Power failure leads to alarm and shutdown of blower and scrubber tower*, *Emergency stop leads to alarm and shutdown of blower and scrubber tower*, *Scrubber low level*, *Deck seal High level*, *Low O2 Content (1%)*, *High O2 Content (5%)*, *Low lube oil pressure alarm*. *System Inert Gas* dibagi menjadi dua kelompok utama yaitu bagian yang menghasilkan *Inert Gas* dan meneruskan *Inert Gas* ini dengan tekanan yang menggunakan *blower* ke tanki muatan, *system* distribusi untuk mengontrol aliran *Inert Gas* ke dalam tanki muatan pada saat diperlukan

2. Menjalankan *Inert Gas Plant (Start Up)*

Langkah-langkah yang ditempuh yang harus dilakukan dalam menjalankan *Inert Gas Plant (Start Up)* adalah: mengecek dan memastikan apakah *flue gas* dari *boiler* yang akan digunakan mengandung kadar *Oxygen* pada batas-batas yang telah ditentukan, maksimal kadar oksigen yang dihasilkan kurang dari 10%, dapat kita cek dengan *oksigen analyzer*. Kemudian kita cek bahwa semua *control* serta *system alarm* dan *automatic shut down* sudah bisa dijalankan termasuk alat-alat penggerakannya. Tiap-tiap pengoperasian harus kita cek dan pastikan jumlah air yang dibutuhkan di *Scrubber* dan *Deck seal* dapat dipertahankan pada jumlah yang mencukupi dengan menggunakan pompa yang telah tersedia untuk itu, biasanya engineer lah yang mengecek semua komponen itu. Lalu kita periksa pipa *gas freeing Inlet Valves* apakah sudah tertutup semuanya dan penutup (*blank*) untuk itu sudah terpasang. Sebelum kita menjalankan *blower* maka dicek terlebih dahulu *alarm (failure)* dari *blower*.

Setelah itu membuka *blower suction valve* (kerangan isap *Fan*) yang akan digunakan, kemudian mengecek bahwa kerangan isap (*suction valve*) dari *blower* yang

lain benar-benar tertutup kecuali kalau kedua *blower* itu akan digunakan secara bersamaan. Kemudian langkah yang terakhir menjalankan *blower* untuk menghisap gas buang tersebut. Setelah *Inert Gas* telah berjalan kemudian mengecek kembali kadar oksigen yang di hasilkan oleh *boiler* tersebut apakah kandungan oksigen yang di hasilkan dalam batas yang telah di tentukan. Setelah item tersebut sudah terpenuhi, langkah selanjutnya memeriksa dan mencatat semua dalam kondisi normal maka *inert gas* siap untuk di masukan kedalam tanki-tanki.

3. Menghentikan *Inert Gas Plant (Shutting Down)*

Langkah-langkah yang dapat ditempuh untuk menghentikan *Inert Gas Plant (Shutting Down)* adalah: Setelah semua tanki-tanki dicek dan diyakini bahwa kadar *oxygen* dalam tanki tersebut 8% *by volume* dan tekanan yang dibutuhkan dalam tanki-tanki sudah terpenuhi maka harus kita tutup *deck isolating valve/non return valve*. Setelah itu buka ventilasi atmosfir yang terpasang antara *regulation valve* dan *deck isolating valve/non return valve* dan kemudian tutup *gas pressure regulation valve*. Ketika ventilasi telah kita tutup maka kita dapat menghentikan *Inert Gas blower*. Kemudian pastikan kerangan isap dan kerangan buang (*discharge valve*) dari *blower* telah kita tutup dan periksa apakah *drains (cerat)* terbuka setelah itu buka sistem pembersih dengan air (*water washing system*) pada *blower* sementara *blower* masih berputar dengan kekuatan dari motor penggerak, kecuali kalau ada persyaratan lain dari pembuat, dan tutup sistem pembersih tersebut setelah dianggap sudah cukup. Langkah yang terakhir yang kita lakukan adalah tutup *flue gas isolating valve* (kerangan isolasi dari *flue gas*) dan buka air *sealing system*. Ada beberapa *Oxygen Analyser* memerlukan waktu 2 (dua) jam untuk menstabilkan diri sebelum mendapatkan penunjukan yang akurat.



