

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ukuran Utama Kapal

Principle dimension adalah ukuran utama kapal yaitu meliputi :

1. LOA (*length Over All*)

Adalah panjang keseluruhan kapal yang diukur secara horisontal dari titik terluar depan atau ujung haluan sampai pada titik terluar belakang atau ujung buritan.

2. LPP (*Length Between Perpendicular*)

Adalah panjang horisontal memanjang kapal diukur dari garis tegak buritan (AP) sampai pada garis tegak haluan (FP).

3. LWL (*Length of Water Line*)

Adalah panjang kapal yang diukur antara titik potong linggi haluan dengan garis air (*draught*) dan titik potong linggi buritan dengan garis air (*draught*).

4. B (*Breadth*)

Adalah lebar horisontal melintang kapal diukur dari sisi dalam pelat kulit lambung kanan sampai kesisi dalam pelat kulit lambung kiri pada bagian *midship* kapal.

5. H (*Height*)

Adalah tinggi yang diukur dari atas lunas atau *keel* sampai kebagian sisi dalam pelat geladak pada bagian *midship* kapal.

6. T (*Draught*)

Adalah sarat kapal yang diukur bagian atas lunas atau *keel* sampai pada garis air muatan.

2.2 Kapal Fiberglass

Istilah fiberglass terdiri dari dua kata yaitu '*fiber*' yang artinya serat dan '*glass*' yang artinya kaca. Dapat dikatakan *fiberglass* adalah salah satu jenis dari bahan komposit yang merupakan paduan dari dua bahan yang mempunyai sifat fisika dan kimia yang berbeda dimana perbedaan tersebut

pun masih dapat terlihat secara mikroskopik maupun makroskopik dalam paduan akhir material komposit tersebut.

Melihat pemakaian bahan komposit di kapal boat, maka sebenarnya istilah yang dipakai adalah **FRP yang berarti *Fiber-reinforced Plastic* atau *Fiber-reinforced Polymer***. Untuk lebih sederhana dan mudah dipahami, istilah FRP yang digunakan adalah untuk *Fiber-reinforced Plastic* karena secara umum material *polymer* juga banyak dikenal sebagai plastik.

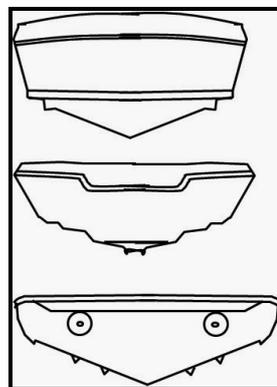
Sifat Fiberglass adalah sebagai berikut ^[5] :

1. Berat Jenis Material Rendah (2.632 gr/cm³)
2. Regangan Cukup Tinggi (1.8 Gpa)
3. Kekerasan Rendah (70 Gpa)

Dalam pengerjaannya kapal fiber dibagi menjadi beberapa 2 tipe yaitu :

2.2.1 *Single Hull Type*

Tipe kapal ini umum dipakai untuk kapal – kapal cepat seperti *speedboat*, karena dalam bermanuver dinilai tipe *single hull* lebih handal ^[5] seperti pada gambar 2.2.1.1 dibawah ini :

