

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Kelebihan dan Pergeseran Muatan**

Kelebihan muatan atau dalam terminologi asing sering disebut dengan istilah “overload” berarti kendaraan dimuat barang melebihi daya angkut maksimumnya. Kendaraan yang dimuati secara berlebihan maka akan ada celah untuk mengkompromikan keselamatannya. Beberapa kalangan sering juga menyebutnya dengan istilah over tonase.

Pergeseran Charles.F.Hockett (1960) muatan terjadi ketika kemiringan muatan kapal yang disebabkan karena muatan kapal tidak seimbang akibat ombak dan angin besar.

#### **2.2 Pengertian Stabilitas**

Menurut **Wakidjo** (1972), Stabilitas adalah keseimbangan dari kapal, merupakan sifat atau kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali kepada kedudukan semula setelah mendapat senget ( kemiringan ) yang disebabkan oleh gaya-gaya dari luar, bahwa stabilitas merupakan kemampuan sebuah kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget oleh karena kapal mendapatkan pengaruh luar, misalnya angin, ombak dan sebagainya.

Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu :

- a. Faktor internal yaitu tata letak barang/*cargo*, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan.
- b. Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai

Oleh karena itu maka stabilitas erat hubungannya dengan bentuk kapal, muatan, *draft*, dan ukuran dari nilai GM. Posisi M ( *Metasentrum* )

hampir tetap sesuai dengan *style* kapal, pusat *buoyancy* B ( *Bouyancy* ) digerakkan oleh *draft* sedangkan pusat gravitasi bervariasi posisinya tergantung pada muatan. Sedangkan titik M ( *Metasentrum* ) adalah tergantung dari bentuk kapal, hubungannya dengan bentuk kapal yaitu lebar dan tinggi kapal, bila lebar kapal melebar maka posisi M ( *Metasentrum* ) bertambah tinggi dan akan menambah pengaruh terhadap stabilitas.

Kaitannya dengan bentuk dan ukuran, maka dalam menghitung stabilitas kapal sangat tergantung dari beberapa ukuran pokok yang berkaitan dengan dimensi pokok kapal. Ukuran-ukuran pokok yang menjadi dasar dari pengukuran kapal adalah panjang (*length*), lebar (*breadth*), tinggi (*depth*) serta sarat (*draft*). Sedangkan untuk panjang di dalam pengukuran kapal dikenal beberapa istilah seperti LOA (*Length Over All*), LBP (*Length Between Perpendicular*) dan LWL (*Length Water Line*).

Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan stabilitas kapal yaitu:

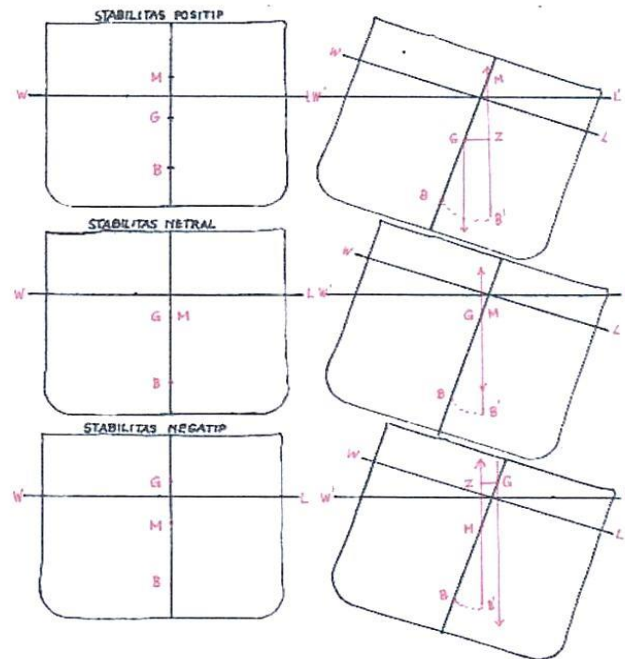
- 1) Berat benaman (isi kotor) atau displasemen adalah jumlah ton air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tenggelam dalam air.
- 2) Berat kapal kosong (*Light Displacement*) yaitu berat kapal kosong termasuk mesin dan alat-alat yang melekat pada kapal.
- 3) *Operating Load* (OL) yaitu berat dari sarana dan alat-alat untuk mengoperasikan kapal dimana tanpa alat ini kapal tidak dapat berlayar.

