

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Analisis

Menurut Dwi Prastowo Darminto dan Rifka Julianty (2002:52), analisis adalah penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri, serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan.

Dikutip dari <http://kbbi.web.id/analisis>, analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab, musabab, duduk perkaranya, dan sebagainya), penguraian suatu pokok atau berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan, dikaji sebaik-baiknya, proses pemecahan persoalan yang dimulai dengan dugaan akan kebenarannya.

Berdasarkan definisi di atas dapat disimpulkan bahwa analisis adalah kegiatan untuk memecahkan masalah dan melakukan suatu penyelidikan yang terjadi atas suatu peristiwa. Dalam hal ini adalah penyebab terjadinya *liquefaction* pada muatan bijih nikel di MV. Hanjin Santana.

2. Penyebab

Menurut kamus Bahasa Indonesia edisi baru (2014:759), sebab adalah yang mengakibatkan sesuatu, lantaran, karena, asal mula, oleh sebab, oleh karena. Penyebab artinya yang menyebabkan.

Berdasarkan definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa penyebab artinya yang menyebabkan. Dalam hal ini adalah yang menyebabkan terjadinya *liquefaction* pada muatan bijih nikel di MV. Hanjin Santana.

3. Muatan Curah

Muatan kapal (*cargo*) merupakan objek dari pengangkutan dalam sistem transportasi laut. Dengan mengangkut muatan, suatu perusahaan pelayaran niaga dapat memperoleh pendapatan dalam bentuk uang tambang (*freight*) yang sangat menentukan dalam kelangsungan hidup perusahaan dan membiayai kegiatan di pelabuhan. Pengertian muatan kapal menurut Sudjatmiko (1995:64) adalah segala macam barang dan barang dagangan (*goods and merchandise*) yang diserahkan kepada pengangkut untuk diangkut dengan kapal, guna diserahkan kepada orang/barang di pelabuhan atau pelabuhan tujuan. Muatan dapat disebut sebagai seluruh jenis barang yang dapat dimuat ke kapal dan diangkut ke tempat lain baik berupa bahan baku atau hasil produksi dari suatu proses pengolahan. Pengertian muatan curah menurut Istopo (1999:233) adalah “muatan yang dikapalkan tanpa kemasan, seperti bijih besi, bijih tembaga, batu bara, dan lain-lain”.

Menurut Arwinas (2001:9) yang dikutip dari <http://www.maritimeworld.web.id/2011/04/pengertian-muatan.html>, muatan kapal laut dikelompokkan atau dibedakan menurut beberapa pengelompokan sesuai dengan jenis pengapalan, jenis kemasan, dan sifat muatan.

- a. Pengelompokan muatan berdasarkan jenis pengapalan, yaitu:
 - 1) Muatan sejenis (*homogenous cargo*)
Adalah semua muatan yang dikapalkan secara bersamaan dalam suatu kompartemen atau palka dan tidak dicampur dengan muatan lain tanpa adanya penyekat muatan dan dimuat secara curah maupun dengan kemasan tertentu.
 - 2) Muatan campuran (*heterogenous cargo*)
Muatan ini terdiri dari berbagai jenis dan sebagian besar menggunakan kemasan atau dalam bentuk satuan unit (*bag, pallet, drum*), disebut juga dengan muatan *general cargo*.
- b. Pengelompokan muatan berdasarkan jenis kemasannya:
 - 1) Muatan *unitized*
Yaitu muatan dalam unit-unit dan terdiri dari beberapa jenis muatan dan digabung dengan menggunakan *pallet, bag*, karton, karung atau pembungkus lainnya sehingga dapat disusun dengan menggunakan pengikat.
 - 2) Muatan curah (*bulk cargo*)
Muatan curah (*bulk cargo*) adalah komoditi kargo yang dimuat ke dalam ruangan palka kapal tanpa menggunakan kemasan serta pada umumnya dimuat dalam jumlah banyak dan homogen. Muatan curah dibagi menjadi:
 - a) Muatan curah kering
Merupakan muatan curah padat dalam bentuk biji-bijian, serbuk, bubuk, butiran dan sebagainya yang dalam pemuatan/pembongkaran dilakukan dengan mencurahkan muatan ke dalam palka dengan menggunakan alat-alat khusus. Contoh muatan curah kering antara lain biji gandum, kedelai, jagung, pasir, semen, klinker, soda dan sebagainya. Setelah selesai proses pemuatan, tumpukan muatan di dalam palka harus diratakan dan pastikan bahwa perbedaan tinggi antara puncak tumpukan muatan dan lembahnya tidak lebih dari 5% ukuran lebar kapal. Berat jenis muatan yang berat memungkinkan bagian *tanktop* mendapat tekanan yang kuat, kecuali jika muatan tersebar merata sepanjang *tanktop* untuk mendistribusikan bebannya.
 - b) Muatan curah cair (*liquid bulk cargo*)
Yaitu muatan curah yang berbentuk cairan yang diangkut dengan menggunakan kapal-kapal

khusus yang disebut kapal *tanker*. Contoh muatan curah cair ini adalah bahan bakar, *crude palm oil* (CPO), produk kimia cair dan sebagainya.

