

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Kapal tanker

Dalam ISGOTT (*The International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals*) (2006 : 11), tanker adalah sebuah kapal yang dibangun untuk mengangkut muatan cairan minyak yang tidak terbungkus, termasuk sebuah pengangkut kombinasi (*combination carrier*) jika digunakan untuk keperluan ini.

Menurut *Tanker Operations A Hand Book for the Person –in-Charge* (G. S. Marton, 2010 : 19) dalam industri pelayaran ada beberapa katagori kapal tanker :

- a. Berdasarkan muatan yang diangkut
 - 1) *Crude-oil carriers*
Adalah kapal tanker yang digunakan untuk angkutan minyak mentah.
 - 2) *Product carriers*
Adalah kapal tanker yang digunakan untuk mengangkut *gasoline, jet diesel, residual fuel oils, vacuum gas oils, asphalt*, dan muatan-muatan sejenisnya.
 - 3) *Parcel carriers*
Adalah kapal tanker yang digunakan untuk mengangkut muatan kimia (*chemical/speciality cargoes*) dan muatan-muatan sejenisnya.
- b. Berdasarkan ukurannya
 - 1) *Handy/Coastal/Parcel/Barge*
Adalah kapal yang mempunyai bobot mati antara 5.000-35.000 Ton. Umumnya digunakan untuk mengangkut minyak jadi (*product/parcel*).
 - 2) *Medium*
Adalah kapal tanker yang mempunyai bobot mati antara 35.000-160.000 Ton. Umumnya digunakan untuk mengangkut muatan *product* dan *crude oil*.
 - 3) *VLCCs (very-large crude carrier)*
Adalah kapal tanker yang mempunyai bobot mati antara 160.000-300.000 Ton. Umumnya digunakan untuk mengangkut *crude oil* saja.
 - 4) *ULCCs (ultra-large crude carrier)*

Adalah kapal tanker yang mempunyai bobot mati lebih dari atau sama dengan 300.000 ton. Umumnya digunakan untuk mengangkut *crude oil* saja.

2. Kapal *chemical tanker*

IBC Code (2007 : 6), kapal *chemical tanker* adalah sebuah kapal yang dikonstruksikan untuk mengangkut muatan kimia atau zat-zat cair berbahaya dalam bentuk curah.

Konstruksi dan desain kapal *chemical tanker* diatur dalam IBC Code (*International Bulk Chemical Code*) dan *Marine Pollution* (MARPOL), kedua ketentuan tersebut dikeluarkan oleh *International Maritime Organisation* (IMO). Dalam peraturan No. 13 MARPOL 1973/78, kapal-kapal *chemical tanker* yang dibangun sebelum 01 Juli 1986 harus memenuhi persyaratan dan peraturan untuk konstruksi dan peralatan kapal-kapal yang mengangkut bahan-bahan kimia dalam bentuk curah, yaitu *Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemical in Bulk (BHC Code)*, sedangkan dalam *The International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) chapter VII*, bahwa kapal-kapal yang dibangun pada atau sesudah 01 Juli 1986 harus memenuhi persyaratan dan peraturan untuk konstruksi dan peralatan kapal-kapal yang mengangkut bahan-bahan kimia dalam bentuk curah yaitu *International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemical in Bulk (IBC Code)*. Berdasarkan IBC Code (2007 : 13), kapal *chemical tanker* dibagi kedalam tiga tipe :

a. *Chemical tanker type I*

Kapal tanker kimia untuk mengangkut muatan kimia yang mempunyai resiko sangat tinggi dalam membahayakan keselamatan jiwa dan lingkungan, sehingga memerlukan perlindungan maksimal untuk mencegah keluarnya muatan tersebut. Kapal tipe ini harus mampu mendukung keselamatan dimana saja dan memenuhi persyaratan kemampuannya.

