

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Pengertian Pengoperasian Inert Gas system

Menurut Chaer (2003:102) pengoperasian adalah suatu serangkaian proses dan cara mengoperasikan suatu alat ataupun sistem secara baik. Disini dapat diambil suatu kesimpulan bahwasannya suatu proses pengoperasian adalah proses perbuatan atau tindakan mempergunakan suatu alat secara baik dan prosedural untuk mendapatkan suatu hasil yang diinginkan.

Menurut Badan Diklat Perhubungan (2000:12) sistem gas lembam adalah suatu penghasil gas lembam dengan sistem distribusi gas lembam beserta sarana-sarana untuk mencegah aliran balik yang mengandung gas muatan keruangan kamar mesin, alat ukur yang tetap maupun jinjing dan alat pengontrol.

Dari pengertian diatas tentang pengoperasian sistem gas lembam itu, kita bisa dapatkan penjelasan bahwa suatu sistem gas lembam dapat bekerja sesuai dengan fungsinya apabila kita bisa melaksanakan suatu pengoperasian dengan cara baik sesuai dengan prosedur yang sudah ditetapkan. Karena pada dasarnya suatu sistem pengoperasian secara baik dan benar yang sesuai dengan prosedur yang ada dapat terlaksana dengan baik apabila kita bisa menguasai sistem gas lembam itu sendiri secara keseluruhan dengan cara familiarisasi terhadap alat tersebut dengan baik

dan benar, dan juga melakukan pemeliharaan terhadap alat-alat yang terdapat pada sistem tersebut sehingga pengoperasian itu sendiri dapat benar-benar terjadi tanpa ada suatu kendala atau hambatan yang nantinya berdampak pada faktor keselamatan kerja. Selain hal tersebut diatas dapat juga dengan cara menggali informasi lebih dalam melalui pengalaman-pengalaman yang telah ada untuk mengatasi agar jangan sampai terjadi hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya suatu ledakan yang dapat menimbulkan banyak korban jiwa manusia, kapal dan muatannya serta lingkungan disekitarnya.

## 2. *Inert Gas System (IGS)*

Menurut Badan Diklat Perhubungan (2000:12) sistem gas lembam adalah suatu penghasil gas lembam dengan sistem distribusi gas lembam beserta sarana-sarana untuk mencegah aliran balik yang mengandung gas muatan keruangan kamar mesin, alat ukur yang tetap maupun jinjing dan alat pengontrol.

Menurut IGS OTT modul-3 (2000:12), Badan Diklat Perhubungan. Inert gas adalah gas atau campuran gas yang tidak mengandung cukup oksigen untuk pembakaran hidrokarbon misalnya gas buang *boiler*. Menurut *Tanker Familiarization Course (TFC) Modul III Gas Tanker Familiarization* (2000:17), Badan Diklat Perhubungan. Inert Gas adalah gas yang mengandung kadar oksigen rendah yang digunakan untuk mengatur atmosfer di dalam tangki muat, yaitu mencegah terbentuknya campuran yang mudah terbakar.

Menurut *Cargo Operation Manual*, MT. Galunggung. Inert Gas adalah gas atau uap gas yang tidak akan mendukung pembakaran dan tidak akan bereaksi dengan mudah. Menurut *International Chamber Of Shipping Oil Companis International Marine Forum ( OCIMF )* tentang *inert flue gas safety guide (2000:25)*. Inert Gas adalah gas seperti nitrogen atau karbon dioksida atau campuran gas seperti flue gas yang mengandung kadar oksigen yang rendah untuk mendukung pembakaran hidrokarbon.

### 3. Maksud Dan Tujuan dari Inert Gas System

Maksud dan tujuan pemasangan sistem gas lembam dikapal-kapal tanker adalah:

- a. Untuk mengontrol atmosfer didalam tangki muatan guna mencegah bahaya kebakaran atau bahaya ledakan serta mencegah kecelakaan kerja.
- b. Untuk melindungi kapal, instalansi-instalansi didarat dan pelabuhan serta orang-orang atau personil yang mengoperasikan kapal dan instalansi-instalansi tersebut
- c. Dengan sendirinya kapal dapat naik dock untuk perbaikan dalam keadaan darurat tanpa perlu membongkar muatannya dan mencuci tangki lebih dahulu
- d. Membantu memperlancar pembongkaran muatan karena dengan adanya tekanan positif dari sistem gas lembam dalam tangki muatan selama IGS digunakan, berarti mengurangi waktu untuk bongkar muatan dipelabuhan. (Ir.Pieter Batti, 1983:20)