$$Displ = LD + OL + \text{Muatan}$$

$$DWT = OL + \text{Muatan}$$

Dilihat dari sifatnya, stabilitas atau keseimbangan kapal dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu stabilitas statis dan stabilitas dinamis. Stabilitas statis diperuntukkan bagi kapal dalam keadaan diam dan terdiri dari stabilitas melintang dan membujur.

Dalam teori stabilitas dikenal juga istilah stabilitas awal yaitu stabilitas kapal pada sengat kecil (antara 0%–15%). Stabilitas awal ditentukan oleh 3 buah titik yaitu titik berat (*Center of gravity*) atau biasa disebut titik G, titik apung (*Center of buoyance*) atau titik B dan titik meta sentris (*Meta centris*) atau titik M.



**Gambar 2.1. Jenis-Jenis Stabilitas Awal  
( sudut kemiringan kecil 0% - 15%)**

Penjelasannya adalah sebagai berikut:

Dua prinsip pokok dalam perhitungan stabilitas sesuai peraturan load line/plimsol mark/markah kambangan adalah sebagai berikut :

#### 1) Prinsip Kenyamanan

Adalah suatu kondisi yang diinginkan dimana sebuah kapal dapat bergerak/mengoleng secara aman dalam berbagai cuaca, adapun kenyamanan kapal sangat tergantung nilai GM yang menyebabkan kapal langsar dan kapal kaku :

### **Stabilitas langsar :**

- (a) Stabilitas langsar adalah stabilitas positif dimana nilai GM terlalu kecil.
- (b) Penyebab GM kecil karena penempatan muatan terkonsentrasi di palkah bagian atas lebih besar dari pada bagian bawah (muatan berat di deck).
- (c) Tandanya adalah sudut olengan kapal relatif besar, dengan demikian periode olengan juga relatif besar meskipun kapal berlayar di taut tenang.
- (d) Akibatnya stabilitas kapal bisa menjadi netral (titik G berimpit dengan titik M) kemudian bisa menjadi negatif (titik G di atas titik M), sehingga sangat berbahaya jika cuaca buruk seperti ombak/angin besar.
- (e) Penanggulangan kapal di tengah taut, jika memungkinkan isi ballast tangki bagian bawah yang berukuran kecil, dan pemakaian air tawar dan MFO, MDF dari tangki atas.

### **Stabilitas kaku/stiff :**

- (a) Stabilitas kaku adalah stabilitas positif, dimana GM terlalu besar
- (b) Penyebab GM besar karena penempatan muatan terkonsentrasi di palkah bagian bawah lebih besar daripada bagian atas/muat besi di palka bawah.
- (c) Tandanya adalah sudut olengan kapal relatif kecil, dengan demikian kapal menyentak-nyentak, dengan periode olengan relatif kecil, meskipun kapal berlayar di taut tenang.
- (d) Akibatnya dapat mengendorkan lashingan muatan, bahkan bisa memutus lashingan, berbahaya terhadap muatan bisa bergeser dan membahayakan stabilitas kapal.
- (e) Penanggulangan jika kapal di tengah laut, periksa lashingan muatan, dan gunakan bahan bakar dan air tawar dari tangki bawah.

Stabilitas yang ideal adalah stabilitas positif, dimana nilai GM-nya tidak terlalu besar tapi juga tidak terlalu kecil, tetapi sedang, pihak Biro Klasifikasi Naval Architect seperti BV (Berau Veritas) menghitung dan mendesain besarnya nilai GM, mengacu pada GM ideal sebagai berikut:

1. Kapal penumpang =  $2\% \times \text{lebar kapal}$ .
2. Kapal general cargo dengan DWT kecil =  $4\% \times \text{lebar kapal}$ .
3. Kapal general cargo dengan DWT besar =  $8\% \times \text{lebar kapal}$ .

