

**MATERI KULIAH (DRAFT)**

**PERANCANGAN KAPAL 1**



*Oleh:*

**Dr. Ir. WOLTER R. HETHARIA, M.App.Sc dan Team**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN  
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN - FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA AMBON  
2019**

## **BAB I. PENGENALAN INDUSTRI KELAUTAN**

### **I.1. Armada Perkapalan Dunia**

#### **Fakta Kondisi Geografis Dunia:**

- Kurang lebih  $\approx 65\%$  Permukaan Bumi ditempati oleh lautan / perairan
- Lautan/perairan (danau, sungai), terusan, kanal saling berhubungan membentuk jalur pelayaran dunia dari pelabuhan, samudera sampai kawasan pedalaman.
- Pentingnya kegiatan transportasi laut di dunia untuk barang, penumpang dan berbagai kegiatan industri maritim dunia



Pentingnya eksistensi lautan untuk kepentingan umat manusia diatur oleh PBB: Konvensi PBB tentang hukum laut:

UNCLOS 1982 (United Nations Convention on the Law of Sea), diratifikasi oleh berbagai negara di dunia termasuk Indonesia (UU No. 17 Tahun 1985).

Organisasi maritim lainnya turut berpartisipasi dalam menjaga eksistensi lautan di dunia:

IMO (International Maritime Organization), kementerian maritim negara, dll)

#### **Fakta Kondisi Geografis Indonesia:**

- Negara kepulauan (Archipelago State) terbesar di dunia : 17.506 pulau
- Garis pantai terpanjang No 2 di dunia 81.000 km (setelah Kanada).
- Luas wilayah perairan 67 % dari total  $\approx 7,7$  juta km<sup>2</sup>
- Pentingnya transportasi antar pulau melalui: laut, selat, sungai
- Kandungan sumber daya alam di laut
- Pemerintah Republik Indonesia baru membentuk secara khusus **Menko Maritim** yang bertujuan untuk pengelolaan lautan secara terpadu dan profesional di Indonesia.



Ukuran suatu kapal dipertimbangkan dengan batasan dari dimensi terusan, seperti Terusan Panama (lebar terusan 32.2 m). Hal ini menjadi perhatian dari berbagai galangan kapal untuk melayani pembuatan dan reparasi kapal-kapal dengan ukuran tersebut.

### Resume 1:

Fungsi lautan ialah:

1. Akses ke berbagai negara/lokasi melalui lautan/perairan/kanal/terusan
2. Jalur transportasi maritim
3. Penghasil berbagai sumberdaya alam dan migas
4. Batas-batas wilayah teritory laut dari suatu negara
5. Kegiatan di laut seperti: industri perikanan, industri maritim, keamanan laut, dll

### Resume 2:

Diperlukan adanya peranan industri maritim untuk menunjang kegiatan transportasi laut dan berbagai kegiatan terkait lainnya di laut

Armada perkapalan dan struktur terapung lainnya dapat dikelompokkan dalam lima kategori utama, yaitu:

1. **Kapal-kapal barang (cargo ships)**, yaitu: kapal-kapal barang komersial yang menggunakan mesin induk sendiri yang didesain untuk mengangkut barang dengan tujuan perdagangan dunia melalui jalur lautan.
2. **Kapal-kapal penumpang (passenger vessels)**, yaitu: kapal-kapal penumpang komersial dengan mesin induk sendiri yang didesain untuk mengangkut penumpang atau dengan kendaraan melalui jalur lautan.
3. **Kapal-kapal perang (naval vessels)**, yaitu: kapal-kapal dengan mesin induk sendiri yang dioperasikan oleh angkatan laut, pengawal pantai serta agen-agen militer lainnya
4. **Kapal-kapal lainnya dengan tenaga penggerak sendiri (self-propelled vessels)**, yaitu:
  - a. Kapal-kapal yang digunakan untuk penangkapan, proses dan transport ikan atau hasil laut lainnya
  - b. Kapal-kapal yang digunakan untuk eksplorasi lepas pantai dan produksi migas
  - c. kapal tarik (tugs) dan kapal tunda (towboats)
  - d. Semua kapal komersial lainnya yang melakukan pekerjaan selain untuk mengangkut penumpang dan barang
5. **Tongkang dan kapal-kapal perairan (inshore vessels) lainnya**, yaitu: tongkang-tongkang yang beroperasi di laut (oceangoing) dan di daerah pedalaman (inland), kapal-kapal perdagangan di sungai (river trading) dengan tenaga penggerak sendiri serta berbagai struktur terapung lainnya.