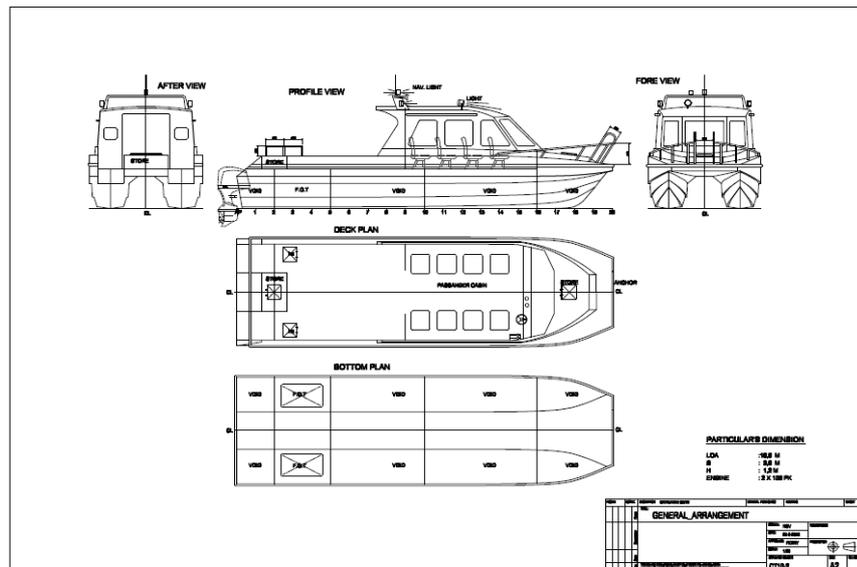


Gambar 2.2.1.1 *Fiber Boat Single Hull Type*

2.2.2 *Catamaran Type*

Kapal katamaran memiliki keunggulan misalnya pada kapal fiber dengan lebar yang sama, tahanan gesek kapal fiber type katamaran lebih kecil. Sehingga pada tenaga dorong yang sama kecepatannya relatif lebih besar, luas geladak dari katamaran lebih luas dibandingkan dengan *single hull*, volume benaman dan luas permukaan basah kecil, stabilitas yang lebih baik karena memiliki

dua lambung, dengan tahanan yang kecil maka biaya operasional menjadi kecil, image yang terkesan adalah keamanan yang terjamin dari faktor kapal terbalik sehingga penumpang merasa lebih aman [5].



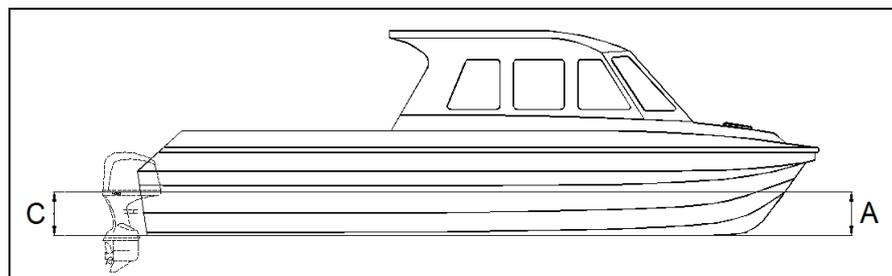
Gambar 2.2.2.1 Fiber Boat Catamaran type

2.3 Trim Kapal

Trim adalah perbedaan antara *draught* depan (haluan) dan *draught* belakang (buritan). *Trim* merupakan sudut kemiringan kapal secara membujur. Berikut adalah contoh *trim* yang terjadi pada kapal [1] :

2.3.1 Normal (Even Keel)

Kondisi dimana kapal dalam keadaan sejajar (tidak ada perbedaan antara *draught* depan dan *draught* belakang) seperti pada gambar 2.3.1.1 dibawah ini :

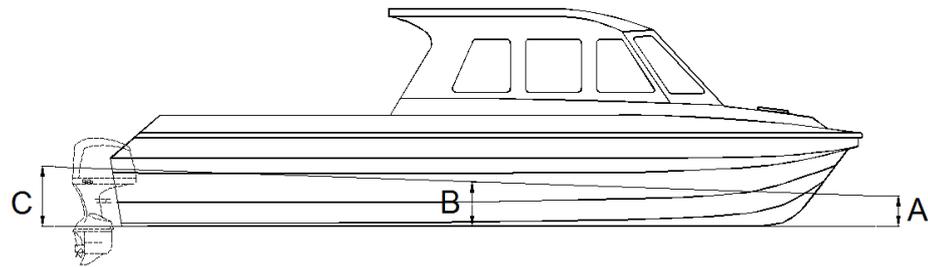


Gambar 2.3.1.1 Menunjukkan kapal *trim even keel* yaitu *draught* depan sama dengan *draught* belakang ($a = c$).

