

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka.

Konsep kajian mengenai gas lembam yang dikutip dari buku, Pieter batti *Inert Gas System & Crude Oil Washing* (1983 : 15) yang menyebutkan bahwa:

Pertama-tama sistem ini digunakan pada kapal-kapal *tanker* 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 telah terjadi ledakan besar pada salah-satu kapalnya. Sistem yang mereka 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. Menyusul kemudian penggunaan sistem ini ditekankan dalam SOLAS Convention 1974 dan peraturan-peraturan serta penggunaannya disempurnakan lagi dalam Konperensi Internasional di London mengenai “*Tanker Safety and Pollution Prevention*, atau TSPP Protocol 1978”.

Untuk mengurangi resiko terjadinya suatu kebakaran dan ledakan di atas kapal *tanker* maka perlu ditiadakan adanya sumber api dan udara/atmosfer

yang dapat terbakar yang secara bersamaan timbul ditempat yang sama dan pada waktu yang sama, sehingga tindakan kewaspadaan umum di atas kapal tanker perlu dilaksanakan dengan tujuan secara lebih ketat meniadakan salah satu dari padanya. (Badan Diklat Perhubungan, 2000 : 77)

B. Definisi Operasional.

Melihat akan kenyataan pentingnya peranan sistem gas lembam pada kapal-kapal *tanker*, menjadikan sistem ini suatu sumbangan yang sangat berharga di dalam dunia pelayaran, yang mana hal ini menimbulkan rasa keingintahuan para pembacanya dan untuk mempermudah dalam mempelajarinya maka di bawah ini akan di jelaskan mengenai pengertian dari Pengaruh Kurangnya *Supply Gas Lembam (Inert Gas)* Dalam Penanganan Muatan dan istilah-istilah yang ada :

1. *Supply* (penyedia), berarti memberi pasokan gas ke dalam tangki muatan
2. *Inert gas* (gas lembam), berarti gas atau campuran gas yang tidak mendukung cukup oksigen untuk mendukung pembakaran hidrokarbon.
3. *Fire point* (titik bakar), berarti suhu terendah dimana suatu zat atau bahan bakar cukup mengeluarkan uap dan terbakar/menyala secara terus-menerus bila diberi sumber panas.
4. *Flammable*, berarti mudah menyala.
5. *Flash point* (titik nyala), berarti suhu terendah dimana suatu cairan mengeluarkan gas yang cukup untuk membentuk suatu campuran gas yang dapat terbakar sesaat jika ada sumber penyalaan. Suhu ini diukur di laboratorium memakai alat yang standart dengan mengikuti prosedur yang sudah ditentukan.

6. *Flue gas*, berarti gas sisa pembakaran yang diambil dari ketel (*boiler*) di kamar mesin.
7. Gas *freeing* (pembebasan gas) berarti memasukkan udara segar ke dalam tangki dengan tujuan mengeluarkan gas-gas beracun, serta meninggalkan kadar *oxygen* sampai 21% (dua puluh satu persen) dari volume.
8. Gas lembam, berarti gas atau campuran gas yang tidak cukup mengandung *oxygen* untuk mendukung pembakaran *hydrocarbon*
9. *Inerting*, berarti memasukkan gas lembam ke dalam tangki dengan tujuan untuk mencapai kondisi lembam seperti didefinisikan dalam “kondisi lembam”.
10. Kebakaran, berarti bahaya api yang disebabkan oleh terbentuknya proses segitiga api (bahan bakar, panas dan *oxygen*), yang menghasilkan suatu reaksi berantai antara ketiga unsur tersebut secara tepat dan seimbang.
11. Ledakan, berarti pembakaran yang terjadi dalam ruang tertutup, karena terjadi penambahan tekanan pada ruang tertutup maka mengakibatkan peledakan.
12. Listrik statis, berarti aliran listrik yang terjadi karena perpindahan elektron-elektron dari molekul-molekul yang muatannya berlainan, listrik statis ini menimbulkan bunga api yang dapat menyalakan gas yang ada disekitarnya.
13. *Plant* gas lembam, berarti semua perlengkapan yang dipasang khusus untuk menghasilkan gas lembam yang dingin, bersih dan bertekanan beserta alat yang mengontrol penyalurannya ke dalam sistem tangki muat.

