

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 Kapal Ikan

Kapal ikan adalah kapal yang digunakan dalam kegiatan perikanan yang meliputi aktivitas penangkapan atau pengumpulan sumber daya perairan, pengelolaan/budi daya sumber daya perairan, serta penggunaan dalam pekerjaan-pekerjaan riset, training dan inspeksi sumber daya perairan (Nomura & Yamazaki, 1977).

Fyson (1985), menjelaskan kapal ikan merupakan kapal yang dibangun untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan penangkapan ikan (*fishing operation*), menyimpan ikan, dan lain sebagainya yang didesain dengan ukuran, rancangan bentuk dek, kapasitas muat, akomodasi, mesin serta berbagai perlengkapan yang secara keseluruhan disesuaikan dengan fungsi dalam rencana operasi.

★ Persyaratan umum kapal ikan untuk mencapai kesuksesan operasi penangkapan (*general requirement*) (Nomura dan Yamazaki, 1977) :

- 1) Memiliki kekuatan struktur badan kapal;
- 2) Menunjang keberhasilan operasi penangkapan ikan;
- 3) Memiliki stabilitas yang tinggi;
- 4) Memiliki fasilitas penyimpanan hasil tangkapan yang lengkap.

Menurut Iskandar dan Pujiati (1995), kapal ikan berdasarkan metode pengoperasian alat tangkap dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu :

- 1) *Encircling gear* (alat tangkap yang dilingkarkan), yaitu kelompok kapal yang mengoperasikan alat tangkap dengan cara dilingkarkan, seperti kapal *purse seine*, payang, dogol;
- 2) *Static gear* (alat tangkap pasif), yaitu kelompok kapal yang mengoperasikan alat tangkap pasif (*static*), seperti kapal *gillnet*, *trammel net*, dan pancing;

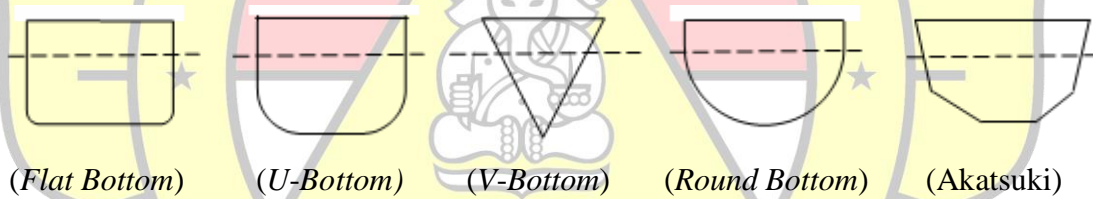
3) *Towed gear/Dragged gear* (alat tangkap yang ditarik), yaitu kelompok kapal yang mengoperasikan alat tangkap dengan cara ditarik, seperti kapal pukat dan tonda; serta

4) *Multi purpose*, yaitu kelompok kapal yang mengoperasikan lebih dari satu alat tangkap.

Beberapa bentuk badan kapal di bawah garis air (WL) menurut Dohri (1983), terdiri atas :

- 1) Badan kapal berbentuk *Parallel Epipedium (Flat Bottom)*;
- 2) Badan kapal berbentuk penuh (*U-Bottom*);
- 3) Badan kapal berbentuk tajam (*V-Bottom*).

Selain ketiga bentuk kapal di atas, juga terdapat bentuk badan kapal yang berbentuk seperti huruf “U” dengan garis kaku dan biasa (*Akatsuki*), (Traung, 1960) dan bentuk badan kapal yang berbentuk kurva melengkung (*Round Bottom*), (Fyson, 1985), lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.1



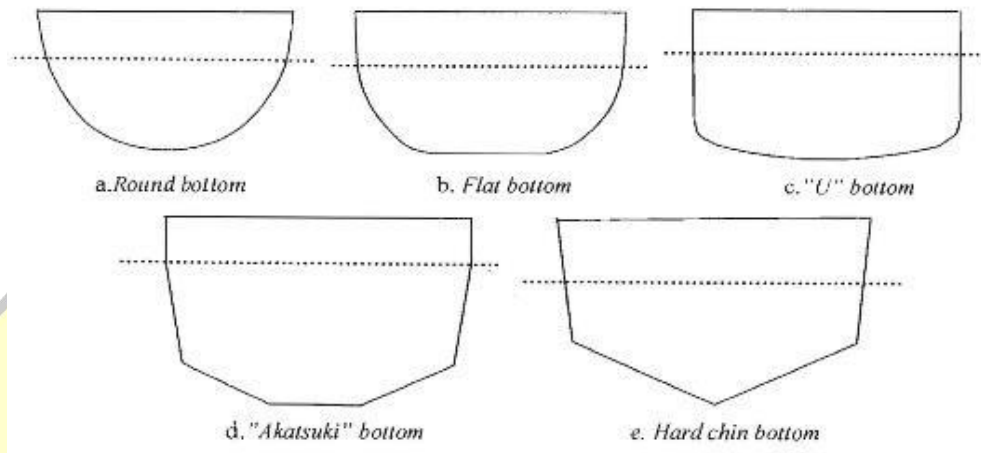
Sumber : (Dohri, 1983), (Traung, 1960), (Fyson, 1985)