2.3.2 Trim Buritan (Trim by Stern)

Kondisi kapal dimana *draught* belakang lebih besar dibanding *draught* depan seperti pada gambar 2.3.2.1, dan untuk menentukan *draught* tengah adalah sebagai berikut :

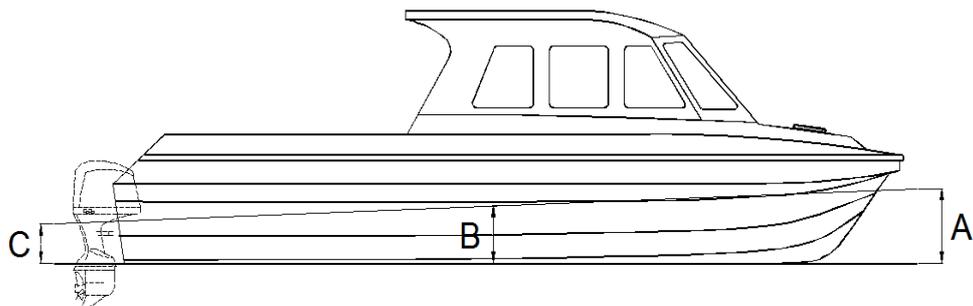
$b = (a + c) / 2$, hanya terjadi bilamana kapal tidak dalam kondisi *hogging* atau *sagging*.



Gambar 2.3.2.1 Menunjukkan kapal *trim by Stern* yaitu *draught* belakang lebih besar dari *draught* depan ($c > a$).

2.3.3 Trim Haluan (Trim by Bow)

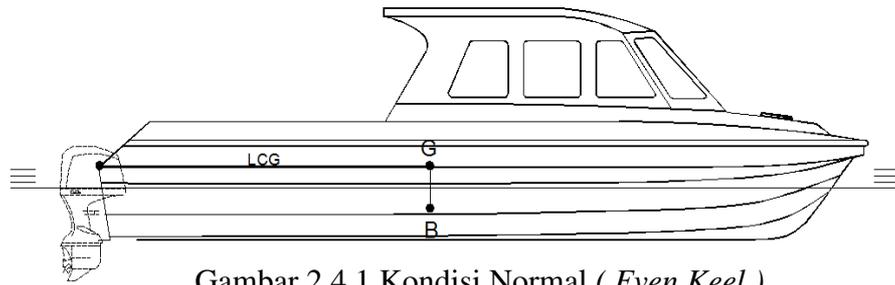
Kondisi kapal dimana *draught* depan lebih besar dibanding dengan *draught* belakang kapal seperti pada gambar 2.3.3.1 dibawah :



Gambar 2.3.3.1 diatas menunjukkan kapal *trim by Bow* yaitu *draught* haluan lebih besar dari *draught* belakang ($a > c$).

2.4 Titik Berat (Centre of Gravity)

Titik berat atau CG merupakan “titik pusat“ dari semua gaya-gaya yang menekan kebawah terhadap kapal. Letak Titik Berat (CG) adalah tegak lurus dengan titik bouyancy (CB) terhadap garis air. Seperti pada gambar 2.4.1 dibawah ini :

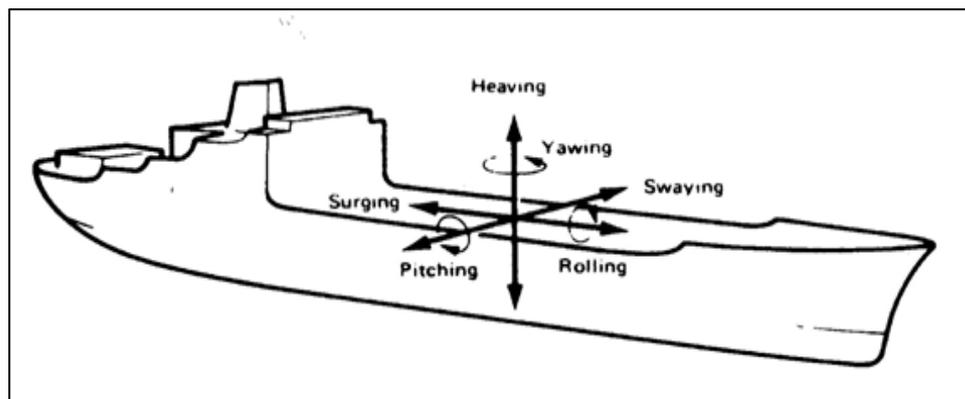


Gambar 2.4.1 Kondisi Normal (*Even Keel*)

Sedangkan Titik tangkap atau *Centre of Bouyancy* (*CB*) adalah gaya tangkap dari semua gaya yang keatas terhadap kapal ^[6].