b. *Chemical tanker type II*

Kapal tanker kimia yang digunakan untuk mengangkut muatan kimia yang mempunyai resiko tinggi dalam membahayakan keselamatan jiwa dan lingkungan dan memerlukan pencegahan yang khusus dan tertentu untuk menanggulangi resiko yang dapat ditimbulkannya. Kapal tipe ini dengan panjang 50 meter harus mampu menopang kerusakan dimana saja dan memenuhi persyaratan kemampuannya, sedangkan dengan panjang mencapai 150 meter harus mampu menopang kerusakan dimana saja kecuali dengan cara pembatasan dinding pemisah kapal di ruang mesin, yang bertempat di bagian belakang kapal dan memenuhi persyaratan kemampuannya.

c. *Chemical tanker type III*

Kapal tanker kimia yang digunakan untuk mengangkut muatan kimia yang mempunyai resiko cukup membahayakan keselamatan jiwa dan lingkungan yang memerlukan penanganan sedang dalam menanggulangi resiko yang dapat ditimbulkan.

3. Pembersihan tangki muatan (*tank cleaning*)

Menurut D. R. Verway dalam *Tank Cleaning Guide* (2015:3) *tank cleaning* adalah pembersihan tangki yang dilaksanakan di kapal tanker yang berfungsi untuk mengurangi tangki dari residu-residu muatan yang masih terdapat dalam tangki setelah kapal melakukan proses pembongkaran. Adapun beberapa alasan pembersihan tangki harus dilakukan yaitu untuk inspeksi tangki dalam hal perawatan dan perbaikan, maka penting bahwa atmosfer di dalam tangki harus mempunyai kandungan *oxygen* antara 20 dan 21% agar awak kapal aman untuk memasuki tangki. Tujuan yang lain adalah untuk menghilangkan residu yang masih terdapat di dalam tangki yang berasal dari muatan

yang telah dibongkar, semua residu harus dihilangkan dari dalam tangki hingga tangki benar-benar dalam keadaan bersih hal ini dimaksudkan untuk mencegah regenerasi uap (*vapour*) atau pembakaran pada residu saat *welding* (pengelasan) dalam rangka perawatan dan perbaikan.

Pembersihan residu di dalam tangki juga penting untuk mencegah reaksi dan kontaminasi antara muatan yang telah dibongkar dengan muatan yang akan dimuat. Pada kapal tanker kimia *tank cleaning* dilakukan setelah selesai pembongkaran, untuk persiapan pemuatan. Banyak dari muatan-muatan kimia sangat berbahaya dan mudah bereaksi, sehingga memerlukan perhatian khusus dalam penanganannya untuk menjaga kualitasnya, mengingat sifat-sifat muatan yang mudah rusak jika terkontaminasi, sehingga mengalami penurunan kualitas dan tidak dapat digunakan sebagaimana mestinya. Muatan kimia mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, sehingga dalam prosedur pembersihan tangki juga berbeda-beda, tergantung daripada muatan yang telah dibongkar dan muatan yang akan dimuat dalam pemuatan selanjutnya.

4. Prosedur pembersihan tangki muatan di kapal *chemical tanker*
 - a. Persiapan pembersihan tangki (*tank cleaning prepare*)

Setelah kapal melakukan pembongkaran sampai selesai dan telah dikeluarkan *dry and empty certificate* oleh *cargo surveyor*, maka tindakan selanjutnya adalah pelaksanaan pembersihan tangki dari muatan yang telah dibongkar, untuk persiapan pemuatan selanjutnya. Sebelum pembersihan tangki dilakukan harus diketahui terlebih dahulu

muatan yang akan dimuat selanjutnya, sehingga kita dapat mempersiapkan peralatan dan bahan-bahan yang harus disediakan dan akan digunakan dalam proses pembersihan tangki.

