

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

1. Pengertian Inert Gas System

Inert gas adalah suatu gas atau campuran gas dengan kadar kandungan oksigen rendah atau kurang dari 8%, sedangkan Inert Gas System adalah suatu sistem yang mengelola gas sisa pembakaran sehingga diperoleh kondisi inert (kadar oksigen kurang dari 8%).

Adapun fungsi Inert Gas System adalah mengisi dan mendistribusikan gas inert ke dalam tangki, menjaga agar kadar oksigen dalam keadaan rendah, melindungi tangki dari tekanan gas yang berlebihan dan mencegah aliran balik dari inert gas agar tidak terjadi kebakaran / ledakan pada tanki muatan. (Chruch, Austin H)

Untuk mengurangi resiko terjadinya suatu kebakaran dan ledakan di atas kapal tanker maka perlu di tiadakan adanya sumber api dan udara (atmosfer) yang dapat terbakar yang secara bersamaan, timbul di tempat yang sama, dan pada waktu yang sama, tidaklah selalu dapat di jamin tidak adanya kedua faktor ini, sehingga tindakan kewaspadaan umum di atas kapal tanker perlu di laksanakan dengan tujuan meniadakan salah satu dari padanya. Berdasarkan pernyataan tersebut maka jelaslah bahwa kebakaran baru bisa terjadi kalau memenuhi persyaratan dari segitiga api, dalam bahasa ini adalah:

- a . Source of ignition – asal dari percikan api.
- b . Fuel – dalam hal ini hydrocarbon yang memenuhi persyaratan.
- c . Oxygen yang cukup untuk menimbulkan kebakaran.



Gambar 2.1 Segitiga Api

Kalau salah satu dari tiga unsur ini tidak ada atau tidak terpenuhi persyaratan jumlah (kadarnya) maka tidak akan terjadi kebakaran. Perlu di ketahui sedikit mengenai sumber penyalaan (source of ignition) yang pada umumnya ada di atas kapal tanker, beberapa diantaranya :

- 1) Nyala api terbuka
 - (a) Merokok, pada waktu berlayar di anjurkan pada ruangan yang telah di tentukan. Nakhoda akan menetapkan di mana merokok di perbolehkan. Jangan sekali-kali merokok di luar atau pada geladak terbuka.
 - (b) Korek api gas, korek api gas untuk membakar rokok tidak di ijin di bawa ke kapal, jika korek api gas terjatuh di atas dek maka korek api itu bisa bekerja menimbulkan api.
 - (c) Korek api (geretan), hanya menggunakan korek api dari kayu dan gunanya yang berlabel safety matches. Macam-macam lain dari korek api adalah merupakan suatu ancaman di atas kapal.
- 2) Partikel-partikel yang terbang, jelaga dari funnel ketika kapal melakukan shoot blow (meniupkan jelaga keluar melalui funnel), percikan api dari pengelasan dan pemotongan bahan.
- 3) Percikan-percikan api dari sumber-sumber mekanis dan pergesekan (alat-alat perkakas tangan). Perkakas tangan yang terbuat dari logam dapat menyebabkan bunga api karena saling berbenturan satu sama lain.

- 4) Senter (flashlight), lampu-lampu senter (battery) dapat menyebabkan bunga api ke uap yang mudah terbakar. Lampu-lampu senter yang di gunakan harus lampu senter terbuat khusus (lampu senter yang aman dan diakui), lampu senter jenis ini kedap terhadap gas dan air.
- 5) Perlengkapan domestik, semua peralatan listrik termasuk lampu-lampu harus diperiksa.
- 6) Antenna radio transmitter, pemakaian pemancar radio dalam frekuensi tinggi di sekitar antenna terdapat gas hydrocarbon, karena gelombang radio dapat berubah menjadi potensi listrik.
- 7) Alluminium, jangan sekali-kali menyeret alluminium atau metal-metal yang ringan sepanjang deck/geladak karena gesekan dapat menimbulkan percikan api.
- 8) Pakaian sintetis, meskipun tidak menimbulkan elektrostatis, tetapi dalam pemakaian pada temperatur tinggi dapat meleleh/terbakar.
- 9) Petir (halilintar) yang terjadi selama hujan.
- 10) Listrik statis, prinsip-prinsip dari bahaya kebakaran dan ledakan pada waktu penanganan minyak bumi dan operasi kapal tanker dengan tidak ada kekecualian.