- c) Muatan curah gas
Yaitu muatan curah dalam bentuk gas yang dimampatkan, contohnya gas alam (LPG).
- 3) Muatan peti kemas
Yaitu muatan berupa wadah yang terbuat dari baja atau aluminium, yang digunakan untuk menyimpan muatan.

Masalah utama pada muatan curah saat bongkar/muat muatan menurut buku *Cargo Work For Maritime Operation* (2005:122) antara lain:

- a. Muatan kering yang berpindah (*dry shift of cargo*), disebabkan oleh *angle of response* yang rendah dan dapat dicegah dengan melakukan perataan permukaan muatan (*trimming level*). *Angle of response* adalah sudut menurun tercuram dari sebuah tumpukan muatan relatif terhadap bidang horizontal muatan.
- b. Muatan basah yang berpindah (*wet shift of cargo*), disebabkan oleh muatan yang mengalami *liquefaction* yang mengakibatkan muatan menjadi seperti cairan. Kadar embun (*moisture content*) dari muatan tersebut mungkin lebih besar dari batas kelembaban muatan yang diangkut (*transportable moisture limit*).
- c. Oksidasi, hilangnya oksigen dari ruang muat karena karakteristik dan sifat dasar muatan. Peranginan (*ventilation*) sangat diperlukan sebelum memasuki kompartemen/palka yang digunakan untuk mengangkut muatan dengan sifat oksidasi. Contoh muatan yang memiliki sifat oksidasi adalah *petroleum coke*.
- d. Mudah terbakar/gas mudah meledak/mengeluarkan debu, merupakan sifat muatan yang memiliki resiko tinggi dan bersifat sangat mudah terbakar atau mengeluarkan gas mudah meledak.
- e. Mengeluarkan gas beracun, merupakan suatu muatan yang dapat mengeluarkan gas beracun dan mengharuskan awak kapal untuk menggunakan pakaian pelindung (*protective clothing*) dan masker/alat pernapasan ketika berada di dekat muatan.
- f. Muatan yang dapat terbakar secara spontan, muatan yang dapat menaikkan suhunya sendiri yang perlu dipantau dengan menggunakan termometer pada ruang muat selama pelayaran. Muatan harus diletakkan menjauhi sekat ruang mesin dan

harus memiliki ventilasi yang cukup. Contohnya adalah muatan batu bara.

- g. Muatan yang dapat bereaksi dengan muatan lainnya, dan karena itu penataan muatannya harus terpisah dari kompartemen lain.
- h. Kerusakan struktur kapal, yang diakibatkan oleh momen bengkok (*bending moment*) dan efek tekanan gaya patah (*shearing force*) yang berlebihan karena kurangnya perataan muatan pada ruang muat atau berlayar dengan ruang muat yang terisi sebagian muatan atau tidak ada muatan sama sekali.

4. Konsentrat bijih nikel (*nickel ore concentrate*)

Menurut buku *Cargo Work For Maritime Operation* (2005:121), konsentrat adalah material yang biasanya berbentuk bubuk dan memungkinkan untuk memiliki kadar embun yang tinggi, dan selanjutnya, dalam kondisi tertentu, memiliki kecenderungan untuk berperilaku hampir mirip sebagai cairan. Penyimpanan yang khusus terhadap muatan perlu dilakukan, dan pengambilan sampel muatan harus berlangsung untuk memastikan batas kelembaban muatan yang diangkut dalam keadaan normal. Muatan-muatan tersebut sangat mudah untuk bergeser (*cargo shift*). Beberapa muatan mungkin tampak dalam kondisi yang relatif kering saat pemuatan, tetapi pada saat yang sama, muatan tersebut mengandung embun yang cukup untuk menjadi cairan dengan gerakan dan getaran dari kapal saat berlayar. Contoh muatan tersebut adalah nikel.

Nikel adalah unsur kimia metalik dalam tabel periodik yang memiliki simbol Ni dan nomor atom 28. Nikel mempunyai sifat tahan karat. Dalam keadaan murni, nikel bersifat lembek, tetapi jika dipadukan dengan besi, krom, dan logam lainnya, dapat membentuk baja tahan karat yang keras. Perpaduan nikel, krom dan besi menghasilkan baja tahan karat (*stainless steel*) yang banyak diaplikasikan pada peralatan dapur (sendok, dan peralatan memasak), ornamen-ornamen rumah dan gedung, serta komponen industri.