#### **I.1.2. Kapal-Kapal Barang (Cargo Ships)**

Kapal-kapal barang dikelompokkan dalam tiga kategori, yaitu:

1. **Kapal barang muatan cair (liquid cargo carriers/tankers)**, yaitu: kapal yang mengangkut muatan cairan seperti minyak, produksi minyak bumi yang diolah, gas dan cairan kimia cair.
2. **Kapal barang muatan curah kering (dry bulk cargo carriers)/(bulkers)**, yaitu: kapal barang yang mengangkut muatan kering seperti biji-bijian, batu bara dan biji tambang dalam bentuk curah.
3. **Kapal barang muatan umum (general cargo carriers)**, yaitu: kapal yang mengangkut barang dalam bentuk selain curah, seperti barang paket, palet, container atau bentuk bulatan (wheeled)

## **A. Liquid Cargo Carriers**

Kapal-kapal yang mengangkut muatan cair dalam bentuk curah, atau tanker, diklasifikasikan menurut muatan yang mereka angkut. Terdapat empat kategori utama yaitu: kapal pengangkut minyak (oil carrier), kapal pengangkut cairan kimia (chemical carriers), kapal pengangkut gas (gas carriers) dan kapal pengangkut cairan lainnya. Armada oil carrier adalah sesungguhnya terdiri dari 2 armada, yaitu: Kapal-kapal tanker berukuran besar (large tankers) yang mengangkut minyak mentah (crude oil) dengan perlengkapan kapal yang biasa dan kapal-kapal tanker berukuran kecil yang mengangkut minyak olahan (refined products) dengan sistem penanganan muatan yang lebih rumit. Kapal yang mengangkut minyak mentah (crude oil) dengan kapasitas angkut di atas 175000 ton diklasifikasikan pula menjadi very large crude carriers (VLCC) dan ultra large crude carrier (ULCC).

Kapal-kapal pengangkut gas (gas carrier) sesungguhnya terdiri dari dua armada, yaitu: gas alam cair (Liquified Natural Gas/LNG atau LNGC) dan gas petroleum cair (Liquified Petroleum Gas/LPG atau LPGC). Umumnya semua ukuran lebar LNGC lebih besar dari ukuran terusan Panama. Kapal tanker pengangkut cairan lainnya terdiri dari: kapal tanker pengangkut air, cairan buah-buahan (fruit juice), cairan sayuran, cairan anggur, cairan asphalt dan cairan belerang (molten sulfur).

## **B. Kapal Barang Muatan Curah Kering (Dry Bulk Cargo Carrier)**

Kapal barang muatan curah kering (bulker) diklasifikasikan menurut muatan yang diangkut, dimana secara umum jenis muatan tersebut menentukan desain internal kapal. Dry bulk cargo carrier terdiri dari:

- Dry bulk carrier standard yang mengangkut batu bara, biji tambang dan biji-bijian
- Dry bulk carrier kombinasi yang dapat mengangkut dry bulk carrier atau minyak mentah
- Dry bulk carrier jenis lainnya.

Dry bulk carrier standard ini berukuran kurang dari lebar terusan Panama, tetapi terdapat dry bulk carrier dengan ukuran besar (very large bulk carrier/ VLBC).

## **C. Kapal barang muatan umum (general cargo carriers)**

Kapal barang muatan umum diklasifikasikan menurut konfigurasinya. Terdapat lima kategori kapal barang muatan umum, yaitu:

- Kapal barang muatan curah (break bulk cargo ship) yang mengangkut barang dalam bentuk paket, bundle atau palet.