2. Definisi Operasional

Pengalaman telah membuktikan bahwa manusia telah bersusah payah untuk membatasi source of ignition untuk dihilangkan dari fire triangle dalam pengoperasian tanker tapi tidak pernah berhasil.

Dalam keadaan inilah peranan dari instalasi inert gas system sangat diperlukan, sesuai dengan definisinya inert gas system adalah suatu sistem dengan memasukkan gas lembam dari gas buang hasil dari pembakaran inert gas generator ke dalam tangki muatan untuk mendesak udara terutama oxygen keluar dari dalam tangki muat tersebut. (Sigit, P)

Metode memasukkan inert gas ke dalam tangki :

a. Inerting

Kadar O₂ dalam tangki dikurangi dengan jalan memasukkan gas lembam atau inert gas ke dalam tangki. Dalam pengerjaan ini harus dalam keadaan free gas dengan ijin kerja enclose space. Minimal di kerjakan dua orang.

b. Purgig

Mengurangi kadar gas hidrokarbon dalam tangki, yaitu dengan memasukkan lagi gas lembam atau inert gas untuk mendesak keluarnya gas hidrokarbon.

c. Gas Freeing

Dengan mengeluarkan campuran-campuran gas lembam dan hidrokarbon dengan memasukkan udara segar dengan ventilasi.

Cara penggantian atmosfer dalam tangki :

1) Dillution

Adalah cara mencampur atau mixing process. Yang perlu diperhatikan dalam proses ini adalah inert gas yang di masukkan dalam harus dalam kecepatan tinggi sehingga dapat mencapai dasar dari tangki untuk mendesak keluar gas hidrokarbon. Dengan cara ini akan terjadi campuran gas yang akhirnya campuran-campuran gas tersebut terdesak keluar dengan masuknya inert gas yang lebih banyak.

2) Inert gas yang di masukkan ke dalam tangki muatan

Inert gas di masukkan secara horisontal sehingga gas yang lebih berat di dalam tangki muatan akan terdesak ke dasar tangki kemudian secara teratur keluar dari pipa (purging pipe), sampai tangki muatan terisi semua dengan inert gas. Cara ini memerlukan kecepatan inert gas yang masuk dalam tangki relatif lebih rendah. Untuk itu instalasi yang dipergunakan harus harus dapat mengatur penggantian gas secara teratur pada seluruh bagian dari tangki muatan. (Streeter, Victor L., Benjamin Wylie)

1.2. Tinjauan Umum Objek Penulisan

Inert gas system adalah untuk mempertahankan kadar oxygen yang rendah dalam tanki sehingga tidak memungkinkan timbulnya kebakaran. Purging pada tanki-tanki muatan yang kosong dengan maksud menggantikan campuran hydrocarbon gas dengan inert gas agar bisa mengurangi konsentrasi atau kadar hydrocarbon dibawah garis yang disebut "Critical Dilution". Kalau sampai ada udara segar menyelip masuk kedalam tanki tersebut maka kondisi atmosfer dalam tanki akan segera masuk dalam kantong dimana campuran ini dapat terbakar atau meledak.

Pada umumnya "Inert Gas Plants" menggunakan gas buang atau "Flue Gases" dari boiler atau boiler Bantu yang khusus dipasang untuk inert gas system saja, karena kadar oxygen dalam gas buang dari boiler cukup rendah. Jadi inert gas system adalah suatu alat atau sistim dengan memasukkan gas inert atau lembab yang biasanya dari

gas buang boiler ke dalam tangki muatan untuk mendesak udara terutama oksigen keluar dari dalam tangki, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran atau ledakan dalam tangki-tangki muatan tersebut.

