

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Umum

Dalam merencanakan atau mendesain kapal bangunan baru, ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan sebuah kapal, baik dari segi teknis, ekonomis maupun segi artistiknya. Hal-hal dasar yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Jenis Kapal

Jenis kapal yang dimaksudkan adalah fungsi kapal tersebut dalam pengoperasiannya. Seperti tipe kapal barang (*general cargo*), kapal mutan curah (*Bulk Carrier*), kapal penumpang (*passenger ship*), kapal tangki (*tanker*), ataupun kapal ikan (*fishing vessel*). Jenis kapal dalam Tugas Akhir ini adalah mutan curah (*Bulk Carrier*).

2. Kecepatan Kapal

Dalam hal ini yang menentukan kecepatan kapal adalah tergantung dari permintaan pemesan/*owner* (dalam hal ini kecepatan dinas yang dikehendaki adalah 11 Knots).

3. Masalah Lain

Daya mesin, berat kapal dan radius pelayaran (*sea miles*). Dari masalah tersebut, maka perlu diperhatikan peraturan-peraturan yang berlaku sehingga tercipta kapal yang ekonomis dalam eksploitasinya, terjamin keamanannya dan secara langsung dapat memberikan kepuasan tersendiri kepada pemilik dan perencanaannya. Data-data kapal yang telah disetujui oleh pihak-pihak yang berwenang, segera dibawa ke perusahaan yang telah ditunjuk untuk direncanakan sehingga tercipta sebuah kapal baru yang sesuai dengan permintaan *owner*. Tentu saja perencanaannya harus sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dalam hal ini penulis menggunakan klas dari Indonesia yaitu Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

1.2 Karakteristik Kapal *Bulk Carrier*

Kapal *Bulk Carrier* merupakan kapal yang dikenal juga dengan kapal kargo tetapi sistem pemuatan pada kapal ini berjenis curah seperti halnya seperti batubara, bijih besi, biji-bijian, mineral, dan lain-lain.

Berbeda dengan kapal general cargo yang dapat memuat beberapa jenis cargo berbeda, Bulk Carrier biasanya mengangkut satu jenis (homogen) kargo. Bulk Carrier termasuk tipe single decker dan tidak dapat mengangkut kontainer. Cargo hold (bagian untuk menempatkan kargo) dilengkapi Hatches (penutup) untuk melindungi kargo. Hatches didesain dengan bukaan yang luas agar tidak menghalangi perpindahan cargo. Cargo hold dirancang “self trimming” agar bongkar muat menjadi mudah dan cepat. sehingga syarat-syarat yang diperlukan oleh suatu kapal laut berlaku pula untuk kapal Cargo. Dengan demikian konstruksi dan desain kapal *Bulk Carrier* berbeda dengan konstruksi kapal ikan maupun dengan kapal Tanker dan Kapal Cargo.

1.3 Tahap Perencanaan

Tahap-tahap untuk merencanakan kapal (kapal *Bulk Carrier*) dapat melalui langkah-langkah dibawah ini :

- a. Lines Plan (Rencana Garis)
- b. General Arrangement (Rencana Umum)
- c. Profil Construction (Rencana Konstruksi) dan Midship Sections
- d. Shell Expansion (Bukaan Kulit)

1. Perhitungan Rencana Garis

Perhitungan Rencana Garis adalah perhitungan yang mengarah pada bentuk kapal yang sebenarnya. Fungsi dari rencana garis (Lines Plan) adalah membentuk badan kapal (bentuk gading) sampai dengan lengkung sheer dan *chamber*.

a). Tahap perhitungan dasar

Hal ini meliputi : perhitungan panjang garis air, menentukan koefisien-koefisien bantuk kapal, luas garis air dan luas midship serta volume displacement.

b) Menentukan letak LCB terhadap *Midship*

Letak LCB dapat ditentukan menurut diagram NSP : yaitu dengan menghitung koefisien dari perhitungan di atas, kemudian hasil yang diperoleh dicari pada diagram NSP, maka akan didapatkan letak LCB terhadap panjang *displacement*.

c) Menentukan letak LCB menurut tabel Van Lamerent.

Perhitungan dimulai dengan mencari harga koefisien prismatic bagian depan (Q_f) dan belakang (Q_a) dari kapal tersebut. Dari harga-harga tersebut kemudian kita baca luas station yang merupakan harga prosentase terhadap luas midship, maka selanjutnya didapatlah harga luas masing-masing station.

Langkah selanjutnya, menghitung volume displacement untuk menentukan letak LCB. Adapun koreksi perhitungan untuk :

- 1) Letak LCB adalah 0,1 %
- 2) Volume displacement adalah 0,5 %

d) Perhitungan luas bidang garis air.

Dengan sudah diketahuinya panjang garis air, lebar kapal serta koefisien prismatic bagian depan kapal, maka dapat dilukiskan bentuk daripada lengkung garis air, dimana ditentukan lebih dulu sudut masuk garis air dihaluan kapal berdasarkan koefisien prismatic depan dari diagram sudut masuk NSP. Kemudian dilakukan percobaan pembuatan lengkung garis air dan dihitung luasnya. Dari luas yang didapat, dicek kembali dengan luas yang diberikan secara perhitungan khusus pada bagian muka. Apabila hasilnya tidak melebihi dari 0,5 %, maka hasil percobaan dianggap cukup baik.

e) Merencanakan sudut masuk garis air

Sudut masuk garis air dapat direncanakan dengan bantuan diagram NSP dan berpedoman pada koefisien prismatic bagian depan (Q_f).

f) Merencanakan jari-jari bilga.

Besarnya radius bilga dapat ditentukan berdasarkan luas yang dibentuk dari lebar kapal, sarat air kapal dan kenaikan dasar (Rise of Floor) yang harus sebanding dengan luas midship, yang didapatkan dari hasil perhitungan.

g) Merencanakan bentuk Body Plan

Rencana bentuk Body Plan dilakukan dengan menggunakan Planimeter atau menggunakan rumus simpson. Dengan beberapa percobaan yang dilakukan dengan seksama, maka dapat direncanakan luasan-luasan tiap ordinat dan dengan demikian dapat terbentuk Body Plan.

h) Merencanakan chamber dan sheer Kapal

Besarnya Chamber kapal adalah (1/50) seperlima puluh lebar kapal, diukur pada tengah kapal diatas H atau tinggi kapal. Sedangkan sheer kapal adalah sebagai berikut :

AP	=	25 (L/3 + 10)
1/6 Lpp dari AP	=	11,1 (L/3 + 10)
1/3 Lpp dari AP	=	2,8 (L/3 + 10)
Bagian Midship	=	0
1/3 Lpp dari FP	=	5,6 (L/3 + 10)
1/6 Lpp dari FP	=	22,2 (L/3 + 10)
FP	=	50 (L/3 + 10)

i) Merencanakan bangunan atas

Panjang dari bangunan atas seperti *Poop Deck, Forecastle Deck, Railling* dan lain-lainnya ini berdasarkan *standart* yang berlaku dan disesuaikan dengan kebutuhan akomodasi termasuk penempatan sekat tubrukan dan *chamber*.

j) Daun Kemudi

Bertujuan untuk menentukan bentuk/ukuran daun kemudi untuk memungkinkan terbentuknya bentuk stern (buritan) kapal sehingga terbentuklah badan kapal keseluruhan. Untuk menentukan ukuran daun kemudi adalah sesuai dengan aturan *DET NORSKE VERITAS*.

k) Sepatu kemudi

Yaitu untuk menentukan bentuk, panjang dan penampang sepatu kemudi yang bertujuan untuk membentuk bagian stern kapal maupun clearance terhadap baling-baling.

l) Rencana bentuk *stern clearance*

Dalam hal ini perlu dihitung ukuran baling-baling yang bertujuan untuk menentukan ruang *clereance* antara *body* kapal, *stern* kapal, dengan baling-baling, ukuran *clereance* ditentukan berdasarkan batasan-batasan dari peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

2. Perhitungan Rencana Umum

Perhitungan rencana umum meliputi tahap-tahap penyelesaian suatu bentuk lengkap dengan perlengkapan interiornya termasuk pembagian ruangan, kamar-kamar beserta fasilitas yang diperlukan. Langkah-langkah perencanaan umum adalah sebagai berikut :

a) Menentukan Jumlah Crew (ABK)

Menentukan jumlah crew adalah berdasarkan kebutuhan sesuai dengan jenis kapal, aksi radius kapal. Dengan diketahui jumlah crew dan radius pelayaran maka langkah selanjutnya dapat dengan mudah menentukan kebutuhan yang diperlukan bagi kapal tersebut.

b) Perhitungan Berat Kapal

Yaitu menentukan Displacement, Berat kapal kosong (*Light Weight Tonnage*), dan bobot mati kapal (*Death Weight Tonnage*.)

Langkah pertama ditentukan dahulu besarnya displacement kapal dengan rumus-rumus yang ada. Langkah kedua berdasarkan jumlah crew, besarnya mesin kapal, dan aksi radius (radius pelayaran). Dari besaran berikut, maka dapat menentukan :

- 1) Berat bahan bakar
- 2) Berat minyak lumas
- 3) Berat pemakaian air tawar
- 4) Berat kebutuhan bahan makanan
- 5) Berat crew dan perlengkapannya

Dimana bobot mati (DWT) adalah besarnya displacement kapal dikurangi berat kapal kosong. Sedang berat kapal kosong adalah berat baja kapal itu sendiri , berat peralatan kapal dan berat mesin kapal. Jadi DWT adalah mencakup seluruh kebutuhan pada langkah kedua, ditambah muatan bersih kapal hingga mencapai sarat air maximum atau displacement kapal.

c) Pembagian Ruangan Utama Kapal

1) Pembagian Ruangan Utama Kapal

Bertujuan untuk mempermudah menentukan jarak tiap ruangan atau pembagian ruangan. Perhitungan jarak gading dapat diambil dari perhitungan Lines Plan (Rencana Garis).

2) Pemasangan sekat kedap air

Sesuai dengan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) untuk panjang kapal ini sekat cukup dipasang 4 buah, masing-masing sekat ceruk buritan, sekat depan kamar mesin, 1 sekat tengah kapal (batas ruang muat) dan sekat tubrukan. Jarak sekat ceruk haluan dan sekat ceruk buritan telah ditentukan berdasarkan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), sedang sekat yang lain diatur sedemikian rupa.

3) Perhitungan Dasar Ganda

Yaitu untuk menghitung volume ruang mesin maka harus membuat dengan CSA geladak dan CSA tinggi dasar ganda.

d) Menentukan ruang akomodasi *crew*

Berdasarkan jumlah *crew* (anak buah kapal) yang letak serta kapasitasnya disesuaikan dengan tingkatan jabatannya. Untuk ruangan-ruangan lainnya seperti gudang, ruang peta, ruang radio dan sebagainya disesuaikan dengan kebutuhan dan ketentuan-ketentuan lain.

e) Menentukan pintu dan jendela

Ukuran pintu dan jendela diperoleh dari literature *Henske* dan *Practical Ship Building II* yang sudah merupakan standart internasional.

f) Tangga samping (*Side Ladder*)

Untuk menentukan tangga samping terutama panjangnya, pertama dihitung dulu sarat air minimum kapal, kemudian dari titik tersebut ditarik garis miring 45° yang merupakan kemiringan tangga tersebut. Dari situ dapatlah diketahui ukuran panjangnya tangga samping.

g) Merencanakan Ruang Konsumsi

Luas gudang bahan makanan antara 0,05-0,01 m²/orang. Terdiri atas gudang kering, gudang dingin, dapur, *pantry* dll. Gudang kering diletakan di *poop deck* bagian belakang berdekatan dengan dapur. Dipergunakan untuk menyimpan bahan makan kering dengan luas $\frac{2}{3}$ gudang makanan.

h) Perencanaan Ruang Navigasi

Ruang navigasi menempati tempat tertinggi dari geladak bangunan atas. Terdiri dari : ruang kemudi, ruang peta, dan ruang radio.

i) Lampu Navigasi

Terdiri: Lampu jangkar (*Anchor Light*), Lampu tiang puncak (*Mast Light*), Lampu Samping (*Side Light*), Lampu navigasi buritan (*Stern Light*), dan lampu isyarat tanpa komando (*Not Under Command Light*)

j) Perencanaan Ruang lain

Terdiri: Gudang Tali, Gudang cat, Gudang Lampu, Gudang Alat, Ruang CO₂, Ruang ESEP, dan Ruang mesin kemudi.

k) Perlengkapan Ventilasi

Bubungan udara (deflektor) jumlah kapasitas serta ukuran bubung udara adalah berdasarkan volume ruangan yang memerlukan.

l) Peralatan Keselamatan Pelayaran

Peralatan keselamatan meliputi : sekoci penolong beserta ukuran dewi-dewinya, lifebuoy, liferaft dan lain-lain.

m) Peralatan berlabuh dan bertambat

1) Jangkar

Ukuran jangkar, rantai jangkar dan tali tambat adalah ditentukan berdasarkan angka petunjuk dari tabel 2.a dan peraturan BKI 2006 Volume II. Dari tabel 2.a peraturan BKI 2006 didapat : Ukuran jangkar, Berat jangkar, Ukuran rantai jangkar (panjang dan diameter), Ukuran tali tambat dan tali penarik. Dengan diketahuinya panjang rantai maka dapat dihitung volume total seluruh rantai untuk menentukan volume bak rantai.

2) Bak Rantai Jangkar

Letak *Chain Locker* didepan *collosion bulkhead* dan diatas FP tank. *Chain Locker* berbentuk segi empat.

3) Pipa rantai (*hawse pipe*) dan *chain pipe*

Berdasarkan diameter rantai dapat ditentukan ukuran diameter, tebal pipa rantai sekaligus ukuran diameter dan tebal *chain pipe*.

4) *Electric Windlass*

Dari *Rule* perlengkapan kapal dapat dihitung daya tarik torsi pada cable lifter, torsi pada poros *windlass*, daya efektif *windlass*, dari perhitungan ini, dapat ditentukan *electric windlass* yang dipakai.

5) *Bollard*

Dengan diketahui diameter rantai jangkar maka dapat ditentukan ukuran bollard yang diperoleh dari pembacaan gambar berdasarkan ukuran tabel.

n) Peralatan Bongkar Muat

Yaitu merencanakan panjang dan lebar ambang palkah, merencanakan tinggi dan diameter tiang muat.

3. Perhitungan Rencana Konstruksi

Seluruh perhitungan konstruksi lambung kapal beserta rekomendasinya adalah mengambil dari buku peraturan BKI Volume II 2006 mengenai peraturan konstruksi lambung (Rule of Hull Construction). Dalam hal ini untuk menjamin keamanan kapal dalam operasinya, maka dalam perhitungan baja yang akan dipakai benar-benar diperhatikan mulai dari mutu baja kapal, yang meliputi perhitungan kekuatan tarik baja yang akan digunakan serta segala sesuatu yang berkaitan dengan material baja harus sesuai dengan persyaratan yang diijinkan oleh BKI, sebelum digunakan untuk membangun kapal baru.

Dalam tahap penyelesaian perhitungan konstruksi, semua perhitungan kekuatan harus ditinjau oleh gaya-gaya dan beban yang bekerja pada setiap komponen lambung kapal. Tahap demi tahap perencanaan perhitungan konstruksi lambung kapal adalah meliputi sebagai berikut :

a) Penentuan Perkiraan Beban.

1. Beban Geladak

Yang dimaksud beban geladak disini adalah yang mencakup beban geladak cuaca, beban geladak muatan dan beban geladak bangunan atas, geladak akomodasi serta beban pada alas dalam. Perhitungan berdasarkan atas jenis muatan dan gaya-gaya yang bekerja pada geladak yang bersangkutan.

2. Beban lajur sisi kapal dan alas kapal

Perhitungan meliputi sisi kapal termasuk pelat sisi bangunan atas dan juga beban alas kapal. Untuk menentukan perhitungan tebal pelat bangunan atas, lambung, ukuran-ukuran gading dan semua ukuran profil yang turut menahan beban sisi dan alas kapal.

b) Pelat Kulit

1) Pelat Alas

Meliputi perhitungan ukuran dan tebal pelat lunas, pelat alas dan pelat alas lajur bilga. Dengan diketahuinya beban dan gaya-gaya yang bekerja maka dapatlah dihitung tebal pelat.

2) Pelat Sisi

Meliputi pelat sisi tengah kapal sampai bagian haluan dan buritan, mencakup pula ukuran pelat sisi lajur atas.

3) Penguat Alas Haluan

Yaitu perhitungan mengenai daerah penguatan yang meliputi penempatan dan persyaratan wrang-wrang, pelat lunas samping, pelat alas dan beberapa penguat pembujur intercostal.

4) Penguat pada linggi buritan, penyangga baling-baling dan lunas *bilga*.

Tebal pelat pada linggi buritan yang diperkuat, linggi poros, sekitar celana poros, pelat penyangga baling-baling dan pelat lunas bilga.

5) Bukaan pada pelat kulit.

Meliputi bukaan untuk jendela, lubang kluis, lubang pembuangan, katup laut dan lain-lain pada pelat kulit. Maksudnya pada setiap bukaan pada sudut-sudutnya harus dibuat radius, khusus pada bagian 0,4 L tengah kapal harus dipertebal atau di *doubling*.

c) Konstruksi Alas Ganda

Konstruksi alas ganda meliputi persyaratan pemakaian alas dalam, konstruksi yang ada pada sistem konstruksi alas dalam. Adapun sistem konstruksi dari alas dalam meliputi :

1) Ketentuan-ketentuan, ukuran-ukuran dan tebal pelat penumpu tengah, penumpu samping, pelat alas dalam, pelat tepi dan dan pelat buhul.

2) Alas ganda sebagai tangki, meliputi ketentuan-ketentuan pemakaian tangki.

Semua perhitungan sekat tangki berdasarkan atas beban yang bekerja, tinggi dan jenis cairan dalam tangki dengan mempertimbangkan jarak bentangan dan lebar tangki.

- 3) Alas ganda dalam sistem gading-gading melintang, mencakup persyaratan-persyaratan, ukuran-ukuran dan wrang-wrang kapal.
 - 4) Konstruksi alas dalam kamar mesin, yaitu meliputi perhitungan konstruksi alas ganda dan pondasi.
- d) Gading-Gading
- 1) Bangunan atas dan Rumah geladak
Perhitungan meliputi pelat samping, pelat geladak, gading-gading bangunan atas, sekat ujung dimana kesemuanya itu berdasarkan rumus dan ketentuan yang ada serta masih berlaku.
 - 2) Perhitungan-perhitungan untuk mencari jarak gading sesuai dengan persyaratan BKI.
 - 3) Mencari ukuran dan modulus gading-gading dalam tangki, gading bangunan atas dan rumah geladak, pembujur samping, gading besar dan lain-lain
 - 4) Penguat pada haluan kapal dan buritan kapal : meliputi perhitungan balok ceruk, pelat senta, penyangga jungkir dan sebagainya.
 - 5) Gading-gading besar dalam kamar mesin : meliputi persyaratan dan ukuran gading-gading.
- e) Geladak
- Mencakup ukuran tebal pelat geladak dan persyaratan-persyaratan bukaan pelat geladak.
- 1) Bukaan pada pelat geladak, sudut-sudutnya harus di buat radius dan harus diperkuat (*didoubling*), kecuali untuk bukaan yang mempunyai ukuran diameter kurang dari 300 mm.
 - 2) Radius pembulatan ambang palka, ambang palka mesin (selubung kamar mesin) harus sedemikian rupa sehingga sesuai dengan persyaratan.
 - 3) Tentang ukuran pelat geladak dapat diambil dari tabel I BKI 2013 Volume II.
- f) Balok geladak dan penumpu konstruksi geladak
- 1) Perhitungan pada dasarnya mengikuti persyaratan-persyaratan yang ada.

- 2) Balok geladak termasuk geladak utama, geladak akil, pembujur geladak, pelintang geladak, balok geladak akomodasi dan bangunan atas yang efektif.
 - 3) Penumpu, dalam hal ini mencakup seluruh bangunan atas yang ada.
 - 4) Ukuran pelat lutut, perhitungan pada pelat lutut adalah berdasarkan atas besarnya modulus profil yang berhubungan dengan pelat lutut.
- g) Sekat kedap air
- Perhitungan sekat kedap air adalah berdasarkan beban yang bekerja pada sekat dengan memperhatikan persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan. Ukuran sekat meliputi pula ukuran modulus penegarinya, begitu pula ukuran pelat lutut penghubungnya.
- h) Linggi haluan dan linggi buritan
- 1) Linggi haluan (*Fore stem*)
Perhitungan meliputi balok linggi haluan dan pelat linggi haluan.
 - 2) Linggi buritan (*Stren stem*)
Perhitungan meliputi ukuran linggi baling-baling, sepatu kemudi dan tongkat kemudi sesuai persyaratan yang ada.
- i) Lubang palka (*Hatch way*)
- Perhitungan meliputi tebal pelat ambang palka, tinggi pelat ambang palka, tutup palka, balok palka dengan perencanaan profilnya.
- j) Perlengkapan (*Equipment*)
- Yang dimaksud perlengkapan adalah semua yang dianggap permanen atau pokok seperti :
- 1) Papan dalam (*Ceiling*)
 - 2) Ukuran pelat kubu-kubu
- k) *Bracket*
- Bracket* biasanya digunakan untuk menghubungkan dua buah profil, yang mana diatur oleh bagian yang lebih kecil. (BKI 2013 Sec. 3 D.2.2).
4. Perhitungan Rencana Buka-an Kulit
- Seluruh perhitungan konstruksi perhitungan pelat-pelat untuk merencanakan pemasangan pelat pada konstruksinya. Tahap perencanaannya adalah sebagai berikut :

a. Penentuan Perkiraan Beban

1) Beban Sisi Kapal

Perhitungan meliputi sisi kapal termaksud pelat sisi bangunan atas dan juga beban alas kapal. Fungsi untuk menentukan perhitungan tebal pelat bangunan atas, lambung, ukuran-ukuran gading dan semua ukuran profil yang turut menahan beban sisi dan alas kapal.

2) Beban alas kapal

Alas ganda sebagai tangki, meliputi ketentuan-ketentuan pemakaian tangki.

b. Pelat Kulit

1) Pelat sisi

Meliputi pelat sisi tengah kapal sampai bagian haluan dan buritan, mencakup pula ukuran pelat sisi lajur atas

2) Pelat alas

Meliputi perhitungan ukuran dan tebal pelat lunas, pelat alas dan pelat alas lajur bilga. Dengan diketahuinya beban dan gaya-gaya yang bekerja maka dapatlah dihitung tebal pelat.

3) Penguat atas di haluan

Yaitu perhitungan mengenai daerah penguatan yang meliputi penempatan dan persyaratan wrang-wrang, pelat lunas samping, pelat alas dan beberapa penguat pembujur *intercostal*.

4) Penguat pada linggi buritan, penyangga baling-baling dan lunas bilga

Tebal pelat pada linggi buritan yang diperkuat, linggi poros, sekitar celana poros, pelat penyangga baling-baling dan pelat lunas bilga.

5) Bukaan pada pelat kulit

Meliputi bukaan untuk jendela, lubang kluis, lubang pembuangan, katup laut dan lain-lain pada pelat kulit. Maksudnya pada setiap bukaan pada sudut-sudutnya harus dibuat radius,

khusus pada bagian 0,4 L tengah kapal harus dipertebal atau di doubling.

c. Geladak

Mencakup ukuran tebal pelat geladak dan persyaratan-persyaratan bukaan pelat geladak.

- 1) Bukaan pada pelat geladak, sudut-sudutnya harus di buat radius dan harus diperkuat (didoubling), kecuali untuk bukaan yang mempunyai ukuran diameter kurang dari 300 mm.
- 2) Radius pembulatan ambang palkah, ambang palkah mesin (selubung kamar mesin) harus sedemikian rupa sehingga sesuai dengan persyaratan.
- 3) Tentang ukuran pelat geladak dapat diambil dari tabel I BKI 2013 Volume II.

5. Perhitungan Stabilitas dan Trim

Stabilitas kapal adalah kesetimbangan kapal pada saat diapungkan, tidak miring ke kiri atau ke kanan, demikian pula pada saat berlayar, pada saat kapal diolengkan oleh ombak atau angin, kapal dapat tegak kembali.

Trim terjadi karena garis yang menghubungkan titik berat kapal dan titik tekan keatas dari kapal yang dipindahkan tidak tegak lurus pada garis air yang rata (even Keel). Terutama hal ini disebabkan oleh perpindahan titik berat kapal (G) secara memanjang. Dimana titik berat ini sangat dipengaruhi oleh pergeseran atau perpindahan muatan atau benda-benda yang berada didalam kapal atau pun saat bongkar muat.

6. Perhitungan Kekuatan Kapal

Pada seluruh bangunan konstruksi terapung yang dipengaruhi oleh gelombang akan menerima momen lentur (bending momen). Hal ini diakibatkan oleh adanya perbedaan antara distribusi berat kapal dengan daya apung yang dialami pada seluruh bagian konstruksi tersebut.

Ketentuan besar kecilnya momen lentur diperoleh oleh karena keadaan gelombang yang melalui kapal tersebut. Keadaan kritis terjadi apabila kapal mengalami gelombang "Trochoid", yaitu gelombang laut yang

panjangnya dari puncak ke puncak sama dengan panjang kapal. Sehingga dengan demikian kapal mengalami dua keadaan, yaitu :

a. Kondisi *Hogging/Wellenberg*

Wellenberg atau *Wellen* dalam bahasa Jerman yang berarti gelombang, kondisi ini memiliki ciri puncak gelombang berada di tengah kapal dan lembah gelombang berada pada haluan dan buritan. Kondisi *Wellenberg* umumnya terjadi apabila ruang mesin berada di tengah kapal. *Wellenberg* juga diartikan *hogging*.

b. Kondisi *Sagging/Wellental*

Sedangkan *wellental* dalam bahasa Jerman memiliki arti palung. Adapun kondisi ini memiliki ciri-ciri puncak gelombang berada pada bagian ujung haluan dan buritan, kemudian lembah gelombang berada pada bagian tengah kapal. Kondisi ini umumnya terjadi apabila ruang mesin berada di buritan kapal.