Gambar 2. 1 . Bentuk badan kapal ikan

Menurut Yopi Novita (2005) berdasarkan literatur, bentuk-bentuk kasko kapal yang teridentifikasi di beberapa daerah perairan Indonesia terdiri dari lima bentuk tipe kasko kapal. Tipe-tipe tersebut adalah :

1. *Round bottom* : Kasko kapal dengan bentuk bulat hampir setengah lingkaran
2. *Round flat bottom* : Kasko kapal dengan bentuk bulat yang rata pada bagian bawahnya
3. “*U*” *Bottom* : Kasko kapal yang memiliki bentuk seperti huruf U

4. “Akatsuki” Bottom : Kasko kapal yang mempunyai bentuk hampir seperti huruf “U” , akan tetapi bentuk lekuknya membentuk suatu sudut dengan rata pada bagian bawahnya.
5. *Hard chin bottom* : Kasko kapal yang memiliki bentuk hampir sama dengan “Akatsuki” , akan tetapi pertemuan antara lambung kiri dan kanan kapal pada lunas membentuk suatu sudut seperti dagu.



Sumber : (Yopi Novita, 2005)

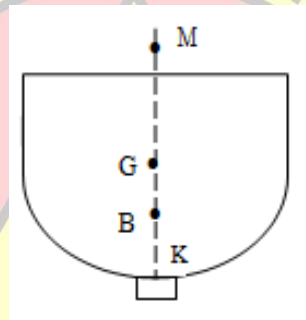
Gambar 2. 2 Bentuk badan kapal ikan

2.2 Stabilitas Kapal ikan

Stabilitas kapal dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke posisi semula setelah menjadi miring akibat *moment temporal*, *moment temporal* dapat disebabkan oleh angin, gelombang, distribusi muatan, berat muatan di dek, di kapal, dan lain-lain (Fyson, 1985). Stabilitas kapal tidak hanya berpengaruh terhadap keselamatan kapal di laut, tetapi juga berhubungan langsung dengan karakteristik operasi kapal dan kenyamanan awak kapal (Smith, 1975). (Farhum, 2006) menjelaskan stabilitas statis (*initial stability*) adalah stabilitas kapal yang diukur pada kondisi air tenang dengan beberapa sudut ke olengan pada nilai ton *displacement* yang berbeda. Sedangkan stabilitas dinamis adalah stabilitas kapal yang diukur dengan jalan memberikan suatu usaha pada kapal sehingga membentuk sudut ke olengan tertentu.

Menurut (Taylor, 1977 dan Hind, 1982), mengatakan bahwa stabilitas pada sebuah kapal dipengaruhi oleh letak titik-titik konsentrasi gaya yang bekerja pada sebuah kapal tersebut. Ketiga titik tersebut adalah:

- 1) Titik B (*centre of buoyancy*) yaitu titik khayal yang merupakan pusat seluruh gaya apung yang bekerja ke atas;
- 2) Titik G (*centre of gravity*) yaitu titik khayal yang merupakan pusat seluruh gaya berat pada kapal yang bekerja secara vertikal;
- 3) Titik M (*metacentre*) yaitu titik khayal yang merupakan titik potong dari garis khayal yang melalui titik B dan G saat kapal berada pada posisi miring akibat bekerjanya gaya-gaya pada kapal. Titik M merupakan titik maksimum bagi titik G. Oleh karena itu, posisi titik B sangat tergantung dari bentuk badan kapal yang terendam di dalam air.



Sumber : Fyson, 1985

Gambar 2.3 Jarak KB, BM, dan KM.

Menurut (Taylor, 1977), suatu benda dikatakan dalam posisi seimbang apabila resultan dari seluruh gaya-gaya yang bekerja padanya sama dengan nol dan momen resultan dari seluruh gaya-gaya tersebut juga sama dengan nol. Untuk keseimbangan, gaya apung dan berat harus sama dan kedua gaya harus bekerja sepanjang garis lurus yang sama.