14. *Purging*, berarti memasukkan gas lembam pada saat tangki dalam keadaan kosong sehingga menjadi lembam.
15. Sistem distribusi gas lembam, berarti 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.
16. Sistem gas lembam, berarti *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*).

Berdasarkan pernyataan tersebut maka jelaslah bahwa kebakaran baru bisa terjadi kalau memenuhi persyaratan dari Segi Tiga Api/*Fire Triangle*, dalam bahasan ini adalah;

1. *Source of ignition*—asal dari percikan api.
2. *fuel*-dalam hal ini *hydrocarbon* yang memenuhi persyaratan.
3. *oxygen* yang cukup untuk dapat menimbulkan kebakaran.

Apabila salah satu dari ketiga unsur ini tidak ada atau tidak memenuhi persyaratan dalam jumlah atau kadarnya maka tidak akan mengakibatkan kebakaran.

Karenanya perlu diketahui sedikit pengetahuan mengenai sumber penyalaan (*source of ignition*) yang ada pada umumnya di atas kapal *tanker*, beberapa diantaranya sebagai berikut:

1. Nyala api terbuka
 - a. Merokok, pada waktu berlayar dianjurkan pada ruangan yang telah ditentukan. Nahkoda akan menetapkan dimana merokok diperbolehkan. Jangan sekali-kali merokok diluar atau pada geladak terbuka.
 - b. 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.
 - c. Korek api (geretan), anda harus hanya menggunakan korek api dari kayu dan gunakan 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 digunakan 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. Antena radio *transmitter*; pemakaian pemancar radio dalam frekuensi tinggi (300 KHz-MHz), disekitar antenna terdapat gas *hydrocarbon*, karena gelombang radio dapat berubah menjadi potensi listrik.
7. Alumunium; jangan sekali-kali menyeret almunium atau metal-metal yang ringan sepanjang *deck*/geladak karena gesekan dapat menimbulkan percikan api.
8. Pakaian sintetik; meskipun tidak menimbulkan elektrostatis, tetapi dalam pemakaian dalam temperatur tinggi dapat meleleh/terbakar.
9. Petir/halilintar yang terjadi selama hujan.
10. Listrik statis; prinsip-prinsip dari bahaya elektrostatis menimbulkan bahaya-bahaya kebakaran dan ledakan pada waktu penanganan minyak bumi dan operasi kapal tanker dengan tidak ada kekecualian. (Badan Diklat Perhubungan, 2000:78-87)

Adapun gas buang yang digunakan harus memenuhi kualitas pembakaran yang baik yaitu harus memastikan bahwa muatan *oxygen* pada gas buang selalu kurang dari 8% (delapan persen) dari volume, tetapi mungkin juga untuk mencapai muatan *oxygen* 5% (lima persen) dari volume dengan pemasangan instalasi yang lebih banyak.

Dengan demikian dapat diketahui bahwa dengan memasukkan gas lembam pada tangki muat minyak, ledakan dan kebakaran dalam tangki muat dapat dihindari karena kadar *oxygen* dalam gas tersebut rendah dan dengan masuknya sistem gas lembam tersebut dengan sedikit tekanan akan dapat mendesak *hydrocarbon gas* dari dalam tangki sampai dibawah apa yang disebut "*Lower Flammable Limit*".

Untuk lebih jelasnya lihat diagram *Flammability "Chart"* terlampir dihalaman Lampiran I. Nyala api tidak akan terjadi kalau campuran *oxygen* dan gas *hydrocarbon (Fuel)* tidak terdapat dalam daerah "***Flammable atau Explosive***", bagian terbawah dari daerah (*range*) ini disebut *Lower Flammable limit* atau LFL. Kalau konsentrasi (kadar) gas *hydrocarbon* dibawah batas ini tidak akan dapat menimbulkan kebakaran (*Too Lean*).

Batas teratas disebut "*Upper Flammable Limit* " atau UFL. Demikian juga kalau konsentrasi gas *hydrocarbon* diatas batas ini maka juga tidak dapat menimbulkan kebakaran (*Too Rich*).

Batas bawah dari jangkauan ini disebut "*lower flammable limit*" (batas bakar bawah) adalah suatu konsentrasi *hydrocarbon* yang apabila dibawah dari konsentrasi tersebut *hydrocarbon* tidak cukup untuk mendukung pembakaran.

