

COMBINED TRIM AND LIST

Dalam banyak kasus kita menemukan kondisi dimana trim dan list terjadi bersamaan akibat perletakan muatan. Dalam perspektif Offshore Engineering, kejadian ini sering sekali terjadi pada Marine Operation. Gambar 1 di bawah ini adalah contoh marine operation pada transportasi jacket. Dimana perletakan jacket tidak ideal (tidak tepat pada LCF dan centerline) sehingga perlu dilakukan perhitungan trim dan list sehingga didapatkan jumlah dan konfigurasi ballas yang tepat agar kapal pada posisi *upright* dan *even keel*.

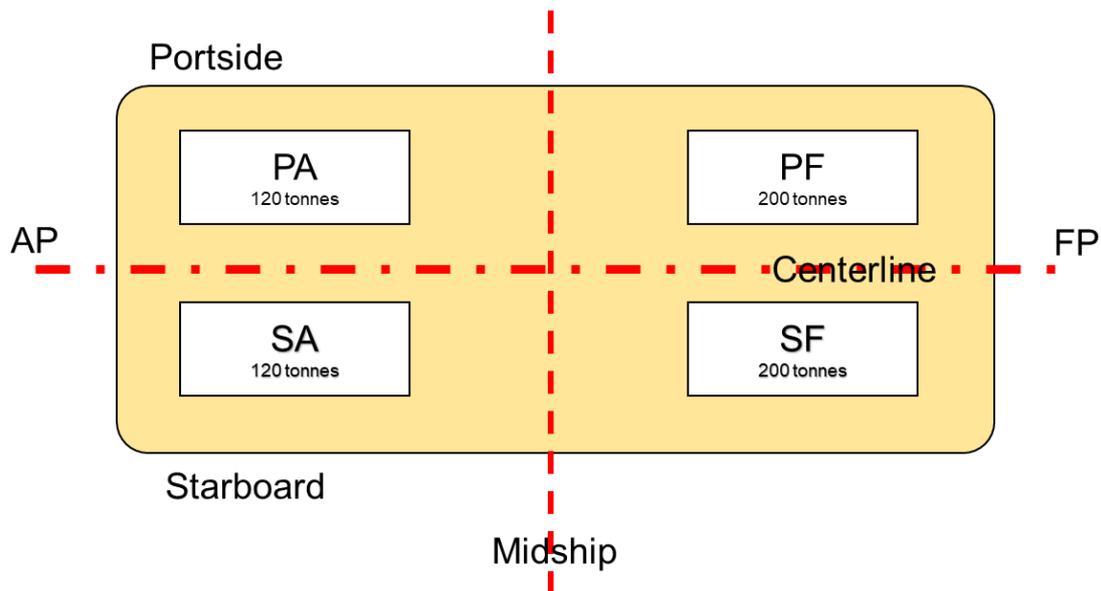


Gambar 1. Contoh Marine Operation: Transportasi Jacket [1]

Sebagai seorang offshore engineer, baik itu dalam tahap desain, konstruksi, instalasi maupun operasi, kita tidak akan terlepas dari dua kondisi ini dan bahkan dapat terjadi secara bersamaan. Di Kuliah-13 kali ini kita akan menggabungkan apa yang telah kita pelajari dari pertemuan minggu pertama hingga ke-12. Pada dasarnya dalam menghitung kombinasi antara trim dan list, kita hanya perlu menjabarkannya satu-persatu dan menghitung layaknya pada kuliah sebelumnya. Umumnya trim yang dihitung terlebih dulu lalu dilanjutkan dengan perhitungan list. Mari kita perhatikan contoh kasus di bawah ini:

CONTOH KASUS

Sebuah barge dengan displacement 4500 tonnes memiliki $KM_T = 7$ m, $KG = 6.4$ M dan $MTC = 120$ tonnes.m, barge ini diberi muatan 1500 tonnes dan mengalami list 5° ke starboard dan trim 0.15 m menuju bow. Kondisi akhir yang harus dicapai sebelum barge ini berangkat dalam voyage nya adalah kondisi upright (portside-starboard memiliki draft yang sama) dan trim 0.3 m by stern dengan memindahkan air ballast. Ballast tank terdiri dari 4 tanki seperti tertera di Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Konfigurasi Tanki

Keempat tank tersebut memiliki titik berat masing-masing adalah 5.25 m dari centerline. Tank di forward memiliki kapasitas masing-masing 200 tonnes air ballast dan tank di aft memiliki kapasitas 120 tonnes air ballast. Kondisi saat ini kedua tank di forward terisi penuh sedangkan tank di aft dibiarkan kosong. Secara melintang, titik berat tank di F adalah 23.5 m ke arah forward dan titik berat tank A adalah 21.5 m ke arah aft. Berapa berat air ballast yang harus ditransfer dari tanki di portside ke tanki starboard agar kapal berada di kondisi yang disyaratkan?