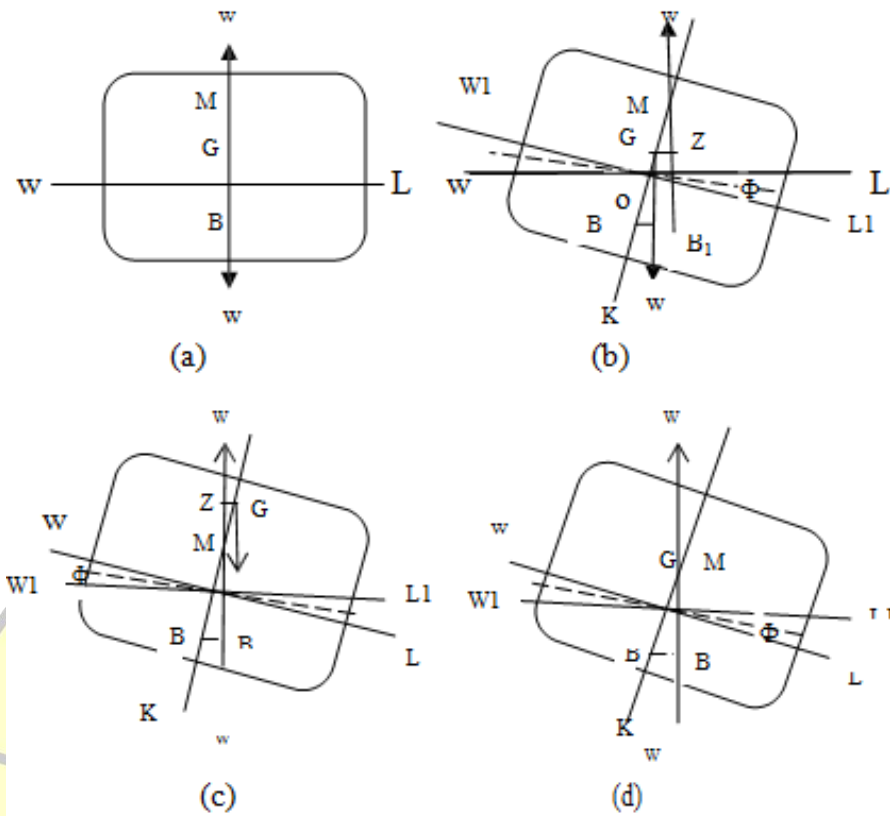
Pada dasarnya terdapat tiga jenis keseimbangan, antara lain (Derret,1991):

- 1) Keseimbangan stabil (*stable equilibrium*). Kapal dikatakan dalam keseimbangan stabil yaitu jika kapal ketika miring, kapal dapat kembali ke posisi semula (tegak). Agar ini terjadi, pusat gaya berat harus berada

di bawah metasenter. Kapal memiliki nilai GM positif yaitu G berada di bawah M , dan lengan penegak (GZ) berada di bawah metasenter (Gambar 2.4 (b)).

2) Keseimbangan tidak stabil (*unstable equilibrium*). Kapal dikatakan tidak stabil yaitu ketika kapal miring terus miring lebih jauh. Agar ini terjadi, kapal memiliki nilai GM negatif yaitu G berada di atas M . Pada Gambar 2.4(c), lengan GZ berada di atas metasenter. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan Momen Penerus/*Heiling Moment* sehingga kapal akan bertambah miring.

3) Keseimbangan netral (*neutral equilibrium*) yaitu ketika G berimpit dengan M seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4(d), dan ketika kapal miring, kapal akan tetap berada dalam sudut kemiringannya sampai mendapat gaya eksternal lainnya. Pada kondisi ini lengan penegak GZ tidak dihasilkan. Tidak ada momen yang dihasilkan untuk kapal tersebut kembali tegak atau terus bergerak searah kemiringannya. Kemiringan yang tetap ini dinamakan *list*.



Sumber: Derret, 1991

Gambar 2.4. Posisi keseimbangan.

Keterangan :

B: Titik pusat gaya apung

K: Lunas

G: Titik pusat gaya berat

W_L : Garis air

M: Titik *metacenter*

w : Gaya yang bekerja

GZ: Lengan pengembali

Φ : Sudut oleng

(a) Posisi keseimbangan

(b) Keseimbangan stabil (*stable equilibrium*)

(c) Keseimbangan tidak stabil (*unstable equilibrium*)