Di dalam buku *International Maritime Solid Bulk Cargo code* (2011:227), disebutkan pada lampiran I bahwa konsentrat bijih nikel termasuk ke dalam golongan konsentrat mineral. Konsentrat mineral merupakan bijih halus dimana bagian berharganya telah diperkaya dengan menghilangkan sebagian besar limbah yang melekat. Yang termasuk ke dalam golongan konsentrat mineral antara lain semen, tembaga, konsentrat besi, FeS_2 (*iron sulfide*), zinc, dan lain-lain.

Konsentrat mineral memiliki *stowage factor* antara 0,33 hingga 0,57 (m³/t). Konsentrat mineral termasuk kedalam grup A, yaitu muatan padat yang dapat mencair jika dikirimkan pada kadar air lebih dari batas kelembaban yang dapat diangkut. Karakteristik muatan jenis konsentrat mineral antara lain:

- a. Dapat mencair jika dimuat ketika kadar kelembaban muatan melebihi batas kadar kelembaban muatan yang diangkut (*transportable moisture limit*).
- b. Tidak mudah terbakar.
- c. Muatan dapat menguraikan karung goni atau pembungkus lubang keringat kapal (*bilge wells*).

5. *Liquefaction*

Menurut Capt. Tugsan (2014) dalam jurnalnya yang berjudul *Cargo Liquefaction And Dangers To Ships*, pengertian *liquefaction* adalah proses perubahan bentuk dari bentuk padat/gas menjadi bentuk cair. Istilah yang lebih ilmiah, di dalam materi padat terdapat partikel konsentrat yang berada bersama oleh gesekan. Muatan yang memiliki resiko terjadinya *liquefaction* adalah muatan yang mengandung setidaknya beberapa partikel halus dan kandungan embun didalamnya, walaupun muatan tersebut tidak terlihat basah pada permukaan luarnya.

Muatan yang terkenal sebagai muatan yang sering mengalami *liquefaction* adalah golongan konsentrat mineral, walaupun beberapa jenis muatan lainnya juga dapat mencair, seperti *fluorspar*, kelas tertentu dari batu bara, pirit, dan lain-lain. Muatan-muatan tersebut walaupun terlihat kering pada permukaan luarnya pada saat pemuatan, tetapi mengandung kadar embun diantara partikel-partikel muatannya. Pada saat proses muat berlangsung, muatan

masih dalam wujud padat, dimana partikel-partikel yang terkandung di dalam muatan berhubungan langsung satu sama lain. Oleh sebab itu, terdapat kekuatan fisik berupa saling terikat. Selama perjalanan di laut muatan mengalami gejolak dari berbagai sumber getar, seperti getaran mesin serta gerakan kapal dan gelombang sehingga menyebabkan pemadatan muatan. Hal ini menyebabkan berkurangnya ikatan diantara partikel-partikel muatan dan menekan partikel agar terpisah dari partikel lainnya. Kemudian gesekan antar partikel menjadi berkurang dan menggeser kekuatan partikel muatan. Efek dari proses ini adalah perubahan wujud dari keadaan padat menjadi cairan kental dimana seluruh atau sebagian dari muatan dapat membentuk permukaan cairan yang rata. Dalam kondisi ini, muatan dapat mengalir ke salah satu sisi kapal tetapi tidak dapat sepenuhnya kembali/cenderung tidak bisa kembali karena beratnya massa jenis bijih nikel, sehingga kapal berpotensi dapat terbalik secara tiba-tiba.

Liquefaction yang terjadi pada jenis bijih-bijih mineral telah mengakibatkan pergeseran muatan dan kehilangan stabilitas kapal dan telah menjadi masalah utama penyebab kecelakaan kapal selama beberapa dekade. Permasalahan yang muncul belakangan ini termasuk pengangkutan bijih alami yang belum diproses seperti bijih besi dari India dan bijih nikel dari Indonesia, Filipina dan New Caledonia.

Menurut jurnal *Assuranceforeningen Gard* (2014) yang berjudul *Dangerous Solid Cargoes In Bulk*, penyebab utama terjadinya *liquefaction* adalah kurangnya andil para pemilik muatan dalam mengadakan pengecekan muatan dan pengurusan sertifikasi muatan untuk memastikan bahwa muatan dimuat ke atas kapal hanya jika kadar air yang terkandung dalam muatan cukup rendah sehingga terhindar dari *liquefaction* selama pelayaran.