#### 4. Prinsip-Prinsip Inert Gas System

Ledakan tidak akan terjadi pada tangki muat kapal *tanker* yang telah lembam atau *inerted* dengan baik, umpamanya pada waktu terjadi tabrakan, sehingga terjadinya kerusakan akibatkebakaran dapat dihindari seminimum mungkin. Menurut OTT modul-3 (2000:13) gas tidak akan terbakar karena:

- a. Hidrokarbon konsentrasinya terlalu tinggi
- b. Hidrokarbon konsentrasinya terlalu rendah
- c. Oksigen konsentrasinya terlalu rendah

Prinsip dari *inert gas system* adalah untuk mempertahankan kadar oksigen yang rendah dalam tangki sehingga tidak memungkinkan timbulnya kebakaran. *Purging* pada tangki-tangki muatan yang kosong dengan maksud menggantikan campuran hidrokarbon gas dengan *inert gas* agar bisa mengurangi konsentrasi atau kadar hidrokarbon dibawah garis yang disebut batas kritis (*critical dilution*), kalau sampai ada udara segar menyelinap masuk kedalam tangki tersebut maka kondisi atmosfer dalam tangki akan segera masuk ke dalam kantong dimana campuran ini dapat terbakar atau meledak.

Pada umumnya *inert gas* menggunakan gas buang (*flue gases*) dari *boiler* atau *boiler* bantu yang khusus dipasang untuk IGS saja, karena kadar oksigen dalam gas buang dari *boiler* cukup rendah. Jadi *inert gas system* adalah suatu sistem dengan memasukkan *inert gas* atau gas lembam yang biasanya dari gas buang ke dalam tangki muat untuk

mendesak udara terutama oksigen keluar dari tangki, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran atau ledakan dalam tangki-tangki muat tersebut. Sebagai gambaran, menurut IGS OTT modul-3 (2000:14), berikut ini adalah komposisi dari gas buang tersebut :

- a. Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) kadarnya 12% - 14½ %
- b. Oksigen (O<sub>2</sub>) kadarnya 2 ½ % - 4 ½ %
- c. Sulphur Dioxide (SO<sub>2</sub>) kadarnya 0,02% - 0,03%
- d. Nitrogen (N<sub>2</sub>) kadarnya ± 77%

#### 5. Komponen *Inert Gas System*

Komponen-komponen yang ada pada *inert gas system* serta fungsinya di atas kapal MT. Galunggung adalah sebagai :

##### a. Boiler

Yang digunakan sebagai sumber dari gas lembam adalah gas buang dari *Boiler* yang dialirkan ke dalam tangki melalui pipa atau sistem setelah didinginkan dan dibersihkan. Alasan utama menggunakan gas buang dari Boiler adalah:

- 1) Kadar oksigen dalam gas tersebut cukup rendah jika Boiler terpelihara baik dan pembakaran cukup sempurna maka akan didapatkan kadar oksigen dalam gas sekitar 3-4% dan bisa turun sampai 2%, dibandingkan gas buang dari mesin diesel kadar oksigen dalam gas buangnya cukup tinggi.
- 2) Pemakaian gas pada waktu kapal sedang memuat, membongkar muatan, sambil cuci minyak dan ballast dimana pada waktu itu

umumnya kapal berada di pelabuhan, dimana Boiler dijalankan untuk pemompaan sedangkan mesin penggerak utama kapal tidak dijalankan.

b. *Scrubber*

Alat ini mempunyai fungsi sebagai berikut:

- 1) Mengeluarkan kotoran-kotoran seperti abu dan endapan dari gas buang untuk dijadikan gas lembam
- 2) Tempat mendinginkan gas buang tersebut sampai kurang lebih 5°C diatas suhu air laut.
- 3) Mengeluarkan gas SO<sub>2</sub> dengan air laut dimana paling kurang 90 % ini harus dikeluarkan.