Sedangkan batas atas dari jangkauan yang disebut "*upper flammable limit*" (batas bakar atas) adalah sesuatu konsentrasi *hydrocarbon* yang apabila diatas dari konsentrasi tersebut udara tidak cukup untuk mendukung pembakaran *hydrocarbon*. Batas bakar berbeda untuk setiap macam gas *hydrocarbon* murni, dan untuk campuran gas yang dihasilkan dari berbagai

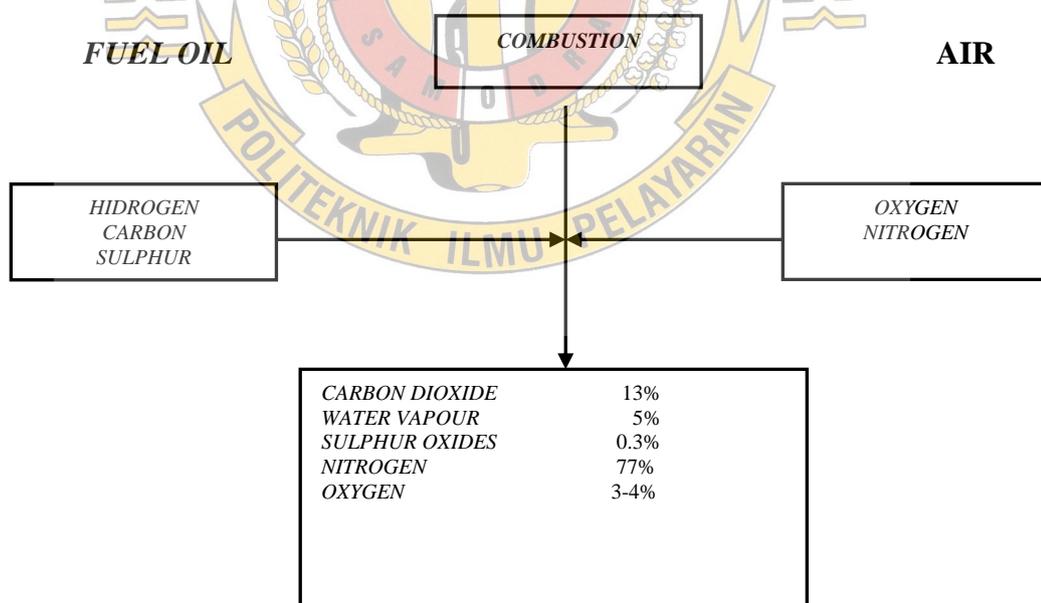
macam minyak bumi. Namun demikian didalam praktek, batas bakar bawah dan batas bakar atas dari berbagai muatan yang dibawa oleh kapal tangki untuk keperluan umum, dapat dipakai 1% (satu persen) dan 10% (sepuluh persen) *hydrocarbon* dari volume. (Badan Diklat Perhubungan, 2000:18)

Untuk lebih jelasnya kita lihat dalam “*Flammability triangle diagram*” (diagram segitiga kebakaran) terlampir di halaman Lampiran II. Campuran *hydrocarbon*/udara tanpa gas lembam terletak pada garis A-B, kemiringan menunjukkan pengurangan kandungan *oxygen* jika kandungan *hydrocarbon* meningkat. Titik-titik disebelah kiri A-B menunjukkan campuran yang kandungan *oxygen*nya dikurangi lebih lanjut oleh penambahan gas lembam. Dalam gambar jelas bahwa apabila gas lembam ditambahkan pada campuran *hydrocarbon*/udara maka jangkau bakar dengan nyala akan menyempit sampai kandungan *oxygen* mencapai batas, secara umum kira-kira 10% (sepuluh persen) dari volume, dalam hal mana campuran tidak dapat lagi terbakar.