- Kapal container (containership) yang mengangkut muatan dalam bentuk kotak dengan standart ukuran
- Kapal muatan beku (refrigerated cargo / reefer ship) yang mengangkut muatan-muatan tertentu dalam palkah berisolasi atau container berisolasi yang ditempatkan dalam palkah yang tidak berisolasi.
- Kapal Ro-Ro (roll-on/roll-off ships) yang mengangkut muatan beroda
- Kapal barang jenis lainnya (others) yang didesain untuk mengangkut muatan khusus seperti hewan, muatan-muatan berat dan kapal-kapal tongkang.

### **I.1.3. Kapal-Kapal Penumpang (Passenger Vessels)**

Passenger vessels diklasifikasikan menurut type servis dimana type servis ini berpengaruh pada desain internal kapal tersebut. Terdapat empat kategori utama kapal penumpang, yaitu:

- **Kapal-kapal turis samudera (cruise ships)**, yaitu kapal-kapal yang mengangkut khusus penumpang yang beroperasi pada jalur pelayaran samudera
- **Kapal-kapal ferry laut dalam (deep-sea ferries)**, yaitu kapal-kapal yang mengangkut hanya penumpang atau penumpang dan kendaraan (mobil, truk, trailer) yang beroperasi menurut jadwal pelayaran regular dan menyediakan akomodasi pelayaran di malam hari.
- **Kapal-kapal ferry lintasan pendek (short-sea ferries)**, yaitu kapal dengan desain konvensional yang hanya mengangkut penumpang atau penumpang dan kendaraan dengan jadwal pelayaran yang tetap tetapi tidak menyediakan akomodasi pelayaran di malam hari. Kapal-kapal tersebut umumnya memiliki kecepatan < 25 knot.
- **Kapal-kapal ferry cepat (Fast ferries)**, yaitu kapal penumpang yang didesain untuk kecepatan tinggi (high-speed service) dan mengangkut sedikitnya 50 penumpang pada kecepatan > 25 knot.

Konfigurasi lambung kapal-kapal tersebut terdiri dari: satu lambung (monohull), hydrofoil, SES (surface effect sea) craft, dua lambung (catamaran) dan tiga lambung (trimaran).

### **I.1.4. Armada Kapal Perang (Naval Ships).**

Armada kapal perang dunia mencakup bukan hanya kapal perang (war ships) untuk semua type dan ukuran tetapi juga kapal-kapal non-militer yang dimiliki oleh agen-agen pemerintah semi-militer seperti pengawal pantai (coast guards), servis pabean (custom service),

servis imigrasi (immigration services) dan pengawasan perikanan (fisheries protection services).

Armada kapal perang dikategorikan menurut:

- Kapal pengangkut pesawat udara (aircraft carrier)
- Kapal selam (submarines)
- Kapal tempur permukaan berskala besar (large surface combatants)
- Kapal tempur permukaan berskala kecil (small surface combatants)
- Kapal penyebar/penjinak ranjau (mine-warfare ships)
- Kapal perang jenis amfibi (amphibious-warfare ships)
- Armada kapal bantu (seagoing auxiliaries)
- Armada kapal servis dan tugas lainnya (service and other ships)

#### **I.1.5. Kapal-kapal lainnya dengan tenaga penggerak sendiri (self-propelled vessels)**

Kapal-kapal dengan tenaga penggerak sendiri mencakup empat group utama, yaitu:

- Kapal-kapal yang dioperasikan oleh industri perikanan (fishing industry)
- Kapal-kapal yang dioperasikan oleh industri energi lepas pantai(offshore energy industry)
- Kapal-kapal tarik (tugs) dan tunda (towboats)
- Kapal-kapal type lainnya yang mencakup: kapal-kapal keruk (dredgers), kapal-kapal penelitian (research vessels), kapal-kapal pemecah es (ice-breakers), kapal-kapal untuk pengerjaan kabel laut (cable ships), dll.