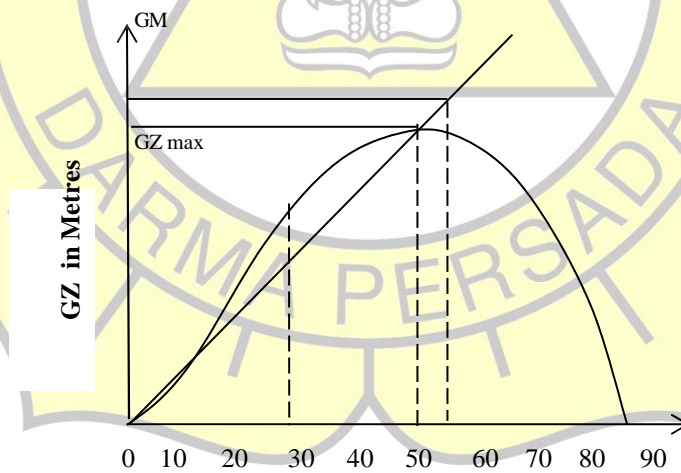
(d) Keseimbangan netral (*neutral equilibrium*)

Fyson, (1985) menjelaskan bahwa stabilitas statis kapal terkait dengan perhitungan nilai GZ atau lengan pengembali pada kapal. Hal ini berfungsi agar air tidak masuk ke dalam kapal. Kurva ini menunjukkan hubungan antara lengan pengembali GZ pada berbagai variasi sudut

kemiringan pada perubahan berat konstan (*constant displacement*).

Menurut (Rawson dan Tupper, 1968), kurva stabilitas statis menunjukkan :

- 1) Kemiringan pada titik awal. Nilai pengembali untuk sudut kemiringan yang kecil adalah proporsional terhadap sudut kemiringan. Nilai tangen GZ pada titik ini menggambarkan tinggi metasenter;
- 2) Nilai maksimum GZ, nilainya proporsional dengan momen terbesar yang menyebabkan sudut kemiringan maksimum dimana kapal tidak tenggelam;
- 3) Selang stabilitas (*range of stability*), yaitu selang dimana nilai GZ adalah positif. Biasanya berada pada selang antara $(0-90^{\circ})$ dimana kapal akan kembali ke posisi semula setelah momen yang menyebabkan kemiringan hilang;
- 4) Area di bawah kurva. Area ini menggambarkan kemampuan kapal untuk menyerap energi yang diberikan oleh angin, gelombang, dan gaya eksternal lainnya.



Sumber : Rawson dan Tupper, 1968 vide Sitompul, 2005

Gambar 2.5 . Kurva stabilitas statis (kurva GZ)

2.3 Hambatan Kapal

Hambatan kapal adalah gaya yang menahan kapal ketika melaju dengan kecepatan dinasnya. Gaya hambat ini harus dilawan oleh gaya dorong yang dihasilkan oleh mesin kapal agar tercapai kecepatan yang dikehendaki

Dalam publikasi baru-baru ini metode statistik disajikan untuk penentuan daya pendorong yang dibutuhkan pada tahap desain awal sebuah kapal. Metode ini dikembangkan melalui analisis regresi eksperimen model acak dan data skala penuh, tersedia pada *Netherlands Ship Model Basin*. Karena keakuratan metode ini dilaporkan tidak mencukupi bila kombinasi parameter utama yang tidak konvensional digunakan, upaya dilakukan untuk memperluas metode dengan menyesuaikan model prediksi numerik asli untuk menguji data yang diperoleh pada beberapa kasus tertentu. Adaptasi metode ini telah menghasilkan seperangkat formula prediksi dengan rentang aplikasi yang lebih luas. Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa modifikasi yang diberikan hanya bersifat sementara, karena penyesuaian didasarkan pada sejumlah kecil percobaan. Bagaimanapun, aplikasinya diberikan pada bentuk lambung yang menyerupai kapal rata-rata yang digambarkan oleh dimensi utama dan koefisien bentuk yang digunakan dalam metode ini.

Metode tambahan ini difokuskan untuk meningkatkan hasil prediksi daya pada *High-block Ship* dengan rasio L/B yang rendah dan kapal-kapal langsing dengan komponen-komponen tambahan diluar lambung yang sangat kompleks dan juga bagian *transom* buritan yang tercelup air.

Beberapa bagian dari penelitian ini dilaksanakan dalam lingkup program Penelitian kooperatif NSMB. Metode tersebut diaplikasikan ke kapal angkatan laut dalam sebuah studi penelitian untuk Angkatan Laut Kerajaan Belanda. (J. Holtrop and G.G.J Mennen)

2.4 Geometri Kapal

Geometri adalah ilmu yang mempelajari tentang sifat-sifat, pengukuran-pengukuran, dan hubungan-hubungan titik, garis, bidang dan bangun ruang, dan geometri adalah cabang matematika yang mempelajari tentang ilmu ukur.

Dapat disimpulkan bahwa geometri adalah cabang ilmu matematika yang mempelajari tentang sifat dan hubungan titik, garis, bidang dan bangun ruang serta pengukurannya.