Gambar 4. Oksigen analyser Kapal MT. Winson No.5

4. Safety Check Jika *Inert Gas Plant* Tidak Bekerja

Ketika *Inert Gas* tidak dapat bekerja ada beberapa langkah yang harus kita lakukan dan kita cek kembali, namun semua komponen *Inert Gas* dapat kita cek diruang control, hal ini disebabkan oleh kemungkinan kadar O_2 terlalu tinggi, pembakaran dalam *boiler* kurang sempurna terutama pada keadaan beban berkurang (*low load condition*), ada kebocoran pada sistem antara *blower* dan *boiler up take* (saluran *supply gas* dari *boiler*) sehingga udara segar masuk dalam sistem,. O_2 udara segar masuk melalui *pressure vacuum valve* karena salah pengoperasian.

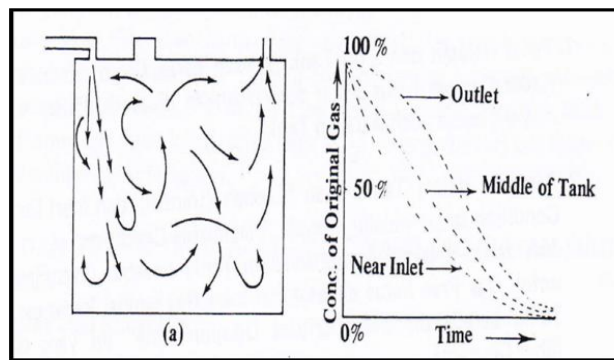
Metode-Metode Memasukan *Inert Gas* Ke Dalam Tanki Serta Mengontrol Udara Di Dalam Tanki

Ada tiga macam cara yang dapat kita lakukan untuk penggantian atmosfir dalam tanki yaitu (1) *Inerting* Kadar O_2 dalam tanki dikurangi dengan jalan memasukkan gas lembam atau *Inert Gas* ke dalam tanki, (2) *Purging*, mengurangi kadar gas *hydrocarbon*

dalam tanki dengan memasukkan lagi *Inert Gas* untuk mendesak keluar gas *hydrocarbon*, (3) *Gas Freeing* dengan mengeluarkan campuran gas *hydrocarbon* yakni *Inert Gas* dan gas *hydrocarbon* dengan memasukkan udara segar dari ventilasi. Dalam proses penggantian atmosfir dalam tanki ada dua proses yang dapat kita gunakan yaitu :

1. Proses *Dilution*

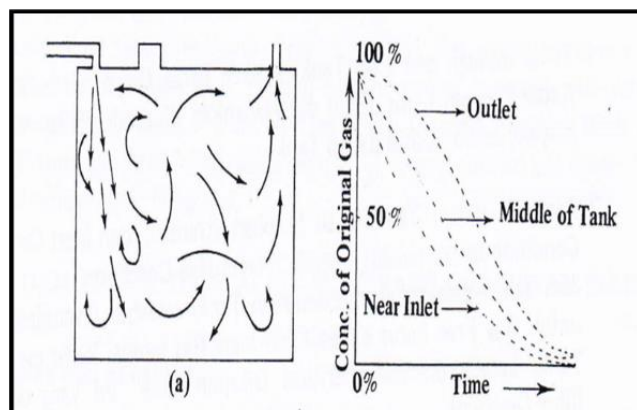
Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses ini adalah *Inert Gas* yang dimasukkan dalam tanki harus dengan kecepatan tinggi sehingga dapat mencapai dasar dari tanki untuk mendesak keluar gas *hydrocarbon*. Dengan cara ini akan terjadi campuran gas yang akhirnya campuran-campuran gas tersebut terdesak keluar dengan masuknya *Inert Gas* lebih banyak, jadi perlu diperhatikan mengenai kemampuan dari instalasi *Inert Gas* yang diperlukan. Metode pembuangan campuran gas *hydrocarbon dilution* seperti yang tersaji pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Proses memasukan *Inert Gas* metode *dilution*.