Langkah-langkah serta bahan-bahan yang perlu dilaksanakan dan dipersiapkan pada pembersihan tangki :

1) Alat-alat

- a). Selang yang menghubungkan *butterworth* dengan *tank cleaning line*.
- b). *Wilden pump* (pompa *portable* kecil) yang bekerja dengan tenaga angin.
- c). *Personal safety* untuk bekerja di kapal.
- d). *Breathing apparatus* (alat bantu pernafasan).
- e). Selang untuk menghubungkan *manifold* dengan tangki untuk pelaksanaan *steam* curah.
- f). *Tools* untuk pemasangan peralatan pembersihan tangki.
- g). Ember, tali, gayung, dan *cotton rag* (majun).
- h). Satu set alat pelaksanaan *wall wash* atau *spray destilated water* meliputi *chemical suit*, *breathing apparatus*, dan alat penyemprot (*spray*).
- i). Peralatan SOPEP dan pertolongan pertama diketahui dimana ditempatkan dan siap pakai.
- j). *Oxygen analyser*, *combustible gas detector*, *toxic meter* (*dreger tube*).

2) Bahan-bahan

- a). Methanol murni
- b). *Destilated water* (air murni)
- c). *Detergent, solvent, emulation* jika sebelumnya merupakan muatan berat.

3) Langkah-langkah

- a). Atas perintah *chief officer*, bosun menyiapkan semua peralatan yang akan digunakan dalam proses *tank cleaning* termasuk alat pemadam kebakaran dipastikan dalam kondisi siap pakai.
- b). Seorang perwira memeriksa kesiapan alat-alat yang telah disiapkan.
- c). Seorang perwira *stand by* di *cargo control room* untuk memonitor bekerjanya pompa-pompa.
- d). *Chief officer* memberi perintah ke kamar mesin (*engine room*) untuk mempersiapkan *tank cleaning pump, ballast pump, steam, cargo pump*.
- e). Melakukan *line up* untuk proses *tank cleaning*.
- f). Peralatan SOPEP (*Shipboard Oil Pollution Emergency Plan*) selalu berada dalam keadaan siap digunakan selama proses *tank cleaning* berlangsung. Peralatan-peralatan tersebut diketahui letak keberadaannya.

b. Pelaksanaan pembersihan tangki (*tank cleaning*)

Menurut D. R. Verway (2015 : 3) langkah *tank cleaning* secara umum adalah sebagai berikut :

1) *Precleaning* (pencucian awal)

Merupakan kegiatan penyemprotan tangki muat dengan *butterworth* setelah tangki kapal dinyatakan kering oleh *surveyor*. Alasan dilakukan *precleaning* (pencucian awal) adalah residu atau minyak dari muatan sebelumnya akan mudah dibersihkan, air yang digunakan dalam proses ini boleh menggunakan air laut atau air tawar, dingin atau panas, tetapi suhu minimal air adalah 20° C. lamanya proses ini tergantung dari jenis muatan yang dibersihkan.

2) *Cleaning* (pembersihan)

Proses pembersihan ini adalah proses pembersihan tangki (*butterworth*) dengan tambahan *cleaning product solution* (*detergent, teepol*, dan lain-lain). Dalam kasus tertentu jumlah detergen yang digunakan 1-3% volume air laut yang digunakan, namun dalam kasus biasa 0,1% sudah cukup. Proses ini harus dilakukan beberapa jam dan lamanya tergantung jenis muatan yang sedang dibersihkan.

3) *Rinsing* (pencucian)

Proses ini dilakukan setelah pembersihan air laut dan *detergent*, pembilasan dapat dilakukan dengan air laut yang dingin atau panas. Proses ini dapat dilakukan selama dua jam atau samapai tangki dinyatakan bersih dari bekas muatan yang sedang dibersihkan, dari residu atau sifat muatan yang sedang dibersihkan.

4) *Flushing* (pembilasan)

Pembilasan tangki dengan air tawar, kegiatan ini dilakukan sampai seluruh bagian tangki telah dibilas dengan air tawar.

5) *Steaming* (pemanasan)

Kegiatan ini dilakukan untuk mengilangkan kadar *hydrocarbon* dan *chloride* dalam tangki. Pada saat proses ini tangki harus dalam keadaan tertutup tetapi tidak tertutup rapat, dan air dari hasil proses ini dipompa dengan *cargo pump* (pompa muatan) atau *portable pump*.

