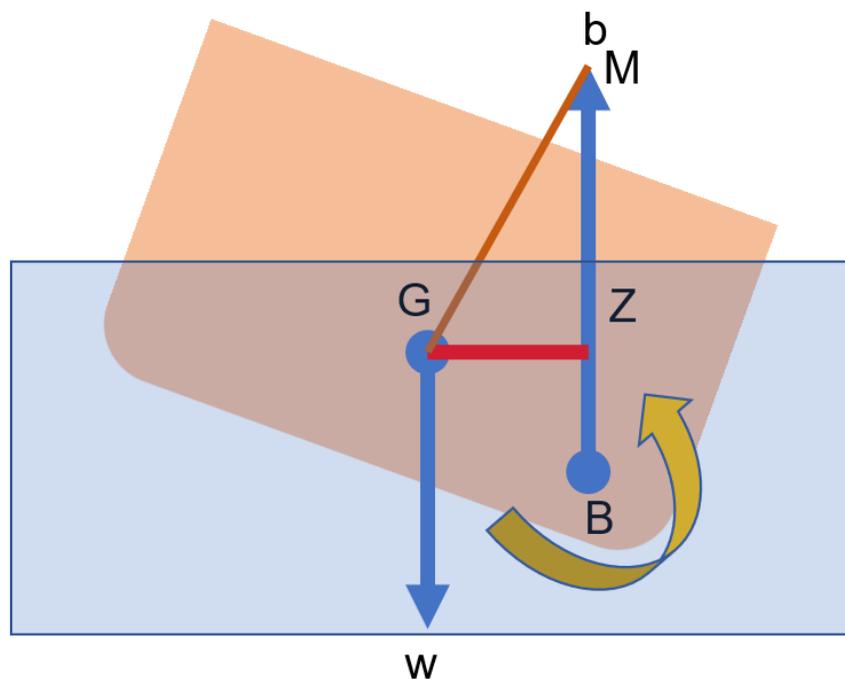


Moment of static stability

1 MOMENT OF STATIC STABILITY AT SMALL ANGLE OF HEELS

Seperti yang kita pelajari bersama di Kuliah-02, bahwa dalam kondisi stable equilibrium, ketika kapal mengalami heeling maka kapal akan menghasilkan righting moment (momen pengembali). Momen pengembali ini merupakan akibat dari adanya righting couple. Righting couple merupakan momen kopel dimana lengannya adalah perpotongan titik tangkap gaya ke atas akibat buoyancy (b) dengan gaya berat kapal yang mengarah ke bawah (w) melalui titik berat kapal (G), yang dinotasikan dengan titik Z di Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Righting moment

Lengan GZ, jika dikalikan dengan gaya buoyancy akibat displacement, akan menghasilkan momen yang mengembalikan kapal ke posisi semula (panah kuning). Maka dengan demikian, persamaan momen pengembali adalah:

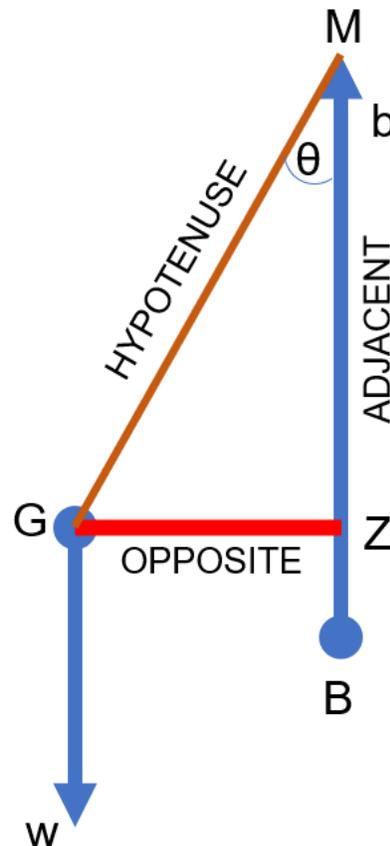
$$\text{Righting Moment} = GZ \times \Delta \text{ (tonnes.m) ... (1)}$$

Dimana:

GZ = lengan momen pengembali (m)

Δ = Displacement kapal (tonnes)

Berapakah panjang GZ? Pertanyaan ini dapat dijawab dengan menggunakan trigonometri sederhana, dengan beberapa asumsi yang akan saya jelaskan. Pada Bab ini, kita akan mengasumsikan bahwa sudut heel kapal relative kecil dengan sudut maksimum 15° . Asumsi ini disebut sebagai momen pengembali pada kapal dengan sudut oleng kecil (moment of static stability at small angle of heel). Pada sudut oleng kecil, gaya ke atas akibat displacement diasumsikan memotong centerline di titik yang sama, yaitu initial metacenter (M). Tentang metacenter, Anda dapat me-review kembali pada Kuliah-02. Perhatikan Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Segitiga stabilitas kapal M-G-Z

Dengan sudut oleh di θ , maka dengan mudah dapat kita tentukan bahwa indentitas trigonometrinya adalah sebagai berikut.