2. Proses *Displacement*

Dalam proses *displacement* gas *inert* yang dimasukkan dalam *cargo oil tank (COT)* dimasukkan secara horizontal sehingga gas yang lebih berat dalam COT akan terdesak ke dasar tanki kemudian secara teratur keluar dari pipa (biasanya *purging pipe*), sampai COT terisi semua dengan *Inert Gas*, cara ini memerlukan kecepatan *Inert Gas* masuk dalam tanki relatif lebih rendah. Sebab itu perlu diyakini bahwa instalasi yang dipergunakan dapat mengatur penggantian gas secara teratur pada seruruh bagian dari COT. Metode pembuangan campuran gas *hydrocarbon displacement* seperti yang tersaji pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Proses memasukan *Inert Gas* metode *displacement*.

Mengontrol Udara Di Dalam Tanki

Kapal tankers yang dilengkapi dengan *Inert Gas System* tanki-tanki muatannya harus tetap dalam keadaan *inerted* selama kapal beroperasi, ada beberapa langkah yang dapat

kita lakukan dalam pengontrolan udara dalam tanki yaitu (1) Pada tanki muatan dan *slop tanks* dapat kita cek apakah tanki tersebut berisi cargo, air balas atau sisa-sisa cargo, kemudian kadar *oxygen* harus selalu dipertahankan dibawah 8% by volume dengan tekanan yang selalu positif dalam tanki; (2) Atmosfir dalam tanki akan selalu berubah (transisi) dari *inert condition* ke *gas free condition* tanpa melalui daerah *flamebble condition*) jadi dalam proses pelaksanaannya sebelum tanki tersebut di ventilasi dengan udara segar untuk *gas free* harus kita masukkan *Inert Gas* sampai kadar gas hydrocarbon dalam tanki benar-benar berada dibawah *critical dilution line*, atau yang kita tau dengan *purging system*; (3) Kalau kapal atau tanki dalam keadaan *gas free* sebelum dimuati muatan, harus diisi *Inert Gas (inerted)* lebih dahulu, karena ketika kapal kita sampai di pelabuhan tujuan dan tanki kita tidak dalam keadaan *inerted* maka *loading master* tidak akan memberikan izin untuk melakukan proses *loading* sampai tanki kapal kita sudah dalam keadaan *inerted*.

Penggunaan *Inert Gas System* Selama Kapal Beroperasi

Inerting yang dilakukan selama kapal beroperasi menurut Badan Diklat Perhubungan (2000) adalah:

1. *Inerting* dari tanki-tanki muatan

Tanki-tanki yang telah kita bersihkan dan sudah kita yakini *free gas* harus dimasukkan *Inert Gas* lagi atau *reinerted* terutama selama kapal kita berlayar dengan *ballast (ballast voyage)* untuk persiapan sebelum pemuatan dilakukan, kemudian dalam pelaksanaan *re-inerted*, *purge pipe* dan ventilasi dibuka ke udara bebas dan jika kadar *oxygen* dalam tanki sudah diyakini bawah 8% *purges pipes* dan ventilasi harus segera kita tutup, agar gas yang ada dalam tanki tetap sesuai dengan kondisi yang kita harapkan dan tekanan dalam tanki dinaikkan di atas tekanan atmosfir. Berikut adalah tekanan kerja atau *working pressure* untuk alat-alat keselamatan pada *Inert Gas System*:

Tabel 2. *Working pressure* untuk alat-alat keselamatan pada *Inert Gas System*

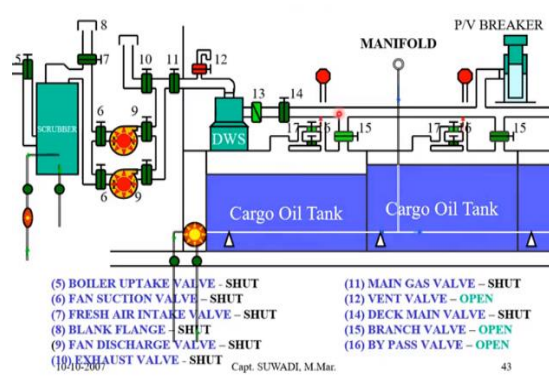
Tekanan	Kondisi
1600 mmWG	PV breaker terbuka
1500 mmWG	High level alarm
1400 mmWG	PV valve pada mast riser terbuka
1000 mmWG	Tekanan kerja normal

