BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Tinjauan Teori

Untuk mendukung pemahaman mengenai upaya mengurangi kadar klorida dan hidrokarbon pada tangki di MT. Celosia , maka Penulis akan menambahkan teori penunjang dan definisi berbagai istiah agar mempermudah pemahaman dalam penulisan skripsi ini.

a. Klorida

Klorida adalah ion yang terbentuk sewaktu unsur klor mendapatkan satu elektron untuk membentuk suatu anion Cl^-. Garam dari asam klorida HCl mengandung ion klorida; contohnya adalah garam meja, yang adalah natrium klorida dengan formula kimia NaCl.

Rumus: Cl-

Titik didih: 110 °C (383 K), larutan 20,2%; 48 °C (321 K), larutan 38%

Titik lebur: −27,32 °C (247 K); larutan 38%

Titik nyala: Tak ternyalakan

Rumus molekul: HCl dalam air (H_2O)

Viskositas: 1,9 mPa·s pada 25 °C, larutan 31,5%

b. Hidrokarbon

Hidrokarbon adalah golongan senyawa karbon yang paling sederhana. Hidrokarbon hanya terdiri dari unsur karbon (C) dan hydrogen (H). walaupun hanya terdiri dari dua jenis unsur, hidrokarbon merupakana suatu kelompok senyawa yang besar. Klasifikasi hidrokarbon yang dikelompokkan oleh tatanama organik adalah:

a) Hidrokarbon jenuh/tersaturasi (alkana) adalah hidrokarbon yang paling sederhana. Hidrokarbon ini seluruhnya terdiri dari ikatan tunggal dan terikat dengan hidrogen. Rumus umum untuk hidrokarbon tersaturasi adalah C_nH_{2n+2}.[1] Hidrokarbon jenuh merupakan komposisi utama pada bahan bakar fosil dan ditemukan dalam bentuk rantai lurus maupun bercabang. Hidrokarbon dengan rumus molekul sama tetapi rumus strukturnya berbeda dinamakan isomer struktur. Model tiruan dari molekul metana, CH_4. Metana merupakan salah satu contoh hidrokarbon yang masuk dalam kategori alkana, hanya mempunyai 1 jenis ikatansaja.

b) Hidrokarbon tak jenuh/tak tersaturasi adalah hidrokarbon yang memiliki satu atau lebih ikatan rangkap, baik rangkap dua maupun rangkap tiga. Hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap dua disebut dengan alkena, dengan rumus umum C_nH_{2n}.[3]Hidrokarbon

yang mempunyai ikatan rangkap tiga disebut alkuna, dengan rumus umum C_nH_{2n-2}.[4]

c) Sikloalkana adalah hidrokarbon yang mengandung satu atau lebih cincin karbon. Rumus umum untuk hidrokarbon jenuh dengan 1 cincin adalah C_nH_{2n}.[2]

d) Hidrokarbon aromatik, juga dikenal dengan arena, adalah hidrokarbon yang paling tidak mempunyai satu cincin aromatik.

c. Pembersihan Tangki Muatan *(tank cleaning)*

Dalam *Chemicals in Ship*, *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 atmosfir 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 dimaksutkan 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 muatan berikutnya.

Banyak dari 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 atau rusak dan tidak dapat dipakai sebagaimana mestinya. Muatan kimia mempunyai karakteristik yang berbeda sehingga dalam prosedur pembersihan tangki juga berbeda, tergantung daripada muatan yang telah dibongkar dan muatan yang akan dimuat dalam pemuatan selanjutnya

Tank cleaning di *chemical tanker* dilakukan setelah selesai membongkar muatan dan dilakukan saat berlayar di laut. *Tank cleaning* dilakukan untuk menghilangkan residu di dalam tangki untuk menjadikan tangki dalam keadaan kering, bersih, dan siap untuk dimuati. Prosedur pembersihan tangki di kapal *chemical tanker* sebagai berikut :

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 yang harus disediakan dan akan digunakan dalam proses pembersihan tangki.

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

1) Alat
   a) Selang yang menghubungkan *butterworth* dengan *tank cleaning line.*
   b) *Wilden pump* (pompa *portable* kecil) yang bekerja dengan tenaga angin.
   c) *Personil 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 meliputi methanol murni, *destilated water* (air murni), *detergent, solvent, emulation* jika sebelumnya merupakan muatan berat.