6) *Draining* (pengurasan)

Kegiatan ini mengeringkan sisa-sisa air yang ada dalam tangki, *cargo line* (pipa muatan) dan pompa, semua *plug* dilepas dan dikeringkan dari air.

7) *Drying and mopping* (pengeringan dan pengepelan)

Setelah pengeringan tangki dilakukan dari sisa-sisa air, sebelum memasuki tangki, harus dipastikan bahwa tangki telah mengalami pembebasan gas dan dilakukan pengukuran gas di dalam tangki, kadar *oxigen* harus diantara 20-21% dan terbebas dari gas-gas beracun, setelah *chief officer* menyatakan aman untuk dimasuki, selanjutnya proses memasuki tangki untuk mengeringkan bagian-bagian di dalam tangki yang belum kering dengan cara diusap dengan majun (*cotton rag*) pada bagian yang masih terdapat air.

Semua kegiatan pembersihan tangki di atas adalah prosedur pembersihan tangki secara umum. Untuk kegiatan pembersihan *fine chemical* dan diperuntukan untuk persiapan pemuatan muatan sensitif harus dilakukan *wallwash test*, yaitu suatu proses setelah *draining* dan sebelum *drying* dan *mooping*, dilakukan penyemprotan air murni (*spray destilated water*) ke seluruh bagian tangki guna menghilangkan kadar *hydrocarbon* dan *chloride* di dalam tangki. Dengan cara ini muatan yang sensitif dan mudah rusak karena residu muatan sebelumnya tidak akan terkontaminasi oleh *hydrocarbon* dan *chloride*.

Wallwash test meliputi :

a). *Chloride test*

Cargo surveyor memasuki tangki dan mengambil *sample* dengan cara membasahi dinding tangki dengan *methanol* murni, kemudian ditampung di suatu botol, *sample* ini akan dianalisa di laboratorium. Hasil analisa *sample* menyatakan jika *sample* lebih keruh daripada *standard chloride solution* mengindikasikan kadar *chloride* di dalam tangki masih tinggi atau lebih dari 5 ppm, maka tangki akan dinyatakan *failed* sehingga tangki tidak layak untuk dimuati. Jika *sample* jernihnya sama dengan *standard chloride solution*, maka tangki dinyatakan *passed* dan layak untuk dimuati.

b). *Hydrocarbon test*

Untuk memastikan bahwa kadar *hydeocarbon* di dalam tangki, *surveyor* mengambil *sample* di dalam tangki dengan cara yang

sama, yaitu dengan cara membasahi bagian tangki dengan *methanol* murni kemudian ditampung di dalam botol *sample*, tangki akan dinyatakan bebas dari *hydrocarbon* jika analisa *sample* menunjukkan kejernihan, jika *sample* menjadi keruh mengindikasikan bahwa kadar *hydrocarbon* di dalam tangki masih tinggi, dan tangki akan dinyatakan *failed* (gagal) oleh *surveyor*.

c). *Permanganate test*

Analisa *sample* dilakukan dengan cara dicampur dengan *potasium permanganate*, kemudian didinginkan sampai temperatur 15° C, dalam waktu tertentu *sample* akan mengalami perubahan warna, jika perubahan warna terjadi lebih dari 50 menit, maka hasil *wallwash test* dapat dikatakan baik (*passed*), dan jika perubahan terjadi dalam waktu kurang dari 50 menit maka hasil *wallwash test* dinyatakan *failed* (gagal).

