

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Tinjauan Umum.**

##### **2.1.1 Defenisi Stabilitas**

Stabilitas adalah merupakan masalah yang sangat penting bagi sebuah kapal yang terapung dilaut untuk apapun jenis penggunaannya, untuk mengangkut penumpang - muatan, untuk menangkap ikan dan lain - lainnya.

Meskipun pada waktu pembuatannya digalangan telah diperhitungkan segi - segi kewanatan yang menyangkut stabilitasnya, namun demikian setelah kapal beroperasi dilaut, maka kewanatan dalam hal stabilitasnya akan menjadi tanggung jawab para mualim dan nakhodanya.

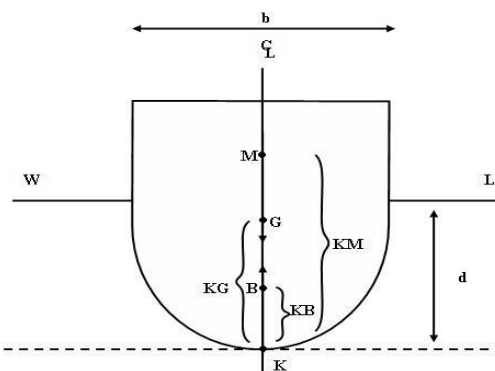
Dari berpuluh - puluh kejadian yang dibahas dalam Sidang Mahkamah Pelayaran, maka kurang lebih 40% adalah menyangkut kecelakaan tenggelamnya kapal disebabkan oleh keadaan stabilitas yang kurang baik ataupun cara pemuatan kapal yang salah diatas kapal yaitu tanpa memperhitungkan keadaan stabilitasnya. Akibat dari kecelakaan tersebut adalah nilai kerugian materi yang tidak sedikit dan bahkan menyangkut korban jiwa manusia serta akibat kecelakaan lainnya seperti pencemaran lingkungan.

Oleh karena itu para mualim maupun nakhoda dari sebuah kapal - perlu sekali memahami pokok - pokok pengertian dan dasar -dasar perhitungan stabilitas kapal. Sehingga dengan demikian maka masalah - masalah stabilitas sebuah kapal ketika sedang beroperasi dilaut dapat dipecahkan tidak dengan cara mengira - ngira saja, akan tetapi juga berdasarkan suatu teori dan rumus - rumus perhitungan tertentu, sehingga

dengan demikian dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya. (Capt.H.Rubianto M.Mar, 2013).

### 2.1.2 Titik-Titik Penting Dalam Stabilitas

Menurut Capt. H. Rubinto M.Mar (2013), titik-titik penting dalam stabilitas antara lain:



**Gambar 2. 1 Titik-titik penting dalam stabilitas kapal**

Sumber: Capt. H.Rubianto M.Mar

1. Keterangan:

b = Lebar Kapal

CL = Centre Line

WL = Water Line

d = draft = Sarat kapal

M = Titik Metacentrum

K = lunas kapal

G = Titik berat kapal

B = titik apung

## 2. Rumus :

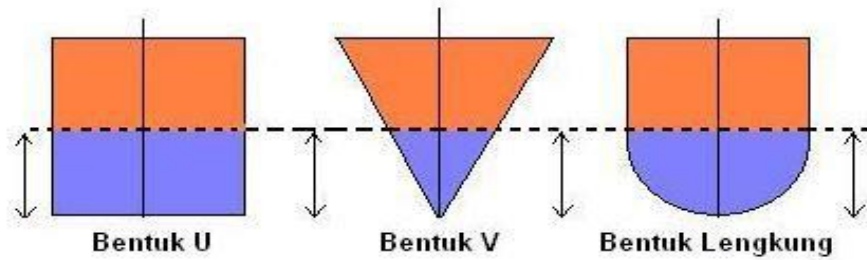
- $KM = KG + GM$  **Ref. 1**
- $GM =$  Indikator dari kemampuan stabilitas yang dimiliki oleh sebuah kapal
- $KM = KB + BM$  **Ref. 2**
- $GM = KM - KG$  **Ref. 3**
- $GM = KB + BM - KG$  **Ref. 4**
- $BM = \text{---}$  **Ref. 5**
- Lengan Penegak ( $GZ$ )  $= GM \sin \alpha$  **Ref. 6**
- Moment Penegak  $= W \times GZ$  **Ref. 7**
- Dalil Moment ( $KG$ )  $= \text{---}$  **Ref. 8**
- Hukum Geser ( $GG_1$ )  $= \text{---}$  **Ref. 9**
- Percobaan Stabilitas ( $GM$ )  $= \text{---}$  **Ref. 10**
- Periode Oleng ( $T$ )  $= \frac{\text{---}}{\sqrt{\text{---}}}$  ft atau  $\frac{\text{---}}{\sqrt{\text{---}}}$  m **Ref. 11**