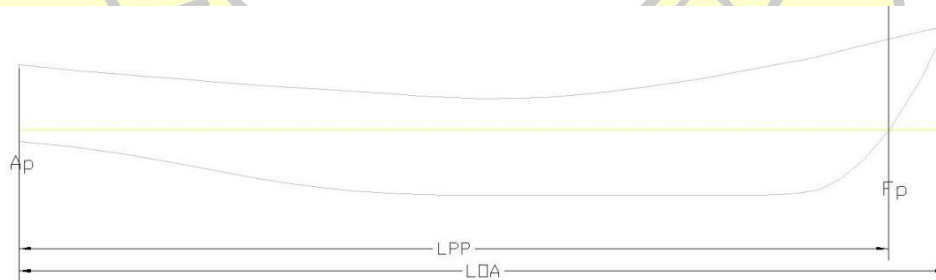
Pengetahuan tentang geometri kapal merupakan salah satu dasar pengenalan terhadap teori dan struktur kapal, dimana dengan bentuk bidang lambung kapal yang spesifik & unik serta melibatkan banyaknya kurva akan menuntut cara penggambaran teknis yang spesifik pula.

Ukuran utama kapal adalah panjang, lebar, dan tinggi kapal. Ukuran-ukuran tersebut penting untuk menentukan kapasitas atau besar kecilnya kapal, maka sebelum dimulainya pembangunan suatu kapal elemen-elemen tersebut perlu diperhitungkan secara teliti.

★ Beberapa istilah mendasar yang perlu diketahui antara lain adalah :

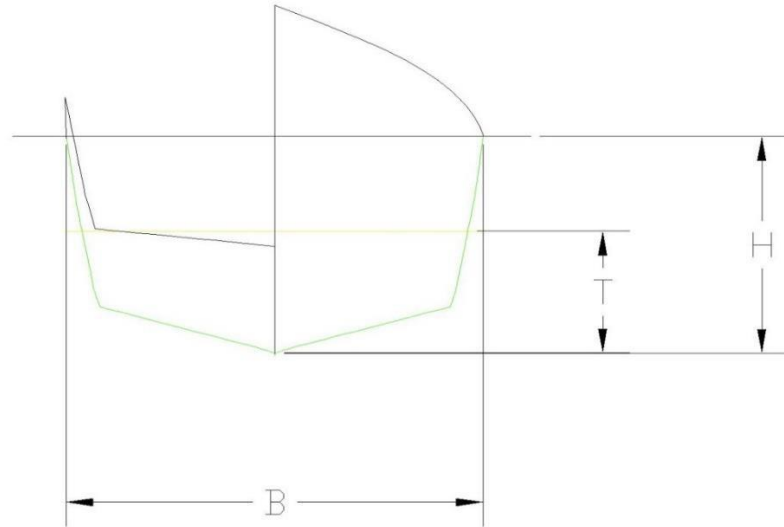
1. Panjang Kapal.

Loa : *Length over all* Adalah panjang kapal keseluruhan yang diukur dari ujung buritan sampai ujung haluan.



Sumber : Data hasil olahan

Gambar 2.6. Panjang Kapal



Sumber : Data hasil olahan

Gambar 2.7. Lebar Kapal

LPP : *Length between perpendiculars.*

Panjang antara kedua garis tegak buritan dan garis tegak haluan yang diukur pada garis air muat.

AP : Garis tegak buritan (*After perpendicular*)

Letaknya pada linggi kemudi bagian belakang atau pada sumbu poros kemudi.

FP : Garis tegak haluan (*fore perpendicular*)

Adalah merupakan perpotongan antara linggi haluan dengan garis air muat.

Lwl : Panjang garis air (*Length of water line*)

Adalah jarak mendatar antara ujung garis muat (garis air), yang diukur dari titik potong dengan linggi buritan sampai titik potongnya dengan linggi haluan dan diukur pada bagian luar linggi buritan dan linggi haluan.

2. Lebar Kapal.

B : *Breadth* (lebar yang direncanakan).

Adalah jarak mendatar dari gading tengah yang diukur pada bagian luar gading. (tidak termasuk tebal pelat lambung).

Bwl : *Breadth of water line* (lebar pada garis air muat).

Adalah lebar yang terbesar yang diukur pada garis air muat.

Boa : *Breadth over all* (lebar maksimum).

Adalah lebar terbesar dari kapal yang diukur dari kulit lambung kapal disamping kiri sampai kulit lambung kapal samping kanan.

3. Tinggi Geladak.

H (D) : *Depth* (tinggi terendah dari geladak).

Adalah jarak tegak dari garis dasar sampai garis geladak yang terendah, umumnya diukur di tengah – tengah panjang kapal.