1. Komponen Inert Gas System

Prinsip kerja dari instalasi inert gas system adalah gas lembam yang di alirkan ke dalam tangki muatan untuk menjaga jumlah kandungan Oksigen di dalam tangki agar tetap dibawah 5 – 8 % dari volume tangki muatan. Adapun komponen-komponen dari inert gas system yaitu :

a. Boiler

Yang digunakan sebagai sumber dari Inert Gas System adalah gas buang dari boiler. Gas lembam yang di alirkan ke dalam tangki melalui pipa atau system setelah di dinginkan dan di bersihkan. Adapun alasan penggunaan gas buang dari boiler adalah :

- 1) Kadar oksigen dalam gas tersebut cukup rendah. Jika perawatan boiler baik pembakaran cukup sempurna akan di dapat kadar O_2 dan gas sekitar 3% - 4% dan dapat turun sampai 2%.
- 2) Pemakaian inert gas pada waktu kapal sedang memuat, membongkar muatan, sambil oil washing dan ballasting di mana pada waktu itu umumnya kapal berada di pelabuhan, di mana boiler di jalankan untuk pemompaan muatan.

Zat – zat yang terdapat dalam gas buang boiler adalah sebagai berikut :

- (a) N_2 – 77% by volume dan sifatnya lembam (inert) gas ini tidak mempengaruhi kondisi atmosfer dalam tangki nanti, jadi tidak perlu di khawatirkan.
- (b) CO_2 – 13% by volume sifatnya lembam (inert) dan toxic (beracun) gas ini tidak akan membantu adanya combustion (pembakaran) gas ini tidak perlu di ragukan untuk di masukkan ke dalam tangki walaupun beracun dan dapat menimbulkan karat.
- (c) H_2O – 5% by volume sifatnya lembam (inert) bisa di terima apabila kadarnya rendah.
- (d) O_2 – 4% by volume sudah jauh dibawah batas terbakar (flammable), bisa diterima.
- (e) SO_2 – 0,3% sifatnya dapat menimbulkan karat dan beracun, gas ini perlu sedapat mungkin di dikeluarkan dari gas lembam karena sifatnya yang dapat menimbulkan karat.

- (f) Nox – 0,04% by volume, sifatnya beracun bisa di abaikan karena kadarnya rendah.
- (g) CO – 0,1% by volume, sifatnya beracun bisa di abaikan karena kadarnya rendah.
- (h) Kotoran-kotoran dan abu (shoot and ash) $\pm 150 \text{ mg/m}^3$. barang-barang (zat) ini harus sedapat mungkin di keluarkan karena kehadiran zat-zat ini dapat menyumbat sistem, dan menimbulkan endapan-endapan pada instalasi gas lembam yang mempengaruhi kerja sistem ini.
- (i) Temperatur gas buang boiler 300°C terlalu tinggi, perlu di dinginkan sebelum di gunakan sebagai inert gas dalam tangki muatan.



Gambar 2.2 Boiler

b. Inert Gas Generator

Adalah komponen-komponen bantu pada Inert Gas System, bahan bakar yang digunakan adalah minyak, dari minyak berat sampai minyak ringan, sama halnya dengan cara pembakaran boiler biasa, minyak untuk bahan bakar dari tangki bahan bakar di pompa dari tangki bahan bakar dengan pompa yang di gerakkan oleh listrik oleh listrik melalui filter dan pengatur tekanan terus ke pilot burner dan main burner. Di samping itu udara yang di butuhkan untuk pembakaran di masukkan dengan kipas angin juga di jalankan oleh tenaga listrik.