## 2) Prinsip Keamanan

- (a) mempunyai kemampuan untuk tegak kembali setelah oleng.
- (b) mempunyai cukup stabilitas untuk mengatasi masuknya air, jika terjadi kebocoran di bagian bawah air.
- (c) mampu mengatasi kemungkinan pergeseran muatan di tengah taut tanpa kapal harus terbalik atau miring yang membahayakan.
- (d) mampu mengatasi adanya pecahan ombak/air taut ke atas deck (sea water spray on deck and hatches due to bad weather).

Dari kedua prinsip tersebut di atas tidak boleh mengabaikan salah satu prinsip, sehingga keduanya akan berjalan bersama, adapun acuan yang digunakan untuk melaksanakan prinsip tersebut di atas adalah peraturan load line/plimsol kembangan dilaksanakan secara konsisten untuk keselamatan kapal, isi peraturan load line adalah sebagai berikut:

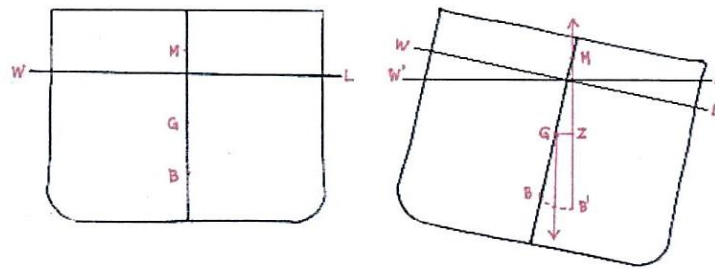
1. Konstruksi kapal secara keseluruhan harus mempunyai kekuatan dan Free Board (Daya Apung Cadangan) yang cukup.
2. Dari dua prinsip pokok dalam perhitungan stabilitas sesuai peraturan Load Line dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:
  - a. Besar kecilnya nilai GM menentukan kenyamanan kapal seperti kapal langgar periode olengannya relatif besar, kapal kaku periode olengannya relatif kecil dan menyentak-nyentak, meskipun berlayar di laut tenang sehingga supaya nyaman GM-nya ideal, dengan mengatur muatan secara vertikal dan proporsional antara palkah bagian bawah, tengah, dan atas/deck.
  - b. Bentuk dan konstruksi kapal harus menjamin pada semua kondisi pemuatan dan memenuhi Free Board (Daya Apung Cadangan) yang diijinkan, untuk setiap tipe kapal berbeda, hal ini disebabkan :

- Kapal yang memiliki sertifikat memuat kayu free boardnya lebih kecil daripada kapal general cargo, karena BJ muatan kayu lebih kecil dari BJ air laut, sehingga muatan kayu selalu terapung, dengan demikian muatan kayu menambah daya apung cadangan.
- Kapal tanker free boardnya lebih kecil lagi dibandingkan dengan kapal general cargo maupun kapal yang memiliki sertifikat memuat kayu, karena BJ minyak lebih kecil dibandingkan dengan BJ air laut, sehingga minyak selalu ada di permukaan air laut, dengan demikian muatan minyak menambah daya apung cadangan/free board.

Dari dua prinsip pokok dalam perhitungan stabilitas sesuai peraturan Load Line dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Besar kecilnya nilai GM menentukan kenyamanan kapal, seperti kapal langgar periode olengannya relatif besar, kapal kaku periode olengannya relatif kecil dan menyentak – nyentak, meskipun berlayar di laut tenang sehingga supaya nyaman GM-nya ideal, dengan mengatur muatan secara vertikal dan proposional antara palkah bagian bawah, tengah, dan atas/deck.
- b. Besar kecilnya nilai GZ (Lengan Penegak) menentukan keamanan kapal, karena Momen Penegak atau Moment Static Stability =  $W \times GZ$  dimana W adalah Displacement, dan GZ adalah lengan penegak, dengan kata lain GZ merupakan ukuran kemampuan kapal untuk kembali tegak setelah kapal mengalami kemiringan yang disebabkan pengaruh gaya-gaya dari luar kapal seperti angin, ombak, dan gelombang.