#### **A. Kapal-Kapal Industry Perikanan (Fishing Industry Vessels)**

Fishing Industry Vessels terdiri atas dua kategori, yaitu:

- Kapal Penangkap Ikan (Fish Catcher)
- Kapal Bantu Industri Perikanan (Fishing Industry Support Ships)

Jumlah terbanyak dari kedua type kapal kapal industry perikanan adalah jenis kapal tangkap (23000 unit) dengan kapasitas > 100 GT. Jumlah armada perikanan adalah menyeluruh (universal) tetapi konsentrasi kepemilikan berada pada negara-negara dengan populasi terbesar seperti Amerika Serikat, Rusia, Jepang, Korea Selatan dan Spanyol. Distribusi kapal ikan adalah universal dimana kebanyakan mereka dibangun di negaranya atau di sekitar daerah penangkapan.

## **B. Kapal-Kapal Industry Lepas Pantai (Offshore Industry Vessels)**

Kapal-Kapal industry lepas pantai (Offshore Industry Vessels) dikategori oleh Lloyd's Register sebagai Offshore Service Vessels (OSV) atau Other Offshore Vessels. Kebanyakan Offshore Industry Vessels keluar dari aturan Lloyd's Register sebab kapal-kapal tersebut juga merupakan kapal-kapal yang tidak bertenaga sendiri (self-propelled vessels) seperti mobile offshore drilling units (MODU) atau kapal-kapal yang berukuran terlalu kecil seperti kapal pengangkut personal (crewboats).

Type-type dari Offshore Service Vessels (OSV) mencakup:

- Kapal-kapal tarik/tunda untuk melayani proses penempatan jangkar (Anchor-handling tug/supply boats)
- Kapal-kapal suplai konvensional (Conventional Supply Boats)
- Kapal tunda untuk melayani penempatan jangkar (Anchor-handling tugs)
- Kapal suplai personal (Crewboats)
- lainnya (Other types) Kapal type

**Anchor-Handling Tug/Supply Boats (AHTS)** untuk menjalankan tugas tugs dan supply boats pada daerah offshore oil & gas dengan jarak pelayaran jauh dan kondisi lautan berbahaya.

**Conventional Supply Boats** digunakan sebagai kombinasi dengan AHTS pada daerah offshore oil and gas dengan jarak pelayaran yang pendek dan kondisi laut yang tidak berbahaya. Terdapat sekitar 900 unit conventional supply boats di dunia yang bervariasi dari large platform supply boats sampai supply boats untuk pekerjaan-pekerjaan yang kecil.

**Crewboats** digunakan untuk mengangkut personel ke dan dari tempat-tempat pekerjaan di lepas pantai dengan jarak yang cukup dekat ke pantai.

**Offshore Service Vessels (OSV)** type lainnya, termasuk:

- Kapal-kapal survey (**Survey Vessels**)
- Kapal-kapal penolong (**Stand-by / Rescue Vessels**)

Survey vessels digunakan oleh perusahaan yang bergerak dalam bidang eksplorasi lepas pantai atau oleh otoritas negara dengan cadangan gas dan minyak yang signifikan di laut. Stand by vessels merupakan armada yang dibutuhkan belakangan ini terutama di Laut Utara (North Sea) dan perairan Eropa (European Waters).

Pada permulaan tahun 2003, Lloyd Register mengidentifikasi 629 offshore vessels lainnya (**other offshore vessels**). Kapal-kapal ini dikategorikan menurut:

- Peralatan Pengeboran Lepas Pantai (**Offshore Drilling Equipments**)



- Peralatan Konstruksi Lepas Pantai (**Offshore Construction Equipments**)
- Peralatan Produksi Lepas Pantai (**Offshore Production Equipments**).