3) 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 selalu berada dalam keadaan siap digunakan selama proses *tank cleaning* berlangsung peralatan tersebut diketahui letak keberadaannya.

B. Pelaksanaan pembersihan tangki (*tank cleaning*)

Proses *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 20º C. lamanya proses ini tergantung dari jenis muatan yang dibersihkan.

2) *Cleaning* (pembersihan)

Proses pembersihan ini adalah proses pembersihan tangki (*butterworthing*) 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)

Adalah 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 klorida dan hidrokarbon 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).

6) *Draining* (pengeringan)

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

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

Setelah pengeringan tangki dilakukan dari sisa air, sebelum memasuki tangki, harus dipastikan bahwa tangki telah mengalami pembebasan gas dan dilakukan pengukuran gas di dalam tangki, kadar oksigen harus diantara 20-21% dan terbebas dari gas beracun, setelah *chief officer* menyatakan

aman untuk dimasuki, selanjutnya proses memasuki tangki untuk mengeringkan 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*, yaitu suatu proses setelah *draining* dan sebelum *drying and mooping*, dilakukan penyemprotan air murni (*spray destilated water)* ke seluruh bagian tangki guna menghilangkan kadar klorida dan hidrokarbon di dalam tangki. Dengan cara ini muatan yang sensitif dan mudah rusak karena residu muatan sebelumnya tidak akan terkontaminasi oleh klorida dan hidrokarbon. *Wallwash test* meliputi :

1). Klorida tes

Cargo surveyor memasuki tangki dan menggambil *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 dinyatan *passed* dan layak untuk dimuati.

2). Hidrokarbon tes

Untuk memastikan bahwa kadar hidrokarbon 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 hidrokarbon jika analisa *sample* menunjukkan kejernihan, jika *sample* menjadi keruh mengindikasikan bahwa kadar hidrokarbon di dalam tangki masih tinggi, dan tangki akan dinyatakan *failed* (gagal) oleh *surveyor.*

2. Tinjauan Penelitian

Telah dilakukanya penelitian yang sama seperti masalah yang Penulis angkat, ini dapat dilihat dari terbitan jurnal yang membahas tentang upaya mengurangi kadar klorida dan hidrokarbon pada tangki di MT. Celosia.

Feldung Damkjoer (2016), tengki adalah alat yang paling sering digunakan dalam bidang industri makana dan obat yang berguna untuk mencampur, menyimpan dan memfermentasi. Pembersihan bagian dalam tangki biasa dilakukan dengan teknologi Clean In Place (CIP). Sebuah alat *cleaning* seperti bola semprot atau kepala jet berputar yang menembakan air bertekanan tinggi ke dinding tangki.

Emily M. Darchuk (2015), standar penggunaan tangki pada *tanker* (dibersihkan sekali dalam 24 jam) ditujukan untuk peralatan pembersihan tangki (pembilasan dalam air setiap setelah pemuatan dan pembersihan dengan air yang di campur dengan *sanitizer* setelah 12 jam) pembersihan tangki dengan frekuensi yang sering akan mengurangi adanya efek yang tidak di inginkan dalam tangki.

I.M. Banat (1991), masalah dari pembersihan kotoran dan sisa minyak di dalam tangki *storage* dan *holding* adalah masalah yang biasa terjadi dalam produksi minyak mentah. Sisa minyak dan kotoran berkumpul didalam tangki di karenakan tidak adanya pompa tambahan. Tangki harus dibersihkan secara rutin dan sesuai dengan prosedur. Prosedurnya sangat berbahaya, membutuhkan cukup waktu dan membutuhkan biaya yang mahal.

Emre Akyuz (2015), muatan tesebut membutuhkan perhatian yang lebih karena mengandung kandungan yang sangat berbahaya yang bersifat beracun, mudah terbakar dan merusak. Muatan tersebut juga sangat berbahaya untuk kehidupan manusia dan lingkunga maritim maka dari itu di perlukan prosedur yang tepat dan teknologi yang inovatif.