Mengapa kapal yang memiliki stabilitas positif, dapat kembali tegak setelah mengalami kemiringan akibat pengaruh gaya-gaya dari luar (ombak, angin) .

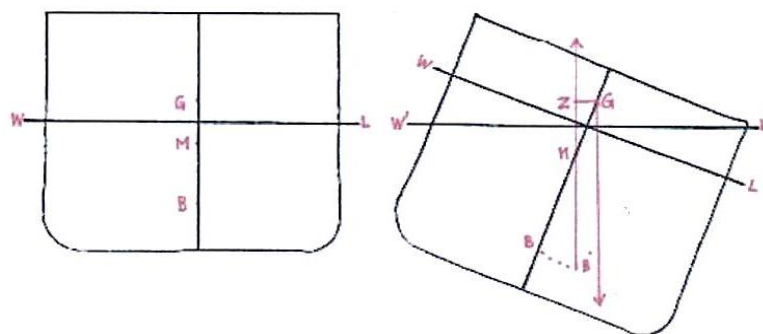


**Gambar 2.2. Kapal memiliki stabilitas positif, dapat kembali tegak setelah mengalami kemiringan akibat pengaruh gaya - gaya dari luar**

Penjelasan gambar di atas sebagai berikut :

- Adanya gaya kopel yaitu dua gaya yang sejajar dan berlawanan arah, yang dihasilkan oleh gaya dari titik B ( Buoyance ) yang mengarah ke atas dan gaya dari titik G (Gravity) Yang mengarah ke bawah .
- Pada saat kapal miring titik B bergerak searah kemiringan kapal keluar dari bidang center line, sedangkan titik G tetap berada di bidang center line, karena tidak ada pergeseran bobot di atas kapal.
- Terjadi momen penegak/moment static stability = Displacement x GZ. d. Kondisi stabilitas positif (titik G dibawah titik M), maka GZ juga positif.
- Kondisi stabilitas positif (titik G dibawah titik M), maka GZ juga positif.
- Kapal kembali tegak karena gaya yang dihasilkan titik B mengarah ke atas dan gaya dari titik G mengarah ke bawah .

Mengapa kapal yang memiliki stabilitas negatif, kondisinya miring ?  
(lihat gambar 3).

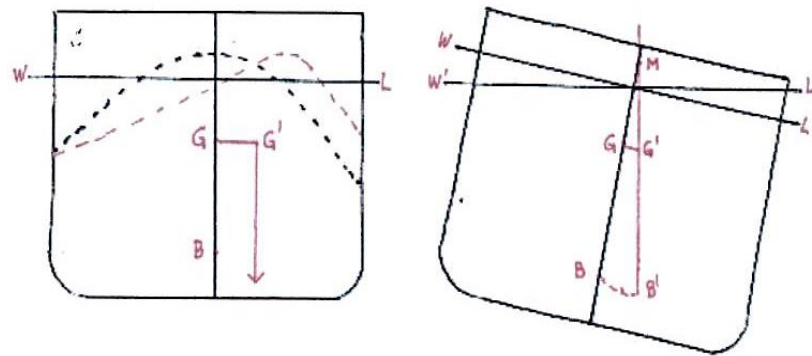


**Gambar 2.3. Kapal memiliki stabilitas negatif, kondisinya miring**

Penjelasannya adalah sebagai berikut.

- Stabilitas negatif (titik G di atas titik M), maka GZ juga negatif.
- Kapal tetap miring, karena gaya yang dihasilkan titik G mengarah ke bawah tetapi posisi titik G di atas titik M, sehingga kapal miring, dan tambah miring karena gaya yang dihasilkan titik B

Mengapa kapal miring, akibat ada pergeseran muatan di atas kapal? (lihat gambar 4).