$$\cos\theta = \frac{ADJACENT}{HYPOTENUSE} = \frac{MZ}{GM}$$

$$\tan\theta = \frac{OPPOSITE}{ADJACENT} = \frac{GZ}{MZ}$$

$$\sin\theta = \frac{OPPOSITE}{HYPOTENUSE} = \frac{GZ}{GM}$$

Karena yang diketahui adalah panjang GM (refer pada Kuliah-05), maka dengan mudah dapat kita ketahui bahwa:

$$GZ = GM \times \sin \theta \dots (2)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2) ke persamaan (1) maka momen stabilitas pada sudut oleng kecil adalah:

$$\text{Righting Moment} = \Delta \times MG \sin \theta \text{ (tonnes.m)} \dots (3)$$

1.1 CONTOH PERHITUNGAN MOMEN STABILITAS PADA SUDUT KECIL

Kapal dengan displacement 5000 tonnes memiliki KG = 5.5 m dan KM = 6.0 m. Hitunglah momen stabilitas pada sudut 5°!

$$GM = KM - KG = 6.0 - 5.5 = 0.5 \text{ m}$$

$$\text{Righting Moment} = \Delta \times MG \sin \theta$$

$$\text{Righting Moment} = 5000 \times 0.5 \sin 5$$

$$\text{Righting Moment} = 217 \text{ tonnes.m}$$

Maka momen stabilitas kapal pada sudut oleng 5° = 217 tonnes.m

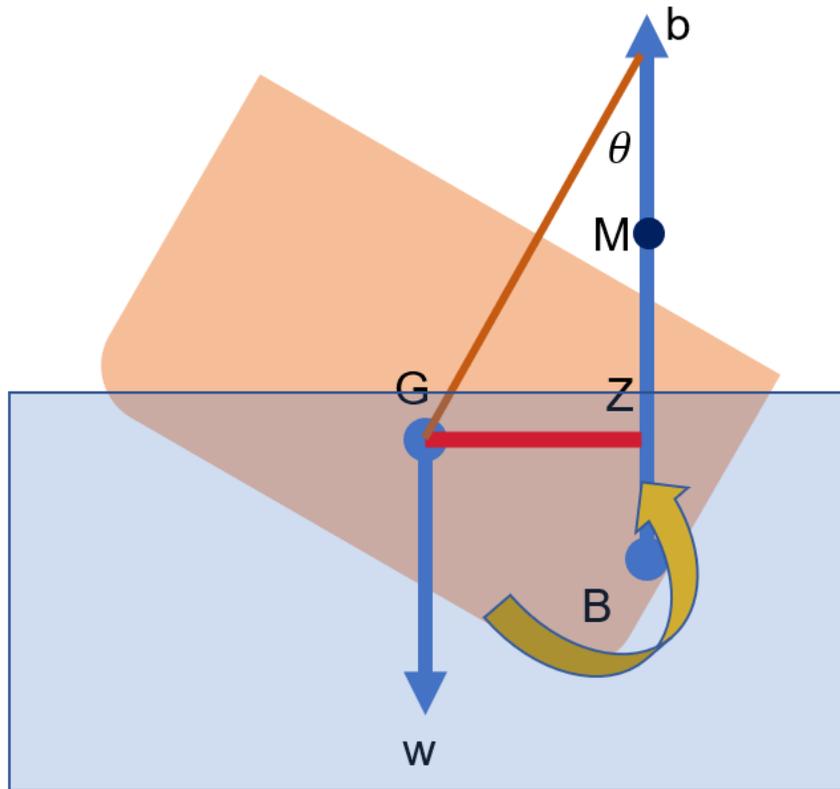
2 MOMENT OF STATIC STABILITY AT LARGE ANGLE OF HEELS

Pada sudut oleng lebih dari 15°, asumsi di atas tidak dapat digunakan lagi karena titik tangkap gaya apung akibat displacement tidak lagi memotong centerline di M, karena titik B sudah sangat jauh ke samping. Perhatikan Gambar 3 berikut. Seperti sebelumnya, GZ merupakan lengan pengembali yang merupakan perpotongan antara titik tangkap gaya ke atas akibat displacement dengan gaya tekan ke bawah akibat berat kapal. Namun, panjang GZ tidak lagi merupakan trigonometri sederhana karena titik potong gaya b tidak lagi di titik M. Lengan GZ dapat didekati dengan persamaan *wall-sided formula*, yaitu:

$$GZ = \left(GM + \frac{1}{2} BM \tan^2 \theta \right) \sin \theta \dots (4)$$

Maka momen pengembali pada sudut oleng besar adalah:

$$\text{Righting Moment} = \Delta \left(\left(GM + \frac{1}{2} BM \tan^2 \theta \right) \sin \theta \right) \dots (5)$$



Gambar 3. Righting moment at large angle of heels

2.1 CONTOH PERHITUNGAN MOMEN STABILITAS PADA SUDUT BESAR

Diketahui box panjang 10 m memiliki karakteristik berikut:

Breadth	= 6.4	m
Height	= 4	m
Draft	= 2.44	m
KG	= 2	m

Dari data di atas, hitung lengan GZ dengan persamaan wall sided formula pada sudut 0 sampai 25° dan plotkan pada grafik dengan sumbu x sebagai fungsi sudut dan sumbu y sebagai fungsi GZ!

$$BM = \frac{B^2}{12T} \quad GM = KB + BM - KG$$

$$1.399 \text{ m} \quad 0.619 \text{ m}$$

