

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

1. *Inert Gas Generator*

Inert gas adalah suatu gas dengan kadar kandungan oksigen rendah atau kurang dari 8%, Sedangkan *Inert Gas Generator* sendiri adalah sebuah permesinan yang dapat menghasilkan gas *inert* secara mandiri (kadar oksigen kurang dari 5%). Fungsi *Inert Gas Generator* 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 atau ledakan pada tangki muatan. Untuk mengurangi resiko terjadinya suatu kebakaran dan ledakan di atas kapal tanker maka perlu dihilangkan adanya sumber api dan udara yang dapat terbakar yang secara bersamaan, timbul di tempat yang sama, dan pada waktu yang sama dan tidak dapat selalu dijamin tidak adanya kedua faktor ini, sehingga tindakan kewaspadaan umum di atas kapal tanker perlu dilaksanakan dengan tujuan menghilangkan salah satu daripada komponen tersebut. Berdasarkan pernyataan tersebut maka jelaslah bahwa kebakaran baru bisa terjadi kalau memenuhi persyaratan dari segitiga api, yaitu: *source of ignition* (asal dari perciklan api), *fuel* (dalam hal ini *hydrocarbon* yang memenuhi persyaratan), *oxygen* yang cukup untuk menimbulkan kebakaran.



Gambar 2.1 Segitiga Api

(<http://saberindo.co.id/2017/08/03/teori-segitiga-api/>)

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

a. Nyala api terbuka

- (1) Merokok pada waktu berlayar dianjurkan pada ruangan yang telah ditentukan. Nakhoda akan menetapkan di mana merokok diperbolehkan. Jangan sekali-kali merokok di luar atau pada geladak terbuka.
- (2) Korek api gas, korek api gas untuk membakar rokok tidak diijinkan di bawa ke kapal, jika korek api gas terjatuh di atas dek maka korek api itu bisa bekerja menimbulkan api.

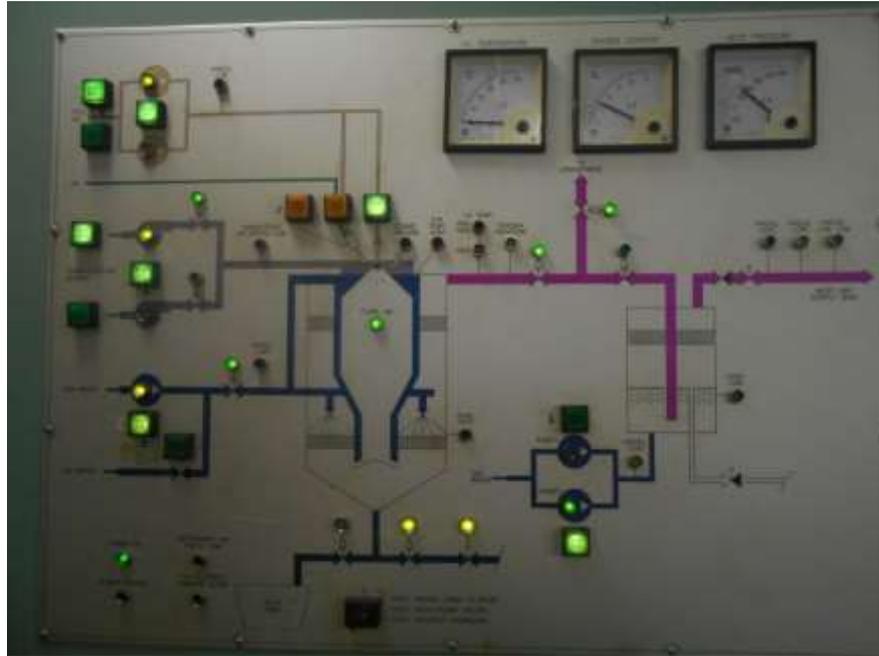
- (3) Korek api (geretan), hanya menggunakan korek api dari kayu dan gunanya yang berlabel *safety matches*. Macam-macam lain dari korek api adalah merupakan suatu ancaman di atas kapal.
- b. Partikel-partikel yang terbang, jelaga dari *funnel* ketika kapal melakukan *shoot blow* (meniupkan jelaga keluar melalui *funnel*), percikan api dari pengelasan dan pemotongan bahan.
 - c. 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.
 - d. Senter (*flashlight*), lampu-lampu senter (*battery*) dapat menyebabkan bunga api ke uap yang mudah terbakar. Lampu-lampu senter yang digunakan harus lampu senter terbuat khusus (lampu senter yang aman dan diakui), lampu senter jenis ini kedap terhadap gas dan air.
 - e. Perlengkapan domestik, semua peralatan listrik termasuk lampu-lampu harus diperiksa.
 - f. Antenna radio transmitter, pemakaian pemancar radio dalam frekuensi tinggi di sekitar antenna terdapat gas hydrocarbon, karena gelombang radio dapat berubah menjadi potensi listrik.
 - g. Alumunium, jangan sekali-kali menyeret alumunium atau metal yang ringan sepanjang *deck* atau geladak karena gesekan dapat menimbulkan percikan api.
 - h. Pakaian sintetik, meskipun tidak menimbulkan elektrostatis, tetapi dalam pemakaian pada temperatur tinggi dapat meleleh atau terbakar.
 - i. Petir (halilintar) yang terjadi selama hujan.
 - j. Listrik statis, prinsip-prinsip dari bahaya kebakaran dan ledakan pada waktu penanganan minyak bumi dan operasi kapal tanker dengan tidak ada pengecualian.