**Gambar 2.4. Kapal miring, akibat ada pergeseran muatan di atas kapal**

Penjelasan adalah sebagai berikut.

- Bila ada pergeseran bobot melintang kapal, maka bobot tidak seimbang terhadap bidang center line kapal.
- Pergeseran bobot muatan akan mempengaruhi titik berat kapal (G) bergeser searah dengan titik berat muatan (g), maka titik G keluar dari bidang center line ke G' searah kemiringan kapal.
- Rumus  $\rightarrow GG' = \frac{w \times d}{W}$  dimana  $w$  = bobot,  $W$  = displacement,  $d$  = jarak.
- Pergeseran titik G ke G' berada tepat di bawah titik M, sedangkan titik M adalah titik potong antara gaya yang dihasilkan oleh titik B dengan Center line, maka nilai  $GZ = 0$

- e) Kapal akan miring, karena nilai moment static stability =  $W \times GZ = W \times 0 = 0$

### 2.3 Pengertian kapal

Menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, “kapal” adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah.

Menurut pasal 309 ayat (1) KUHD, “kapal” adalah semua alat berlayar, apapun nama dan sifatnya. Termasuk didalamnya adalah : kapal karam, mesin pengeruk lumpur, mesin penyedot pasir, dan alat pengangkut terapung lainnya. Meskipun benda-benda tersebut tidak dapat bergerak dengan kekuatannya sendiri, namun dapat digolongkan kedalam “alat berlayar” karena dapat terapung/mengapung dan bergerak di air.

Kapal yang digunakan baik untuk keperluan transportasi antar pulau maupun untuk keperluan eksploitasi hasil laut, harus memenuhi persyaratan kelaik lautan, sehingga menjamin keselamatan kapal selama pelayarannya di laut. Adapun Kelaik Lautan kapal adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan keselamatan kapal, pencegahan pencemaran perairan dari kapal, pengawakan, garis muat, pemuatan, kesejahteraan Awak Kapal dan kesehatan penumpang, status hukum kapal, manajemen keselamatan dan pencegahan pencemaran dari kapal, dan manajemen keamanan kapal untuk berlayar di perairan tertentu

Ketika kebutuhan semakin bervariasi mulai dari kebutuhan akan mencari ikan di laut, muncul berbagai jenis kapal penangkap ikan, kebutuhan mengebor minyak bumi di laut memunculkan jenis

kapal pengebor, kapal krane, kapal pengumpul minyak, kebutuhan memperkuat pertahanan, patroli dan berperang di laut melahirkan kebutuhan akan kapal pemburu, kapal penyapu ranjau, kapal pendarat tank, kapal pengangkut personel, kapal induk. Kebutuhan-kebutuhan yang lainpun akan memunculkan berbagai jenis kapal dengan variasi tiap jenis bermacam-macam tergantung kebutuhan pemilik kapal.

## **2.4 Definisi Keselamatan Pelayaran**

Menurut UU no.17 2008 tentang pelayaran Keselamatan dan Keamanan Pelayaran adalah sebagai berikut :

- 1) Pasal (1) ayat (1) Pelayaran adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas angkutan di perairan, kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan, serta perlindungan lingkungan maritim.
- 2) Pasal 1 ayat (5) Angkutan Laut Pelayaran-Rakyat adalah usaha rakyat yang bersifat tradisional dan mempunyai karakteristik tersendiri untuk melaksanakan angkutan di perairan dengan menggunakan kapal layar, kapal layar bermotor, dan/atau kapal motor sederhana berbendera Indonesia dengan ukuran tertentu.
- 3) Pasal 1 ayat (8) Pelayaran-Perintis adalah pelayanan angkutan di perairan pada trayek-trayek yang ditetapkan oleh Pemerintah untuk melayani daerah atau wilayah yang belum atau tidak terlayani oleh angkutan perairan karena belum memberikan manfaat komersial.
- 4) Pasal 1 ayat (32) Keselamatan dan Keamanan Pelayaran adalah suatu keadaan terpenuhinya persyaratan keselamatan dan keamanan yang menyangkut angkutan di perairan, kepelabuhanan, dan lingkungan maritim.
- 5) Pasal 1 ayat (34) Keselamatan Kapal adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan material, konstruksi, bangunan, permesinan dan listrik, stabilitas, tata susunan serta perlengkapan termasuk perlengkapan alat penolong dan radio, elektronik kapal,