Bentuknya seperti tabung segi empat dan dibuat dari “*mild steel plate*” dan harus sanggup untuk memproduksi gas lembam untuk kebutuhan tangki muatan serta slop tanks. Bagian dalamnya biasa dilapisi dengan anti karat seperti umpamanya dengan *Highly Anti Corrosive, TRP lining (3-ply epoxy and 2-ply glass fibre cloth)*. Ini sangat penting untuk mencegah terjadinya korosi karena air laut dan gas H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> tadi.

Scrubber ini biasanya terdiri dari 3 (tiga) seksi tergantung dari jenis desain yakni:

- 1) *Bottom seal tank* yang setiap saat dialiri dengan air laut yang berfungsi sebagai penutup, pencuci dan pendingin dari gas buang .

2) *Midle scrubbing tower* ,dimana dipasang semprotan air dari atas dan biasanya juga diantaranya terpasang *packing element* untuk mengatur mengalirnya air pencuci maupun gas, agar gas tersebut dapat dibersihkan dengan baik.

3) Diatasnya dipasang *Top Cover Box* sebagai penutup, biasanya ditempat tersebut sekaligus dipasang penyaring tangki disebut *Demister* tapi juga biasanya *Demister* dipasang terpisah.

Gas mulai di dinginkan dan dibersihkan pada *bottom seal tank* kemudian pembersihan dan pendinginan dilanjutkan dengan semprotan air pada *scrubbing tower*. Selanjutnya gas dialirkan melalui atas penutup *box* ke *Demister*. Air yang berlebihan dari *Scrubber* ini bersama-sama kotoran-kotoran tadi (abu, endapan, dll) dikeluarkan melalui pipa pembuang ke laut. Air ini warnanya agak kotor, keruh karena tercampur abu dan endapan-endapan tadi, tetapi sesuai penyelidikan tidak menyebabkan polusi. *Effluent* tersebut setelah diselidiki ternyata kadar PH dibawah 7. Jadi masuk kelas acid yang cepat dinetralisir dalam air dan sesuai percobaan tidak sampai mengurangi kadar  $O_2$  dalam air. Jadi tidak menimbulkan polusi. *Scrubber* ini harus direncanakan sedemikian rupa supaya bisa memproduksi cukup untuk sistem gas lembam semua tangki muatan dan *slop tank*, disamping itu harus di disain sedemikian rupa agar pada keadaan kapal  $5^\circ$  *Trim*,  $15^\circ$  *List* dan  $30^\circ$  *Roil* tidak mengganggu kerja dari *Scrubber* tersebut.

c. *IG Blower*

Alat ini berfungsi dimana gas yang sudah dibersihkan tadi dihisap dari *Scrubber* melalui *Demister* kemudian dialirkan ketangk-tangki dengan Blower tersebut. Jadi Blower berfungsi sebagai pompa pengantar dari gas lembam kedalam tangki-tangki muat atau slop tanks.

d. *Oxygen Analyzer* (alat pengontrol oxigen)

Fungsinya untuk secara tetap mengontrol kualitas dari Gas lembam dan mempertahankan konsentrasi oksigen ( $O_2$ ) dalam gas tersebut dibawah batas yang telah ditentukan. Jadi normalnya Oxygen *Analyzer* ini dipasang tetap guna mengontrol bertambah diatas batas yang dikehendaki. Demikian juga *Oxygen Analyzer* untuk tangki-tangki muatan bisa dipindahkan harus ada untuk memonitor konsentrasi Oksigen ( $O_2$ ) dalam COT setiap saat.

e. *Deck Water Seal* (penutup air deck)

Sebagai alat untuk mencegah jangan sampai terjadi aliran balik dari gas *hydrocarbon* dari tangki muatan kedalam kamar mesin atau daerah-daerah yang seharusnya bebas gas dimana alat-alat gas lembam dipasang.