5. Muatan-muatan kimia

Muatan-muatan kimia yang diangkut dapat menimbulkan bahaya bagi kapal, awak kapal, dan lingkungannya, sehingga dalam penanganan harus sesuai dengan prosedur yang tepat, untuk menanggulangi resiko yang dapat ditimbulkannya, diperlukan analisa dari kandungan yang dimiliki muatan kimia tersebut antara lain :

a. *Density* (berat jenis)

Muatan yang diangkut memiliki *density* (berat jenis) berkisar 0,66-2,17 kg/dm³ dan yang memiliki *density* tinggi adalah jenis *acid*.

b. *Corrosion* (Perkaratan)

Muatan yang dapat menyebabkan perkaratan jika bereaksi, produk ini meliputi *acid* (asam), untuk kapal yang mengangkut muatan ini diperlukan lapisan tangki berupa *stainless steel*.

c. Reaksi terhadap air dan udara

Muatan yang dapat menurun kualitasnya jika terkontaminasi dengan air misalnya *acid*, *toluene*, *methanol*, oli dan *alcohol*. *Acid* dan *toluene* menyebabkan bahaya karena pengeluaran uapnya dan panas yang tinggi. Contoh muatan yang dapat bereaksi dengan udara adalah *hexane-1*, dan *monoethylene glycol* (MEG), untuk menghindari hal tersebut, sebelum pemuatan harus dilakukan *purging* dan *blanketing* dengan gas N_2 setelah selesai pemuatan.

d. Bereaksi dengan muatan itu sendiri (polimerisasi)

Banyak jenis muatan kimia potensial untuk terjadi polimerisasi, sebagai contoh adalah *styrene monomer*, dimana untuk menghindari proses polimerisasi diberikan suatu zat yang dicampurkan sebagai penghenti reaksi yang disebut *inhibitor*.

e. Racun tinggi dan iritasi uap cairan

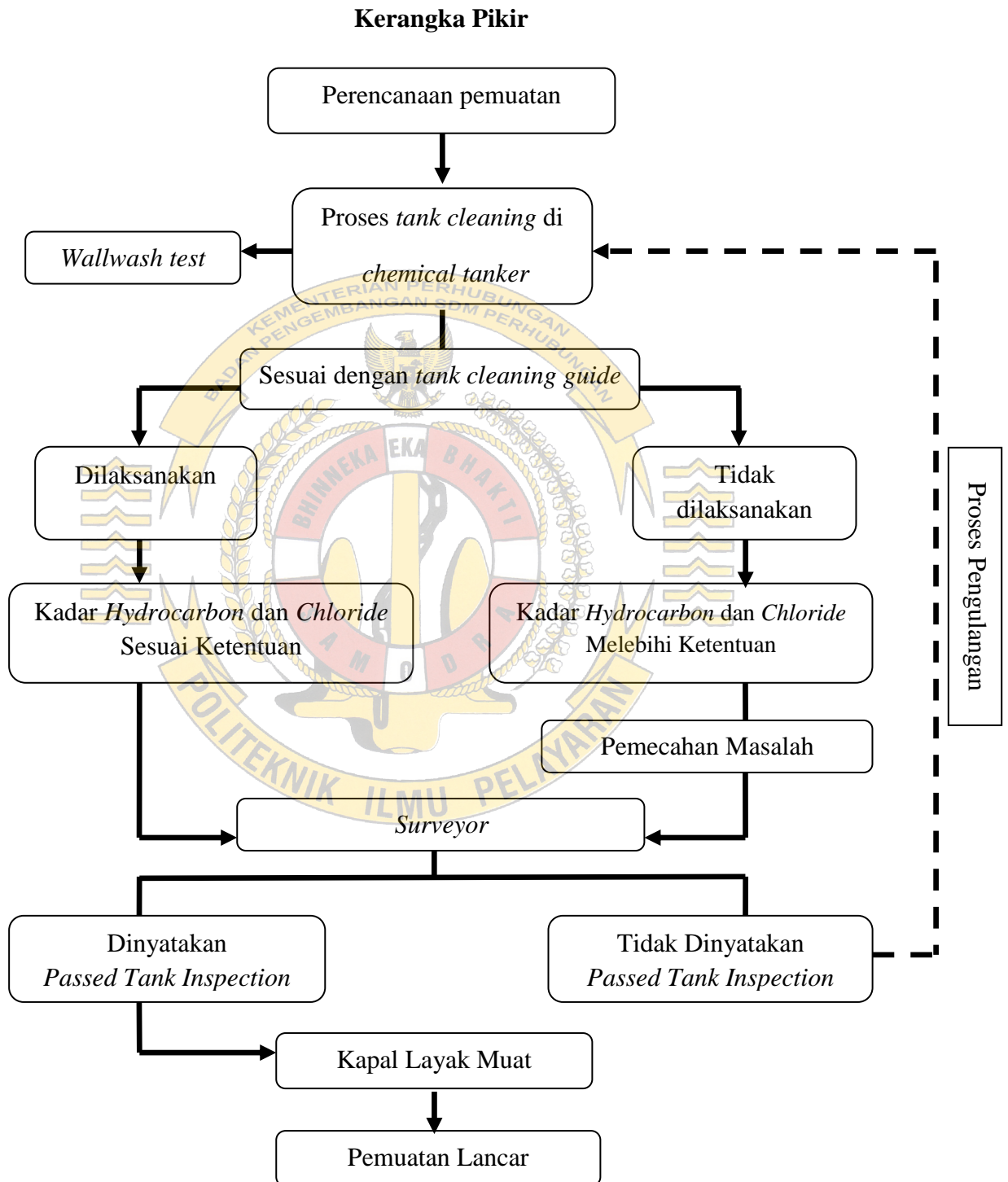
Contoh muatan-muatan yang mempunyai kadar racun tinggi adalah *aniline*, *phenol* dan *toluene*. Penghirupan terhadap uapnya dapat menyebabkan alergi dalam jangka panjang, jika uap suatu muatan kimia terhirup dengan konsentrasi yang tinggi, besar kemungkinan terkena efek akut dalam waktu yang singkat, yaitu