2. Prinsip Kerja *Inert Gas Generator*

Prinsip kerja dari *Inert Gas Generator* adalah melalui suatu proses pembakaran secara mandiri akan menghasilkan gas lembam, gas lembam

yang kemudian dialirkan ke dalam tangki muatan untuk menjaga kandungan oksigen di dalam tangki agar tetap dibawah 5 % dari volume tangki muatan. Adapun uraian dari instalasi *Inert Gas Generator* yaitu gas buang hasil pembakaran oleh *burner* lalu dimasukkan ke dalam tabung *scrubber*. Di dalam *scrubber* gas buang tersebut di saring dengan menggunakan air yang disemprotkan sehingga gas bersih dari jelaga-jelaga sisa pembakaran. Air yang digunakan untuk penyaringan gas tersebut disalurkan menggunakan pompa air laut. Setelah gas bersih gas tersebut dialirkan oleh *Inert Gas Blower* dengan tekanan yang telah ditentukan gas tersebut masuk ke dalam *Deck Water Seal*. Di dalam *Deck Water Seal* gas didinginkan dan dialirkan kedalam tangki-tangki muatan untuk menekan kadar oksigen, sehingga kandungan oksigen yang ada dalam tangki muatan dapat terjaga di bawah 5 – 8 % dari volume tangki muatan. Pencegahan ledakan tangki dengan *Inert Gas Generator* dicapai dengan memasukkan gas *inert* ke dalam tangki untuk menjaga agar kadar oksigen dalam keadaan rendah dan mengurangi gas *hydrocarbon* di atmosfer tangki pada proporsi yang aman Selain itu untuk mempertahankan kadar oksigen yang rendah di dalam tangki muatan, sehingga mencegah kemungkinan terjadinya kebakaran komposisi dari *Inert Gas Generator* yang dipakai adalah:

- *Capacity Set Point* 25%
- *Oxygen (O₂) Set Point* 3,5%
- *F.O Capacity Set Point* 25% (saat pertama *start*), 39 – 40% (saat sudah *running*)



Gambar 2.2 Panel *Inert Gas Generator*
(MT. SEI PAKNING)

3. Sumber *Inert Gas*

Inert gas dapat di produksi di kapal dengan memanfaatkan gas buang dari:

- a. Gas buang mesin induk.

Mesin induk pada kapal menghasilkan gas buang yang dapat dimanfaatkan sebagai *inert gas* untuk menurunkan kadar oksigen pada tanki muatan. Karena temperatur gas buang dari mesin induk tinggi jadi harus didinginkan terlebih dahulu dengan menggunakan *scrubber*.

- b. Gas buang dari *boiler*.

Gas *inert* dapat dihasilkan dari gas buang *boiler* atau ketel uap utama dan ketel bantu melalui pipa setelah didinginkan. Gas buang dari ketel banyak keunggulannya sehingga banyak dipakai sebagai sumber gas *inert*.

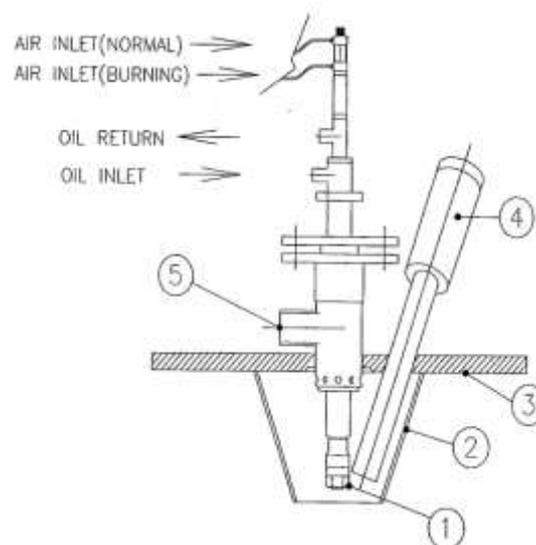
c. Menggunakan IGG (*Inert Gas Generator*).

