

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Gambaran Umum Perkapalan**

Kapal merupakan salah satu bentuk transportasi laut yang mengangkut, baik berupa barang, penumpang, bahan tambang, dan lain-lain pada semua daerah yang mempunyai wilayah perairan tertentu. Karena sebagian besar  $2/3$  permukaan bumi adalah air, kapal sejak dahulu digunakan manusia sebagai sarana transportasi yang sangat penting untuk hubungan dagang, penyebaran agama, pencarian emas atau rempah-rempah, hubungan diplomatik, dan lain-lain.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat industri perkapalan pun ikut berkembang. Bila dahulu kapal hanya digunakan untuk sarana transportasi laut, maka sekarang ini kapal mampu untuk melakukan berbagai kebutuhan seperti mengangkut manusia atau barang, membawa muatan cair atau gas, perang, eksplorasi, ekspor/impor, penelitian di laut, penangkapan ikan, pengeboran (drilling), dan lain-lainnya. Berdasarkan kebutuhan diatas, kapal dibagi menjadi beberapa macam (type) berdasarkan fungsinya yaitu : Kapal Barang (Cargo Ship); Kapal Penumpang (Passenger Ship); Kapal Tanki (Tanker Ship); Kapal Peti Kemas (Container Ship); Kapal Pengangkut Muatan Curah (Bulk Carrier Ship); dan kapal-kapal khusus seperti Kapal Keruk (Dredger Vessel), Kapal Ikan (Fishing Vessel), Kapal Perang, dan Kapal Tunda (Tug Boat).

Untuk merencanakan sebuah kapal bangunan baru, ada beberapa masalah yang penting dan pokok untuk dijadikan dasar perencanaan, baik dari segi teknis, ekonomis maupun segi artistiknya.

### **1. Jenis Kapal**

Jenis kapal yang dimaksudkan adalah fungsi kapal tersebut dalam pengoperasiannya. Termasuk type kapal barang (general cargo), kapal penumpang (passenger ship), kapal tangki (tanker), ataupun kapal ikan (fishing vessel).

### **2. Kecepatan Kapal**

Hal ini tergantung dari permintaan pemesan/owner (dalam hal ini kecepatan dinas yang dikehendaki adalah 10,50 Knot).

### 3. Masalah Lain

Yang perlu dipertimbangkan antara lain :

Daya mesin, berat kapal dan radius pelayaran dalam 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 perencananya. 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).

Berkaitan dengan judul Tugas Akhir yang kami buat, kapal yang akan kami rencanakan adalah jenis Kapal Ikan dengan dimensi utama sebagai berikut :

- Nama Kapal = MT. "JIHAN"
- Length Over All (LOA) = 88,40 Meter
- Length Between Perpendicular (LBP) = 84,00 Meter
- Breadth (B) = 15,00 Meter
- Depth (H) = 7,00 Meter
- Draught (T) = 5,00 Meter
- Main Engine = 2000 BHP Cater pillar 3512
- Service Speed (Vs) = 12,00 Knots
- Radius Pelayaran (a) = 1500 Sea Miles
- Register = Biro Klasifikasi Indonesia

#### 1.2 Karakteristik Kapal Tanker

Sebagaimana telah diulas, kapal Tanker adalah salah satu jenis kapal laut yang mengangkut muatan cair, sehingga syarat-syarat yang diperlukan oleh suatu kapal laut berlaku pula untuk kapal Cargo. Namun demikian berbeda dengan jenis kapal umum lainnya seperti kapal Ikan, kapal General Cargo mempunyai fungsi operasional yang berbeda, Kapal Tanker digunakan untuk mengangkut benda cair, dengan demikian konstruksi dan desain kapal tanker juga memerlukan perhitungan khusus agar kapal yang dibangun dapat mengakomodasikan keinginan operasional.

Dari pembagian Kapal tanker berdasarkan fungsinya, Kapal Tanker MT. "JIHAN" dirancang sebagai kapal tanker bermuatan cair yaitu diesel oil atau solar.

### **1.3 Tahap Perencanaan Kapal**

Untuk menghasilkan kapal yang baik, kapal harus direncanakan dengan matang. Owner dan ship designer harus bisa bekerja sama untuk merancang kapal agar nantinya kapal bisa beroperasi dan bekerja maksimal sesuai dengan fungsi kapalnya. Merencanakan kapal dilakukan secara bertahap dengan memakai metode terbaru yang lebih efisien. Hal ini dimaksudkan untuk meminimalisasi kesalahan dan mendapatkan kapal yang ideal.

Tahap-tahap untuk merencanakan Kapal Tanker kami, M.T."JIHAN", adalah sebagai berikut :

1. *Lines Plan* (Rencana Garis).
2. *General Arrangement* (Rencana Umum).
3. *Profil Construction* (Rencana Konstruksi).
4. *Midship Sections* (Potongan Melintang Kapal) & *Shell Expansion* (Bukaan Kulit).
5. *Piping System* (Sistem Pipa).

#### **1.3.1 Lines Plan (Rencana Garis)**

Rencana Garis adalah gambar garis penampang memanjang kapal yang dipotong-potong vertikal maupun horizontal untuk membentuk body kapal yang streamline. Bentuk badan dan lambung kapal secara umum harus memenuhi kebutuhan daya apung, stabilitas, kecepatan, kekuatan mesin, olah gerak dan yang terpenting adalah kapal bisa dirancang. Fungsi dari Rencana Garis (Lines Plan) adalah membentuk kapal yang mempunyai stabilitas yang baik dan body kapal yang stream line.

Tahap-tahap perhitungan Rencana Garis adalah sebagai berikut :

##### **a. Perhitungan Dasar**

Perhitungan dasar meliputi: Perhitungan Panjang Garis Air (LWL), Panjang Displacement (L<sub>DISPL</sub>), Coefficient Block (C<sub>b</sub>), Coefficient Midship (C<sub>m</sub>), Coefficient Prismatic (C<sub>p</sub>), Coefficient Water Line (C<sub>w</sub>), Luas Garis Air (AWL), Luas Midship (A<sub>m</sub>), Volume Displacement (V<sub>DISPL</sub>), Displacement, dan Coefficient Prismatic Displacement (C<sub>pDISPL</sub>).

b. Menentukan Letak LCB terhadap Midship

Letak LCB ditentukan dengan 2 (dua) cara, yaitu:

- Dengan Diagram Nederlandshe Scheepsbouw Proefstasioen. LCBDISPL pada grafik NSP didapat dengan cara menarik CpDISPL secara horizontal terhadap grafik NSP. Dari grafik NSP didapatkan letak LCB terhadap Midship Panjang Displacement dan Midship LPP. Luas perordinat juga didapat dari grafik NSP. LCBNSP dan VDISPL-NSP didapat dengan rumus Simpsons (Integrasi Numerik). Terakhir koreksi nilai penyimpangan LCBNSP dan VDISPL-NSP dengan nilai toleransi sebesar 0,1% dan 0,5%.

- Dengan Tabel Van Lamerent.

Perhitungan dimulai dengan mencari koefisien prismatic bagian depan (Qf) dan belakang (Qa) dari kapal dengan memakai nilai Cp. Dari koefisien tersebut kemudian kita baca luas station yang merupakan harga percentage terhadap Luas Midship. Masukkan nilai luas station tersebut pada tabel. Langkah selanjutnya, menghitung Volume Displacement dengan rumus Simpsons untuk menentukan letak LCB. Adapun koreksi perhitungan untuk :

- Letak LCB, toleransinya adalah 0,1 %, dan
- Volume Displacement, toleransinya adalah 0,5 %.

c. Perhitungan Luas Bidang Garis Air

Dengan sudah diketahuinya panjang garis air, lebar kapal serta koefisien prismatic bagian depan kapal (Qf), maka digambarkan bentuk lengkung garis air, dimana ditentukan lebih dulu sudut masuk garis air dihaluan kapal berdasarkan koefisien prismatic depan dari grafik Lastlun. Kemudian dilakukan percobaan pembuatan lengkung garis air dan dihitung luasnya. Dari luas yang didapat, dicek hasilnya dengan toleransi kesalahan sebesar 0,5 %. Bila tidak melebihi batas toleransi, bentuk garis air sudah stream line.

d. Merencanakan Radius Bilga, *Camber*, dan *Sheer*

- Merencanakan Jari-Jari Bilga

Besarnya radius Bilga dapat ditentukan berdasarkan luas yang dibentuk dari lebar kapal, sarat air kapal dan kenaikan garis dasar (Rise of Floor)

yang harus sebanding dengan Luas Midship yang didapatkan dari hasil perhitungan.

- Merencanakan Camber dan Sheer

Tinggi Camber adalah 1/50 kali lebar kapal diukur pada tengah kapal di atas H atau tinggi kapal. Sedangkan tinggi Sheer 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)
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)

- e. Merencanakan Bangunan Atas

Tinggi bangunan atas seperti Wheel House Deck, Bridge Deck adalah 2,2 meter dari Main Deck. Sedangkan tinggi railing, tiang mast, dan lain-lain disesuaikan dengan ketentuan standar BKI.

- f. Merencanakan Jarak Gading

Jarak gading yang direncanakan adalah 0,55 meter sesuai dengan aturan BKI.

- g. Merencanakan Bentuk Body Plan

Langkah-langkah membuat Body Plan antara lain:

- Membuat ukuran empat persegi panjang dengan ukuran  $\frac{1}{2} B$  dengan tinggi T.
- Buat garis horizontal dengan jarak Y dari center line sesuai dengan nomor ordinat yang akan dibentuk :  $Y = \frac{1}{2} B$ .
- Buat garis vertikal dengan jarak B dari center line sesuai dengan nomor ordinat yang akan dibentuk :  $B = \text{Luas Station}/2 * T$ .
- Bentuk garis lengkung sedemikian rupa sehingga luasan lengkung sama besar. Check hasil lengkung dengan Planimeter untuk mendapatkan hasil luas yang akurat.
- Koreksi Volume Body Plan dengan Volume Displacement, dengan nilai toleransi sebesar 0,5%.

h. Perhitungan Ukuran Daun Kemudi

Ukuran daun kemudi bergantung pada panjang kapal, sarat air, tipe kapal, tipe kemudi, profil kemudi, dan rancangan kemudi.

i. Rencana Bentuk Stem, Stern dan Clearance

Didahulukan dengan menghitung ukuran baling-baling yang bertujuan untuk menentukan ruang clearance antara body kapal. Selanjutnya jarak antara baling-baling dihitung berdasarkan ketentuan standar untuk mendapat hasil stern yang ideal.

### 1.3.2 General Arrangement (Rencana Umum)

Perhitungan Rencana Umum adalah penyelesaian terhadap suatu rancangan kapal secara lengkap termasuk di dalamnya penentuan jumlah kru kapal, perhitungan berat kapal, penentuan permesinan penggerak kapal, pembagian ruangan beserta fasilitas pendukung, perhitungan volume ruangan dan tanki-tanki, penentuan letak sekat, peralatan keselamatan, penentuan daya tarik Towing Hook, dan lain-lain.

Langkah-langkah perencanaan umum adalah sebagai berikut :

a. Menentukan Jumlah Crew Kapal (ABK)

Menentukan jumlah crew didasarkan berat kapal dan daya mesin, atau tipe kapal dan posisi yang harus diisi. Jumlah crew tidaklah harus banyak, yang terpenting masing-masing crew dapat menjalankan tugasnya dengan baik.

b. Perhitungan Berat Kapal

- Berat Kapal Kosong (Light Weight Tonnage)

Berat kapal kosong terdiri atas:

1. Berat Baja Badan Kapal (Pst)
2. Berat Peralatan Kapal (Pp), terdiri dari: Peralatan tarik, peralatan tambat, peralatan labuh, peralatan navigasi, peralatan olah gerak, peralatan keselamatan, peralatan akomodasi, dan lain-lain.
3. Berat Mesin Penggerak Kapal (Pmc)

- Berat Mati Kapal (*Dead Weight Tonnage*)

Berat mati kapal terdiri atas :

1. Berat Bahan Bakar (Pf)
2. Berat Air Tawar (Pa)
3. Berat Minyak Lumas (Pl)

4. Berat Bahan Makanan (Pm)
5. Berat Kru Kapal & Barang Bawaannya (Pc)
6. Berat Peralatan Tangkap Berat Muatan

c. Pembagian Ruang Utama Kapal

- Penentuan Jarak Gading

Gading utama kapal berguna untuk memperkuat konstruksi badan kapal. Jarak antar gading yang direncanakan adalah 0,55 meter, sesuai dengan ketentuan Biro Klasifikasi Indonesia Volume II Rules of Construction Hull Section 9-1, dimana jarak antar gading tidak melebihi 600 mm. Sedangkan jarak antar gading besar adalah 4 kali jarak gading utama.

- Penentuan Sekat Kedap Air

Lambung kapal dibagi secara melintang oleh sekat-sekat, diantaranya sekat tubrukan (Collision Bulkhead), sekat tabung buritan (Stern Tube Bulkhead), sekat depan kamar mesin, dan sekat lainnya. Pada umumnya jumlah sekat kedap air bergantung dari panjangnya kapal, yaitu:

$$L \leq 65 = 3 \text{ Sekat}$$

- Perencanaan Pembagian Ruang dan Perhitungan Volumennya

Volume ruangan dan tanki dihitung menggunakan metode integrasi numerik, yaitu aturan trapesium dan aturan Simpson, yaitu :

$$V = k \times a \times \Sigma$$

Dimana :

V = Volume Ruang, *Double Bottom*, atau Tanki (m<sup>3</sup>)

k = Angka Pengali

a = Jarak gading (m)

Σ = Jumlah Hasil (m<sup>2</sup>)

- Penentuan Ruang Akomodasi

Ruang akomodasi menempati main deck dan poop deck dengan tinggi 2200 mm dari upper deck berdasarkan Accomodation Convention In Geneva 1949 dari International Labour Organization. Tinggi geladak akomodasi tidak boleh kurang dari 2,2 meter untuk memastikan kecukupan head room untuk ABK atau penumpang setelah dikurangi

tinggi beam serta kabel dan pipa ventilasi. Yang termasuk ruang akomodasi adalah ruang tidur, dan ruang sanitari (Bath Room).

- Penentuan Ukuran dan Jumlah Pintu, Jendela, dan Tangga  
Ukuran pintu, jendela, dan tangga diperoleh dari *literature Henske* dan *Practical Ship Building II* yang sudah merupakan standar internasional.
- Perencanaan Ruang Konsumsi  
Ruang konsumsi yang direncanakan adalah :
  1. *Dry Provision Room* (Gudang Makanan Kering)
  2. *Cold Storage Room* (Gudang Makanan Dingin)
  3. *Galley* (Dapur), dan
  4. *Mess Room* (Ruang Makan)
- Perencanaan Ruang Navigasi  
Ruang navigasi yang direncanakan adalah :
  1. *Wheel House* (Ruang Kemudi)
  2. *Chart Room* (Ruang Peta)
  3. *Radio Room* (Ruang Radio)
- Perencanaan Battery Room  
Battery Room adalah tempat untuk menyimpan *Emergency Source of Electrical Power* (ESEP).
- Perencanaan Lampu Navigasi  
Tujuan melengkapi lampu navigasi pada kapal untuk mencegah atau menghindari tubrukan di laut. Lampu navigasi adalah lampu yang harus menyala pada saat pelayaran di malam hari sedangkan lampu signal menyala pada malam hari bila dibutuhkan.
- Perencanaan Ruangan-Ruangan Lain  
Yang termasuk didalamnya adalah :
  1. Ruang Mesin Kemudi
  2. Gudang Tali
  3. Gudang Lampu, dan
  4. Gudang Alat-Alat Keselamatan



d. Perlengkapan Ventilasi

Perlengkapan ventilasi yaitu berupa deflektor pemasukan dan pengeluaran yang terletak pada deck dan berfungsi sebagai pergantian udara. Pada ruangan dapur, dilengkapi exhaust fan yang berfungsi untuk menghisap asap yang ditimbulkan akibat masak makanan.

e. Perlengkapan Keselamatan Pelayaran

Dari buku perlengkapan kapal diperoleh ketentuan jumlah, ukuran dan persyaratan keselamatan kapal yang disesuaikan dengan jumlah crew. Peralatan keselamatan meliputi : Lifebuoy, Liferaft, Lifejacket, alat pemadam kebakaran, tanda bahaya dengan signal atau radio, dan lain-lain.

f. Perencanaan Perlengkapan Berlabuh dan Bertambat

Peralatan dan perlengkapannya meliputi :

- Jangkar dan Rantai Jangkar

Ukuran jangkar, rantai jangkar dan tali tambat ditentukan berdasarkan angka penunjuk harga Z. Dengan diperolehnya angka penunjuk Z, maka dari peraturan BKI 2014 didapat :

1. Ukuran Jangkar
2. Berat Jangkar
3. Ukuran Rantai Jangkar
4. Ukuran Tali Tambat dan Tali Penarik

Dengan diketahuinya panjang rantai maka langkah selanjutnya adalah menghitung volume total seluruh rantai untuk menentukan volume bak rantai.

- Pipa Rantai (Hawse Pipe)

Berdasarkan diameter rantai dapat ditentukan ukuran diameter dan tebal pipa rantai sekaligus ukuran diameter dan tebal hawse pipe.

- Derek Jangkar (Windlass)

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

- Bollard

- Fairleads-Chock  
Berguna untuk mengurangi gesekan antara tali dengan lambung kapal pada saat penambatan kapal.
- Capstan  
Digunakan untuk penarikan tali-tali apung pada waktu penambatan kapal.

### 1.3.3 Profile Construction (Konstruksi Profil)

Perhitungan konstruksi lambung kapal menggunakan ketentuan Biro Klasifikasi Indonesia 2014 *Volume II Rule of Hull Construction*. Untuk menjamin keselamatan kapal dalam beroperasi, maka dalam pemilihan baja kapal yang akan digunakan, diperhatikan mutu baja kapal tersebut yang meliputi kekuatan tarik baja, kelelahan baja kapal, ketahanan terhadap korosi, material baja, dan lain-lain. Berkaitan dengan material baja, baja kapal harus sesuai dengan persyaratan yang diizinkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia sebelum digunakan untuk membangun kapal baru. Baja-baja kapal tersebut akan digunakan untuk memperkuat konstruksi badan kapal agar kapal yang akan dirancang memiliki ketahanan terhadap gelombang, tubrukan, maupun deformasi akibat tekanan beban dari kapal itu sendiri. Baja-baja ini berupa profil baja T, profil baja L, maupun kulit baja kapal untuk bagian lambung, alas kapal, *deck* kapal, dan lain-lain.

Dalam tahap penyelesaian perhitungan konstruksi, kekuatan kapal dihitung berdasarkan gaya-gaya dan beban yang bekerja pada setiap komponen lambung kapal. Beban-beban kapal tersebut berpengaruh pada tebal pelat kapal dan pemilihan ukuran profil konstruksi. Tahap demi tahap perencanaan perhitungan konstruksi lambung kapal adalah sebagai berikut :

#### a. Perhitungan Beban yang Bekerja pada Kapal

Yang termasuk beban pada kapal yaitu :

- Beban Geladak  
Beban geladak mencakup beban geladak cuaca dan beban geladak bangunan atas. Perhitungan didasarkan pada gaya-gaya yang bekerja pada geladak yang bersangkutan.

- **Beban Lajur Sisi Kapal dan Alas Kapal**  
Perhitungannya meliputi beban sisi kapal (sisi di bawah garis air dan di atas garis air), beban sisi bangunan atas dan juga beban alas kapal. Beban-beban ini menentukan perhitungan tebal pelat bangunan atas, lambung, ukuran-ukuran gading dan semua ukuran profil yang turut menahan beban sisi dan alas kapal.

b. **Perhitungan Pelat Geladak Kekuatan dan Pelat Kulit**

- **Pelat Alas**  
Meliputi perhitungan ukuran dan tebal pelat lunas, pelat alas dan pelat alas lajur bilga. Dengan diketahuinya beban dan gaya-gaya yang bekerja pada alas kapal dan sisi di bawah garis air, maka dapatlah dihitung tebal pelat.
- **Pelat Sisi** Meliputi pelat sisi bagian buritan (*Range A*), pelat sisi bagian tengah kapal (*Range M*), sampai bagian haluan (*Range F*) mencakup pula ukuran pelat sisi lajur atas.
- **Pelat Penguat pada Linggi buritan, Penyangga Baling-Baling dan Lunas Bilga**
- **Bukaan pada Pelat kulit**  
Meliputi bukaan untuk jendela, 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*.
- **Pelat Geladak**  
Mencakup ukuran tebal pelat geladak dan persyaratan-persyaratan bukaan pelat geladak.

c. **Konstruksi Alas Ganda**

Konstruksi alas ganda meliputi persyaratan pemakaian alas dalam, dan konstruksi yang ada pada sistem konstruksi alas dalam.

Adapun sistem konstruksi dari alas dalam meliputi :

- Ketentuan-ketentuan, ukuran-ukuran dan tebal pelat penumpu tengah, penumpu samping, pelat alas dalam.
- Alas ganda sebagai tanki, meliputi ketentuan-ketentuan pemakaian tanki.

- Alas ganda dalam sistem gading-gading melintang, mencakup persyaratan-persyaratan dan ukuran-ukuran wrang-wrang kapal.
  - Konstruksi alas dalam kamar mesin, yaitu meliputi perhitungan konstruksi alas ganda dan pondasi.
- d. Perhitungan Gading-Gading
- Perhitungan jarak gading sesuai dengan persyaratan Biro Klasifikasi Indonesia.
  - Mencari ukuran dan modulus gading-gading badan kapal, gading bangunan atas dan rumah geladak, serta modulus gading besar.
  - Penguat pada haluan kapal dan buritan kapal : meliputi perhitungan balok ceruk, pelat senta, penyangga jungkir dan sebagainya.
- e. Perhitungan Balok-Balok Geladak
- Mencakup balok geladak termasuk geladak utama, geladak akil, pembujur geladak, pelintang geladak, balok geladak akomodasi dan bangunan atas yang efektif.
- f. Perhitungan Penumpu Geladak (Deck Girder)
- Mencakup penumpu main deck, dan penumpu bangunan atas.
- g. Sekat Kedap Air (Bulkhead)
- Perhitungan sekat kedap air didasarkan pada beban yang bekerja pada sekat dengan memperhatikan persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan. Ukuran sekat meliputi pula ukuran modulus penegar-penegar, begitu pula ukuran pelat lutut sebagai penghubungnya.
- h. Tanki-Tanki
- Semua perhitungan sekat tanki didasarkan atas beban yang bekerja, tinggi dan jenis cairan dalam tanki dengan mempertimbangkan jarak bentangan dan lebar tanki. Ukuran pelat tanki termasuk modulus penegar-penegar dan pelat lutut.
- i. Linggi Haluan dan Linggi Buritan
- Linggi Haluan (Fore Stem)  
Perhitungan meliputi balok linggi haluan dan pelat linggi haluan, sesuai dengan persyaratan.

- Linggi Buritan (Stern Stem)  
Perhitungan meliputi ukuran linggi baling-baling, sepatu kemudi dan tongkat kemudi sesuai persyaratan Biro Klasifikasi Indonesia.
- j. Lubang Palka (Hatch Way)  
Perhitungan meliputi tebal pelat ambang palka, tinggi pelat ambang palka, tutup palka, balok palka dengan perencanaan profilnya.
- k. Perlengkapan (Equipment)  
Yang dimaksud perlengkapan adalah semua yang dianggap permanen, antara lain :
  - Perlengkapan jangkar
  - Tali tambat
  - Papan dalam (Ceilling)
  - Ukuran pelat kubu-kubu
  - Lubang pembuangan (Scupper)
  - Sanitary
  - Pipa udara
  - Pipa limbah
  - Pipa duga
  - Bumbung udara (Ventilasi)
  - Bak rantai
  - Perlengkapan keselamatan jiwa dan alat peluncur
  - Ukuran jendela dan pintu

#### **1.3.4 Shell Expansion (Bukaan Kulit)**

Shell Expansion adalah perhitungan pelat-pelat untuk merencanakan pemasangan pelat pada konstruksinya.

Tahap perencanaannya adalah sebagai berikut :

##### a. Penentuan Perkiraan Beban

- Beban Geladak

Beban geladak 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 berkaitan.

- **Beban Lajur Sisi Kapal dan Alas Kapal**

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

b. **Perhitungan Pelat Geladak Kekuatan dan Pelat Kulit**

- **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.

- **Pelat Sisi**

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

- **Penguat Alas di Haluan**

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

- **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.

- **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 didoubling.

c. **Geladak**

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

- 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.
- Radius pembulatan ambang palkah, ambang palkah mesin (selubung kamar mesin) harus sedemikian rupa sehingga sesuai dengan persyaratan.
- Tentang ukuran pelat geladak dapat diambil dari tabel I Biro Klasifikasi Indonesia 2014 Volume II.

### **1.3.5 Piping System (Sistem Pipa)**

Sistem pipa merupakan bagian utama suatu sistem yang menghubungkan titik dimana fluida disimpan ke titik pengeluaran. Semua pipa baik untuk memindahkan tenaga atau pemompaan harus dipertimbangkan secara teliti karena keamanan dari sebuah kapal akan tergantung pada susunan perpipaan seperti hanya pada perlengkapan kapal lainnya. Pembahasan mengenai sistem pipa antara lain mencakup:

#### **a. Bahan Pipa**

Bahan pipa yang diijinkan Biro Klasifikasi Indonesia antara lain: Seamless Drawing Steel Pipe (Pipa Baja Tanpa Sambungan), Seamless Drawn dari tembaga atau kuningan, Lap Welded/Electric Resistance Welded Steel Pipe, Pipa Hitam Schedule 40, Schedule 80, Pipa dari Baja Tempa atau Besi Kuningan (Besi Tempa).

#### **b. Bahan Katup dan Peralatan Pipa (Fitting)**

Bahan katup dan peralatan yang diijinkan menurut peraturan Biro Klasifikasi Indonesia antara lain : Kuningan (Bross), Besi (Iron), Cast Steel, dan Stainless Steel.

#### **c. Sambungan Pipa (Flens)**

Flens adalah salah satu sistem sambungan pipa dalam sistem perpipaan kapal.

#### **d. Ketentuan Umum Sistem Pipa**

Sistem pipa harus dilaksanakan sepraktis mungkin dengan bengkokan dan sambungan las dengan flens atau sambungan yang dapat dilepas dan dipindahkan jika perlu semua pipa harus dilindungi sedemikian rupa sehingga terhindar dari kerusakan mekanis dan harus ditumpu/dijepit untuk menghindari getaran. Adapun sistem pipa antara lain: Sistem Bilga, Sistem Ballast, Sistem

Bahan Bakar, Sistem Air Tawar, Sistem Saniter dan Scupper, Sistem Pipa Udara dan Pipa Duga, dan Sistem Starting Air.

e. Ukuran Pipa

Perhitungan ukuran pipa yang digunakan dalam setiap sistem yang sesuai dengan ketentuan dan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia.

f. Pompa-Pompa

Dalam hal ini menerangkan tentang perhitungan kapasitas pompa dan daya angkut pompa dalam setiap sistem perpipaan.

g. Komponen Sistem Pipa

Komponen-komponen dalam sistem pipa antara lain: Separator, Hydrospore, Cooler, Purifier, Strainer (Filter), Botol Angin dalam Sea Chest, dan Kondensor.