Selama proses *Inerting*, kita tidak diperbolehkan mengadakan *sounding* atau *ullaging*, *dipping*, serta tidak boleh mengambil contoh dari dalam tanki, hal ini harus diperhatikan karena jika tidak maka akan sangat berbaya, kecuali kalau tanki sudah dalam keadaan *inert*, tanki yang sudah dalam keadaan *inerted* ini dapat dilakukan setelah dimonitor dan kadar *oxygen* dalam tanki sudah kurang dari 8% by volume. Kalau semua tanki sudah dalam keadaan *inerted*, maka harus dipertahankan tekanan positif *Inert Gas* dalam tanki lebih dari 1000 mmWG selama operasi kapal.

2. Selama memuat muatan (*Loading*)

Selama kita melakukan proses memuat muatan, *deck isolating valve* yang diharuskan harus ditutup kecuali kalau bersamaan dengan itu tanki muatan lain sedang bongkar *ballast* semua bukaan dari *cargo tank* kecuali yang berhubungan dengan atau ke *mast riser* atau ventilasi lain yang sama harus tertutup guna mengurangi gas-gas yang

dapat terbakar (*flammable vapour*) di atas *deck* sebelum pelaksanaan memuat muatan, *mast riser* dan semua *stop valves* yang berfungsi untuk mengisolasi *cargo tanks* dari *Inert Gas main* harus kita kunci pada posisi buka (*Locked in the open position*).



Gambar 7. Sketsa IGS selama memuat muatan/loading

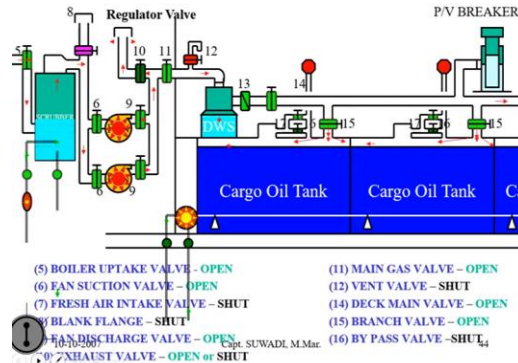
Jika proses memuat muatan telah kita lakukan maka sistem *Inert Gas* tidak digunakan atau dapat langsung kita tutup. Katup *boiler up take* tempat keluar nya gas *boiler* (ketel) kita tutup dan *Inert Gas fan* dihentikan. Lalu katup pengontrol tekanan harus ditutup. Ketika katup isolasi *deck* telah kita tutup maka sistem berhenti. Katup *Sampson post* atau *mast riser* harus kita buka ke atmosfer. Katup pengaman (*relief valves*) kita yakini ditutup dan yang terakhir pipa pembuangan harus di cek dalam dan di tutup.



Gambar 8. Master Riser Kapal MT. Winson No.5

3. Selama ada muatan (*Loaded Condition*)
Selama kapal kita berlayar dengan muatan penuh, tekanan positif dari *Inert Gas* dalam tanki-tanki muatan harus paling kurang 1000 mmWG, tekanan tersebut harus tetap kita pertahankan dengan setiap saat melakukan penambahan *Inert Gas* (*topping up pressure*), dan pada saat melakukan penambahan tersebut (*topping up*) harus kita cek kembali kadar oksigennya paling tinggi adalah 5% sebelum dimasukkan dalam tanki muatan. Untuk kapal tanker yang menggunakan motor (diesel) sebagai penggerak (motor tanker) harus diusahakan agar *aux boiler* yang digunakan menghasilkan *flue gas* yang akan digunakan untuk *Inert Gas* dengan kadar *oxygen* yang rendah antara lain dengan pembakaran sempurna dalam *boiler*, juga dalam penggunaan *blower* harus dapat dijalankan sedemikian rupa agar yang masuk dari