Bahan bakar minyak dan udara tercampur dengan perbandingan yang sesuai dibagian atas ruang pembakaran di mana di tempat tersebut terjadi pembakaran otomatis.

Api pembakaran akan turun ke bawah dan gas yang di produksi akan mengalir ke samping terus ke atas melalui media pendingin air yang terdapat di sekeliling di dinginkan dengan cara kontak langsung dengan air ini juga akan mendinginkan dinding ruang pembakaran dan sangat membantu untuk jangan sampai banyak gas shulpur terbentuk pada waktu pembakaran, sebab itu untuk keperluan kapal-kapal tangker di mana air pendingin di pergunakan air laut, maka dinding dari ruang pembakaran (combustion chamber) dan dindingnya harus terbuat dari bahan-bahan yang tahan karat untuk melindungi dari akibat-akibat yang di sebabkan oleh air laut yang hangat di sekelilingnya.

Salah satu keuntungan utama dari Inert Gas Generator ini dengan konstruksi vertical type adalah bahwa pembangkit ini sudah dibuat dalam satu desain (satu badan) di mana gas yang di produksi bisa di dinginkan dan di bersihkan dari shulpur dan kotoran-kotoran lainnya. Inert gas yang di gunakan cukup baik dan yang di kehendaki sebagai pencegah ledakan atau kebakaran dalam tangki muatan.

c. Inert Gas Scrubber

Adalah suatu alat berupa menara tabung pada komponen inert gas system yang berfungsi untuk menyaring dan mengeluarkan kotoran-kotoran seperti jelaga, abu dan endapan-endapan dari flue gas untuk di jadikan inert gas atau gas lembam, dan juga sebagai tempat pendingin flue gas tersebut sampai 5°C di atas permukaan air laut,serta berfungsi mengeluarkan gas CO_2 dengan air laut di mana kurang 90% gas ini yang di keluarkan.



Gambar 2.3 Inert Gas Scrubbe

d. Demister Separator

Adalah komponen Inert Gas System yang berfungsi sebagai penyaring gas yang sudah di cuci dan di dinginkan di scrubber masuk ke demister di mana masih ada sisa-sisa partikel dan liquid terutama air. Dengan melalui demister 96% dari solid / partikel dan air dapat di keluarkan, sehingga gas lembam yang di masukkan ke dalam tangki- tangki muatan sudah cukup bersih dari kotoran-kotoran dan uap air.

e. Sea Water Scrubber Pump

Adalah komponen Inert Gas System yang berfungsi untuk memompa air laut yang di gunakan untuk menurunkan temperatur gas hasil pembakaran dan untuk mencegah api agar tidak keluar dari ruang pembakaran.



Gambar 2.4 Sea Water Scrubber Pump

f. Inert Gas Blower

Adalah komponen Inert Gas System untuk menghisap gas yang sudah bersih dari scrubber melalui demister kemudian di alirkan ke tangki-tangki dengan blower tersebut. Jadi blower atau fan ini berfungsi sebagai pompa pengantar gas lembam ke dalam tangki-tangki muatan dan tangki slop.



Gambar 2.5 Inert Gas Blower

g. Deck Water Seal

Adalah komponen Inert Gas System yang berfungsi untuk mencegah jangan sampai terjadi aliran balik (back flow) dari gas hydrocarbon. Dari tangki-tangki muat ke daerah kamar mesin atau daerah-daerah yang seharusnya bebas gas dimana alat inert gas terpasang. Dengan adanya mechanical non return valve di dalam deck water seal. Jadi deck water seal ini di buat sedemikian rupa sehingga gas lembam bisa mengalir dengan bebas ke tangki tapi dapat mencegah terjadinya aliran balik hydrokarbon dari tangki-tangki muatan yang mudah terbakar, jika pemakaian gas lembam dihentikan sementara.