Richard Ahlstrom (2016), udara yang mengandung zat berbahaya dihirup, saluran pernafasan terus menerus menghirup zat tersebut dalam jumlah yang relatif besar. Zat ini diserap sampai batas tertentu pada paru-paru, tapi terjadi di bagian lain yaitu hidung, saluran ini mengandung sel (sel penciuman) dengan struktur dan fungsi dasar yang sama seperti sel

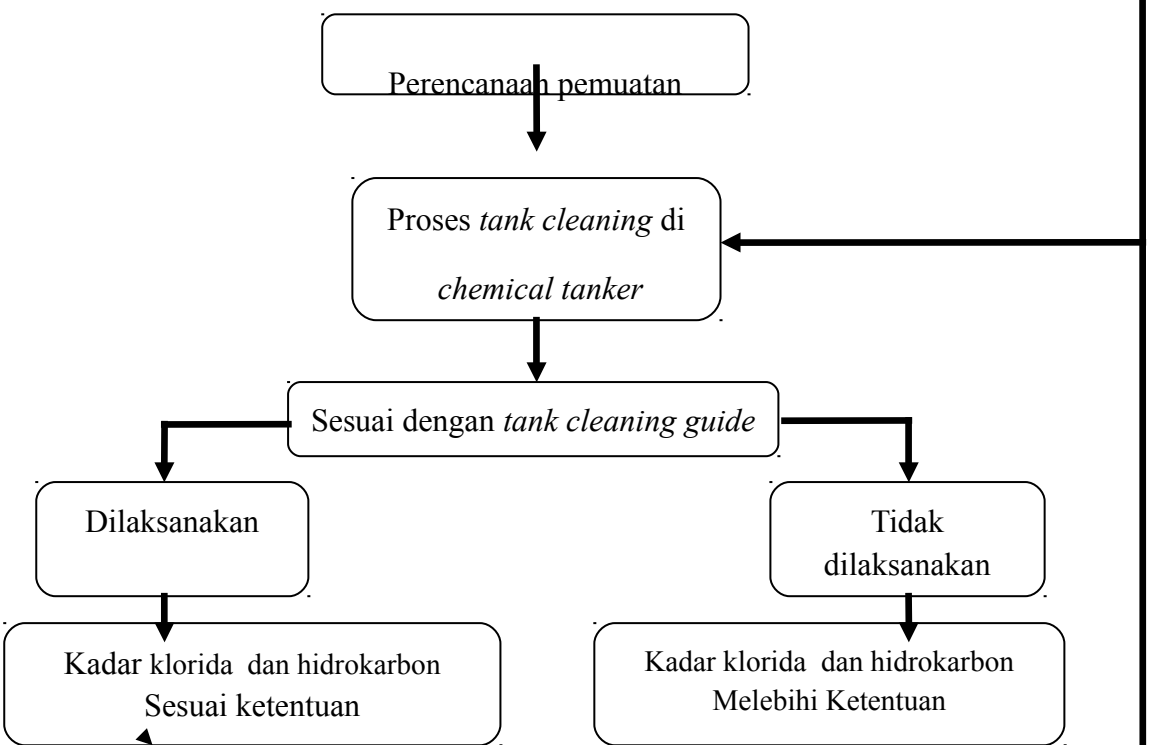
dalam sistem saraf. Zat berbahaya tersebut bercampur dengan udara, dan terhirup sehingga tersebar di dalam tubuh dan otak melalui darah.