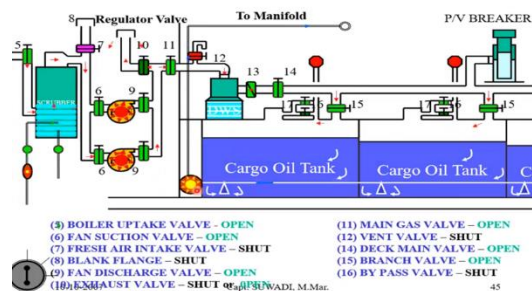
uptake boiler dengan mengatur daya isap *blower* peningkatan yang tertentu dan tidak terlalu besar daya isapnya, ketika kita cek ternyata kadar oksigen yang di hasilkan *boiler* tersebut lebih dari 10% maka pengambilan gas buang dari *boiler* harus kita hentikan karena pembakarannya tidak sempurna namun kita bisa mengambil hasil pembakaran dari sumber lain contoh nya dari *Inert Gas generator*.



Gambar 9. Sketsa IGS selama tanki memiliki muatan

4. Selama bongkar muatan (*Cargo Handling*)

Pada saat *dating* di pelabuhan mungkin perlu untuk menghilangkan tekanan *Inert Gas* dalam tanki muatan waktu tiba dipelabuhan bongkar agar kita bisa mengadakan pengukuran jumlah muatan sebelum dibongkar, kalau hal ini kita laksanakan, maka tidak boleh ada keaktifan operasi atau *ballasting* dilakukan dan bukaan tanki dibuka seminimum mungkin untuk pengukuran tersebut dan usahakan dalam waktu yang singkat untuk mengadakan pengukuran-pengukuran muatan. Tekanan *Inert Gas* pada tanki-tanki harus dinaikkan kembali sebelum pelaksanaan *discharge*, (pembongkaran) belum boleh dilaksanakan sampai sernua persyaratan-persyaratan telah dipenuhi dan semua peralatan IGS berjalan semestinya.



Gambar 10. Sketsa IGS selama bongkar muatan.

Ada beberapa hal yang harus kita lakukan ketika sebelum memulai memuat muatan dan untuk menjalankan *Inert Gas System* ini, diantaranya: Katup Isolasi *deck* harus kita buka dan sistem bisa kita operasikan, katup *Sampson Post* atau *Mast Riser* kita cek dan kita tutup, katup tekanan kontrol (kalau terpasang) dapat kita atur ke posisi operasi maksimum (kira-kira 250 mmWG) kalau muatan sudah terbongkar semua atau dalam keadaan pengeringan (*stripping*) tanki tahap terakhir. Alat pengukuran yang dapat kita gunakan yaitu dengan menggunakan *pressure gauge*. Pengukuran *sauding* dari pipa pembuangan kalau permukaan minyak sudah berada di bawah pipa tersebut.

5. *Gas Freeing*

Proses pelaksanaan *gas free* hanya dapat kita lakukan pada tanki-tanki yang perlu untuk dimasuki guna pemeriksaan yang teliti dan pelaksanaan perbaikan, dan lain-lain, jadi gas hidrokarbon harus kita keluarkan dari tanki dengan cara *purging system*

atau dengan cara menekan gas *hydrocarbon* untuk keluar dari dalam tanki, pelaksanaan *gas free* ini dilakukan dengan cara memasukkan udara segar dalam tanki (setelah gas hidrokarbon sudah dikeluarkan dengan cara *purging*) sistem ini bekerja dengan bantuan *blower* yang digerakkan oleh *system pneumatic* atau *hydrolic* atau *steam* atau *portable blower*. Dalam keadaan ini kita sangat perlu memperhatikan untuk mengisolir tanki dari saluran utama *Inert Gas*, proses pelaksanaan *gas free* harus ini harus dilakukan terus sampai kadar *oxygen* dalam tanki kembali normal 21% *by volume* dan *hydrocarbon* di bawah 1% *by volume*, gas *hidrokarbon* tersebut dapat kita ketahui dengan cara mengecek tanki tersebut menggunakan gas *analyzer*, ketika proses tersebut telah kita lakukan maka kita pastikan semua tanki-tanki tidak terhubung dengan tanki yang telah kita *gas free* ini, karena sangat berbahaya jika tanki yang sudah kita *gas free* dan siap untuk di masuki manusia, namun tiba-tiba gas *hydrocarbon* masuk kembali ke dalam tanki.