## 3. Definisi-definisi :

- **Titik Lunas kapal (K)** adalah titik paling bawah dari sebuah kapal.

**Titik Apung Kapal (B)** adalah titik tangkap dari semua gaya-gaya yang bekerja ke arah atas atau juga sebagai titik berat dari bagian badan yang terendam dalam air. Untuk kapal yang dasarnya berbentuk U dasarnya berbentuk V dasarnya berbentuk Lengkung (tidak U dan Tidak V). Maka :

$$KB = 0,5 d \quad KB = 0,66 d \quad KB = 0,53 d \quad \text{Ref. 12}$$



**Gambar 2. 2 Bentuk Bagian Kapal Yang Terbenam**

Sumber: Capt. H.Rubianto M.Mar

- **Titik Metacentrum (M)** adalah titik potong antara garis yang tegak lurus yang ditarik dari titik apung (B) dari sebuah kapal yang menyenget / miring paling banyak  $15^\circ$  dengan bidang tengah kapal.
- **Titik Berat (G)** adalah titik tangkap dari semua gaya-gaya yang bekerja kebawah, letak titik G tergantung dari pembagian bobot dikapal.

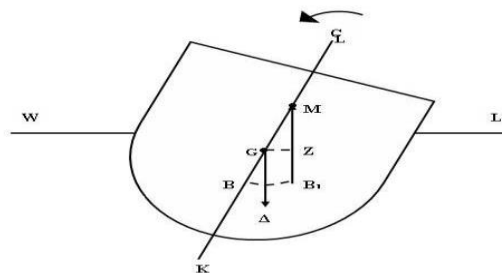
### 2.1.3 Macam-macam Stabilitas Kapal

Menurut Capt. H. Rubianto M.Mar (2013), stabilitas kapal dibedakan atas 3 macam yaitu:

#### a. Stabilitas positif (stabil)

Sebuah kapal dikatakan mempunyai stabilitas positif bila M berada diatas G dalam hal ini moment stabilitas adalah positif. Kapal yang baik dengan  $GM \text{ reasonable} = 5\% \times B$  (lebar kapal).

**Ref. 13**

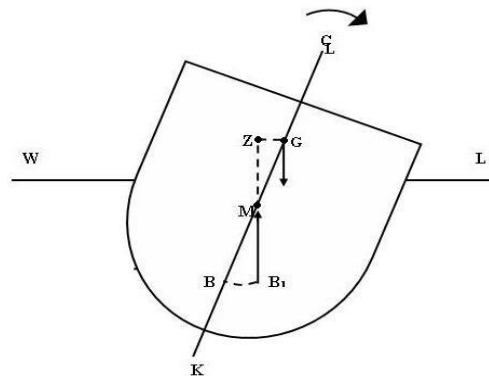


**Gambar 2. 3 Stabilitas positif**

Sumber: Capt. H.Rubianto M.Mar

**b. Stabilitas Negatif (labil = *Unstable Equilibrium*)**

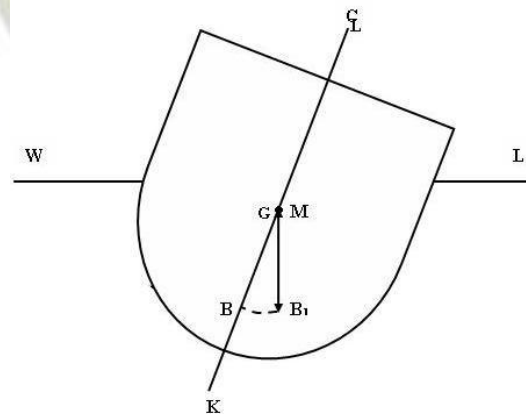
Sebuah kapal dikatakan mempunyai stabilitas negatif, bila M terletak dibawah G dalam hal ini momen stabilitas adalah negatif.