yang dibuktikan dengan sertifikat setelah dilakukan pemeriksaan dan pengujian.

- 6) Pasal 1 ayat (48) Pemanduan adalah kegiatan pandu dalam membantu, memberikan saran, dan informasi kepada Nakhoda tentang keadaan perairan setempat yang penting agar navigasi-pelayaran dapat dilaksanakan dengan selamat, tertib, dan lancar demi keselamatan kapal dan lingkungan.

## 2.5 Pengertian muatan

Muatan kapal merupakan objek dari pengangkutan dalam sistem transportasi laut, dengan mengangkut muatan sebuah perusahaan pelayaran niaga dapat memperoleh pendapatan dalam bentuk uang tambang ( *freight* ) yang sangat menentukan dalam kelangsungan hidup perusahaan dan membiayai kegiatan dipelabuhan. Adapun pengertian muatan menurut para ahli sebagai berikut :

- 1) Muatan Kapal menurut Sudjatmiko (1995:64) Muatan kapal adalah segala macam barang dan barang dagangan (*goods and merchandise*) yang diserahkan kepada pengangkut untuk diangkut dengan kapal, guna diserahkan kepada orang/barang dipelabuhan atau pelabuhan tujuan”.
- 2) Menurut Arwinas (2001:9) muatan kapal laut dikelompokkan atau dibedakan menurut beberapa pengelompokan sesuai dengan jenis pengapalan, jenis kemasan, dan sifat muatan.

## 2.6 Alat – alat Bongkar Muat dan Alat Bantu Bongkar Muat

Alat bongkar muat adalah alat yang digunakan langsung untuk mengangkat muatan ke kapal atau menurunkan muatan dari kapal ke dermaga. Sedangkan alat bantu bongkar muat, adalah segala sesuatu yang digunakan untuk membantu menaikkan barang ke kapal atau pada waktu pembongkaran muatan, agar proses pemuatan / pembongkaran dapat berjalan lebih cepat, aman dan efisien.

Alat muat bongkar secara umum terdiri dari bagian pokok yaitu :

- a. Tenaga penggerak (*cargo-winch*)
- b. Tali muat (*runner wire*), *topping lift wire*, *swing wire*, dan blok-blok penyertanya.

Dilihat dari mesin penggerak alat pemuat dapat dibedakan menjadi 2 yaitu:

- 1) Mesin Elektrik, yaitu yang banyak digunakan pada kapal-kapal muatan umum (*general cargo*) atau peti kemas (*container Ship*)
- 2) Mesin Uap (*steam*), yaitu yang banyak digunakan pada kapal-kapal tanker, atau kapal-kapal yang memuat muatan berbahaya.

Untuk alat-alat bongkar muat ini yang perlu diperhatikan adalah :