Prosedure Yang Di Tempuh Dalam Keadaan Darurat

Dalam proses pelaksanaan *Inert Gas* sangat memungkinkan sekali akan terjadi keadaan darurat yang akan terjadi maka dari itu nakhoda harus betul-betul memperhatikan peraturan-peraturan yang terdapat dalam Regulation II-2/5.5 dan II-2/16.3.2 SOLAS 74 serta revised guidelines for *Inert Gas Systems* (MSC/circ.387, kalau sampai terjadi IGS tidak dapat digunakan dalam keadaan IGS gagal mensupply jumlah yang dibutuhkan, atau kadar *oxygen* dalam *Inert Gas* tersebut terlalu tinggi untuk mendapatkan tekanan positif dalam tanki muatan dan slop tanks, ada beberapa hal yang harus kita lakukan guna mencegah jangan sampai ada udara segar masuk dalam tanki-tanki tersebut diantaranya: semua aktivitas operasi harus kita hentikan, *deck isolating valve* harus segera kita tutup, serta *vent valve* antara *deck isolating valve* dan *gas pressure regulating valve* harus kita buka dan kita pastikan dapat berjalan dengan sempurna. Jika ternyata setelah kita cek bahwa alat IGS perlu untuk kita perbaiki guna dapat mensupply *Inert Gas* yang berkualitas baik dan dapat menghasilkan tekanan positif di dalam tanki, pembongkaran muatan dan ballast harus segera kita hentikan dengan ketentuan bahwa semua *flamme screen* kita periksa dan diyakini dalam keadaan/kondisi yang baik, *valves* pada *vent mast riser* harus kita buka, kita pastikan tidak boleh ada air atau campuran-campuran air dan minyak (*slops*) yang dijatuhkan secara bebas (*free fall*). Serta mualim satu akan mengingatkan bahwa tidak boleh dilakukan pengukuran (*ullaging*), *dipping*, mengambil contoh (*sampling*) atau memasukkan barang-barang lain dalam tanki kecuali betul-betul diperlukan untuk tujuan keselamatan (*safety*). Kalau ada alat-alat tersebut yang akan dimasukkan dalam tanki hanya boleh dilakukan setelah paling kurang 30 menit sesudah operasi *Inert Gas* berhenti.

Namun jika tanki perlu untuk kita bersihkan dengan tujuan tertentu dan terhubung dengan IGS tidak bisa dioperasikan maka langkah-langkah yang perlu kita ambil adalah sebagai berikut : Tanki-tanki harus di bersihkan dulu dan harus kita ingat pembersihannya harus dilakukan satu persatu tidak boleh bersamaan. Tanki yang sedang dibersihkan harus betul-betul terisolir dari tanki-tanki yang lain atau dari ventilasi-ventilasi umum (*comman venting*) dan dari saluran-saluran *Inert Gas* dan max ventilasi output dikonsentrasikan pada tanki tersebut sebelum dan selama pembersihan atau pencucian. ventilasi ini harus betul-betul mensupply angin (udara) yang mengalir dengan bebas pada bagian-bagian dalam tanki. Dasar tanki, pipa-pipa cargo termasuk *cargo pumps*, *cross over* dan pipa *discharge (discharge line)* harus kita bilas dengan air kemudian air tersebut dikumpulkan ke *slop tanks* dengan *stripper pump*. Pemeriksaan atau test dari keadaan atmosfir dalam tanki harus terus menerus kita cek selama diadakan pembersihan. Kalau kadar campuran uap air bertambah 50% dalam *lower flammable* limit pembersihan harus dihentikan sampai kadar campuran uap air tersebut berkurang sampai 20% dari *lower flammable* limit atau kurang dari itu. Tanki harus kita usahakan selalu kering atau tidak ada genangan air selama pembersihan, kalau sampai genangan air yang bertambah di dalam tanki pembersihan harus segera kita hentikan sampai genangan air tersebut dikeluarkan dari dalam tanki. Semua bukaan-bukaan yang ada di atas *deck*, kecuali yang diperlukan untuk pembersihan tersebut dan ventilasi yang