2.5 Gerakan Kapal (*Ship Motions*)

Ada enam macam gerakan kapal dilaut yaitu tiga gerakan translasi (*surging, swaying dan heaving*) dan gerakan tiga gerakan rotasi (*rolling, pitching dan yawing*) seperti pada gambar 2.5.1 dibawah ini :

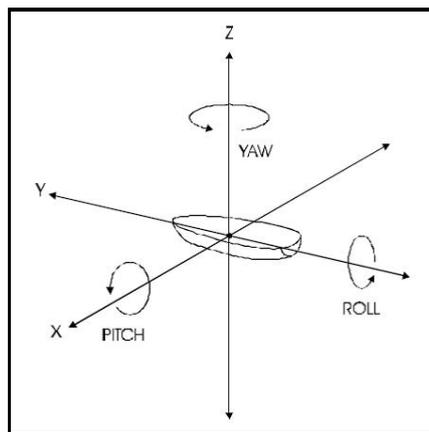


Gambar 2.5.1 *Ship Motions – the six degrees of freedom*

Dalam kajian olah gerak kapal, gerakan yang ditinjau adalah gerakan yang hanya mampu direspon oleh kapal, yaitu *rolling, heaving, pitching*. Efektifitas pengoperasian kapal di laut pada dasarnya sangat dipengaruhi oleh kemampuan kapal untuk tetap selamat (*seaworthiness*) dan karakteristik yang menekankan pada respon kapal terhadap kondisi operasional di laut (*seakindliness*), kedua hal tersebut merupakan kriteria utama yang harus dipenuhi oleh suatu kapal, yang berkaitan erat dengan karakteristik gerakan kapal ^[7].

Seakeeping adalah gerakan kapal yang dipengaruhi oleh gaya-gaya luar yang disebabkan oleh kondisi air laut. *Seakeeping* dibedakan menjadi 3 gerakan seperti pada gambar 2.5.2 dengan penjelasan sebagai berikut :

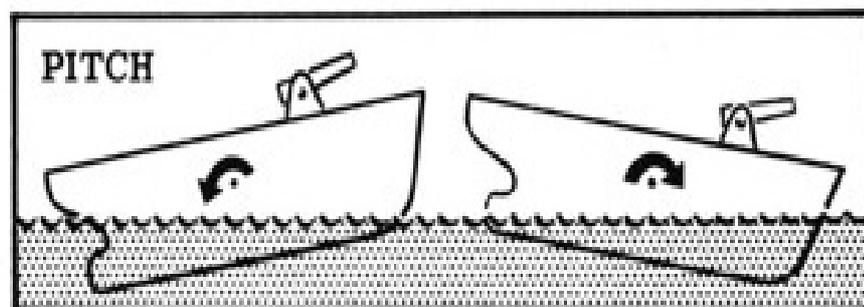
1. *Heaving* adalah gerakan kapal yang sejajar sumbu Z dan saat terjadi *heaving* kapal mengalami naik turun secara vertikal.
2. *Pitching* adalah gerakan kapal yang memutar sumbu Y, ketika terjadi *pitching* kapal mengalami perubahan trim bagian bow dan stern secara bergantian.
3. *Rolling* adalah gerakan kapal yang mengelilingi sumbu X, ketika terjadi *rolling* bagian sisi kanan kapal bergerak ke sebelah bagian sisi kiri kapal yang terulang secara bergantian ^[7].



Gambar 2.5.2 Rotations about the ship center of mass

2.5.1 Gerakan Pitching

Gerakan bersudut sesuai dengan sumbu y (sumbu y sebagai sumbu putar) berupa anggukan *by the bow – by the stern* seperti gambar 2.5.1.1 sebagai berikut :