Tingkat kelembaban paling rendah dimana *liquefaction* dapat terjadi disebut *Flow Moisture Point* (FMP). FMP merupakan nilai numerik yang bervariasi bahkan bagi muatan dengan jenis yang sama. Tidak mungkin untuk memprediksi nilai FMP dari muatan yang diberikan berdasarkan jenisnya, ukuran partikelnya atau komposisi kimia di dalamnya. Oleh karena itu, FMP harus ditentukan melalui percobaan laboratorium secara terpisah untuk tiap muatan yang disediakan oleh pemilik muatan. Pada muatan yang dimuat ke atas kapal dengan kadar kelembaban lebih dari nilai FMP, *liquefaction* dapat terjadi secara tidak terduga dan bisa terjadi setiap saat selama pelayaran. Resiko terjadinya *liquefaction* lebih besar selama cuaca buruk di lautan lepas, dan ketika berlayar dengan mesin kecepatan penuh karena akan menimbulkan getaran dan gerakan kapal. Dengan alasan-alasan tersebutlah maka SOLAS dan IMSBC *code* bersama menggabungkan ketentuan untuk memastikan bahwa hanya muatan dengan kadar kelembaban rendah untuk melindungi dari terjadinya *liquefaction* yang dapat dimuat ke atas kapal. Ketaatan dalam memenuhi ketentuan ini merupakan cara yang aman dalam mengangkut jenis yang mudah mencair.

Menurut buku SOLAS 1974 *consolidated edition* 2014, sesuai bab VI aturan 2 mewajibkan pemilik muatan curah untuk memberikan informasi secukupnya berupa *cargo information* kepada Nakhoda, yang berisi informasi kemungkinan terjadinya pergeseran muatan untuk konsentrat muatan atau muatan yang dapat mencair lainnya dan batas maksimum kandungan embun dalam muatan atau disebut *transportable moisture limit* (TML). Disebutkan pada aturan 2. 2 bab III SOLAS 1974, *cargo information* harus mencakup informasi tentang:

- a. *Bulk cargo shipping name* (BCSN).
- b. Kelompok jenis muatan curah (A, B atau C) sesuai IMSBC *code*, dimana:
 - 1) Grup A, muatan padat yang dapat mencair jika dikirimkan pada kadar air lebih dari batas kelembaban yang dapat diangkut. Misalnya, bijih nikel.
 - 2) Grup B, terdiri dari muatan padat yang memiliki bahaya secara kimiawi yang dapat menimbulkan situasi bahaya di atas kapal. Misalnya, *iron oxide* sebagai bahan baku utama warna cat dan keramik.
 - 3) Grup C, terdiri dari muatan padat yang tidak dapat mencair (Grup A) dan tidak memiliki bahaya kimia (Grup B). Misalnya, mineral gipsum.
- c. Kelas IMO dan *United Nations* (UN) *number*.
- d. Jumlah total muatan.
- e. Nilai *stowage factor*, merupakan jumlah ruangan dalam satuan *cubic feet* yang dibutuhkan oleh suatu barang yang beratnya satu ton.
- f. Prosedur pelaksanaan *trimming*/perataan muatan.
- g. Kadar kelembaban muatan.
- h. Nilai *transportable moisture limit* and *flow moisture point*.
- i. Sudut tenang (*angle of repose*).
- j. Gas beracun yang dihasilkan oleh muatan.
- k. Karat dan kemungkinan penipisan oksigen akibat muatan.
- l. Emisi gas mudah terbakar jika terjadi kontak dengan air.
- m. Sifat radioaktif (jika ada).

Muatan yang beresiko mengalami *liquefaction* hanya dapat dimuat jika kandungan embun aktualnya lebih kecil dari TML. Tidak seperti FMP yang dapat ditentukan melalui percobaan di laboratorium, TML adalah parameter yang dihitung, bukan diukur dan nilainya adalah 0.9 kali dari FMP. Dengan demikian, kadar

kelembaban maksimum yang diizinkan pada saat muatan dimuat (TML) lebih rendah dari kadar kelembaban dimana *liquefaction* benar-benar terjadi (FMP). Adanya TML dan FMP bertujuan untuk memberikan margin/batas aman atas beberapa variasi FMP seluruh muatan. Margin keselamatan ini harus diperhatikan dan dengan demikian muatan tidak akan pernah diterima jika kadar kelembabannya lebih tinggi dari nilai TML.

6. Kapal curah

Menurut buku SOLAS 1974 *consolidated edition* 2014 bab XII tentang tindakan keselamatan tambahan bagi kapal curah, kapal curah didefinisikan sebagai sebuah kapal yang dimaksudkan secara utama untuk mengangkut muatan kering dalam bentuk curah, termasuk sebagai pengangkut bijih dan muatan gabungan. Dalam mengangkut muatan, kapal curah memerlukan beberapa ruang palka/muat (*cargo hold*).