Jadi penutup air deck ini dibuat sedemikian rupa sehingga gas buang bisa mengalir dengan bebas ke tangki tapi mencegah jangan terjadi aliran balik *hydrocarbon* dari tangki muat terutama jika

pemakaian sistem gas lembam dihentikan sementara karena suatu sebab atau kebutuhan operasi.

f. *Deck Isolating Valve*

Berupa katub *Non-Return Valve* yang dibuat untuk mencegah terjadinya aliran balik gas dari tangki muatan dan berada di depan *deck water seal*

g. *P/V Valve*

Berupa katub otomatis yang tingginya kurang lebih 2-3 meter dari permukaan dek kapal berfungsi untuk melepaskan gas apabila tekanan di dalam tangki muatan melebihi kapasitas dan berfungsi juga untuk menghisap udara bebas apabila ruang tangki muatan mengalami vakum.

h. *Mast Riser*

Fungsi utama dari *Mast Riser* adalah tempat memasang katup pengaman dan juga berfungsi sebagai pembuang gas terutama saat muat dan pembebasan gas yang biasa disebut katup pembuangan gas lembam. *Valve* ini harus dibuka kalau peralatan gas lembam tidak bekerja untuk mencegah kemungkinan kebocoran gas yang disebabkan oleh tekanan yang semakin tinggi dalam tangki melalui alat-alat non return device tadi. Untuk *Valve* pengaman digunakan *Non Return Valve* dan untuk pembuang gas *valve* digunakan vakum global.

## B. Definisi Operasional

Dalam penulisan skripsi ini, terdapat istilah-istilah pelayaran yang digunakan untuk membantu dalam memberikan pengertian. Istilah-istilah tersebut adalah sebagai berikut:

### 1. Gas lembam (*inert gas*)

Adalah gas atau campuran gas, yang tidak mengandung cukup Oksigen untuk mendukung pembakaran *Hidrocarbon*, misalnya gas buang *boiler*

### 2. Kondisi lembam (*inert condition*)

Adalah kandungan Oksigen dalam seluruh atmosfer tangki telah dikurangi, dengan memasukkan gas lembam, sampai 8% atau kurang.

### 3. Peralatan gas lembam (*inert gas plant*)

Adalah semua perlengkapan yang dipasang khusus untuk menghasilkan gas lembam yang dingin, bersih dan bertekanan serta alat yang mengontrol penyaluran ke dalam sistem tangki muat.

### 4. Sistem distribusi gas lembam (*inerted gas distribution system*)

Adalah semua pemipaan, kerangan-kerangan dan pasangan-pasangan yang berhubungan dengan distribusi gas lembam dari plant ke tangki-tangki muat, pembuangan gas ke atmosfer dan perlindungan tangki dari tekanan lebih atau vakum.

### 5. Sistem gas lembam.

*Plant* (penghasil) gas lembam dengan sistem distribusi gas lembam beserta sarana-sarana untuk mencegah aliran balik yang mengandung gas muatan

ke ruangan kamar mesin, alat ukur yang tetap maupun jinjing dan alat pengontrol (*Control devices*).

6. Pelembaman (*Inerting*).

Memasukkan gas lembam ke dalam tangki muatan dengan tujuan untuk mencapai kondisi lembam seperti didefinisikan dalam “kondisi lembam”.

7. Pembebasan gas (*Gas freeing*).

Memasukkan udara segar ke dalam tangki dengan tujuan mengeluarkan gas-gas yang beracun, yang bisa terbakar dan gas lembam serta meningkatkan kadar oksigen sampai 21 persen dari volume tangki.

8. Purging.

Memasukkan gas lembam ke dalam tangki yang sudah berkondisi lembam dengan tujuan mengurangi kadar hidrokarbon yang ada sampai dibawah suatu tingkat yang mana tidak akan mengandung pembakaran jika nanti udara dimasukkan ke dalam tangki.

9. Topping up

Adalah memasukkan gas lembam ke dalam tangki yang telah dalam kondisi lembam dengan tujuan menaikkan tekanan guna mencegah masuknya udara.

### C. Kerangka pikir Penelitian

Sebagaimana prinsip dari IGS adalah untuk menurunkan dan mempertahankan kadar oksigen yang rendah dalam tangki sehingga tidak memungkinkan timbulnya ledakan dan kebakaran. Sehingga pengoperasian terhadap alat tersebut mutlak untuk dilakukan guna

menunjang keselamatan kerja, disamping pengoperasiannya hal penting yang juga perlu diperhatikan adalah pengetahuan dan keterampilan anak buah kapal dalam mengoperasikan serta kondisi peralatan dari sistem tersebut. Peralatan yang bekerja dengan baik akan menghasilkan gas lembam yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar oksigen di dalam tangki muatan.

Bagan dibawah ini mendasari kerangka pemikiran penulisan ini.