ditandai dengan gejala-gejala sakit kepala, mual-mual, sesak nafas, bahkan pingsan. Personel kemungkinan terkena efek ini saat melakukan pengecekan, pengambilan *sample*, pengukuran muatan, dan pada saat pembersihan tangki dilakukan karena dibukanya bukaan-bukaan tangki (*manhole*), dan apabila cairan tersebut mengenai anggota badan akan menyebabkan iritasi pada bagian yang terkena.

B. Kerangka Pikir

Penanganan muatan di kapal *chemical tanker* harus benar benar terencana dan tepat, karena muatan kimia sangat sensitif dan mudah bereaksi dengan muatan yang lain serta dapat menimbulkan bahaya dan kerusakan pada muatan itu sendiri. Dalam mencegah kegagalan, proses *tank cleaning* harus dilakukan dan disesuaikan dengan prosedur yang benar sesuai dengan *tank cleaning guide*. Dalam persiapan memuat (*loading*) muatan yang sangat sensitif maka perlu meyakinkan bahwa pelaksanaan pembersihan tangki (*tank cleaning*) telah dilaksanakan dengan baik dan sesuai prosedur yang ada serta kondisi tangki muatan benar-benar bersih dan layak muat. Setelah pembersihan tangki dilaksanakan, *chief officer* melakukan *wallwash test* (tes dinding tangki) sebelum *surveyor* melakukan *survey* pada tangki muatan, sehingga kadar *hydrocarbon* dan *chloride* dalam tangki sesuai dengan ketentuan. Untuk dapat memuat muatan berikutnya, tangki harus sudah dinyatakan *passed tank inspection* (tangki lolos) oleh *surveyor*. Penanganan *tank cleaning* yang terencana dan sesuai prosedur merupakan bagian penting

dan sangat menentukan pengoperasian kapal *chemical tanker* untuk dapat layak muat sehingga proses pemuatan berjalan lancar.