Ruang palka (*cargo hold*) adalah ruangan yang terletak dibawah geladak yang berguna sebagai tempat penyimpanan muatan kapal. Di dalam ruangan ini, barang-barang/muatan harus tersimpan dengan baik. Ruang palka harus memenuhi beberapa persyaratan, diantaranya:

- a. Ruang palka harus kedap air, artinya barang-barang yang ada di dalam ruang palka tersebut harus dapat terjamin dari

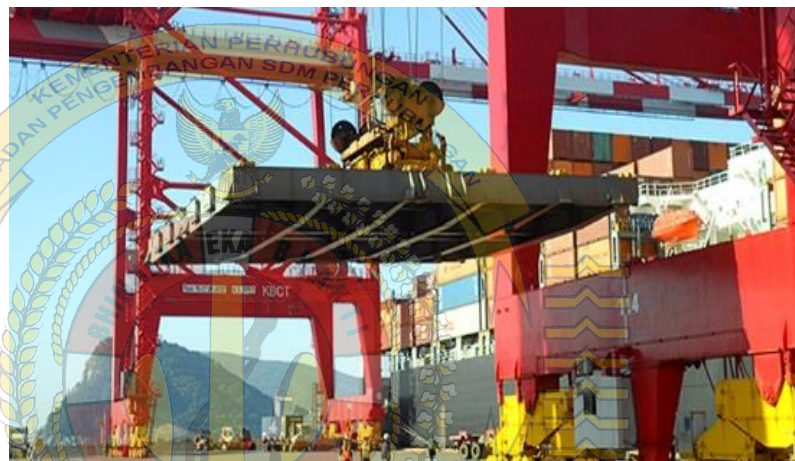
kemasukan air, baik itu berupa air hujan maupun air laut yang dapat naik ke atas kapal.

- b. Di dalam ruang palka harus terdapat sirkulasi udara yang baik. Ini berarti ruang palka harus memiliki ventilasi berupa lubang pemasukan dan pengeluaran udara yang cukup.
- c. Ruang palka pada kapal barang maupun tangki minyak untuk kapal-kapal *tanker* harus memiliki tangga akomodasi sehingga memungkinkan seseorang untuk turun ke ruang palka/tanki untuk mengadakan pemeriksaan, perbaikan, pembersihan dan sebagainya.

Ruang palka membutuhkan penutup palka yang kedap air (*watertight*) agar dapat mencegah rusaknya muatan akibat masuknya air laut/air hujan ke dalam palka. Penutup palka (*hatch cover*) didesain untuk mencegah masuknya air hujan/laut ke dalam ruang palka dan melindungi barang dari ancaman pembusukan. Berbagai jenis tutup palka yang digunakan di kapal adalah:

- a. Jenis *pontoon*, terdiri dari beberapa panel *pontoon* yang terbuat dari bahan pelat baja yang terpasang melintang diatas ruang palka. Penutup palka jenis ini harus dilengkapi dengan penutup tambahan berupa tarpaulin, yang berfungsi untuk menghindari air masuk dari sela-sela *pontoon* penutup palka. Cara membuka dan menutup tutup palka jenis *pontoon* dilakukan secara manual dengan menggunakan derek kapal.

Penutup palka jenis ini terdapat pada kapal barang jenis pelayaran terbatas (*coaster*) s/d ukuran DWT 3.000 ton atau beberapa kapal barang era tahun 1960-1970. Pengoperasian buka dan tutup ruang palka cukup memakan waktu, karena *pontoon* harus diangkat satu persatu. Biasanya satu ruang palka dapat memiliki hingga 8-10 *pontoon*.



Gambar 2. 1
Penutup palka jenis *pontoon*

- b. Jenis lipat (*folding type*), terdiri dari beberapa panel yang terbuat dari bahan pelat baja dan terpasang melintang di atas ruang palka. Untuk membuka dan menutup tutup palka jenis ini dilakukan dengan sistem oli *hydraulic*. Salah satu ujung palka memiliki lengan yang terhubung dengan sistem *hydraulic*. Setiap palka memiliki empat panel yang terbagi dua, bagian depan dan belakang. MV. Hanjin Santana, kapal dimana peneliti melaksanakan praktek laut memiliki jenis penutup palka lipat (*folding type*).



Gambar 2. 2
Penutup palka jenis *folding*

- c. Jenis geser (*sliding type*), terdiri dari dua panel yang terbuat dari bahan pelat baja yang terpasang pada posisi kiri dan kanan diatas palka. Pada saat akan membuka tutup palka dengan sistem *hydraulic*, panel akan sedikit terangkat dan roda setiap panel akan berada sejajar dengan rel. Panel terhubung dengan rantai dan pada ujung panel akan ditarik dengan menggunakan *winch* penarik.