STEP 1: Gambar konfigurasi tanki dan ekstraksi semua informasi yang berguna.

- Displacement total = 4500 + 1500 = 6000 tonnes
- KM_T = 7 m
- KG = 6.4 m
- MTC = 120 tonnes.m
- Trim = 0.15 m by bow
- List = 5 degrees to stbd

STEP 2: Menghitung kondisi ideal trim

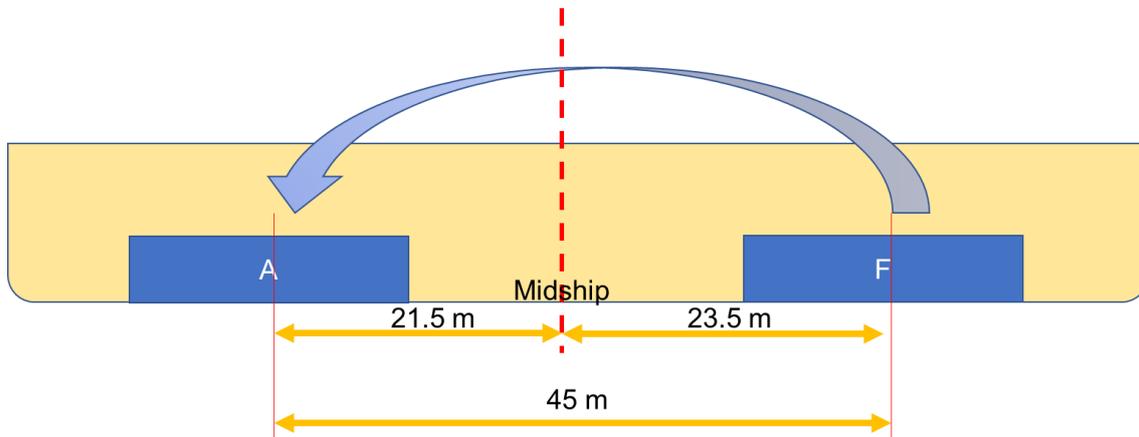
Seperti yang tertera pada pernyataan di soal, bahwa kondisi trim yang disyaratkan adalah 0.3 m trim by stern

- Trim yang sekarang terjadi = 0.15 m by bow
- Trim yang disyaratkan = 0.30 m by stern
- Change of trim yang dibutuhkan = 0.45 m by stern = 45 cm by stern

Maka untuk menghitung momen yang dibutuhkan untuk mengubah kondisi trim nya adalah mengalikan change of trim yang dibutuhkan dengan MTC nya.

- Trim moment = $change\ of\ trim \times MTC$
- = 45 × 120
- Trim moment = 5400 tonnes.m by stern

Selanjutnya adalah menentukan jarak antar titik berat melintang pada tanki yang akan di transfer.



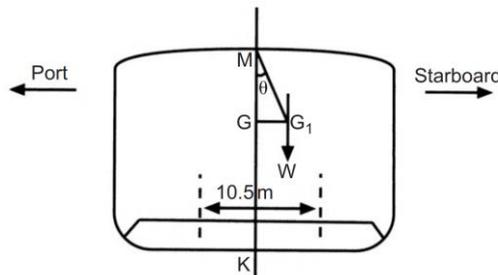
Gambar 3. Perpindahan ballast longitudinal

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa jarak yang harus dipindahkan adalah 45 m (jarak tanki A ke midship + jarak tanki F ke midship), maka:

$$\begin{aligned} \text{Trim moment} &= w \times d \\ &= w \times 45 \\ \text{Trim moment} &= 45w \\ 5400 &= 45w \\ w &= 120 \text{ tonnes to stern (from A to F tank)} \end{aligned}$$

STEP 3: Menghitung kondisi ideal list (posisi upright)