Gambar 2.6 Deck Water Seal

h. Deck Mechanical Non Return Valve dan Isolating Valve

Adalah komponen Inert Gas System yang juga berfungsi sebagai pencegah kebocoran gas hidrokarbon karena akibat terjadi aliran balik dari tangki muatan dan juga untuk mencegah tekanan balik dari cargo (liquid) dari tangki muatan yang akan masuk dalam jalur pipa gas lembam (inert gas pipe line) kalau terjadi tangki di isi terlalu penuh (overfilled). Kedua valve tersebut di pasang di depan deck water seal. Isolating valve paling depan di muka dari non return valve, maksudnya supaya pipa utama (main pipe) dari gas lembam di atas deck di pisahkan dari non return devices. Jadi memungkinkan perawatan dari non return valve.

i. Mast Riser

Adalah komponen Inert Gas System berfungsi sebagai tempat pemasangan safety valve dan juga berfungsi sebagai pembuangan gas terutama sewaktu loading dan gas freeing yang biasa di sebut inert gas vent valve.

Valve ini harus di buka jika sistem gas lembam tidak bekerja untuk mencegah terjadinya kebocoran gas yang di sebabkan oleh tekanan yang semakin tinggi dalam

tangki melalui non return devices. Untuk safety valve di gunakan non return P/V dan untuk pembuangan gas valve atau pressure vacuum di gunakan globe valve.

j. Control System

Adalah komponen Inert Gas System yang berfungsi untuk mengontrol alat-alat inert gas dengan baik dan normal juga untuk memberikan tanda alarm kalau terjadi hal-hal yang tidak normal seperti :

- 1) Temperatur gas terlalu tinggi.
- 2) Tekanan inert gas rendah.
- 3) Tekanan air laut ke scrubber atau deck water seal terlalu rendah.
- 4) Konsentrasi O₂ dalam inert gas terlalu tinggi.
- 5) Air dalam scrubber permukaannya terlalu tinggi.
- 6) Blower atau fan bekerja kurang baik.

k. Oxygen Analyser dan Alat Pengontrol Otomatis

Adalah komponen Inert Gas System yang berfungsi untuk mengontrol kualitas dari inert gas dan mempertahankan konsentrasi oxygen (O₂) dalam gas tersebut di bawah batas yang ditentukan. Jadi normalnya oxygen analyser ini dipasang tetap (fixed) guna mengontrol dan memberikan alarm jika oxygen (O₂) bertambah di atas batas-batas yang dikehendaki.

Inert gas system di harapkan dapat di operasikan secara otomatis. Jadi harus jalan dengan system otomatis penuh kalau sedang di gunakan dan dengan peralatan keselamatan yang memadai untuk mencegah bahaya yang timbul.

2. Macam-macam inert gas

a. Inert Gas (Gas Lembam)

Inert Gas adalah berarti campuran / campuran gas, seperti gas buang yang mengandung oksigen yang cukup mendukung untuk terjadinya pembakaran hidrokarbon.

b. Inert Condition (Kondisi Lembam)

Inert Condition berarti suatu kondisi di mana kadar oksigen di sekitar tangki telah dikurangi menjadi 8% atau artinya kurang dari jumlah volume melalui penambahan gas lembam.

c. Inert Gas Plant (Penghasil Gas Lembam)

Adalah peralatan khusus yang dipasang yang berguna untuk memberi, menambah, memantau pengiriman kondisi inert ke sistem tangki kargo.

d. Inert Gas System

Adalah sistem yang mencakup antara perangkat penghasil dan distribusi untuk mencegah aliran balik yang bakal terjadi dari tangki kargo ke ruang mesin dan ke instrumen lain serta perangkat kontrol pendukung.

e. Inerting

Proses mengkondisikan gas di dalam tangki hingga kondisi lembam.

f. Gas Freeing (Bebas Gas)

Memberikan udara segar ke dalam tangki dengan tujuan membuang gas beracun, gas mudah terbakar, dan inert meningkatkan jumlah oksigen ke 21 % dari volum