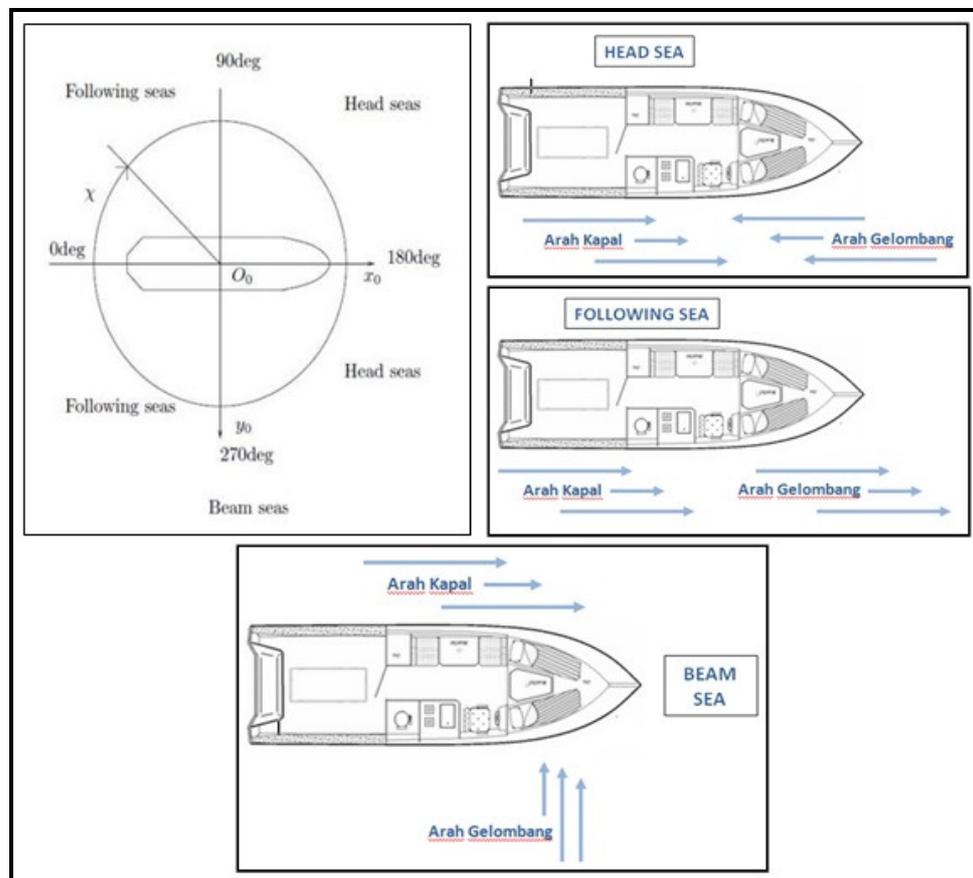


Gambar 2.5.1.1 Gerakan Kapal Pitching

Gerakan ini umumnya dipengaruhi oleh gelombang yang mengenai badan kapal yaitu *Head Sea*, *Beam Sea* dan *Following Sea*.

2.6 Gelombang

Gelombang pada umumnya akan mempengaruhi laju dan *manuvering* kapal tergantung dari arah mana gelombang itu datang. Sudut *heading* dengan arah gelombang searah gerakan kapal disebut *Following sea*. Jika berlawanan dengan arah kapal disebut *Head sea*, sedangkan bila tegak lurus dengan arah kapal disebut *Beam Sea* seperti pada gambar 2.6.1.



Gambar 2.6.1 Arah Gelombang Kapal

2.6.1 Gelombang Irregular

Gelombang irregular dalam penelitian diasumsikan berasal dari penjumlahan gelombang-gelombang regular yang memiliki frekuensi, tinggi dan fase gelombang yang berbeda-beda ^[3]. Tiap komponen gelombang dapat ditransformasikan menjadi komponen

dari suatu jenis gerakan dengan mengalikan spektrum gelombang dengan RAO gerakan tertentu yang ingin dihitung. spektrum gelombang (ω_w) diubah menjadi *spektrum* gelombang *encountered* (ω_e) dengan formula sebagai berikut ^[2] :

$$W_e = W_w - W_w^2 v g^{-1} \cos \mu \quad \dots\dots\dots (1)$$

- dimana :
- ω_e : Frekuensi encountered
 - ω : Frekuensi gelombang
 - g : Percepatan gravitasi
 - V : Kecepatan kapal
 - μ : Heading *angle* kapal

2.7 Dinamika Kapal

2.7.1 Relative *Bow Motion* pada Gelombang Irregular

Untuk mengetahui gerakan *Pitching* dan *Heaving* dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$S_s = S_z + \frac{\pi L}{L_w} S_\theta - S_\zeta \quad \dots\dots\dots (2)$$