**Gambar 2. 4 Stabilitas Negatif**  
Sumber: Capt. H.Rubianto M.Mar

**c. Stabilitas Netral (Equilibrium=bimbang)**

Sebuah kapal dikatakan mempunyai stabilitas bimbang, bila M jatuh sama dengan G, dalam hal ini momen Stabilitas (=Momen penegak) = 0.



**Gambar 2. 5 Stabilitas Netral**  
Sumber: Capt. H.Rubianto M.Mar

## 2.2. Deskripsi MOSES

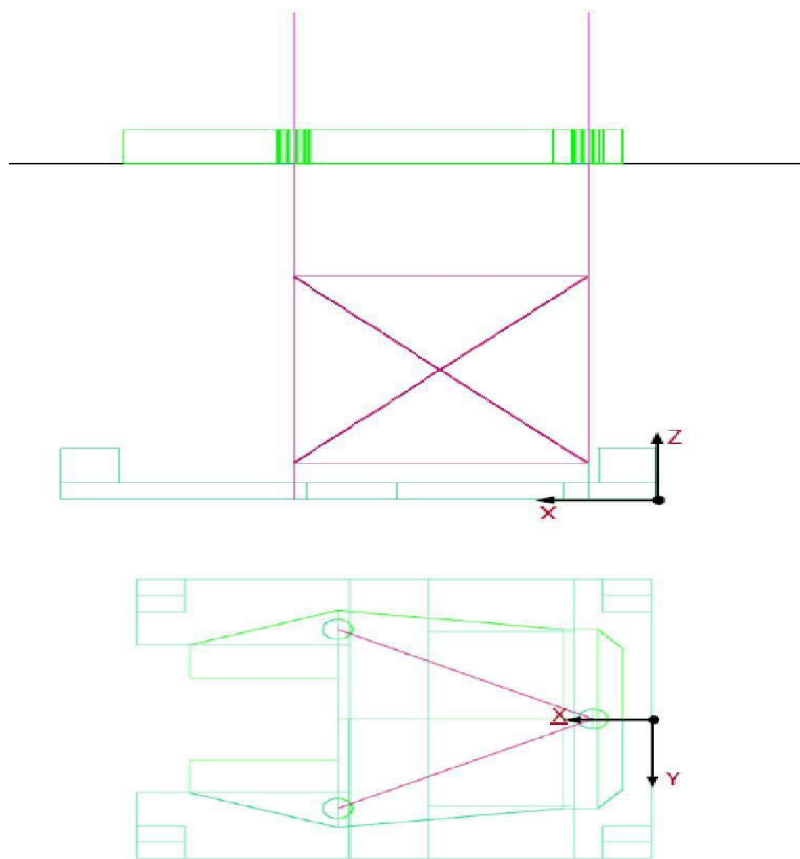
MOSES singkatan dari *Multi-Operational Structural Engineering Simulator*, dikembangkan oleh *Ultramarine Inc.* Merupakan *software* yang berisi tentang kombinasi paket kelautan dan struktural yang dibentuk untuk menggambarkan suatu sistem dan menjalankan simulasi termasuk analisis tekanan pada fase-fase yang berbeda dari simulasi yang timbul dari kondisi kelautan. Pada dasarnya, MOSES mampu menerapkan model 3 dimensi dari suatu kapal (*vessel*) untuk suatu struktur tabung. Penggunaanya juga dapat mengkombinasikan 2 struktur atau lebih dalam berbagai cara dan melakukan analisa baik itu statis, domain frekuensi ataupun domain waktu. Program tersebut menghitung hidrostatis, stabilitas, daya tahan penarik (*tow*), penambatan (*mooring*), peluncuran (*launching*), pengangkatan/pembalikan posisi (*lifting/upending*), dll dengan menggunakan input dasar yang sama.