- a) S.W.L (*Safe Working Load*), atau faktor keamanan muat, yaitu kemampuan alat bongkar muat untuk mengangkat beban secara aman. S.W.L tiap-tiap alat bongkar muat dapat dilihat pada sertifikatnya, dan harus dituliskan secara jelas pada batang pemuat. Pada sistem batang pemuat tunggal atau ganda, terdapat pula persyaratan lain dalam kaitannya dengan S.W.L ini yaitu tentang sudut elevasi yang aman yaitu antara  $25^{\circ}$  sampai  $75^{\circ}$  dan pada waktu direntangkan keluar lambung kapal, ujung batang pemuat harus mencapai jarak 2,5 sampai 8 meter dari lambung kapal, tergantung dari trayek kapal tersebut.
- b) B.S (*Breaking Stress*), yaitu kekuatan tiap-tiap tali yang digunakan, yang akan putus bila mengangkat beban sesuai nilai B.S yang disebutkan. Untuk panjang tali muat (*runner wire*), ada kekuatan bahwa tali muat harus masih tersisa paling sedikit 3 lilitan pada penggulung tali (drum) apabila tali diulur (diarea) sehingga ujungnya mencapai sudut ruang palka yang terjauh.
- c) Yang termasuk alat bantu bongkar muat antara lain :
  - (a) sling muat (*cargo sling*)
  - (b) jala muat (*net sling*)
  - (c) Palet muat (*cargo pallette*)
  - (d) Sling untuk mengangkat drum (*drum sling*)

## 2.7 Jenis – Jenis Muatan

Secara umum kargo muatan transportasi laut yang diangkut dengan kapal dapat dibedakan atas berbagai jenis muatan sesuai bentuk, wujud dan sifat sebagai berikut :

### a. Jenis muatan basah kapal (Wet Cargo).

Muatan basah adalah muatan cair atau segala macam bentuk benda yang cair yang di simpan di botol-botol, drum-drum, sehingga apabila tempatnya pecah / bocor akan membasahi muatan muatan lainnya.

Contoh : susu, bier, buah-buahan, minyak kelapa, dan lain sebagainya

### b. Jenis Muatan Kering kapal (Dry Cargo).

Muatan kering adalah muatan-muatan kering akan rusak bila basah akibat kena air hujan atau sebagainya yang bias membasahi muatan kering. Muatan-muatan ini tidak merusak muatan jenis muatan lainnya, muatan ini mudah di rusak muatan lainnya, muatan kering ini harus di pisahkan terhadap muatan basah dalam palka tersendiri, dalam satu palka muatan kering haruslah di atas dan muatan basah dibawah.

Contoh : Tepung, Beras, Kertas rokok dalam bungkus, Kopi, Teh, Tembakau, Bahan-bahan pangan kering, dan lain sebagainya

### c. Jenis Muatan Kotor kapal (Dirty/Dusty Cargo)

Muatan kotot / berdebu adalah muatan ini menimbulkan debu yang dapat merusak jenis muatan lain terutama muatan bersih. Setelah mutan ini di bongkar akan menimbulkan debu atau sisa yang perlu dibersihkan. Dalam pemuatan perlu dipisahkan terhadap muatan lain

Contoh : Semen, Biji timah, Arang, Dan lain sebagainya

**d. Jenis Muatan Bagus Kapal ( Delicate Cargo)**

Muatan bersih adalah muatan yang tidak merusak muatan lainnya dan tidak meninggalkan debu tau sisa yang perlu di bersihkan setelah di bongkar.

Contoh : Sandang, Benang tenun, Perkakas rumah, Barang-barang kelontong, Dan Isin sebagainya

**e. Jenis Muatan Berbau Kapal (Odorous Cargo)**

Muatan berbau adalah jenis muatan ini dapat merusak / membuat bau jenis barang lainnya, terutama terhadap muatan seperti the, kopi, tembakau, dll. Maupun dapat di golongan sendiri.

Contoh : Korosin, Terpetin, Amoniak, Crade rubber, Ikan asin, dan lain sebagainya

**f. Jenis Muatan Berbahaya Kapal**

Muatan bahaya adalah muatan yang mudah menimbulkan bahaya yang bias menghasilkan percikan api atau ledakan maupun kebakaran. Pemuatan / pemadatan muatan ini haruslah itempatan jauh dari benda yang mudah terbakar atau meledak maka benda ini haruslah di asingkan dan pemuatanya harus sesuai petunjuk yang di berikan oleh kapten kapal atau buku petunjuk yaitu **blue book**

Contoh : Dinamit, Mesin, Kepala peluru, Black powder, Fire works, Gasoline, Carbon disulfide, Korek api, dan lain sebagainya.