- dimana :
- S_s : *Spectral density relative bow motion*
 - S_z : *Spectral density wave spectrum*
 - S_ζ : *Spectral density respons spectrum* gerakan *Heaving*
 - S_θ : *Spectral density respons spectrum* gerakan *Pitching*
 - L : *Length of water line* (L_{wl})
 - L_w : Frekuensi Gelombang

Untuk perhitungan L_w dapat menggunakan rumus dibawah ini ^[2] :

$$L_w = \frac{2\pi g}{W_w^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

2.7.2 Response Amplitudo Operator (RAO)

Metode spektra merupakan cara untuk mengetahui suatu respon struktur akibat beban gelombang reguler dalam tiap-tiap frekuensi. Nilai amplitudo pada suatu respon secara umum hampir sama dengan amplitudo gelombang. *Response Amplitude Operator*

(RAO) merupakan fungsi respon yang terjadi akibat gelombang dalam rentang frekuensi yang mengenai badan kapal. RAO disebut sebagai *transfer function* karena RAO merupakan alat untuk mentransfer beban luar (gelombang) dalam bentuk *response* pada suatu struktur.

$$RAO_{(\omega)} = \frac{X_p(\omega)}{\eta(\omega)} \dots\dots\dots (4)$$

dimana : $X_p(\omega)$: Amplitudo Struktur
 $\eta(\omega)$: Amplitudo Gelombang

RAO dapat juga didefinisikan sebagai hubungan antara amplitudo respon terhadap amplitudo gelombang. Dapat dinyatakan dengan bentuk matematis yaitu (ζ respon / ζ gelombang). RAO yang telah diperoleh dapat dikalikan dengan spektrum gelombang sehingga akan didapatkan spektrum respon. Spektrum gelombang yang digunakan adalah ISSC. Spektrum gelombang tersebut dapat diformulasikan sebagai berikut ^[2] :

$$S_R(\omega_e) = S_\zeta(\omega_e) [H_s(\omega_e)]^2 \dots\dots\dots (5)$$

dimana : ω : Frekuensi gelombang (rad/sec)
 H_s : Tinggi gelombang signifikan.

2.7.3 Gelombang Spektrum

Spektrum respon didefinisikan sebagai respon kerapatan energi pada struktur akibat gelombang. Spektrum respon merupakan perkalian antara spektrum gelombang dengan RAO kuadrat, secara matematis dalam persamaan ^[2] :

$$S_R(\omega) = [RAO(\omega)]^2 S(\omega) \dots\dots\dots (6)$$

dimana : $S_r(\omega)$: spektrum respon.
 $S(\omega)$: spektrum gelombang.

2.7.4 Deck Wetness

Untuk analisa frekuensi air laut naik ke atas *deck* adalah dengan menggunakan perhitungan *deck wetness* seperti dibawah ini ^[2] :

$$N_T = \frac{P_F}{T} \times 3600 \dots\dots\dots (7)$$

dimana: P_F : *Probability deck wetness*
 T : *Average apparent period*

Rumus untuk menghitung *probability deck wetness* dan *average apparent period* adalah sebagai berikut :

$$P_F = e^{-[f'(l)]^2 / 2m_0s} \dots\dots\dots (8)$$

dimana: $f'(l)$: *Tinggi freeboard*
 m_0s : *Relative bow motion* pada bagian FP.

$$m_0s = \frac{1}{4} [(Sa)_{\frac{1}{3}}]^2$$

$$(Sa)_{\frac{1}{3}} = \frac{1}{4} 2\sqrt{m_0s}$$

$(Sa)_{\frac{1}{3}}$: *Significant relative bow motion*

dan

$$T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m_0s}{m_2s}} \dots\dots\dots (9)$$

Untuk menentukan nilai *area under the response spectrum* (m_0s) dan *moment area response spectrum* (m_2s) dapat mempergunakan rumus sebagai berikut ^[2]:

$$m_0s = \int Ss \, d\omega e \dots\dots\dots (10)$$

$$m_2s = \int Ss \, \omega e^2 \, d\omega e \dots\dots\dots (11)$$

dimana : m_0s : *Area under the response spectrum*
 m_2s : *Moments of the area of the response spectrum*