Menentukan segitiga listing GG_1M :



Gambar 4. Perpindahan ballast transversal

$$\begin{aligned} KM_T &= 7 \text{ m} \\ KG &= 6.4 \text{ m} \\ GM_T &= KM_T - KG = 7 - 6.4 = 0.6 \text{ m} \end{aligned}$$

Diketahui bahwa sudut list = 5° ke arah starboard, maka:

$$\begin{aligned} GG_1 &= GM \times \tan\theta \\ &= 0.6 \times \tan(5^\circ) \\ GG_1 &= 0.0525 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan demikian maka untuk mengembalikan ke kondisi upright, momen yang dibutuhkan adalah momen untuk membuat kapal list 5 derajat ke arah kebalikannya (list 5 derajat ke arah portside).

$$\begin{aligned} \text{Moment to portside} &= \Delta \times GG_1 \\ &= 6000 \times 0.0525 \end{aligned}$$

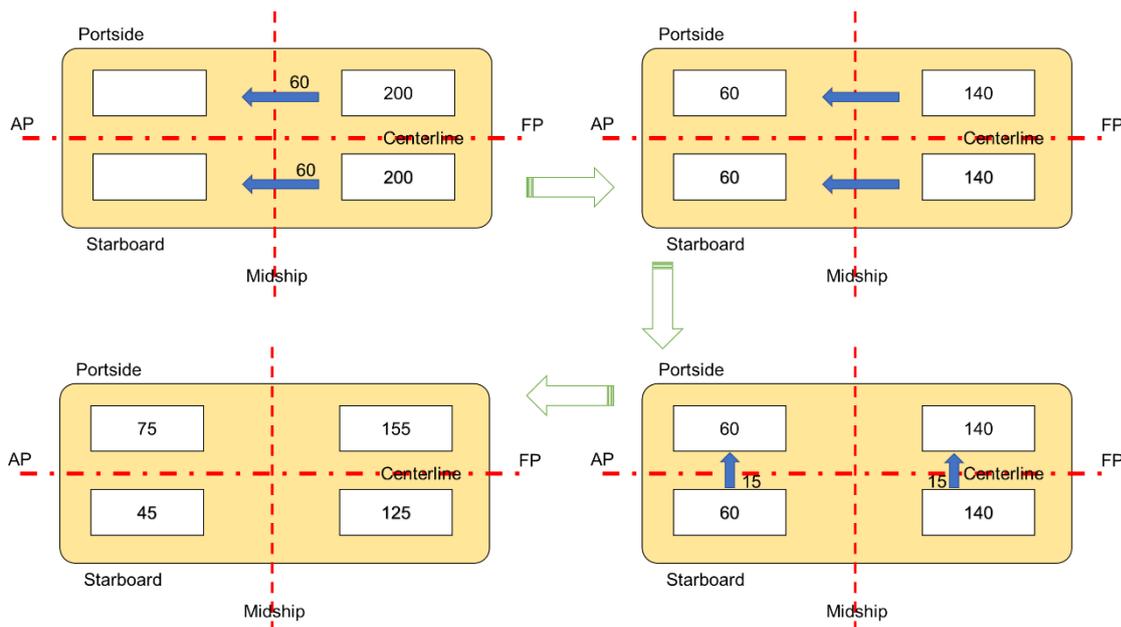
$$\text{Moment to portside} = 315 \text{ tonnes.m ke arah port}$$

Dari gambar dapat diketahui bahwa jarak titik berat tanki ke arah centerline adalah 10.5 m, maka dengan persamaan momen = lengan x berat dapat kita ketahui berat air ballast yang harus dipindahkan:

$$\begin{aligned} \text{Moment to portside} &= 10.5 \times w_p \\ 315 &= 10.5w_p \\ w_p &= 30 \text{ tonnes to portside} \end{aligned}$$

STEP 4: Strategi perpindahan air ballast

Dari perhitungan di atas dapat kita simpulkan bahwa 120 tonnes harus dipindah dari forward ke aft, dan 30 tonnes harus dipindah dari starboard ke portside. Salah satu cara yang bisa dilakukan adalah memindahkan masing-masing 60 tonnes ballast dari F tank ke A tank, lalu memindahkan masing-masing 15 tonnes ballast dari S tank ke P tank seperti tertera pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Strategi perpindahan air ballast