4. Sarat Kapal

T : *Draft* (sarat yang direncanakan).

Adalah jarak tegak dari garis dasar sampai pada garis air muat.

Daeng Paroka (2012) menyebutkan factor yang mempengaruhi stabilitas adalah :

1. Rasio B/T
2. Rasio KG/H
3. Rasio fb/B

Lebar kapal (B) mempunyai pengaruh pada tinggi metasenter. Penambahan lebar dengan *displacement*, panjang kapal dan *draft* kapal tetap akan menyebabkan kenaikan tinggi metasenter.

Penambahan lebar pada umunya digunakan untuk mendapatkan tambahan ruangan badan kapal. Akan tetapi hal ini juga mempunyai kerugian karena dapat mengurangi fasilitas terusan, dok dan galangan

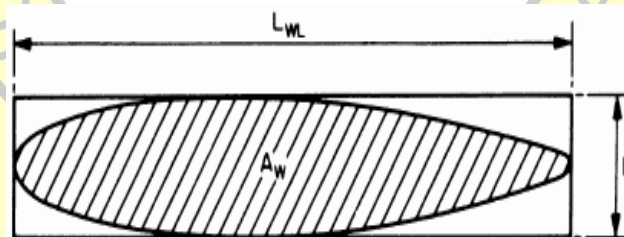
Perbandingan $\frac{B}{T}$ terutama mempunyai pengaruh pada stabilitas kapal. Harga perbandingan $\frac{B}{T}$ yang rendah akan mengurangi stabilitas kapal. Sebaliknya harga $\frac{B}{T}$ yang tinggi akan membuat stabilitas kapal menjadi semakin lebih baik.

Tinggi dek (H) terutama mempunyai pengaruh pada titik berat kapal (KG) atau *center of Gravity*. Penambahan tinggi pada umumnya akan menyebabkan kenaikan titik berat kapal.

Sarat air (T), terutama mempunyai pengaruh pada tinggi *Center of Bouyancy* (KB). Penambahan sarat air pada displacement, panjang kapal dan lebar kapal tetap pada umumnya akan menaikkan harga *Center of Bouyancy*. *Freeboard* (fb) berhubungan dengan reserve displacement atau daya apung cadangan.

2.5 Koefisien Bentuk

1. Koefisien garis air (*Water Plane area coefficient*)



Sumber : Moch. Sofi, 2008

Gambar 2.8. *Water Plane area coefficient*

Cwl adalah perbandingan antara luas bidang garis air muat (A_w) dengan luas sebuah empat persegi panjang dengan panjang dengan lebar B.

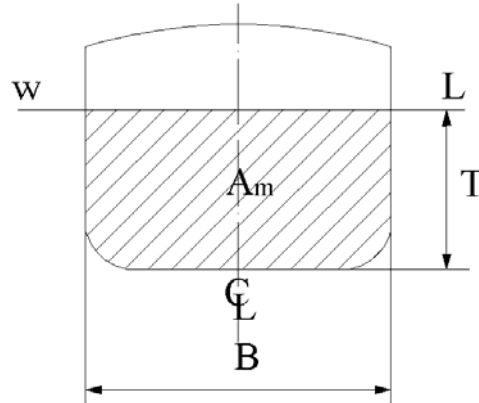
Dimana :

A_w = Luas bidang garis air.

L_{wl} = Panjang garis air.

B = Lebar kapal (Lebar Garis Air).

2. Koefisien Gading besar dengan Notasi C_m (*Midship Coefficient*)



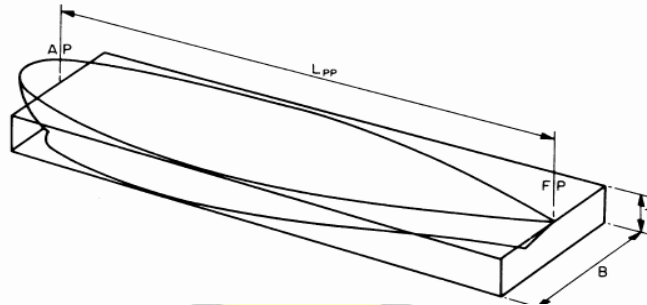
Sumber : Moch. Sofi, 2008

Gambar 2.9. *Midship Coefficient*

C_m adalah perbandingan antara luas penampang gading besar yang terendam air dengan luas suatu penampang yang lebarnya = B dan tingginya = T .

Penampang gading besar (*midship*) yang besar terutama dijumpai pada kapal sungai dan kapal – kapal barang sesuai dengan keperluan ruangan muatan yang besar. Sedang bentuk penampang gading besar yang tajam pada umumnya didapatkan pada kapal tunda sedangkan yang terakhir di dapatkan pada kapal – kapal pedalaman. Bentuk penampang melintang yang sama pada bagian tengah dari panjang kapal dinamakan dengan *Paralel Midle Body*.