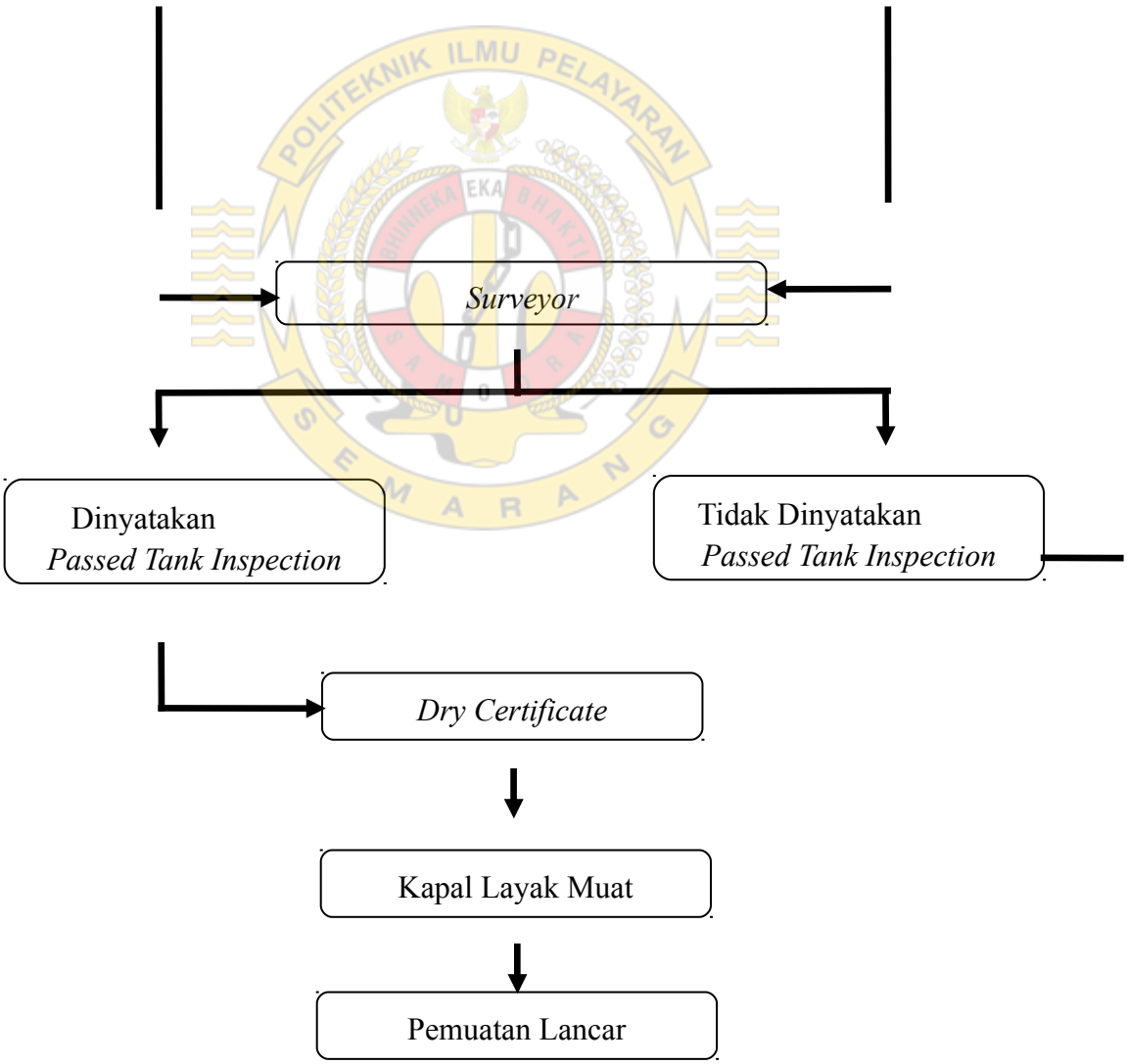
Sengul Sanlier (2017), sejumlah besar bahan kimia mulai diproduksi untuk digunakan di berbagai industri, untuk mengangkut bahan kimia ini ke jarak yang lebih jauh dalam jumlah yang lebih besar, transportasi maritim memberikan solusinya dengan biaya terendah. Saat ini, 16% komoditas kimia diperdagangkan melalui laut dan oleh kapal tanker kimia, kapal tanker kimia biasanya membawa ratusan zat yang berbeda di dalam tangki mereka di rute yang sama di antara pelabuhan, minyak sayur dan minyak pelumas. Operasi pencucian tangki sangat penting dalam kapal tanker kimia sehingga tangki siap untuk dimuat muatan berikutnya dan kemurnian muatan baru tidak dirugikan oleh muatan sebelumnya. Pembersihan residu kimia yang tertinggal di tangki ke laut setelah proses *tank cleaning* menyebabkan polusi di perairan lingkungan dan kepedulian internasional untuk muncul *International Maritime Organitation* (IMO), yang merupakan badan khusus perserikatan bangsa dan bertanggung jawab atas konvensi maritim, standar terkait dan penerapan global.

B. Kerangka Pikir Penelitian

Penanganan muatan di kapal *chemical tanker* harus benar terencana, karena muatan kimia sangat sensitif dan mudah bereaksi dengan muatan yang lain dan dapat menimbulkan bahaya. Dalam mencegah kegagalan, proses *tank cleaning* harus dilakukan dan disesuaikan dengan prosedur yang benar. Dalam

persiapan pemuatan muatan yang sangat sensitif maka perlu meyakinkan pelaksanaan *tank cleaning* telah dilaksanakan dengan baik dan sesuai prosedur dan tangki muatan benar bersih dan layak muat. *Chief officer* melakukan *wallwash test* sebelum *surveyor* melakukan *survey* pada tangki muatan, untuk dapat memuat muatan berikutnya, tangki harus sudah dinyatakan *passed tank inspection* oleh *surveyor*. Penanganan *tank cleaning* yang terencana merupakan bagian penting dan sangat menentukan pengoperasian kapal *chemical tanker* untuk dapat layak muat.