## 2.3. Prosedur Permodelan

Untuk tujuan analisis, model hidrodinamik MOPU lambung (*hull*), kaki penyangga (*legs*), rangka (*braces*), fondasi geladak/kotak stabilitas (*mat foundation/stability boxes*) diciptakan menggunakan *software Ultramarine's Multi-Operational Structural Engineering Simulator* (MOSES). Hambatan angin (*Windage*) yang berada di dek diatas lambung MOPU dihasilkan sebagai titik poin.

## 2.4. Sistem Koordinat

Sistem koordinat ini digunakan dalam penggambaran MOPU pada *software* MOSES agar memudahkan dalam menentukan titik sebagai patokan dalam proses penggambaran



Lambung

**Gambar 2. 6 Sistem Koordinat**  
Sumber: Data MOPU yang diteliti

Notes:

- X dari haluan lambung (*hull*), angka positif ke arah buritan (*stern*)
- Y dari garis pusat memanjang, angka positif ke arah sisi kanan
- Z dari garis dasar lambung (*hull*), angka positif menghadap atas

## 2.5. Kriteria MOPU

Mengutip dari: *Code on Intact Stability for All Type of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749 (18)*, [Ref. 5] thn 2008.

1. Momen penagak dan kurva momen kemiringan angin
  - a. Kurva momen penagak dan momen kemiringan angin yang sama dengan perhitungan pendukung harus disediakan meliputi jarak keseluruhan pengoperasian sarat/draft (draught) termasuk semua yang ada dalam kondisi pengangkutan, memperhitungkan daya maksimum kargo dek dan peralatan dalam keadaan yang paling tidak menguntungkan. Kurva momen penagak dan kurva momen kemiringan angin harus berkaitan dengan poros yang paling penting. Perhitungan harus diambil dari permukaan bebas air dalam tangki.
  - b. Tempat peralatan yang bersifat dapat diturunkan atau dikemas, kurva momen kemiringan angin tambahan mungkin dibutuhkan dan data tersebut harus menunjukkan secara jelas posisi peralatan tersebut.
  - c. Kurva kemiringan angin harus digambarkan untuk kekuatan angin yang dihitung sbb:
    - Umumnya, kecepatan minimum angin 36 m/s (70 knots) untuk pelayanan lepas pantai harus digunakan untuk kondisi pengoperasian normal dan kecepatan minimum angin 51.44 m/s (100 knots) harus digunakan untuk beberapa kondisi badai.
    - Dimana suatu unit harus dibatasi dalam pengoperasian pertimbangan lokasi terlindungi (air pedalaman yang dilindungi seperti danau, teluk,



rawa, sungai, dll) harus diberikan untuk kecepatan angin pelan yang tidak kurang dari 25.72 m/s (50 knots) untuk kondisi pengoperasian normal.

- d. Dalam memperhitungkan area yang diamati hingga permukaan vertikal (*vertikal plane*), area permukaan yang terkena angin dikarenakan kemiringan (*heel*) atau beban tidak rata (*trim*), seperti *undertake deck* dll, harus dimasukkan menggunakan faktor bentuk yang tepat. Mengembangkan struktur rangka *open truss* dapat diperkirakan dengan mengambil 30% dari area yang diperhitungkan baik dari bagian depan dan belakang yaitu 60% dari salah satu sisi *area* yang diperhitungkan.
- e. Dalam memperhitungkan momen kemiringan angin, tuas perubahan kekuatan angin harus digerakkan secara vertikal dari pusat tekanan semua permukaan yang terkena angin ke pusat ketahanan lateral dari bagian bawah dari unit tersebut. Unit tersebut harus diasumsikan bebas mengapung dari ikatan penambat (*mooring*).
- f. Kurva momen kemiringan angin harus diperhitungkan untuk jumlah sudut kemiringan yang cukup untuk menentukan kurvanya. Untuk lambung yang berbentuk kapal, kurvanya dapat diasumsikan berbeda sebagai fungsi rasio kosinus dari kemiringan kapal.