Gambar 2. 3
Penutup palka jenis *sliding*

Mekanisme *winch* akan bergerak dan tutup palka terbuka ke samping palka. Penutup palka jenis ini terdapat pada kapal jenis muatan curah pelayaran besar (*ocean going*), biasanya terdapat pada kapal dengan DWT 30.000 ton keatas. Standar kebersihan ruang muat yang diwajibkan bagi sebuah kapal tentu berbeda-beda sesuai dengan karakteristik muatannya, sehingga Nakhoda perlu memastikan sisa muatan sebelumnya telah dibersihkan dan kemungkinan terjadinya reaksi kimia antara muatan yang berbeda. Di dalam perdagangan muatan curah, pada dasarnya terdapat lima tingkatan kebersihan ruang muat, yaitu:

- a. *Hospital clean*, merupakan standar kebersihan palka yang paling ketat yang mewajibkan ruang muatan memiliki 100% lapisan cat yang utuh pada setiap permukaan, termasuk di bagian *tanktop*, seluruh anak tangga dan di bagian bawah penutup palka. Standar kebersihan dengan tingkat *hospital clean* merupakan kebutuhan dan syarat jika memuat muatan tertentu, seperti kaolin/*china clay*, pasir mineral termasuk zirkon, barit, *rutile sand*, ilmenit FeTiO_3 , mineral kalsium fluorida CaF_2 , bijih kromit, soda *ash* dan beras secara curah.
- b. *Grain clean*, merupakan standar kebersihan ruang muat yang paling umum. Sebuah kapal akan diwajibkan untuk memenuhi standar kebersihan *grain clean* untuk memuat sebagian besar muatan curah, seperti biji-bijian, produk

kedelai, alumina Al_2O_3 , belerang, semen curah, bauksit dan pupuk curah.

- c. *Normal clean*, merupakan standar kebersihan dimana ruang muat disapu bersih dengan tidak meninggalkan sisa muatan sebelumnya dan disemprot menggunakan air laut dan dibilas dengan air tawar (jika merupakan salah satu persyaratan dari penyewa jasa angkut muatan). Standar kebersihan palka jenis ini biasanya diterapkan jika kapal akan memuat muatan yang sama dengan muatan sebelumnya ataupun muatan dengan karakteristik yang sama dengan sebelumnya.
- d. *Shovel clean*, artinya sisa muatan sebelumnya dihilangkan dengan menyekop yang dilakukan oleh buruh pelabuhan maupun awak kapal.
- e. *Load on top*, berarti muatan yang dimuat ke dalam palka yang masih terdapat sisa muatan sebelumnya. Biasanya standar kebersihan ini diterapkan pada kapal-kapal niaga yang mengangkut komoditi tetap secara terus menerus dan dalam kelas/*grade* yang selalu sama dan biasanya kebijakan seperti ini diambil ketika terdapat sebuah kapal yang disewa selama beberapa periode hanya untuk mengangkut muatan yang sama. Dengan diberlakukan standar *load on top*, maka penyewa tidak akan mengeluarkan biaya tambahan untuk pembersihan ruang muat.

Berdasarkan uraian di atas, maka standar kebersihan ruang muat yang umum diterapkan pada kapal curah adalah *grain clean*. *Grain clean* cocok diterapkan pada kapal curah yang tidak memiliki jadwal pelayaran dan muatan yang tetap. Sedangkan menurut *National Cargo Bureau* (1994:46), ruang muat yang bersih adalah “*compartments are to be completely clean, dry, odour-free, and gas-free. All loose scale is to be removed.*” Dari definisi ini terdapat tiga poin penting yaitu:

- a. Seluruh sisa muatan sebelumnya dan segala bentuk *lashing* muatan dibersihkan dari ruang muat.
- b. Lapisan cat yang terkelupas atau bagian dinding ruang muat yang berkarat harus dihilangkan.
- c. Jika diperlukan untuk menyemprot ruang muat dengan air laut dan air tawar, setelah selesai disemprot ruang muat harus dalam keadaan kering.

Di dalam ruang muat terdapat suatu bagian yang tidak kalah pentingnya yaitu lubang keringat muatan. Lubang keringat muatan (*bilge wells*) harus selalu dalam keadaan bersih dan kering. Tahapan yang harus dilakukan dalam membesihkan lubang keringat muatan (*bilge wells*) adalah:

- a. Bersihkan saringan (*strainer*) yang terbuat dari karung goni/kawat.

- b. Bersihkan bagian dalam lubang keringat muatan, yaitu *bilge box* yang menghubungkan pipa pengisapan keringat muatan. Bersihkan *bilge box* dari sisa muatan sebelumnya yang menempel.
- c. Setelah lubang keringat muatan bersih dan kering, sistem pengisapan keringat muatan dalam palka harus diperiksa oleh orang yang berkompeten seperti Mualim I, untuk memastikan sistem berjalan normal dan memastikan bawah katup *non-return* bekerja dengan baik dan tidak membiarkan air sedikitpun kembali ke ruang muat.
- d. Pasang kembali saringan (*strainer*) untuk mencegah masuknya muatan ke dalam lubang keringat muatan. Muatan curah yang dimuat ke dalam palka akan menghasilkan uap air akibat suhu ruangan yang tinggi.