Untuk menghasilkan gas inert dengan kualitas yang lebih baik di pakai peralatan khusus yaitu *inert gas generator*. Cara kerja hampir sama dengan ketel akan tetapi alat ini dibuat khusus untuk membuat gas *inert* maka di lengkapi dengan ruang pendingin untuk menurunkan temperatur. Keuntungan dari pemakain *inert gas generator* adalah dalam pemeliharaannya yang sederhana karena tidak perlu membongkar bagian-bagian utama

4. Komponen *Inert Gas Generator*:

Komponen-komponen berikut digunakan dalam sistem gas *inert* di tanker minyak:

- a. *Main Burner*: bergungsi untuk melakukan pembakaran, sehingga nantinya menghasilkan gas buang.



Gambar 2.3 *Main Burner*

(*Kangrim IGG Manual Book*)

- b. *Scrubber*: gas buang masuk ke dalam *scrubber* untuk di dinginkan, di bersihkan dan melembabkan gas buang.



Gambar 2.4 Scrubber
(MT. SEI PAKNING)

- d. Demister: biasanya terbuat dari *polypropylene*, digunakan untuk menyerap kelembaban dan air dari gas buang yang diolah.
- e. *Fan Blower*: berfungsi untuk menghisap gas lembam untuk disalurkan ke *deck water seal* dan masuk ke dalam tanki muatan.
- f. *Oxygen Analyzer*: berfungsi untuk mengetahui kadar oksigen dari gas lembam yang akan masuk ke tanki muatan.



Gambar 2.5 *Oxygen Analyzer*

(MT. SEI PAKNING)

- f. Katup pengatur tekanan *inert* gas: tekanan di dalam tangki bervariasi dengan kondisi atmosfer. Untuk mengontrol dan menghindari terlalu panas kipas blower, katup pengatur tekanan dipasang setelah blower yang mensirkulasi kembali kelebihan gas kembali ke *scrubber*.
- g. *Deck Water Seal*: tujuan dari *deck seal* adalah untuk menghentikan gas untuk kembali yang berasal dari blower ke tangki kargo. Demister di pasang untuk menyerap kelembaban yang dibawa oleh gas.



Gambar 2.6 *Deck Water Seal*

(<https://shipeto.blogspot.co.id>)

- h. *Mechanical non return valve*: adalah perangkat mekanik non kembali tambahan segaris dengan segel *deck*.
- i. *Mast riser*: digunakan untuk menjaga tekanan gas *inert* pada saat pemuatan kargo dan selama waktu pemuatan tetap terbuka untuk menghindari tekanan tangki kargo.
- j. *Scrubber pump*: untuk memompa air laut ke *scrubber* guna mendinginkan gas buang yang ada di dalam *scrubber*.
- k. *F.O Supply for IGG*: untuk menyuplai bahan bakar (*fuel oil*) ke dalam sistem *Inert Gas Generator*.

5. Cara Kerja *Inert Gas Generator*

- a. Bahan bakar dan udara disuplai menuju ke *main burner*, disana akan terjadi pembakaran dan menghasilkan gas buang.
- b. Untuk mengatur *oxygen content*, cukup dengan menambah dan mengurangi *f.o capacity*.
- c. Lalu gas buang tersebut akan disalurkan menuju *scrubber*.
- d. Dalam unit pembersih, gas didinginkan, dibersihkan dan dikeringkan sebelum dimasukkan ke dalam tangki.

- e. *Inert gas blower* yang digerakkan motor memasok gas yang diolah dari menara *scrubber* ke tangki dan di pasang peredam getaran karet dan di isolasi dari pipa oleh ekspansi karet.
- f. Setelah *oxygen content* berada di bawah 5%, maka katup *menuju cargo line* akan bisa dibuka.
- g. Selama katup menuju *cargo line* belum dibuka melalui panel (yang ada di *Cargo Control Room*), maka gas lembam akan otomatis menuju atmosfer.
- h. Sebelum memasuki tangki kargo, gas melewati segel yang juga berfungsi sebagai *valve non return* secara otomatis mencegah aliran balik gas eksplosif dari tangki kargo.
- i. Setelah geladak *deck*, bantuan gas *inert* dipasang untuk menyeimbangkan tekanan selang air *deck built-up* ketika sistem dimatikan. Dalam kasus kegagalan baik segel deck dan *valve non return*, katup bantuan akan menyalurkan gas yang mengalir dari tangki kargo ke atmosfer.
- j. *Oxygen analyzer* yang dipasang sebelum blower untuk menganalisa kandungan oksigen dan jika kadar oksigen lebih dari 5%, alarm akan berbunyi.