**Offshore Drilling Equipments** mencakup:

- Kapal Pengeboran (Drill Ships)
- Semi-submersibles
- Jack-Ups
- Submersibles and Drilling Barges

Kebanyakan drill ships merupakan kapal dengan bentuk lambung yang sama dengan kapal pada umumnya yang diperlengkapi dengan sistim propulsi dimana kapal-kapal tersebut dapat berpindah ke berbagai lokasi pengeboran. Kapal-kapal tersebut mempunyai sistim posisi dinamis dan kapal edisi terbaru dapat melakukan pengeboran dengan kedalaman > 3000 meter (dibuat di Inggris, Spanyol dan Korea).

Kebanyakan Semi-Submersibles adalah merupakan struktur segi empat yang sangat besar yang disuport oleh truss-connected columns dan pontoons dengan hanya sedikit sistim propulsi yang mengijinkan mereka untuk berpindah disekeliling satu lokasi pengeboran. Sekarang kebanyakan semi-submersibles sistim posisi dinamis dan ukuran terbesar dari semi-submersibles dapat melakukan pengeboran yang lebih dari 2000 meter.

Kebanyakan jack-up adalah struktur segitiga (triangle structures) yang disuport oleh tiga kaki (tree legs), dengan hanya sedikit sistim propulsi untuk mengijinkan mereka berpindah di sekeliling satu lokasi pengeboran. Ukuran jack-up terbesar dapat melakukan pengeboran pada kedalaman sampai 150 meter. Pada tahun belakangan ini, jack-up yang baru dibangun di Korea, Singapura, Amerika Serikat dan kebanyakan galangan besar lainnya di Asia.

**Non-inland drill barges**) di dunia dimana kebanyakan dioperasikan di Venezuela. Drill Barges berbentuk segi empat tanpa sistim propulsi dan mereka didesain untuk melakukan pengeboran sampai kedalaman 40 meter.

**Offshore Construction Equipments** termasuk: Tongkang dengan derik (**Derrick Barges**), **Pipe-Lay Barges** dan Kapal-Kapal yang berkaitan dengannya (**Related Vessels**). Meskipun bentuk lambung dari kapal-kapal tersebut sederhana, namun terdapat jenis kapal baru yang kompleks dan modern.

**Offshore Production Equipment** mencakup unit terapung yang melakukan pekerjaan produksi sendiri atau floating production unit (FPU); pekerjaan produksi, penyimpanan dan pembongkaran muatan atau floating production storage and offloading (FPSO) serta pekerjaan penyimpanan dan pembongkaran muatan atau storage and offloading (FSO).

## **I.2. Eksistensi Industri Kelautan (Marine Industry).**

### **I.2.1. Pendahuluan**

Struktur industri kelautan internasional saat ini dapat ditentukan dalam lima kategori yaitu:

1. **Perancangan kapal (ship desain)** yang terdiri dari perusahaan konsultan dengan ahli perkapalan (naval architects), universitas dan sekolah tinggi teknik perkapalan (naval architecture) dan badan klasifikasi perkapalan.
2. **Konstruksi kapal (ship construction)** yang merupakan industri perkapalan, yang terdiri dari galangan kapal besar dan kecil di dunia.
3. **Pabrikasi industri kelautan (marine manufacturing)** yaitu perusahaan pabrikasi mesin, peralatan dan berbagai perlengkapan kapal.
4. **Pengoperasian kapal (ship operation)** yang merupakan sector industri kelautan yang berhubungan dengan pengoperasian kapal
5. **Reparasi kapal (ship repair)** yaitu galangan kapal yang berkonstentrasi pada pengedokan (pembuatan, pemeliharaan dan perbaikan) kapal.

Perencanaan, konstruksi dan pabrikasi adalah merupakan sektor yang berhubungan dengan perancangan dan pembuatan kapal, akan tetapi kelima sektor industri tersebut belum lengkap tanpa adanya pengoperasian dan reparasi kapal. Kelima industri besar tersebut ditunjang oleh berbagai industri kecil yang merupakan sub-bagian dari industri besar seperti pengacara bidang maritim (maritime and admiralty lawyers), agen asuransi kelautan (marine insurance brokers), agen kapal (ship brokers), agen transportasi (shipping agents), perusahaan penyediaan bahan bakar (bunkering companies), otoritas kepelabuhanan (port authorities), operator terminal (terminal operators), pilots, marine surveyors, perusahaan yang menyediakan jasa teknik lainnya dan kapal-kapal pemecah es (ice breakers).