dibutuhkan, harus kita tutup rapat selama proses pembersihan, kemudian ketika semua air yang ada di dalam tanki itu telah di keluarkan maka kita dapat langsung melakukan proses *inerting* pada tanki.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang proses pelaksanaan *Inert Gas System* (IGS) di kapal MT. Winson No.5 maka dapat diambil kesimpulan bahwa evaluasi pelaksanaan *Inert Gas System* di kapal MT. Winson No.5 sudah berjalan dengan baik sesuai dengan *manual book* atau prosedur yang diberlakukan. Prosedur pelaksanaan IGS yang baik dapat mengurangi resiko-resiko yang dihasilkan pada saat pengoperasian bongkar muat yaitu bahaya-bahaya kebakaran ledakan dan kerusakan pada muatan. Prinsip-prinsip dalam pengoperasian *Inert Gas System* diantaranya menjalankan *Inert gas plant (start up)*, menghentikan *Inert gas plant (shutting down)* dan *safety check* jika *Inert Gas plant* tidak bekerja

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung Lembaga Penelitian dan Pengabdian masyarakat Sekolah Tinggi Maritim Yogyakarta tahun anggaran 2019. Kami berterima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kesempatan dan pendanaan yang diberikan sangat membantu untuk penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Achmadi, A. & N. (2011) 'Teori Metodologi Penelitian', *Teori Metodologi Penelitian*.
- Adrián, M. C. and González, J. A. (2015) '*Inert Gas* production: N2 plant vs conventional plant', *Journal of Maritime Research*.
- Badan Diklat Perhubungan (2000) '*Inert Gas System, Oil Tanker Training Modul 3*', *Badan Diklat Perhubungan, Jakarta*.
- De Vos, D., Duddy, M. and Bronneburg, J. (2007) 'The evolution of inert-gas systems on SBM FPSOs: The problem of venting and a straightforward solution', in *SPE Projects, Facilities and Construction*. doi: 10.2118/111234-pa.
- Hasanah, H. (2017) 'Teknik-Teknik Observasi (Sebuah Alternatif Metode Pengumpulan Data Kualitatif Ilmu-ilmu Sosial)', *At-Taqaddum*. doi: 10.21580/at.v8i1.1163.
- IMO (2001) 'International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) 1974 consolidation 2001', *IMO, LONDON*.
- International Maritime Organization (IMO) (1990) '*Inert Gas System*', *third Edition: IMO, LONDON*.
- Julian, M. (2000) 'MARPOL 73/78: the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships', *Maritime Studies*. doi: 10.1080/07266472.2000.10878605.
- Kashiwa Heavy Industries (2011) '*Inert Gas System, Intruccion Manual Book MT.Galunggung*', *Kashiwa Heavy Industries, Japan*.
- Marpol 73/78 Convention Chapter I Regulation 1 (1998) *Marpol 73/78 Convention Chapter I Regulation 1, Regulation*.
- Melfianora (2019) 'Penulisan Karya Tulis Ilmiah Dengan Studi Literatur', *Open Science Framework*.

Oil Companies International Marine Forum (2017) '*Inert Gas Systems*', OCIMF, London(United Kingdom), pp. 1–12.

Sudarsono, B. (2017) 'Memahami Dokumentasi', *Acarya Pustaka*. doi: 10.23887/ap.v3i1.12735.

Sugiyono, P. D. (2016) *metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*, Alfabeta, cv.

Susilowati, S. E. (2015) '*Inert Gas Sistem Kapal Motor Tanker GANDINI*', 1(September), pp. 1–2.