

# PENGARUH UKURAN UTAMA KAPAL TERHADAP DISPLACEMENT KAPAL

Budi Utomo \*)

## Abstract

*Displacement is weight water which is replaced ship hull. The displacement influenced by dimension of in merchant ship. The displacement must be small as possible, but the capacity and the speed must be fullfill.*

*Displacement can be obtained by formulation or by experiment in hydrodinamika laboratory, the modeling characteristic us descube the real Calculation of the ship.*

*The form of the ship must give the resistaise as small as possible. In athe hard the capacity must be full fill of load.*

*Key word : displacement of ships*

## Pendahuluan

Pada dasarnya sebelum kapal direncanakan untuk dibangun ditentukan dahulu jenis muatan apa yang akan diangkut. Hal ini penting ditentukan sehubungan dengan besarnya ruangan yang dibutuhkan di dalam kapal untuk mengangkut muatan dalam satuan berat yang sudah ditentukan oleh pemesan, misalnya terdiri dari jenis kapal, daerah pelayaran, aksi radius, Bobot mati (*DWT*), kecepatan kapal, sarat air dan data dari kapal pembanding yang sesuai dengan kapal yang direncanakan.

Macam-macam kapal pengangkut /kapal dagang diantaranya sebagai berikut :

1. Kapal dengan muatan barang / *Cargo Ship*
2. Kapal dengan muatan barang dan penumpang / *Cargo Passenger Ship*
3. Kapal pengangkut kayu / *Timber Carrier / Log Carrier*
4. Kapal pengangkut muatan cair / *Tanker Ship*
5. Kapal pengangkut petikemas / *Container Ship*
6. Kapal pengangkut muatan curah / *Bulk Carrier*
7. Kapal pendingin / *Refrigerated Cargo Vessels*
8. Kapal pengangkut ternak dll.

*Displacement* adalah jumlah air dalam ton yang dipindahkan oleh kapal yang terapung atau gaya tekan yang bekerja dengan arah vertikal keatas. Dapat dikatakan bahwa *displacement* adalah volume badan kapal yang tercelup air dikalikan dengan berat jenis air, volume ini merupakan hasil rekayasa perencanaan bentuk badan kapal yang dibatasi oleh ukuran utama kapal yaitu panjang kapal, lebar kapal, tinggi kapal dan koefisien bentuk serta perbandingan ukuran utama kapal.

Untuk merencanakan kapal dagang para perencana selalu dituntut lebih menekankan pada faktor ekonomis tetapi tidak mengabaikan faktor teknis, seperti masalah stabilitas dan kekuatan kapal, *free board* dan aspek teknis lain yang tergantung pada tipe kapal. Berbagai formula perhitungan / penentuan *displacement* dapat dijumpai di dalam literature, sehingga dapat ditemukan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap *displacement* kapal.

Pada kapal dagang selalu diinginkan bahwa penentuan *displacement* kapal harus sekecil mungkin tetapi mempunyai daya muat dan kecepatan sesuai dengan yang diminta, dengan demikian diharapkan dapat memperkecil tahanan yang terjadi pada gerakan kapal di air, dan tenaga mesin penggerak yang dibutuhkan menjadi lebih kecil serta berat mesin penggerak menjadi lebih ringan sehingga menghemat pemakaian bahan bakar dan menambah daya angkut kapal.

Untuk itu pada umumnya dibutuhkan referensi dari kapal-kapal lain yang serupa sebagai kapal pembanding. Sebagai batasan pemilihan kapal pembanding dapat dilakukan dengan mengambil data dari kapal pembanding yang sama dengan kapal yang direncanakan, dengan susunan mesin yang sama dan ukuran yang sama pula. Data kapal pembanding harus dipilih yang baik dan lengkap serta harus diperhatikan pengaruhnya terhadap kecepatan, stabilitas, *free board* dan ruang muatnya.