### **I.2.2. Sektor Perancangan Kapal (Ship Design)**

Perancangan kapal adalah merupakan profesi dari teknik perkapalan (naval architecture). Bidang lain yang termasuk perancangan kapal adalah teknik kelautan (marine engineering) tetapi tanggung jawab utama berada pada ahli perkapalan (naval architect). Pakar perkapalan dan teknik kelautan bekerjasama dalam berbagai sektor industri kelautan.

#### **A. Perusahaan Teknik Perkapalan (Naval Architectural Firms):**

Keunggulan bidang teknologi membuat perubahan data desain menjadi sederhana sehingga terdapat kemudahan bagi perusahaan perkapalan berskala kecil, termasuk perusahaan perkapalan pribadi yang bekerja di rumah, juga pemilik dan galangan kapal kecil memperoleh akses untuk data desain dan informasi teknis lainnya dari seluruh dunia.

## **B. Universitas yang Berhubungan dengan Teknik Perkapalan.**

Kebanyakan negara yang memiliki industri maritime memiliki sekurangnya satu universitas yang menghasilkan lulusan bachelor dan atau master dalam bidang teknik perkapalan. Negara-negara seperti Inggris, Jepang dan Amerika Serikat mempunyai beberapa universitas yang menghasilkan lulusan teknik perkapalan. Terdapat sekitar 65 universitas di dunia yang berkaitan dengan teknik perkapalan. Pendidikan Teknik Perkapalan berkembang pesat belakangan ini. Perkembangan bidang industri kapal dan transportasi internasional dengan jasa kapal membutuhkan pengetahuan dan jasa lulusan teknik perkapalan untuk berkolaborasi dengan kondisi ini.

## **C. Badan-Badan Klasifikasi (Classification Societies).**

Terdapat 23 badan klasifikasi dunia yang mengevaluasi dan mensahkan perancangan dan pembuatan kapal. Terdapat 12 badan yang adalah anggota asosiasi International Association of Classification Societies (IACS) yang mengklasifikasi lebih dari 90% armada perkapalan dunia yang diukur dengan GT (gross ton) dan lebih dari 60% yang diukur dengan jumlah kapal.

### **I.2.3. Sektor Konstruksi Kapal (Ship Construction)**

Kegiatan pembuatan kapal merupakan suatu kegiatan yang menyerap banyak tenaga kerja. Pada awal tahun 2003 terdapat sekitar 540 galangan kapal di dunia. Galangan kapal tersebut dibagi atas 3 kategori menurut ukuran dan skala investasi. Ketiga kategori tersebut adalah:

- **Galangan kapal besar (major shipyards)** yang membuat kapal yang lebih besar dari ukuran lebar Terusan Panama (Panamax)
- **Galangan kapal berukuran menengah (medium-sized shipyards)** yang membuat kapal pelayaran samudera berukuran Panamax atau lebih kecil
- **Galangan kapal kecil (small shipyards)** yang membuat kapal-kapal pelayaran samudera berukuran kecil, kapal-kapal bukan pelayaran samudera serta tongkang-tongkang.

### **I.2.4. Sektor Pabrikasi pada Bidang Kelautan (Marine Manufacturing).**

Pembuatan kapal adalah merupakan suatu industri assembling (assembly industry). Prinsip utamanya terletak pada usaha untuk membeli berbagai material pabrikan setengah jadi dan siap pakai serta peralatan dari berbagai perusahaan serta menggabungkan material tersebut secara efisien untuk membentuk suatu kapal. Terdapat lima kategori utama untuk marine manufacturing, yaitu: mesin propulsi (propulsion machinery), alat pendorong (propulsors),

sistem pelayanan muatan (cargo-handling systems), sistem olah gerak dan tambat (steering and mooring systems) dan sistem navigasi (navigation systems).