Menurut Gianto dan Martopo (2004:21), uap air di dalam palka dapat menimbulkan kondensasi yang mengakibatkan timbulnya air atau keringat muatan. Ada dua jenis keringat yang timbul, yaitu:

- a. Keringat kapal, yaitu keringat yang menempel pada bagian besi kapal. Hal ini terjadi karena udara di dalam ruang palka lebih tinggi daripada udara di luar palka.
- b. Keringat muatan, yaitu air atau keringat yang menempel atau timbul pada muatan itu sendiri. Hal ini terjadi karena udara yang dikandung oleh muatan lebih dingin daripada udara ruangan, misalnya saat kapal berlayar dari daerah dingin ke daerah tropis (proses pengembunan).

Untuk mendeteksi tingginya level air di dalam ruang muat yang diakibatkan munculnya keringat muatan, masuknya air

hujan/laut ke dalam ruang muat, atau penyebab lainnya, maka terdapat suatu alat yang disebut dengan *water ingress alarm system*. Di dalam buku SOLAS 1974 *consolidated edition* 2014, pada bab XII tentang aturan keselamatan tambahan bagi kapal curah mewajibkan setiap kapal curah harus dilengkapi dengan pendeteksi level air yang terletak di bagian belakang tiap ruang muat dan dilengkapi dengan alarm suara dan visual.

Di dalam ruang muat terdapat dua buah sensor pendeteksi level air. Sensor pertama diletakkan pada ketinggian 0.5 meter dan sensor kedua diletakkan pada ketinggian tidak kurang dari 15% tinggi ruang muat atau pada ketinggian 2 meter dari bagian bawah ruang muat. Prinsip kerja sistem ini adalah ketika air telah mencapai *sensor detecting point* yang dipasang pada dinding ruang muat bagian belakang. Sinyal elektrik yang diaktifkan pada *switch* akan ditransmisikan ke panel alarm utama yang berada di anjungan lalu panel alarm akan membunyikan alarm suara dan visual. Pada panel *water ingress alarm system* yang berada di anjungan, akan ditampilkan lokasi pendeteksian naiknya level air.

Selain dipasang di dalam ruang muat, *water ingress alarm system* juga dipasang di tanki air *ballast*, *void space* dan *double bottom*. Pada kapal curah, terdapat setidaknya satu buah ruang muat yang dapat diisi dengan air *ballast* dan biasanya ruang muat itu

terletak di tengah-tengah/di antara ruang muat lainnya. Untuk itu, pada *water ingress alarm system* terdapat menu *the overriding device*, dimana alarm ini khusus terdapat di dalam palka yang dapat digunakan sebagai tanki air *ballast* dan dapat non aktifkan jika tanki tersebut sedang digunakan sebagai tanki air *ballast*. *Water ingress alarm system* harus selalu dioperasikan setiap waktu saat kapal berlayar maupun saat sandar di pelabuhan.

B. Definisi Operasional

Definisi operasional adalah definisi praktis/operasional tentang variabel atau istilah lain dalam penelitian yang dipandang penting. Definisi ini dimaksudkan untuk menyamakan persepsi terhadap variabel yang digunakan serta memudahkan pengumpulan dan penganalisaan data. Berikut adalah definisi operasional yang ada dalam hasil penelitian ini:

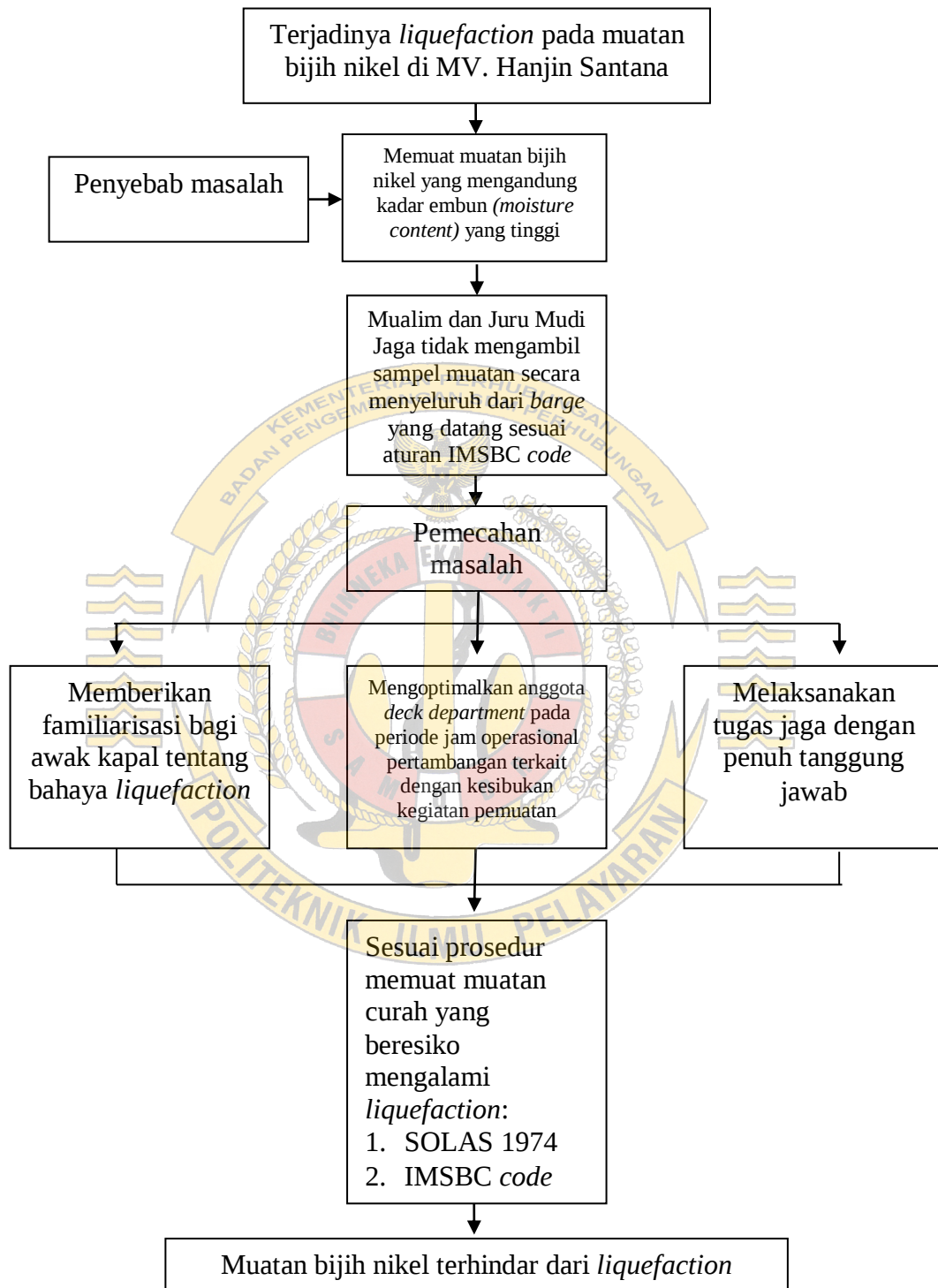
1. *Bilge wells* : Suatu kompartemen dengan ukuran yang telah ditentukan yang berguna untuk menampung berbagai kotoran dalam bentuk zat cair yang berada di atas kapal dan dirancang agar dapat membersihkan seluruh sisa-sisa cairan pada kapal di seluruh kompartemen dengan berbagai kondisi operasional dan kemiringan kapal.

2. *Angle of response*: Sudut menurun tercuram dari sebuah tumpukan bahan relatif terhadap bidang horizontal muatan.
3. *Cargo shift* : Perpindahan muatan yang disebabkan karena muatan curah kering tidak dimuat secara merata dan membentuk bukit serta disebabkan oleh muatan basah yang mengalami *liquefaction*.
4. *Trimming* : Perataan muatan yang ada di dalam palka yang bertujuan untuk mengurangi *stress* yang hanya terdapat di bagian yang memiliki beban paling berat.
5. *Winch* : Mesin bantu yang banyak digunakan untuk menarik beban dengan posisi horizontal.
6. *Statement of fact* : Kronologis kejadian yang dideskripsikan secara rinci terhadap kegiatan ketika kapal berada di pelabuhan, menaikkan pandu ke atas kapal, menambatkan tali, mempersiapkan operasi bongkar/muat, kejadian yang terjadi saat berlangsungnya kegiatan bongkar/muat, jumlah muatan yang dimuat/bongkar, melepaskan tali tambat, dan keberangkatan kapal.

7. *Handrail* : Pegangan tangan yang terdapat di pinggir tangga/kapal untuk mencegah orang jatuh dari ketinggian.
8. *Draft survey* : Metode perhitungan muatan di kapal curah dengan menghitung selisih benaman akhir dan benaman awal dengan pembacaan sarat kapal.
9. *Stevedore* : Buruh pelabuhan.
10. *Deck department* : Awak kapal bagian dek yang dikepalai oleh Mualim I.



C. KERANGKA PIKIR PENELITIAN



Gambar 2. 4 Kerangka Pikir Penelitian