3. Koefisien Blok (*Block Coefficient*)



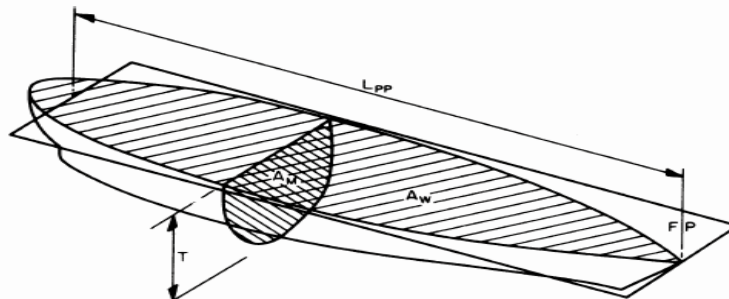
Sumber : Moch. Sofi, 2008

Gambar 2.10. *Block Coefficient*

Koefisien blok adalah merupakan perbandingan antara isi karene dengan isi suatu balok dengan panjang = L_{wl} , lebar = B dan tinggi = T .

Dari harga C_b dapat dilihat apakah badan kapal mempunyai bentuk yang gemuk atau ramping.

4. Koefisien Prismatic (*Prismatic Coefficient*)



Sumber : Moch. Sofi, 2008

Gambar 2.11. *Prismatic Coefficient*

Koefisien prismatic adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada di bawah permukaan air (Isi Karene) dengan volume sebuah prisma dengan luas penampang *midship* (A_m) dan panjang L_{wl}

2.6 Seakeeping

Seakeeping adalah gerakan kapal yang dipengaruhi oleh gaya-gaya luar yang disebabkan oleh kondisi air laut. *Seakeeping* dibedakan menjadi 3 yaitu :

1. Heaving

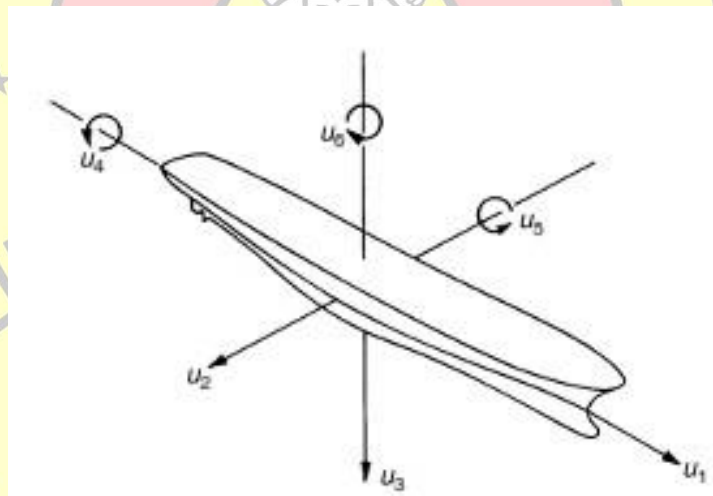
Heaving adalah gerakan kapal yang sejajar sumbu Z dan saat terjadi *heaving* kapal mengalami naik turun secara vertikal.

2. Pitching

Pitching adalah gerakan kapal yang memutar sumbu Y, ketika terjadi *pitching* kapal mengalami perubahan trim bagian bow dan stern secara bergantian.

3. Rolling

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.

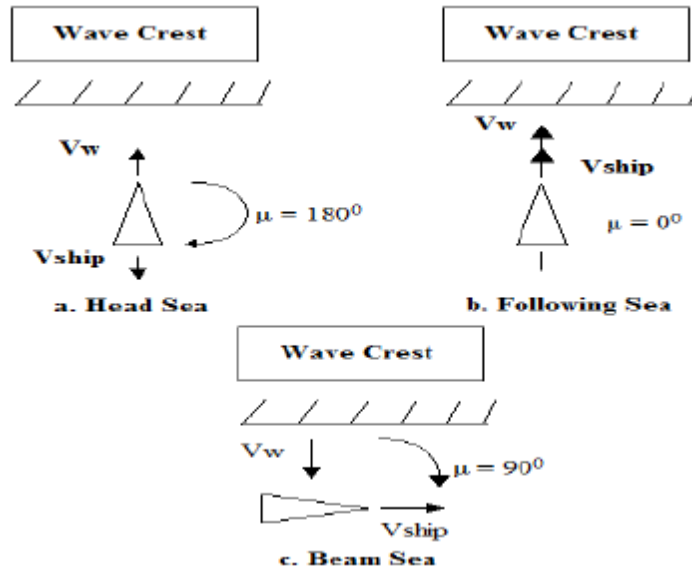


Sumber : Volker Bertam, 2000

Gambar 2.12 Six Degree Freedom of Motion

2.7 Arah Kapal Terhadap Arah Gelombang

Sebagai gambaran arah kapal terhadap arah datang gelombang untuk kondisi *head sea*, *following sea* dan *beam sea* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Sumber : Battacharya, 1978

Gambar 2.13. Arah Kapal Terhadap Arah Gelombang

a. Head Seas

Gelombang pada arah haluan kapal. *Head seas* terjadi ketika saat arah gelombang mengalir ke arah kapal

b. Following Seas

Arah gelombang searah dengan arah lajunya kapal. Ini kebalikan dari *Head seas*

c. Beam Seas

Arah gelombang tegal lurus terhadap badan kapal.

2.8 Gelombang Laut

Gelombang laut berdasarkan gaya pembangkitnya dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain gelombang angin, gelombang pasang surut, gelombang tsunami, gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak dan sebagainya.

Pada umumnya bentuk gelombang di alam sangat kompleks dan sulit digambarkan secara matematis karena ketidak linieran, tiga dimensi dan mempunyai bentuk random (satu deret gelombang mempunyai tinggi

dan periode berbeda). Beberapa teori yang ada hanya menggambarkan bentuk gelombang yang sederhana dan merupakan pendekatan gelombang alam.

Gelombang terdiri dari :

- *Crest* : titik tertinggi (puncak) gelombang
- *Trough* : titik terendah (lembah) gelombang
- *Wave height* : titik *vertical* antara *crest* dan *trough*
- *Wave length* : jarak berturut-turut antara dua buah *crest* atau dua buah *trough*
- *Wave periode* : waktu yang diutuhkan *crest* untuk kembali pada titik semula secara berturut-turut



Sumber : Roni Kurniawan, 2012

Gambar 2.14 Gelombang Laut

Peneliti yang mempelajari tentang gelombang laut mengusulkan beberapa perumusan tentang spektrum gelombang dengan beberapa parameter, seperti kecepatan angin, atau frekuensi modal. Perumusan itu bermanfaat jika tidak terdapat data yang terukur pada lokasi. Akan tetapi tetap terbatas oleh musim. Kebanyakan dari spektrum gelombang mengambil format standar mengikuti formulasi matematika. Frekuensi puncak disebut dengan frekuensi modal. Daerah dibawah spektrum disebut dengan momen nol, yang sering disebut dalam istilah perubahan tinggi gelombang

Beberapa variasi spektrum gelombang :

1. *Bretschneider spectrum*

2. *Pierson-Moskowitz spectrum*
3. *Jonswap spektrum*

Dari beberapa penelitian yang dulu pernah dilakukan, kelihatannya tidak ada satu pun yang bisa benar-benar cocok. Namun secara umum dapat diamati spektrum gelombang yang terukur di beberapa tempat di Indonesia agak *narrow banded*. Jadi rasanya JONSWAP lebih cocok (forum migas Indonesia, 2008)

2.9 Maxsurf

Maxsurf adalah *software* untuk menganalisis pendesainan kapal. Software ini satu paket dengan *hydromax*, *hull speed*, *seakeeper*, *workshop* dan *span*. Maxsurf digunakan untuk membuat *lines plan* dalam bentuk 3D, yang dapat memperlihatkan potongan *station*, *buttock*, *shear* dan 3D-nya pada pandangan depan, atas, samping dan perspektif. Selain digunakan untuk membuat *lines plan* kapal juga dapat digunakan untuk membuat bentuk 3D-lain seperti: pesawat, mobil dan produk industri lainnya. Dasar pembuatan modelnya adalah *Surface* yang merupakan bidang permukaan dan dapat dibuat menjadi berbagai bentuk model 3D dengan jalan menambah, mengurangi, dan merubah kedudukan *control point*. Pembuatan *lines plan* ini adalah merupakan bagian yang paling penting, karena menggambarkan karakteristik kapal yang akan dibuat, sehingga bagian ini harus dikuasai dengan baik.

Maxsurf merupakan *software* pemodelan lambung kapal yang berbasis *surface*. Pemodelan lambung kapal di Maxsurf terbagi atas beberapa *surface* yang digabung (*bounding*). *Surface* pada Maxsurf didenifisikan sebagai kumpulan *control point* yang membentuk jaring – jaring *control point*. Dalam memperoleh *surface* yang diinginkan maka *control point* digeser – geser sampai mencapai bentuk yang optimum.