Gambar 2.1 Kerangka Pikir

C. Definisi Operasional

1. *Vapour* : Zat atau gas yang dihasilkan oleh setiap cairan kimia, gas ini secara otomatis terbentuk dan menyertai cairan kimia.
2. *Ullage* : jarak tegak antara permukaan cairan di dalam tangki dengan tepi atas tangki (langit-langit).
3. *Cargo pump* : Suatu pesawat pemindah, yaitu untuk memindah muatan (zat cair) dari tangki muatan menuju ke darat, atau dari tangki ke tangki.
4. *Butterworth* : Suatu alat khusus yang digunakan untuk pencucian tangki menggunakan air panas atau air dingin, cara penggunaannya adalah dimasukan ke dalam tangki dan bila mendapat tekanan air akan berputar dan menyembrotkan air ke seluruh bagian tangki.
5. *Reducer* : Pipa pendek yang berfungsi sebagai penghubung dua pipa yang berbeda diameternya.
6. *P/V Valve* : Pipa-pipa tegak di atas *main deck* yang berfungsi mengatur tekanan udara/gas di dalam tangki muatan.
7. *Manhole* : Lubang pada tiap-tiap tangki muatan yang digunakan awak kapal untuk keluar masuk tangki.

8. *SOPEP* : *Ship-Board Oil Pollution Emergency Plan* yang merupakan rencana penanggulangan pencemaran laut oleh minyak. Peralatan *SOPEP* disediakan di *IMO locker*.
9. Polimerisasi : Kemampuan atau sifat muatan kimia untuk bereaksi sendiri dengan media apapun, sehingga perlu diberikan zat penghambat.
10. *Inhibitor* : Zat yang berfungsi sebagai penghenti sifat polimerisasi pada muatan kimia saat diangkut di atas kapal.
11. *Surveyor* : Seseorang yang mempunyai wewenang untuk melakukan pemeriksaan (dalam hal ini terhadap muatan) dan memutuskan *passed tank inspection*.
12. *Chief officer* : Seorang perwira *deck* yang tingkatannya langsung di bawah nahkoda dan memiliki tanggung jawab terhadap muatan di atas kapal.
13. *Manifold* : Lubang pipa muatan yang berhubungan dengan tangki muatan, dan menghubungkan dengan fasilitas darat saat proses bongkar muat.
14. *Valve* : Katup yang lazim terdapat di dekat ujung cabang pipa yang terletak pada setiap tangki.

15. *Chemical suit* : Perlengkapan untuk perlindungan tubuh terhadap muatan kimia.
16. Kontaminasi : Tercampurnya muatan kimia dengan sisa muatan yang sebelumnya atau muatan kimia yang lain dan berbeda jenis sehingga menyebabkan kerusakan, penurunan kualitas, dan perubahan sifat muatan kimia.
17. *Breathing apparatus* : Alat bantu pernafasan yang dilengkapi masker dan tabung udara berisi oksigen yang digunakan untuk memasuki ruangan tertutup dan terdapat gas beracun di dalamnya.
18. *Static electric* : Listrik yang dihasilkan karena adanya gesekan atau kontak antara dua material yang tidak sama.
19. *Wallwash test* : Proses penyemprotan air murni ke seluruh bagian tangki guna menghilangkan kadar *hydrocarbon* dan *chloride* dalam tangki.
20. *Permanganate test* : Analisa *sample* dengan menggunakan *potasium permanganate* yang didinginkan hingga temperatur 15° C.
21. *Chloride test* : Tes dinding tangki dengan menggunakan *methanol* murni, jika *sample* lebih keruh mengindikasikan kadar *chloride* masih tinggi.

22. *Hydrocarbon test* : Analisa sample dengan menggunakan methanol murni, jika sample menjadi keruh mengindikasikan bahwa kadar hydrocarbon dalam tangki masih tinggi.

23. *Sample* : Contoh satu bagian dari keseluruhan yang dipilih dan representatif sifatnya.

24. *Part per million (PPM)* : Satuan konsentrasi yang membandingkan antara berapa bagian senyawa dalam satu juta bagian suatu sistem tersebut. :