Batas bakar atas dan bawah campuran gas *hydrocarbon* dalam udara ditentukan oleh titik C dan D. bila kandungan gas lembam bertambah, batas bakar campuran berubah. Hal ini ditunjukkan oleh garis C-E dan D-E, yang akhirnya bertemu di titik E, hanya campuran yang dinyatakan oleh titik-titik arsiran di dalam daerah lingkaran C-D-E perubahan komposisi, sehubungan dengan penambahan baik udara maupun gas lembam ditunjukkan oleh gerakan sepanjang garis lurus. Garis-garis ini diarahkan baik menuju titik A (jika udara segar dimasukkan), atau menuju pada titik pusat kandungan *oxygen* berhubungan dengan komposisi gas lembam yang dimasukkan. Garis-garis semacam ini ditunjukkan untuk campuran gas yang dinyatakan oleh titik

F. Bila campuran lembam seperti yang ditunjukkan oleh F, ditipiskan oleh udara maka komposisinya bergerak sepanjang garis F-A dengan demikian masuk kedalam daerah campuran arsipiran yang dapat terbakar. Ini berarti bahwa semua campuran gas lembam dalam daerah diatas garis G-A (critical dilution = garis percampuran kritis) akan melalui kondisi dapat terbakar jika dicampur dengan udara campuran dibawah garis G-A seperti ditunjukkan oleh titik H tidak akan dapat terbakar waktu ditambah dengan udara. (Everett C. Hunt and James Mercanti, 2000:26(3-4))

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa *inert gas system* yang digunakan adalah gas yang berasal dari proses pembakaran dalam *scrubber* yang khusus didesain untuk keperluan instalasi gas lembam, berikut ini merupakan uraian singkat mengenai proses terjadinya gas lembam:



Gambar 2.1 konsentrasi gas lembam

Selain bahaya kebakaran dan ledakan pada kapal *inert gas* (gas lebam) juga dapat berpengaruh pada bahaya kesehatan diantaranya:

1. *Oksigen Deficiency* (Kekurangan oksigen).

Terbuka dalam atmosfer dengan konsentrasi oksigen yang rendah tidak selalu menunjukkan adanya gejala-gejala nyata sebelum terjadinya ketidak sadaran diri, sementara serangan kerusakan otak dan resiko mati dapat mengikutinya dalam beberapa menit. Jika kekurangan oksigen tidak cukup menyebabkan ketidak sadaran, besar kemungkinan kesadaran menjadi apatis dan puas diri, dan meskipun gejala-gejala ini diikuti dan pembebasan dicoba, pengerahan tenaga fisik akan bertambah menjadi lemah baik kesadaran maupun tubuh. Maka dari itu perlu sekali mengadakan penukaran udara untuk memastikan bahwa tidak terdapat kantong-kantong atmosfer kekurangan oksigen yang tertinggal. Waktu pengetesan untuk memasuki ruangan diperlukan pembacaan yang mantap untuk oksigen 21% (dua puluh satu persen).

2. Peracunan oleh uap *hydrocarbon*.

Gas lembam tidak mempengaruhi peracunan dari *gas hydrocarbon* dan masalah peracunannya tidak berbeda dengan kapal-kapal tanpa sistem gas lembam.

Sehubungan dengan kemungkinan adanya kantong-kantong gas, penimbunan gas lagi, dan lain-lain, pembebasan gas harus diteruskan sampai seluruh kompartemen menunjukkan pembacaan nol dengan indikator gas kombustible yang bisa dipercaya atau setaraf dengan itu,

pembacaan 1% (satu persen) dari batas bakar bawah dengan instrumen yang mempunyai skala kepekaan yang tidak dapat memberikan pembacaan nol.

3. Peracunan oleh gas buang.

Keracunan gas-gas beracun seperti *dioksida belerang*, *monoksida karbon* dan *nitrogen* hanya dapat ditentukan dengan pengukuran. Apabila terdapat kandungan gas hidrocarbon dalam gas lembam melebihi 2% (dua persen) sebelum operasi pembebasan gas dimulai, pencampuran komponen beracun dari gas buang selama pembebasan gas lebih lanjut dapat dihubungkan dengan pembacaan indikator gas kombastebel yang sah atau yang setaraf. Jika dengan peranginan kompartemen, pembacaan 1% (satu persen) dari batas bakar bawah atau kurang lebih tercapai dalam hubungan dengan pembacaan *oksigen* 21% (dua puluh satu persen) dari volume maka jejak gas racun akan ditipiskan pada konsentrasi aman untuk dimasuki. Kalau tidak, dan terlepas dari kandungan *gas hydrocarbon* awal, peranginan hendaknya diteruskan sampai tercapai pembacaan *oksigen* dengan mantap 21% (dua persen) dari volume. (Badan Diklat Perhubungan, 2000:104-105)

Prosedur-prosedur dalam melakukam pengoperasian dari *inert gas system* antara lain:

1. Langkah Persiapan:

- a. Periksa keran isap dan tekan dari air laut yang berhubungan dengan pompa *srubber*.

b. Periksa keran isap dan tekan dari air laut yang berhubungan dengan *Deck water seal*.

c. Periksa keran isap dan tekan dari air laut yang berhubungan dengan pompa bahan bakar.

