

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 UMUM**

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

#### **1.1.1 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 tunda (tug boat). Jenis kapal dalam Tugas Akhir ini adalah Kapal Tunda.

#### **1.1.2 Kecepatan Kapal**

Dalam Hal ini yang menentukan kecepatan kapal adalah tergantung dari permintaan pemesan / owner (dalam hal ini kecepatan dinas yang dikehendaki adalah 11,40 Knots).

#### **1.1.3 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 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).

## 1.2 KARAKTERISTIK KAPAL TUNDA

Kapal tunda adalah kapal yang dapat digunakan untuk melakukan manuver / pergerakan, utamanya menarik atau mendorong kapal lainnya di pelabuhan, laut lepas atau melalui sungai atau terusan. Kapal tunda digunakan pula untuk menarik tongkang, kapal rusak, dan peralatan lainnya. Kapal tunda memiliki tenaga yang besar bila dibandingkan dengan ukurannya. Kapal tunda zaman dulu menggunakan mesin uap, saat ini menggunakan mesin diesel. Mesin Induk kapal tunda biasanya berkekuatan antara 750 sampai 3000 tenaga kuda (500 s.d. 2000 kW), tetapi kapal yang lebih besar (digunakan di laut lepas) dapat berkekuatan sampai 25 000 tenaga kuda (20 000 kW). Kebanyakan mesin yang digunakan sama dengan mesin kereta api, tetapi di kapal menggerakkan baling-baling.

## 1.3 TAHAP PERENCANAAN

Tahap-tahap untuk merencanakan kapal(kapal tunda) dapat melalui langkah-langkah dibawah ini :

Adapun perencanaan yang kami buat meliputi :

- a) Lines Plan (Rencana Garis)
- b) General Arrangement (Rencana Umum)
- c) Profil Construction (Rencana Konstruksi)
- d) Midship Sections (Potongan Melintang Kapal) & Shell Expansion (Bukaan Kulit)
- e) Piping System (Sistem Pipa)

### 1.3.1 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 camber.

- a) *Tahap perhitungan dasar*

Hal ini meliputi : perhitungan panjang garis air, menentukan koefisien - koefisien bentuk 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 perhitungan tabel Van Lamere*

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 didapatkan harga luas masing - masing station.

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

✓ Letak LCB adalah 0,1 %

✓ 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 bentuk kapal*

Tahap-tahap yang diselesaikan antara lain :

➤ Merencanakan sudut masuk garis air

Sudut masuk garis air dapat direncanakan dengan bantuan diagram NSP dengan berpedoman pada koefisien prismatik bagian depan (Qf).

➤ 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 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 :

$$AP = 25 (L/3 + 10)$$

$$1/6 \text{ Lpp dari AP} = 11,1 (L/3 + 10)$$

$$1/3 \text{ Lpp dari AP} = 2,8 (L/3 + 10)$$

$$\text{Bagian Midship} = 0$$

$$1/3 \text{ Lpp dari FP} = 5,6 (L/3 + 10)$$

$$1/6 \text{ Lpp dari FP} = 22,2 (L/3 + 10)$$

$$FP = 50 (L/3 + 10)$$

f) *Merencanakan bangunan atas*

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

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) *Perhitungan luas daun kemudi*

Digunakan untuk menentukan bentuk stern (buritan).

*i) Rencana bentuk stern dan clearance*

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

*j) Sepatu kemudi*

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

### **1.3.2 Perhitungan Rencana Umum**

Perhitungan rencana umum meliputi tahap-tahap penyelesaian daripada suatu bentuk lengkap dengan perlengkapan interiornya, termasuk pembagian-pembagian ruangan, kamar-kamar beserta fasilitas-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. Dengan diketahui jumlah crew dan radius pelayaran maka langkah selanjutnya dapat dengan mudah menentukan kebutuhan yang diperlukan bagi kapal tersebut .

*b) Pembagian Ruangan*

➤ Menentukan jarak gading

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

➤ Pemasangan sekat kedap air

Sesuai dengan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) untuk panjang kapal ini sekat cukup dipasang 5 buah, masing-masing sekat ceruk buritan, sekat depan kamar mesin, 2 sekat tengah

kapal (batas tanki 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.

➤ 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.

c) *Menentukan 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) maka dapat menentukan ;

➤ Berat bahan bakar

➤ Berat minyak lumas

➤ Berat pemakaian air tawar

➤ Berat kebutuhan bahan makanan

➤ 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.

d) *Perlengkapan kapal*

➤ Menentukan pintu dan jendela

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

➤ Menentukan peralatan di laut

Dari buku perlengkapan kapal diperoleh ketentuan jumlah, ukuran dan persyaratan keselamatan kapal yang disesuaikan dengan jumlah crew. Peralatan keselamatan meliputi : lifebuoy, liferaft dan lain-lain.

➤ Jangkar dan rantai

Ukuran jangkar, rantai jangkar dan tali tambat adalah ditentukan berdasarkan angka petunjuk dari tabel 2.a dan peraturan BKI 2013 Volume II. Pertama dihitung dahulu seluruh bangunan atas dari air, dari hasil luas ini dihitung pula berdasarkan rumus , maka didapatkan harga Z. Dengan diperolehnya angka petunjuk Z, maka dari tabel 2.a peraturan BKI 2013 didapat :

➤ Ukuran jangkar

➤ Berat jangkar

➤ Ukuran rantai jangkar (panjang dan diameter)

➤ Ukuran tali tambat dan tali penarik

Dengan diketahuinya panjang rantai maka langkah selanjutnya dapat dihitung volume total seluruh rantai untuk menentukan volume bak rantai.

➤ Pipa rantai (hawse pipe) dan chain pipe

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

➤ Electric 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

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

➤ 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.

➤ Lampu navigasi

Jumlah dan penempatan lampu navigasi diatur sesuai dengan peraturan dan kebutuhan.

➤ Tangga samping

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

➤ Lubang pembebasan air (freing port)

Bertujuan agar terjadi pembebasan air dari geladak dengan cepat melalui lubang pembebasan, seperti air hujan, atau akibat gelombang air yang besar.

➤ Bumbung udara (Deflektor)

Jumlah, kapasitas serta ukuran bumbung udara adalah berdasarkan volume ruangan yang memerlukan.

➤ Perencanaan tangki di dalam double bottom

Tujuan menyusun dan mengatur susunan tangki dalam double bottom sesuai yang dibutuhkan.

### 1.3.3 Perhitungan Rencana Konstruksi

Seluruh perhitungan konstruksi lambung kapal beserta rekomendasinya adalah mengambil dari buku peraturan BKI Volume II



2013 dan ABS 1993 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*

➤ *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.

➤ *Beban lajur sisi kapal dan alas kapal*

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

b) *Plat Kulit*

➤ *Plat alas*

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

➤ Plat sisi

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

➤ Penguat alas di haluan

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

➤ Penguat pada linggi buritan, penyangga baling-baling dan lunas bilga

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

➤ Bukaannya pada plat kulit

Meliputi bukaan untuk jendela, lubang kluis, lubang pembuangan, katup laut dan lain-lain pada plat 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 plat geladak dan persyaratan-persyaratan bukaan plat geladak

➤ Bukaannya pada plat 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 palka, ambang palka mesin (selubung kamar mesin) harus sedemikian rupa sehingga sesuai dengan persyaratan.

➤ Tentang ukuran plat geladak dapat diambil dari tabel I BKI 2013 Volume II dan ABS 1993.

d) *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 :

- Ketentuan-ketentuan, ukuran-ukuran dan tebal plat penumpu tengah, penumpu samping, plat alas dalam, plat tepi dan dan plat buhul.
  - Alas ganda sebagai tangki, meliputi ketentuan-ketentuan pemakaian tangki.
  - Alas ganda dalam sistem gading-gading melintang, mencakup persyaratan-persyaratan, ukuran-ukuran dan wrang-wrang kapal.
  - Konstruksi alas dalam kamar mesin, yaitu meliputi perhitungan konstruksi alas ganda dan pondasi.
- e) *Gading-gading*
- Perhitungan-perhitungan untuk mencari jarak gading sesuai dengan persyaratan BKI.
  - Mencari ukuran dan modulus gading-gading dalam tangki, gading bangunan atas dan rumah geladak, pembujur samping, gading besar dan lain-lain.
  - Penguat pada haluan kapal dan buritan kapal : meliputi perhitungan balok ceruk, plat senta, penyangga jungkir dan sebagainya.
  - Gading-gading besar dalam kamar mesin : meliputi persyaratan dan ukuran gading-gading.
- f) *Balok geladak dan penumpu konstruksi geladak*
- Perhitungan pada dasarnya mengikuti persyaratan-persyaratan yang ada.
  - Balok geladak termasuk geladak utama, geladak akil, pembujur geladak, pelintang geladak, balok geladak akomodasi dan bangunan atas yang efektif.
  - Penumpu, dalam hal ini mencakup seluruh bangunan atas yang ada.
  - Ukuran plat lutut, perhitungan pada plat lutut adalah berdasarkan atas besarnya modulus profil yang berhubungan dengan plat 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 penegarannya, begitu pula ukuran plat lutut penghubungnya.

*h) Tangki-tangki*

Semua perhitungan sekat tangki berdasarkan atas beban yang bekerja, tinggi dan jenis cairan dalam tangki dengan mempertimbangkan jarak bentangan dan lebar tangki. Ukuran plat tangki termasuk modulus penegar-penegarnya dan pelat lutut.

*i) Linggi haluan dan linggi buritan*

➤ Linggi haluan (Fore stem)

Perhitungan meliputi balok linggi haluan dan plat linggi haluan, sesuai dengan persyaratan.

➤ Linggi buritan (Stern stem)

Perhitungan meliputi ukuran linggi baling-baling, sepatu kemudi dan tongkat kemudi sesuai persyaratan yang ada.

➤ Bangunan atas dan Rumah geladak

Perhitungan meliputi plat sampung, plat geladak, gading-gading bangunan atas, sekat ujung dimana kesemuanya itu berdasarkan rumus dan ketentuan yang ada serta masih berlaku.

➤ Lubang palka (Hatch Way)

Perhitungan meliputi tebal plat ambang palka, tinggi plat ambang palka, tutup palka, balok palka dengan perencanaan profilnya.

➤ Perlengkapan (Equipment)

Yang dimaksud perlengkapan adalah semua yang dianggap permanen atau pokok seperti :

- ✓ Perlengkapan jangkar
- ✓ Tali tambat
- ✓ Papan dalam (Ceilling)
- ✓ Ukuran plat kubu-kubu

- ✓ Lubang pembuangan (Scupper)
- ✓ Sanitair
- ✓ Pipa udara
- ✓ Pipa limbah
- ✓ Pipa duga
- ✓ Bubungan udara (Ventilasi)
- ✓ Bak rantai
- ✓ Perlengkapan keselamatan jiwa dan alat peluncur
- ✓ Ukuran jendela dan pintu

#### **1.3.4 Perhitungan Rencana Bukaan Kulit**

Seluruh perhitungan konstruksi perhitungan plat-plat untuk merencanakan pemasangan plat pada konstruksinya. Tahap perencanaanya adalah sebagai berikut :

##### *a) Penentuan Perkiraan Beban*

###### ➤ 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.

###### ➤ Beban lajur sisi kapal dan alas kapal

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

##### *b) Plat Kulit*

###### ➤ Plat alas

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

➤ Plat sisi

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

➤ Penguat alas di haluan

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

➤ Penguat pada linggi buritan, penyangga baling-baling dan lunas bilga

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

➤ Bukaannya pada plat kulit

Meliputi bukaan untuk jendela, lubang kluis, lubang pembuangan, katup laut dan lain-lain pada plat 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.

✓ 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 BKI 2013 Volume II dan ABS 1993.

### 1.3.5 Perhitungan 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 BKI antara lain : Seam less drawing steel pipe (pipa baja tanpa sambungan), Seam less 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 katub dan peralatan (fitting)*

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

c) *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 pipa muatan, Sistem bilga, Sistem ballast, Sistem bahan bakar, Sistem air tawar, Sistem saniter dan scupper, sistem pipa udara dan pipa duga.

e) *Ukuran pipa*

Perhitungan ukuran pipa yang digunakan dalam setiap sistem yang sesuai dengan ketentuan dan peraturan BKI.

f) *Pompa-pompa*

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

*g) Komponen-komponen dalam sistem pipa*

Komponen-komponen dalam sistem pipa antara lain : Separator, Hydrosore, Cooler, Purifier, Strainer (Filter), Botol angin dalam sea chest dan kondensor pada instalasi pendingin.