*Displacement* kapal juga dapat ditentukan dengan menggunakan perbandingan  $DWT/D$  dari kapal pembanding.

*Displacement* tidak mungkin diperoleh hanya dengan analisa saja, tetapi juga diperlukan dari data hasil percobaan-percobaan model kapal di laboratorium hidrodinamika. Dengan memperlakukan model-model tersebut akan diperoleh ukuran utama optimum yang lengkap dengan karakteristiknya sesuai dengan kondisi pelayaran yang mungkin akan dialaminya. Dalam pembuatan model percobaan di laboratorium untuk sebuah *displacement* perlu ditentukan suatu harga patokan yang tetap, misalnya panjang *L* tetap atau lebar *B* tetap, kemudian ukuran utama yang lain divariasasi. Dari hasil percobaan maka dapat diketahui performance kapal yang direncanakan, misalnya kecepatan dan *effective power* yang dibutuhkan untuk mendorong kapal.

## Landasan Teori

Dasar teori pengertian *displacement* adalah dari hukum Archimedes, yang mengatakan bahwa benda padat yang dimasukkan kedalam zat cair akan mendapat gaya tekan keatas sebesar berat zat cair yang dipindahkan. Gaya tekan air keatas (*buoyancy*) adalah resultante dari gaya-gaya yang arahnya keatas

\*) Staf Pengajar Jurusan D III T. Perkapalan  
Fakultas Teknik Undi

yang ditimbulkan oleh desakan air pada benda yang terapung dan besarnya sebanding dengan berat air yang dipindahkan oleh benda tersebut. Jadi *displacement* adalah jumlah air dalam ton yang dipindahkan oleh kapal yang terapung. Kapal yang terapung di air akan mendapat gaya tekan air keatas yang besarnya sama dengan volume badan kapal yang tercelup dikalikan dengan berat jenis air, hal ini umumnya disebut *displacement* kapal :

$$D = \text{Volume} \times \rho$$

Volume badan kapal yang tercelup air :

$$V = L \times B \times T \times C$$

Sehingga :

$$D = L \times B \times T \times C_b \times \rho$$

Keterangan:

L = panjang kapal

B = lebar kapal

T = Sarat kapal

$C_b$  = koefisien block

$\rho$  = berat jenis air

Sesuai dengan hukum Archimedes besarnya *displacement* D akan sama dengan berat kapal itu sendiri.

$D = \text{Berat kapal kosong} + \text{Daya angkut kapal}$

Berat kapal kosong (*Light Weight Tonnage*) terdiri dari :

Berat baja kapal : berat baja badan kapal, *super structure* dan *deck house*

Berat peralatan : jangkar, rantai jangkar, mesin jangkar, tali temali, capstan, mesin kemudi, mesin winch, *derrick boom*, *mast*, ventilasi, alat-alat navigasi, *lift buoy*, david dll.

Berat permesinan kapal : motor induk, motor bantu, ketel, pompa, kompresor, separator, botol angin, *cooler*, *intermediate shaft*, *propeller shaft*, *propeller*, bantalan-bantalan poros, *reduction gear* dan seluruh peralatan yang ada dalam kamar mesin.

Daya angkut kapal / Bobot Mati (*Dead Weight Tonnage*).

Daya angkut kapal terdiri dari berat muatan, perbekalan, bahan bakar, air tawar, minyak pelumas, penumpang dan awak kapal yang diangkut oleh kapal pada waktu dimuati sampai garis muat maksimum.

Titik tekan dari gaya keatas yang merupakan titik tekan dari volume badan kapal yang tercelup air disebut *longitudinal centre of buoyancy (LCB)* untuk

arah memanjang kapal, sedangkan *vertical centre of buoyancy (VCB)* untuk arah vertikal.

Titik berat dari kapal sendiri secara memanjang disebut *longitudinal centre of gravity (LCG)* dan arah vertikal disebut *vertical centre of gravity (VCG)*.

Perlu diingat bahwa gaya berat dari kapal bekerja dengan arah vertikal kebawah, sedangkan *displacement* merupakan gaya tekan yang bekerja dengan arah vertikal keatas.

## Ukuran Utama Kapal

Ukuran Utama Kapal (*Principal Dimensions*) adalah menggambarkan besar keseluruhan dari badan kapal yang terdiri dari panjang, lebar dan tinggi kapal. Ketiga ukuran ini sangat penting untuk menentukan kapasitas kapal serta dimensi lain yang berhubungan dengan stabilitas kapal.

Ukuran utama kapal disamping mempengaruhi besarnya tubuh kapal juga menentukan nilai atau harga suatu kapal. Dengan besar *tonnage* yang sama harga suatu kapal lebih ditentukan oleh ukuran utamanya. Ukuran utama kapal juga sangat menentukan kesanggupan kapal yaitu :

- Penentuan ruangan kapal berkaitan dengan panjang kapal dan stabilitas.
- Penentuan lebar kapal berkaitan dengan daya dorong kapal
- Penentuan tinggi kapal berkaitan erat dengan penyimpanan barang serta letak titik berat kapal.

Dalam penentuan ukuran utama kapal perlu diperhatikan persyaratan dan pembatasan yang diberikan oleh biro klasifikasi dalam hal yang berhubungan dengan kekuatan kapal, juga batasan yang diberikan oleh pemilik kapal perlu mendapat pertimbangan sebaik-baiknya untuk melihat dapat tidaknya kapal yang dikehendaki dilaksanakan perencanaan dan pembuatannya.

a. Panjang kapal (L)

Panjang kapal pada umumnya ada 4 macam :

1. Panjang keseluruhan (*Length over all*) yaitu merupakan jarak horizontal dari ujung buritan sampai ujung haluan kapal.
2. Panjang antara garis tegak (*Length between perpendicular*) merupakan jarak horizontal dari garis tegak buritan AP sampai garis tegak haluan FP pada garis sarat yang direncanakan.
3. Panjang geladak kapal (*length deck line*) adalah jarak mendatar antara sisi depan linggi haluan sampai dengan sisi belakang linggi buritan yang diukur arah memanjang kapal pada garis geladak utama.
4. Panjang garis air atau garis sarat yang direncanakan (*Length water line*) adalah jarak horizontal antara sisi belakang linggi buritan sampai dengan sisi depan linggi haluan yang diukur arah memanjang kapal pada garis muat penuh.

Untuk menentukan panjang kapal L yang sangat berpengaruh pada kecepatan kapal dapat digunakan rumus atau diagram yang ada hubungannya dengan *displacement* dan kecepatan, selain dapat pula digunakan pertolongan angka *Froude*  $F_n = V/g.L$  dari kapal pembanding untuk mendapatkan harga *Froude number* atau langsung diambil harga L dengan per-timbangan dari kapal pembanding yang ada. Dalam penentuan panjang L harus memperhatikan peraturan yang diberikan oleh biro klasifikasi.

b. Lebar kapal ( B )

Pengukuran lebar kapal dilakukan pada bagian terlebar dari badan kapal. Pengukuran lebar kapal umumnya ada 3 macam :

1. Lebar maksimum kapal adalah lebar terbesar dari kapal yang diukur dari kulit lambung kapal samping kiri sampai kulit lambung samping kanan.
2. Lebar geladak kapal adalah jarak horizontal antara sisi-sisi luar kulit lambung kapal yang diukur arah melintang pada garis geladak utama.
3. Lebar garis air kapal adalah jarak horizontal antara sisi luar kulit lambung kapal yang diukur arah melintang kapal pada garis sarat yang direncanakan ( garis muat penuh kapal ).

Penentuan lebar kapal dapat digunakan dengan pertolongan perbandingan harga  $L/B$  dari kapal pembanding. Tetapi jika sarat air  $T$  telah ditentukan dahulu, maka untuk mendapatkan harga  $B$  dipakai persamaan *displacement* :

$$D = L \times B \times T \times C_b \times \rho$$

c. Tinggi kapal ( H )

Tinggi kapal merupakan jarak vertikal dari garis dasar ( *base line* ) sampai dengan garis geladak utama ( *free board deck line* ) yang diukur pada bidang *midship* atau pertengahan panjang garis tegak kapal, tinggi kapal terdiri dari :

1. *Draft* (  $T$  ) merupakan sarat yang direncanakan yang diukur pada garis muat penuh kapal sampai garis dasar kapal.
2. *Free board* (  $Fb$  ) merupakan jarak vertikal dari garis muatan penuh ( *full load water line* ) sampai garis geladak pada lambung timbul ( *free board deck line* ).

Untuk menentukan sarat air (  $T$  ) jika belum ditentukan atau tidak dibatasi dapat dipakai pertolongan perbandingan harga  $B / T$  dari kapal pembanding atau dengan rumus :

$$T = 0,77 \sqrt{D/L}$$

Sedangkan untuk menentukan tinggi geladak  $H$  yang mempunyai hubungan dengan *free board*, karena harga  $H = T + \text{free board}$ , maka harga *free board* harus diperkirakan lebih dulu. Untuk memperkirakan harga  $H$  dapat dipakai pertolongan perbandingan harga  $H / T$  dari kapal pembanding dan kemudian dilakukan pemeriksaan mengenai *free boardnya*.

**Koefisien Bentuk**

Koefisien bentuk adalah menentukan bentuk lambung kapal di bagian bawah permukaan air. Koefisien bentuk kapal atau lebih dikenal dengan *coefficient of fineness* merupakan perbandingan antara suatu bentuk karena kapal terhadap bidang persegi atau volume dari pada bentuk kotak yang siku-siku. Bentuk kelangsingan dan kemontokan suatu kapal dapat dilihat sesuai dengan nilai koefisien bentuknya.

Karakteristik dari suatu kapal dapat dilihat berdasarkan nilai koefisien bentuknya yang terdiri dari :

1. Koefisien balok (  $C_b$  ) yaitu perbandingan antara isi karene dengan isi suatu balok yang dibatasi panjang  $L$ , lebar  $B$  dan tinggi  $T$ . Untuk menda-patkan nilai koefisien balok dapat dipakai rumus AYRE :

$$C_b = 1,05 - 1,67 V / \sqrt{g.L}$$

$V$  = kecepatan dinas *m/second*

$L$  = panjang kapal

$g$  = gravitasi = 9,81 *m/second*

2. Koefisien bidang garis air (  $C_w$  ) yaitu perbandingan antara luas bidang garis air dengan bidang empat persegi panjang yang dibatasi panjang  $L$  dan lebar  $B$ . Untuk menentukan  $C_w$  dipakai rumus TROOST :

$$C_w = \sqrt{C_b} - 0,025$$

$C_w = 0,778 C_b + 0,248$  untuk gading  $U$

$C_w = 0,743 C_b + 0,297$  untuk gading  $V$

3. Koefisien penampang tengah kapal (  $C_m$  )  
Yaitu perbandingan antara luas penampang tengah kapal yang tercelup air dengan luas segi empat yang dibentuk oleh lebar  $B$  dan sarat air  $T$ . Koefisien *midship* dapat ditentukan menurut Van Lammeren :  $C_m = 0,90 + 0,10 \sqrt{C_b}$ .

4. Koefisien Prismatic (  $C_p$  ) yaitu perbandingan antara volume badan kapal dibawah permukaan air ( isi karene ) dengan volume prisma yang di-bentuk oleh luas *middle Am* ( *midship* ) dan panjang kapal  $L$ . Untuk menentukan koefisien prismatic dapat dicari dengan rumus Troost :

$$C_p = 1,156 - 2,09 V \sqrt{g.L}$$

$V$  = kecepatan dinas *m/second*

$$C_p = 1,156 - 1,97 V \sqrt{g.L}$$

$V$  = kecepatan percobaan *m/second*

Koefisien-koefisien tersebut diatas juga berlaku untuk garis-garis air yang bukan merupakan sarat air, jadi untuk  $T$  yang berlainan.

Untuk bangunan kapal koefisien ini harganya lebih kecil dari 1 ( satu ) dan sama dengan satu untuk ponton yang mempunyai bentuk empat persegi panjang.

Koefisien  $C_b$ ,  $C_w$  dan  $C_m$  tidak tergantung satu sama lain, sedangkan koefisien  $C_p$  berhubungan dengan  $C_b$  dan  $C_m$  dalam bentuk :

$$C_p = C_b / C_m$$

Harga  $C_p$  menunjukkan kelangsingan bentuk kapal, harga  $C_p$  besar menunjukkan adanya perubahan yang kecil dari bentuk penampang melintang sepanjang  $L$  ( Suryanto, 1983 ).

**Perbandingan Ukuran Utama**

Didalam literatur selalu dibahas mengenai perbandingan ukuran utama kapal seperti :  $L / B$ ,  $L / H$ ,  $B / T$ , dan  $H / T$  dan diberikan tabel sesuai dengan jenis kapalnya.

Nilai dari tabel perbandingan ukuran utama ini merupakan petunjuk bagi perencana kapal untuk menyesuaikan bentuk dan ukuran yang wajar dan dimaksudkan untuk menghindari terjadinya bentuk kapal yang menyimpang dari kebiasaan dan dika-watirkan berakibat kurang sempurna. Nilai-nilai yang dimuat

dalam daftar perbandingan ukuran utama dan koefisien bentuk sudah diperhitungkan, baik dari segi perhitungan teori bangunan kapal, material dan ketentuan-ketentuan yang berlaku maupun berdasarkan pengalaman / perkembangan dari pembangunan kapal yang telah berjalan sekian lama.

1. Perbandingan L / B

Panjang kapal L terutama berpengaruh pada kecepatan kapal dan kekuatan memanjang kapal. Penambahan panjang L pada *displacement* tetap akan mengurangi tahanan yang diderita kapal dan kekuatan memanjang kapal, mengurangi kemampuan olah gerak kapal (*manouver*) dan mengurangi penggunaan fasilitas galangan. Sedangkan pengurangan panjang L pada *displacement* tetap akan menjadikan badan kapal bertambah besar.

Perbandingan L / B yang besar cocok untuk kapal-kapal dengan kecepatan tinggi dan mempunyai perbandingan ruangan yang baik, tetapi kemampuan olah gerak kapal dan stabilitasnya berkurang. Sedangkan untuk perbandingan L / B yang kecil akan menambah kemampuan stabilitas, tetapi tahanan kapal bertambah besar.

2. Perbandingan L / H

Terutama berpengaruh terhadap kekuatan memanjang kapal. Untuk harga L / H besar menyebabkan kekuatan memanjang kapal berkurang dan sebaliknya untuk harga L / H kecil akan menambah kekuatan memanjang kapal.

3. Perbandingan B / T

Lebar kapal B terutama berpengaruh pada tinggi *metacentre*. Penambahan lebar kapal B pada *displacement*, panjang dan sarat kapal tetap akan menyebabkan kenaikan tinggi *metacentre* MG. Penambahan lebar B pada umumnya dimaksudkan untuk mendapat penambahan ruangan badan kapal. Tetapi dapat mengurangi penggunaan fasilitas dok dan galangan.

Perbandingan B / T berpengaruh pada stabilitas kapal, harga perbandingan B / T yang besar stabilitas kapal menjadi lebih baik sedangkan harga B / T kecil akan mengurangi stabilitas kapal. Untuk kapal-kapal sungai harga perbandingan B / T diambil sangat besar, karena harga T dibatasi oleh kedalaman sungai yang pada umumnya sudah tertentu.

4. Perbandingan H / T

Tinggi geladak H mempunyai pengaruh pada tinggi titik berat kapal, KG, kekuatan serta ruangan kapal. Penambahan tinggi geladak H akan menyebabkan kenaikan KG sehingga tinggi *metacentre* MG berkurang dan kekuatan memanjang kapal bertambah walaupun ukuran-ukuran penguat memanjang tetap.

Sarat air T terutama mempunyai pengaruh pada *Centre of buoyancy* (KB).

Penambahan sarat air T selalu dihindarkan, karena dapat menyebabkan kapal kandas, mengurangi jumlah pelabuhan yang dapat disinggahi dan penggunaan fasilitas dok menjadi berkurang.

Perbandingan H / T terutama akan berpengaruh dengan *reserve displacement* atau daya apung cadangan. Harga H / T yang besar dapat dijumpai pada kapal-kapal penumpang. Harga H - T disebut lambung timbul (*free board*), jadi lambung timbul adalah tinggi permukaan dek dari permukaan air.

**Perencanaan Displacement**

Penentuan *displacement* sangat penting dalam perencanaan kapal karena mempunyai hubungan dengan bentuk dan berat kapal. Untuk menentukan besarnya *displacement* yang diperlukan dapat digunakan harga *displacement* kapal pembanding yang sesuai, atau harga DWT/D dari kapal pembanding. Hal ini dapat dimengerti karena pada umumnya kapal-kapal yang mempunyai DWT dan kecepatan yang sama akan mempunyai harga displacement D dan perbandingan DWT/D yang sama pula. Selain cara diatas dapat pula digunakan pertolongan rumus-rumus pendekatan atau metode lain untuk menentukan besar *displacement* yang diperlukan.

Kronologis perencanaan *displacement* diawali dari perhitungan pra perencanaan kapal, untuk mendapatkan ukuran utama kapal dan koefisien bentuknya. Dari ukuran utama yang diperoleh kemudian dilakukan perencanaan dan perhitungan rencana garis untuk merekayasa bentuk badan kapal baik yang tercelup air maupun yang ada diatas air yang meliputi :

1. Perhitungan *displacement* menggunakan ukuran utama kapal

$$D = L \times B \times T \times C_b \times \rho$$

2. Penentuan letak LCB longitudinal centre of buoyancy yaitu jarak antara LCB terhadap mid-ship Lpp, hal ini sangat penting dalam perencanaan, karena jika kapal dalam keadaan *displacement* penuh, bila letak LCB dibelakang LCG maka akibatnya akan terjadi *trim by bow* yang seharusnya dihindari. Untuk menghindari terjadinya *trim by bow* maka dalam perencanaan letak LCB harus sudah ditentukan lebih dulu secara tepat, kemudian dilanjutkan dengan penentuan luas station sepanjang kapal diawali dari AP sampai FP dan penentuan luas garis air dan lain sebagainya.

Setelah didapatkan luas station dan luas garis air pada sepanjang kapal untuk selanjutnya dapat dilakukan pembuatan rencana bentuk badan kapal (*body plan*) dengan menggunakan tabel 1

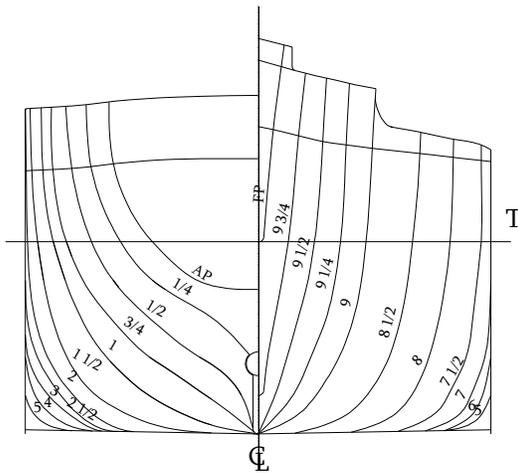
Tabel 1. Untuk merencanakan bentuk badan kapal (*Body Plan*)

No Station	Luas Station (m <sup>2</sup> )	b = $\frac{\text{Luas Station}}{zT}$	Y = $\frac{z}{2}$
AP	A AP	b AP	Y AP
0,25	A 0,25	b 0,25	Y 0,25
0,5	A 0,5	b 0,5	Y 0,5
0,75	A 0,75	b 0,75	Y 0,75
1	A 1	b 1	Y 1
1,5	A 1,5	b 1,5	Y 1,5
2	A 2	b 2	Y 2

2,5	A 2,5	b 2,5	Y 2,5
3	A 3	b 3	Y 3
4	A 4	b 4	Y 4
5	A 5	b 5	Y 5
6	A 6	b 6	Y 6
7	A 7	b 7	Y 7
7,5	A 7,5	b 7,5	Y 7,5
8	A 8	b 8	Y 8
8,5	A 8,5	b 8,5	Y 8,5
9	A 9	b 9	Y 9
9,25	A 9,25	b 9,25	Y 9,25
9,5	A 9,5	b 9,5	Y 9,5
9,75	A 9,75	b 9,75	Y 9,75
FP	A FP	b FP	Y FP

Keterangan :  
T = Sarat Air  
B = Lebar Kapal

Gambar 1  
*Body Plan*



Tabel 2. Untuk menghitung volume *displacement* dengan menggunakan luas penampang melintang.

$$\text{Vol. Displ.} = k \cdot h \cdot \sum_1 = \dots \text{m}^3$$

Keterangan :  
L = Panjang Kapal  
h = L/10  
k = 1/3

*Body Plan* ( gambar 1) adalah rencana bentuk badan kapal yang dibuat berdasarkan tabel 1 yang diperoleh dari hasil perhitungan rencana garis kapal. Dari gambar *body plan* ini dapat dilihat bentuk badan kapal yang direncanakan sudah baik atau belum, dan apabila sudah baik selanjutnya dari *body plan* tersebut diproyeksikan untuk membuat rencana bentuk garis-garis air (*water line*) dan rencana bentuk garis-garis tegak potongan memanjang (*buttock line*)

No Station	I Luas Station (m <sup>2</sup> )	II Faktor Luas	I x II Hasil
AP	A AP	a 0	A AP . a 0
0,25	A 0,25	a 0,25	A 0,25 . a 0,25
0,5	A 0,5	a 0,5	A 0,5 . a 0,5
0,75	A 0,75	a 0,75	A 0,75 . a 0,75
1	A 1	a 1	A 1 . a 1
1,5	A 1,5	a 1,5	A 1,5 . a 1,5
2	A 2	a 2	A 2 . a 2
2,5	A 2,5	a 2,5	A 2,5 . a 2,5
3	A 3	a 3	A 3 . a 3
4	A 4	a 4	A 4 . a 4
5	A 5	a 5	A 5 . a 5
6	A 6	a 6	A 6 . a 6
7	A 7	a 7	A 7 . a 7
7,5	A 7,5	a 7,5	A 7,5 . a 7,5
8	A 8	a 8	A 8 . a 8
8,5	A 8,5	a 8,5	A 8,5 . a 8,5
9	A 9	a 9	A 9 . a 9
9,25	A 9,25	a 9,25	A 9,25 . a 9,25
9,5	A 9,5	a 9,5	A 9,5 . a 9,5
9,75	A 9,75	a 9,75	A 9,75 . a 9,75
FP	A FP	a 0	A FP . a 0
$\Sigma_1$			= .....

Biasanya panjang kapal dibagi menjadi 10 atau 20 bagian yang sama, pada ujung haluan dan ujung buritan bagian-bagian itu umumnya masih dibagi lagi menjadi bagian kecil. Mengingat bagian ini garis air dari kapal melengkung, sehingga untuk dapat membuat lengkung yang laras (*fair*) diperlukan beberapa titik yang berdekatan. Garis-garis tengah yang membatasi bagian-bagian ini disebut gading ukur ( didalam perhitungan dinamakan ordinat atau station ). Ordinat 0 ( AP ) terdapat pada garis tegak belakang, nomor ordinat 5 atau 10 tepat pada tengah kapal (*middle*) sedangkan nomor ordinat 10 atau 20 ( FP ) tepat pada garis tegak haluan.

Mengingat bentuk lambung kapal selalu simetris terhadap bidang tengah kapal, maka pada bidang air hanya digambar setengahnya. Pada *body plan* gambar setengah rencana gading-gading haluan ada disebelah kanan, sedangkan setengah rencana gading-gading buritan ada disebelah kiri bidang diametral kapal.

Dalam pembuatan rencana bidang gading-gading pada *body plan* harus bisa dihasilkan bentuk yang baik dalam pengertian bahwa tahanan dari kapal nantinya harus sekecil mungkin dan memenuhi toleransi dalam pengecekan volume *displacement* dari bentuk station yang direncanakan ( lihat tabel 2 ) terhadap volume *displacement* yang diketahui, yaitu : Vol. Displ. = k . h .  $\Sigma_1 = \dots \text{m}^3$  dengan Vol. Displ. = L x B x T x C<sub>b</sub> dengan penyimpangan yang diperbolehkan maksimum  $\pm 0,5 \%$

Disamping untuk menghitung elemen daya apung yang lain, misalnya letak titik tekan, momen inersia, luas bidang garis air dan lain-lain.

## Kesimpulan

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa *displacement* adalah volume badan kapal yang tercelup air dikalikan dengan berat jenis air, volume badan kapal ini merupakan hasil rekayasa pada perencanaan bentuk badan kapal yang dibatasi oleh ukuran utama kapal yaitu panjang kapal , lebar kapal dan tinggi kapal serta koefisien bentuk dan perbandingan ukuran utama kapal.

Pada kapal dagang selalu diinginkan penentuan displacement harus sekecil mungkin tetapi mempunyai daya muat dan kecepatan sesuai yang diminta, dengan demikian dapat memperkecil tahanan yang terjadi pada gerakan kapal di air, tenaga mesin penggerak yang dibutuhkan menjadi lebih kecil serta berat mesin penggerak menjadi lebih ringan sehingga menghemat pemakaian bahan bakar dan menambah daya angkut kapal.

Dalam pembuatan rencana bidang gading-gading pada *body plan* harus dapat dihasilkan bentuk yang baik, bahwa tahanan dari kapal nantinya harus sekecil mungkin dan memenuhi toleransi dalam pengecekan volume *displacement* dari bentuk station yang direncanakan terhadap volume *displacement* yang diketahui, dengan penyimpangan maksimum 0,5 %.

## Daftar Pustaka :

1. I Gusti Made Santoso, Ir. Yoswan Yusuf Sadjono, Ir., 1983. Teori Bangunan Kapal 2. Depdikbud.
2. H.E. Rosselo, *Principle Of Naval Architechture*, Sname.
3. John Fison, 1986, *Design of Small Vessels, Fishing News Books Ltd.* Farnham- Surrey- England.
4. Scheltema de Heere, Ir. Dan Ar. Bekker, Drs, 1969. *Buoyancy and Stability of Ships*.
5. Robert Toggart,... *Ship Design and Construction*.
6. Suryanto Martowiguno, MSc, 1981, Statika dan Dinamika Kapal, Fakultas Teknik Perkapalan ITS
7. Sv. Aa. Harvald, 1992, Tahanan dan Propulsi Kapal, Airlangga University Press..