Semua Katup (*valve*) dalam posisi terbuka.

d. Periksa tabung *Analyzer* harus dalam keadaan terisi kurang lebih $\frac{3}{4}$ bagianya.

e. Kalibrasi oksigen *content* pada inert gas analiser 20,9%.

f. Jalankan secara manual pompa *Deck water seal* dan pompa *Scrubber* dengan menekan tombol *start* di *control panel Inert Gas*, yakinkan bahwa tekanan dari pompa *scrubber* 4 Kg/cm² dan pompa *Deck water seal* 3 Kg/cm².

Amati pada gelas duga yang terdapat pada *Scrubber* dan *Deck water Seal* untuk memastikan air laut dari *Scrubber pump* dan *Deck water seal pump* telah berjalan secara normal.

g. Setelah itu semua pompa dimatikan kembali.

2. Langkah Pengoperasian.

Pada langkah pengoperasian dari *inert gas system* ada 2 yaitu pengoperasian secara manual dan *automatic*. Cara Pengoperasian secara manual sebagai berikut:

a. Tekan tombol manual *start* pada *control panel Inert Gas*.

- b. Tekan tombol *start* untuk menjalankan pompa *scrubber*.
- c. Tekan tombol *start* untuk menjalankan blower.
- d. Tunggu 50 detik kemudian untuk penghembusan sisa gas keluar dari ruang pembakaran (*blow*).
- e. Tekan tombol *Glow on*
- f. Tunggu sekitar 30 detik hingga bahan bakar dan udara mencapai alat pembakaran.
- g. Tekan tombol *Inert Gas "ON"*
Tunggu sekitar 4 detik untuk memberi waktu bahan bakar mencapai induk pembakaran (*main burner*).
- h. Tekan tombol *valve open* jika lampu *flame on* telah menyala, tunggu beberapa saat kemudian.
- i. Tekan tombol *ignition on* dan *glow on* secara bersamaan.
- j. Buka katup oksigen *analyzer* mencapai angka 5 (pada tanda).
- k. Yakinkan *Inert Gas Sistem* telah berjalan secara normal kemudian beritahukan ke *Deck control* bahwa *Inert Gas* telah siap di *supply* ke tanki.
- l. Tekan tombol *system ready*.

Langkah-langkah pengoperasian secara *Auto inert gas system*:

- a. Tekan tombol *auto start*.

Secara otomatis dan berurutan akan berlangsung proses seperti pada cara pengoperasian secara manual.

- b. Tekan tombol *start* untuk menjalankan pompa *Deck water seal* secara manual.
- c. Buka katup oksigen *analyzer* mencapai angka 5 (pada tanda)
- d. Yakinkan *Inert Gas Sistem* telah berjalan secara normal kemudian beritahukan ke *Deck control* bahwa *Inert Gas* telah siap di *supply* ke tanki.
- e. Tekan tombol *system ready*.

3. Air Venting.

- a. Tekan tombol *air venting* secara *Auto*.

Secara berurutan akan menjalankan pompa *scrubber* dan *Auxiliary blower*.

- b. Jalankan *Deck water seal pump*.
- c. Kontak ke *cargo control* bahwa *air venting* siap di *supply*.
- d. Tekan *system ready*.

4. Prosedur Stop.

- a. Tutup katup oksigen *analyzer*.
- b. Tekan kembali *system ready*.
- c. Apabila *Inert Gas* dioperasikan secara manual maka langsung dapat menekan tombol *stop*.
- d. Apabila *Inert Gas* dioperasikan secara *Auto* maka dengan menekan kembali tombol *stop*
- e. Apabila *Inert Gas* dijalankan secara auto atau manual terhadap *Air venting* juga dengan menekan tombol *stop*.

C. Kerangka Pemikiran.

Dalam hal ini peneliti akan memaparkan kerangka pikir secara bagan alur dalam menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan yang telah dibuat adalah sebagai berikut:

