

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 PENGERTIAN STABILITAS**

Stabilitas (Wakidjo 1972), adalah keseimbangan dari kapal yang merupakan sifat atau kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali kepada kedudukan normal setelah kapal mengalami kondisi oleng yang disebabkan oleh gaya-gaya dari luar atau juga bisa dikatakan stabilitas adalah kemampuan sebuah kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal oleng. Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu :

a) Faktor internal yaitu tata letak barang ataupun cargo, berat barang maupun cargo kebocoran maupun kandal

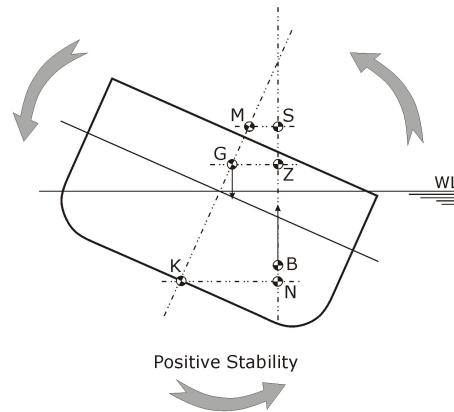
b) Faktor internal yaitu berupa faktor alam angin, ombak maupun juga badai. Oleh karena itu, maka stabilitas kapal erat hubungannya dengan bentuk kapal, muatan, draft dan ukuran dari nilai GM, posisi M (*Metacentrum*) hampir tetap sesuai dengan bentuk kapal, posisi B (*Bouyancy*) digerakkan oleh draft sedangkan pusat G (*Gravitasi*) bervariasi posisinya tergantung pada muatan. Bila lebar kapal melebar maka posisi M (*Metacentrum*) bertambah tinggi dan akan menambah pengaruh stabilitas.

#### **II.1.1 MACAM-MACAM KEADAAN STABILITAS**

Pada dasarnya keadaan stabilitas dibagi menjadi tiga yaitu stabilitas positif (*stable equilibrium*), stabilitas netral (*neutral equilibrium*) dan stabilitas negatif (*negatif equilibrium*) berikut penjelasan dari masing – masing keadaan stabilitas :

##### **II.1.1.1 Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)**

Suatu keadaan dimana titik G berada di atas titik M sehingga kapal memiliki stabilitas yang bagus karena ketika terjadinya oleng kapal memiliki kemampuan untuk kembali ke posisi netral dengan baik.



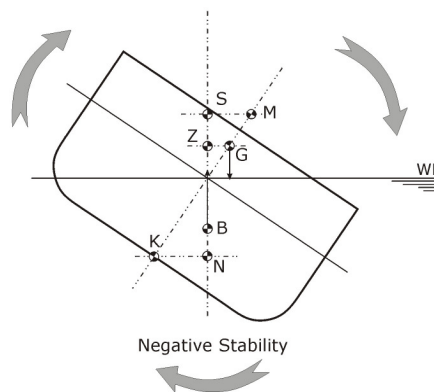
Gambar 2.1.1.1.1 Stabilitas Positif

### II.1.1.2 Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G berhimpit dengan titik M maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu kapal terjadi oleng, dengan kata lain bila kapal mengalami oleng maka tidak ada momen penerus untuk mengembalikannya ke posisi semula, pada umumnya penyebab terjadinya hal ini adalah banyaknya muatan berat yang di tempatkan di posisi *on deck*, atau bagian atas kapal.

### II.1.1.3 Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif tidak memiliki momen pengembali yang bisa mengembangkan ke posisi semula, bahkan dalam kondisi ini ketika kapal mengalami oleng, sudut kemiringan akan bertambah besar dan kapal akan bertambah miring kemudian terbalik.



Gambar 2.1.1.3.1 Stabilitas Negatif

## **II.1.2 TITIK-TITIK PENTING DALAM STABILITAS**

### **II.1.2.1 Titik berat (*centre of gravity*) .**

Titik berat (*center of gravity*) (Zubaly 1996) dikenal dengan titik G dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari semua gaya-gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Letak titik G ini di kapal dapat diketahui dengan meninjau pembagian bobot di kapal, makin banyak bobot yang diletakkan di bagian atas maka posisi titik G akan semakin tinggi karena komposisi berat muatan terakumulasi ke atas, Secara definisi titik berat (G) ialah titik tangkap dari semua gaya – gaya yang bekerja kebawah. Letak titik G pada kapal kosong ditentukan oleh hasil percobaan stabilitas. Perlu diketahui bahwa, letak titik G tergantung daripada pembagian berat dikapal. Jadi selama tidak ada berat yang di geser, titik G tidak akan berubah walaupun kapal oleng atau mengangguk.

### **II.1.2.2 Titik Apung**

Titik apung (Zubaly 1996) diikenal dengan titik B dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang terbenam dalam air. Titik tangkap B bukanlah merupakan suatu titik yang tetap, akan tetapi akan berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat dari kapal. Dalam stabilitas kapal, titik B inilah yang menyebabkan kapal mampu untuk tegak kembali setelah mengalami senget. Letak titik B tergantung dari besarnya oleng kapal ( bila berubah maka letak titik B akan berubah / berpindah. Bila kapal mengalami kondisi oleng maka titik B akan berpindah kesisi yang lebih rendah pada umumnya.

### **II.1.2.3 Titik Metasentris**

Titik metasentris (Zubaly 1996) atau dikenal dengan titik M dari sebuah kapal, merupakan sebuah titik semu dari batas dimana titik G tidak boleh melewati di atasnya agar supaya kapal tetap mempunyai stabilitas yang positif (stabil). Meta artinya berubah-ubah, jadi titik metasentris dapat berubah letaknya dan tergantung dari besarnya sudut oleng sebuah kapal bisa diperumpamakan demikian pada sebuah kapal yang kecil yang

mengalami oleng, Apabila kapal oleng pada sudut kecil (tidak lebih dari 150), maka titik apung B bergerak di sepanjang busur dimana titik M merupakan titik pusatnya di bidang tengah kapal (*centre of line*) dan pada sudut oleng yang kecil ini perpindahan letak titik M masih sangat kecil, sehingga masih dapat dikatakan tetap dan kondisi kapal bisa dikatakan masih stabil atau stable equilibrium.

#### II.1.2.4 Periode *Oleng*

Periode oleng (Wakidjo 1972), dapat kita gunakan untuk menilai ukuran stabilitas. Periode oleng berkaitan dengan tinggi *metasentrik*. Satu periode oleng lengkap adalah jangka waktu yang dibutuhkan mulai dari saat Kapal tegak, miring ke kiri, tegak, miring ke kanan sampai kembali tegak kembali.

Wakidjo (1972), menggambarkan hubungan antara tinggi *metasentrik* (GM) dengan periode oleng adalah dengan rumus :

$$T = 0,75.B$$

dimana,

T = periode oleng dalam detik

B = lebar kapal dalam meter

Yang dimaksud dengan periode oleng disini adalah periode oleng alami (*natural rolling*) yaitu olengan kapal air yang tenang.

Periode Rolling

□ Periode Rolling kapal dipengaruhi oleh type

dari kapal :

- Passenger 20 – 25 detik
- Cargo-Passanger 10.5 – 14.5 detik
- Cargo 9 – 13 detik
- Tanker 9 – 10 detik
- Fishing Boat 5.5 – 7 detik
- Cruiser 12 – 13 detik
- Destroyer 9 – 9.5 detik
- Torpedo Boat 7 -7.5 detik.

#### II.1.2.5 Amplitudo *Of Rolling*

Amplitudo (Wakidjo 1972), merupakan nilai dari simpangan terbesar pada saat kapal merespon frekuensi gelombang. Apabila nilai amplitudo terlalu besar maka dapat menyebabkan air masuk ke geladag kapal (deck wetness). Sehingga nilai amplitudo ini berkaitan dengan masalah keselamatan kapal. Semakin buruk kondisi gelombang maka nilai amplitudo semakin besar disini menggunakan kondisi ombak besar (rough). Dari hasil tersebut secara keseluruhan, simpangan terbesar terjadi pada gerakan rolling ppada saat arah gelombang beam seas atau  $90^\circ$  atau gelombang dari arah samping

#### II.1.2.6 *Angle of max righting lever of GZ*

*Angle of max righting lever of GZ* (Captain Hadi Priyono,2008) adalah sudut maksimal yang dapat diterima kapal jika kapal terjadi oleng hingga kapal bisa kembali ke posisi semula atau steady.

## II.2 KAPAL KONTAINER

Kapal Peti Kemas ( Inggris : *containership* atau *cellularship* ) menurut (ejurnal.its.ac.id/index.php/container ship 2010) adalah kapal yang khusus digunakan untuk mengangkut peti kemas yang standar. Memiliki rongga (cells) untuk menyimpan peti kemas ukuran standar. Peti kemas diangkat ke atas kapal di terminal peti kemas dengan menggunakan kran/derek khusus yang dapat dilakukan dengan cepat, baik derek-derek yang berada di dermaga, maupun derek yang berada di kapal itu sendiri.

Container (Peti Kemas) digunakan untuk memungkinkan penyimpanan dan pengangkutan barang, untuk melindungi dan memelihara (menyimpan lama) serta untuk menjamin agar pendistribusiannya dapat berjalan secara efisien. Minuman dalam botol, buah-buahan dalam kaleng adalah contoh sederhana namun yang paling sempurna, karena hasil produksi dari produsen dapat langsung tiba di (mulut) konsumen. Karena hal ini lebih jauh dari sekedar “ from door to door service”. Hakikat dari tujuan containerisation (per-petikemasan) kini adalah

peningkatan dan pengembangan pengangkutan barang sehingga tercipta iklim “from door to door service yang murni”.

## **II.2.1 JENIS-JENIS KAPAL KONTAINER**

### **II.2.1.1 *Full Container Ship***

*Full Container Ship* atau disebut juga *cellular ship*, kapal tersebut dengan ciri-ciri dan kelengkapan khusus semata-mata hanya dipergunakan untuk mengangkut peti kemas dalam seluruh palka dan tempat yang tersedia. Umumnya kapal-kapal demikian berupa single purpose ship. Dan kapal-kapal begini dianggap sebagai kapal yang paling ekonomis pada dewasa ini . Ini menyangkut antara lain waktu bongkar muatnya yang dinilai cepat dengan demikian waktu terbang (didermaga) relatif singkat sekali. Dengan hanya mengangkut peti kemas baik dipalka maupun digeladak utamanya dengan cara menumpuk secara vertikal keatas. Pemuatan dilaksanakan dengan menurunkan petikemas ke dalam tempat yang tersedia (berbentuk sel-sel) dalam palkah, ataupun menumpuk dalam susunan vertikal keatas pada geladak utamanya, tanpa menggeser-geser lagi ke arah horizontal, proses pembongkarannya dilaksanakan sebaliknya. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan disini hanyalah faktor stabilitas kapal dan faktor pengamanan peti kemas di dalam tempatnya. Sel-sel (ruang) muat untuk masing-masing peti kemas dibentuk oleh empat buah penghantar vertikal yang berada pada tiap-tiap sudut dari pada ruang muat peti kemas yang berjalan dari ambang palkah turun sampai tank-topnya. Untuk menghantarkan atau memandu peti-peti kemas turun ketempat penyusunannya walaupun kapal dalam keadaan miring ataupun gentry-cranenya tidak tepat berada diatas pusat sel/penyusunan peti kemas Menempatkan secara tepat peti kemas diatas peti kemas dibawahnya sehingga gaya tekan terhadap peti kemas dibawahnya tidak melampaui accentrisitasnya sesuai dengan rencana pembangunannya. Untuk menahan peti kemas pada posisi penempatannya dan mengabsorp gaya horizontal

yang timbul pada setiap peti kemas sebagai akibat goyangnya kapal dilaut. Dengan demikian kontainer bagi kapal-kapal cellular ships dapat disebut Lo/Lo (Lifter On/Lifter Off).

#### II.2.1.2 *Semi Container Ship*

Partial atau *Semi container ship*: Pada jenis ini hanya sebagian ruangnya saja yang dibangun khusus untuk peti kemas sedang sisianya diperuntukan untuk *conventional vessel*. misalnya : kapal-kapal dari perusahaan *atlantic container line*, kapal-kapalnya akan mengangkut peti kemas sebanyak 300 buah, disamping itu juga memuat general cargo (konvensional) plus mobil sebanyak 1400 buah. Dalam hal ini containernya Lo/Lo, sedang mobilnya Do/Do (= *driven on/driven off*)

#### II.2.1.3 *Convertible Container*

*Convertible container ships* kapal jenis ini sebagian atau seluruhnya ruang muatnya dapat digunakan baik untuk peti kemas maupun cargo biasa, ia mempunyai bentuk yang khusus yang memungkinkan perubahan fungsinya, untuk perubahan fungsinya terutama atas dasar *voyage to voyage*. Kapal dengan kemampuan angkut peti kemas dalam jumlah terbatas. Kapal tersebut dilengkapi dengan sebagian peralatan yang diperlukan bagi kapal kontainer seperti kontainer *handling* dan pula *securing device*. namun demikian kapal tersebut umumnya bangunannya seperti kapal biasa.

### II.3 **STOWAGE PLAN**

Stowage plan (Captain Hadi Priyono,2008) adalah merupakan sebuah gambaran informasi mengenai Rencana Pengaturan muatan di atas kapal yang mana gambartersebut menunjukkan pandangan samping (denah) serta pandangan Atas dari letak-letak muatan, jumlah muatan, dan berat muatan Yang berada dalam palka sesuai consigne

Fungsi dari pada *Stowage Plan* adalah :

- a) Dapat mengetahui letak tiap muatan serta jumlah dan eratnya.
- b) Dapat merencanakan kegiatan pembongkaran yang akan dilakukan.
- c) Dapat memperhitungkan jumlah buruh yang diperlukan .
- d) Dapat memperhitungkan lamanya waktu pembongkaran berlangsung

Jenis *Stowage plan* ada 2 (dua) macam yaitu. :

- a) Tentative Stowage Plan
- b) Final Stowage Plan.

*Tentative Stowage Plan* adalah berupa gambaran ancar-ancar untuk suatu rencana pengaturan muatan yang dibuat sebelum kapal tiba di pelabuhan muat atau sebelum pelaksanaan pemuatan, dibuat dengan berdasarkan booking List atau Shipping order yang diterima untuk suatu pelabuhan tertentu.

*Final Stowage Plane* adalah gambaran informasi yang menunjukkan keadaan sebenarnya dari Letak letak muatan beserta Jumlah dan Beratnya pada tiap-tiap palka yang dilengkapi dengan Consignment mark untuk masing-masing pelabuhan tertentu

#### **II.4 SISTEM BALLAST**

Sistem Ballast (Captain Hadi Priyono,2008) adalah salah satu sistem pelayanan dikapal yang mengangkut dan mengisi air *ballast*. Sistem pompa ballast ditujukan untuk menyesuaikan tingkat kemiringan dan draft kapal, sebagai akibat dari perubahan muatan kapal sehingga stabilitas kapal dapat dipertahankan. Pipa balas dipasang di tangki ceruk depan dan tangki ceruk belakang (*after and fore peak tank*), *double bottom tank*, *deep tank* dan tanki samping (*side tank*). *Ballast* yang ditempatkan di tangki ceruk depan dan belakang ini untuk melayani kondisi trim kapal yang dikehendaki Tangki ballast berfungsi untuk menjaga kestabilan kapal baik saat berlayar maupun saat kapal melakukan bongkar muat. Pada saat kondisi kapal berlayar, tangki ballast dalam kondisi kosong, sedangkan saat kapal melakukan bongkar muat, tangki ballast diisi untuk menjaga kestabilan kapal

Tangki *ballast* diisi dan dikosongkan dengan saluran pipa yang sama, jika stop valve dipasang pada system ini. Jumlah berat ballast yang dibutuhkan untuk kapal rata-rata 10% sampai 20% dari *displacement* kapal. Keperluan



sistem *ballast* dari kapal muatan kering (*dry cargo ship*) adalah sama dengan system pipa bilga. Sistem pipa ballas harus dapat / bisa memenuhi syarat untuk menyediakan pengisian air ballas dari dry cargo tank atau ruangan yang berdampingan. Hubungan antara saluran pipa bilga dan saluran pipa *ballast* harus dengan katup tolak balik (*non return valve*).

#### II.4.1 *Fix Ballast*

Penggunaan *fix ballast* ...<sup>(9)</sup> memiliki tujuan yang baik bagi kapal, dengan tujuan men stabilkan kapal baik itu GM maupun trim, sejauh ini jenis penggunaan *fix ballast* umumnya masih didominasi oleh air karena lebih mudah dalam penggunaannya dan lebih ekonomis, akan tetapi akhir-akhir ini dalam industri perkapalan maupun bangunan air lainnya mulai mempertimbangkan penggunaan solid ballast seperti pasir, cast iron, hal ini disebabkan penggunaan water ballast cukup banyak menimbulkan masalah pada kompartemen seperti efek korosi yang harus dikurangi, oleh karena itu penggunaan material solid sebagai ballast lebih direkomendasikan, berdasarkan artikel dari *Department of transportation united states coast guard fix ballast* direkomendasikan karena tidak korosif dan juga *high density*.