Surveyor
Dinyatakan
Passed Tank Inspection
Tidak Dinyatakan
Passed Tank Inspection
Dry Certificate
Kapal Layak Muat
Pemuatan Lancar

Gambar 2.1. Gambar kerangka pikir penelitian

Setelah kapal melakukan proses bongkar muatan dan akan memuat muatan jenis yang berbeda dari muatan sebelumnya maka harus dilakukan proses pembersihan tangki terlebih dahulu. Proses pembersihan tangki dilakukan sesuai dengan *tank cleaning guide.* Jika proses pembersihan tangki dilaksanakan sesuai dengan *tank cleaning guide* maka kadar klorida dan hidrokarbon sesuai dengan ketentuan, kemudian *surveyor* melakukan *wall wash test* apabila dinyatakan *passed tank inspection* maka akan mendapatkan *dry certificate* kemudian kapal akan layak muat dan proses pemuatan akan berjalan dengan lancar. Tetapi jika proses pembersihan tangki tidak dilakukan sesuai dengan *tank cleaning guide* maka kadar klorida dan hidrokarbon melebihi ketentuan, kemudian *surveyor* melakukan *wall wash test* apabila tidak dinyatakan *passed tank inspection* maka akan mengulang kembali proses pembersihan tangki sampai *surveyor* menyatakan bahwa tangki layak untuk dimuat.

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 menyemprotkan air ke seluruh bagian tangki.

5. *Reducer* : Pipa pendek yang berfungsi sebagai penghubung dua pipa yang berbeda diameternya.

6. *P/V Valve* : Pipa tegak di atas *main deck* yang berfungsi mengatur tekanan udara/gas di dalam tangki muatan.

7. *Masker full face* : Alat bantu pernafasan yang menutupi wajah.

8. *Manhole* : Lubang pada tiap tangki muatan yang digunakan awak kapal untuk keluar masuk tangki.

9. SOPEP : *Ship Board Oil Polution Emergency Plan* yang merupakan rencana penanggulangan pencemaran laut oleh minyak. Peralatan SOPEP disediakan di IMO *locker.*

10. Polimerisasi : Kemampuan atau sifat muatan kimia untuk bereaksi sendiri dengan media apapun, sehingga perlu diberikan inhibitas.

11. Inhibitor	:	Zat yang berfungsi sebagai penghenti sifat polimerisasi pada muatan kimia saat diangkut di atas kapal.
12. Surveyor	:	Seseorang yang mempunyai wewenang untuk melakukan pemeriksaan (dalam hal ini terhadap muatan) dan memutuskan *passed tank inspection.*
13. Chief officer	:	Seorang perwira *deck* yang tingkatannya langsung di bawah nahkoda dan memiliki tanggung jawab terhadap muatan di atas kapal..
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. *Gas detector* : Sebuah alat yang bekerja dengan cara mendeteksi berbagai gas yang ada di sekitatrnya

20. *Manifold* : Pipa yang berfungsi untuk menyambung selang atau *loading arm* antara darat dengan kapal saat proses bongkar / muat.

21. *Purging* : Proses memasukan gas N_2 ke dalam pipa muatan dan tangki muatan yang dilakukan sebelum pemuatan.

22. *Blanketing* : Proses memasukan gas N_2 ke dalam tangki yang dilakukan setelah selesai pemuatan.

23. *IGS* : Inert Gas System. Cara kerjanya yaitu gas buang dari boiler di alirkan menuju scrubber, di dalam scrubber di dinginkan kemudian naik ke demister dimana di disaring dan di semprot air tawar untuk proses pendinginan kembali lalu di hisap oleh fan/blower untuk di alirkan ke dalam deck water seal. Di dasar deck water seal terdapat genangan air untuk menyaring dan menurunkan suhu dari gas buang tersebut akan

menjadi gelembung uap air karena suhu yang tinggi dari gas buang. Selanjutnya naik dan di alihkan ke cargo tank untuk mengurangi oksigen 4 – 8 %.