#### A. Pabrikasi Mesin-Mesin Propulsi (Propulsion Machinery Manufacturers).

Komponen tunggal kapal yang sangat mahal yang biasanya dibeli adalah mesin propulsi utama kapal. Mesin propulsi ini umumnya adalah mesin diesel (diesel engine), juga terdapat sedikit kapal yang menggunakan turbin uap (steam turbines) atau turbin gas (gas turbines).

Marine diesel engine dikategorikan sebagai slow-speed, medium-speed atau high-speed tergantung pada kecepatan putaran (rpm):

- *Slow-speed diesel* dengan kecepatan sekitar 75 s/d 200 rpm dan menghasilkan daya sekitar 700 s/d 6000 kW per silinder. Mesin-mesin tersebut tidak memerlukan gear-box dan kebanyakan dipakai pada kapal-kapal barang berukuran besar.
- *Medium-speed diesel* dengan kecepatan dari sekitar 500 s/d 1000 rpm dan menghasilkan daya sekitar 100 s/d 1000 kW per silinder. Mesin-mesin tersebut memerlukan gear-box dan kebanyakan dipakai untuk kapal-kapal barang berukuran kecil, kapal-kapal perang dan kapal-kapal penumpang.
- *High-speed diesel* dengan kecepatan dari sekitar 1000 s/d 3000 rpm dan menghasilkan daya dari sekitar 40 s.d 400 kW per silinder. Mereka memerlukan gear-box dan kebanyakan dipakai di semua kapal-kapal kecil.

*Steam turbines* semakin sedikit digunakan ketika teknologi diesel mengembangkan mesin kecepatan rendah yang berukuran besar. Terdapat tiga type kapal yang menggunakan steam turbines, yaitu very large tankers, LNG carriers dan kapal-kapal perang bertenaga nuklir (nuclear-powered warship). *Gas turbines* berkembang tetapi aplikasinya terbatas pada kapal-kapal perang. Beberapa pabrikasi propulsion machinery utama terlihat pada Tabel I.1 berikut ini.

Tabel I.1 Pabrikasi Propulsion Machinery

No	Produksi	Pabrikasi Utama
1	Slow-speed diesel	M.A.N/B&W, Mitsubishi, Wärtsilä
2	Medium-speed diesel	M.A.N/B&W, Niigata, Pielstick, Wärtsilä
3	High-speed diesel	Alstom, Bergen Diesel, Caterpillar, Cummins, Daihatsu, Detroit Diesel, Deutz, MaK, M.A.N, MWM, <b>MTU</b> , Wichman, Yanmar
4	Steam turbines	Alstom, General Electric
5	Gas turbines	General Electric, Pratt & Whitney, Rolls-Royce, Zorya

#### B. Pabrikasi Alat Pendorong (Propulsor)

Marine propeller kebanyakan dibuat oleh perusahaan yang spesialis. Terdapat rasionalisasi besar pada industri ini dalam tahun-tahun belakangan ini. Terdapat kurang dari 20 pabrikan utama di dunia dimana mereka terkonsentrasi di lokasi pembuatan kapal. Perkembangan pesat pada waktu belakangan ini untuk propulsor yang dapat digerakan (steerable propulsor) seperti “Pod”. Pabrikan utama propeller dan thruster ditunjukkan pada Tabel I.2. (Bow Thruster)

Tabel I.2. Pabrikan Propeller dan Thruster

No	Produksi	Pabrikan Utama
1	Propeller	Nakashima, Rolls-Royce, Wartsila
2	Propulsors dan Thruster	ABB Drives, Aquamasters, Brunvol, Hamilton Jet, Nakashima, Omnithrusters, Rolls-Royce, Schottel, Voith Hydro, Wartsila

### C. Sistem pelayanan muatan (cargo-handling systems),

Sistem pelayanan untuk setiap type kapal adalah berbeda, yaitu:

- Tankers menggunakan sistem pompa muatan (cargo pump systems)
- Bulker menggunakan grab cranes, conveyor atau sistim vakum
- General cargo ships menggunakan kran (crane), pintu geser (sliding door), ambang palkah (hatch cover)

Kebanyakan sistim ini dibuat oleh perusahaan yang spesial pada bidangnya. Kebanyakan teknologi dari sistim pelayanan muatan ini berawal di Eropa maka kebanyakan perusahaan pabrikan berada di kawasan ini. Kebanyakan perusahaan melakukan pekerjaan sub-kontraktor dengan pengembang (developers) di seluruh dunia sehingga memudahkan distribusi sistim ini ke seluruh dunia. Pabrikan sistim pelayanan muatan ditunjukkan pada Tabel I.3.

Tabel I.3. Pabrikan Sistim Pelayanan Muatan

No	Produksi	Pabrikan Utama
1	Liquid Cargo Systems	Framo Pumps, Hamworthy KSE, Svanehoj
2	Dry Bulk Cargo Systems	InterSystems, Seabulk Systems
3	Cranes, Ramps and Other General Cargo Systems	Hagglunds, Hamworthy KSE, Liebherr, McGregor, Tsuji

### D. Sistem olah gerak dan tambat (steering and mooring systems)

Sistim olah gerak dan tambat kebanyakan dibuat oleh perusahaan yang spesialis di bidangnya masing-masing. Perusahaan pabrikan ini kebanyakan terkonsentrasi di Eropa dan Jepang. Pabrikan sistim olah gerak dan tambat ini terlihat pada Tabel I.4.

Tabel I.4. Pabrikan Sistim Olah Gerak dan Tambat

No	Produksi	Pabrikan Utama
1	Steering Gear	Hatlapa, Jastram, Rolls-Royce
2	Mooring Equipment	Clarke Chapman, Hatlapa, Hydralift, Rolls-Royce

### **E. Sistim navigasi (navigation systems).**

Sistim navigasi kebanyakan dibuat oleh perusahaan yang spesial pada bidangnya. Perusahaan-perusahaan tersebut kebanyakan terkonsentrasi di Eropa, Amerika Utara dan Jepang. Pabrikan utama sistim navigasi terlihat pada Tabel I.5.

Tabel I.5. Pabrikan Sistim Navigasi Kapal

No	Produksi	Pabrikan Utama
1	Integrated Bridge Systems	Alstom, Kongsberg
2	Collosion Avoidance	Cegelec, Furuno
3	Systems, Alarm and Control	Norcontrol, Radio-Holland
4	Systems, Communications	Raytheon Marine, Simrad
5	Systems, dll	Sperry Marine

### **I.2.5. Sektor Pengoperasian Kapan (Ship Operation).**

Perusahaan pengoperasian kapal dapat dibagi menjadi 6 kategori yang berhubungan dengan industry perkapalan. Kategori perusahaan pengoperasian kapal tersebut adalah:

- Angkatan laut (navy) dan agen-agen pemerintahan
- Operator kapal yang dimiliki oleh pemerintah
- Perusahaan (korporasi) utama multinasional
- Operator kapal independent
- Operator dan pemilik (owner-operator)
- Manajer kapal

#### **A. Angkatan laut (navy) dan agen-agen pemerintahan**

Negara yang memiliki garis pantai (coastline) atau berbatasan dengan negara lain melalui danau atau sungai akan memiliki angkatan laut dengan type tertentu. Type kesatuan ini sangat kecil atau bahkan tidak dianggap sebagai angkatan laut tetapi kesatuan dengan kapal-kapal milik pemerintah yang dipersenjatai, meskipun hanya senjata ringan dan dioperasikan oleh kesatuan keamanan. Terdapat 181 negara di dunia dengan type kesatuan seperti ini.

Jika kesatuan angkatan laut yang besar maka kesatuan tersebut mengoperasikan suatu kesatuan tempur permukaan atau bawah laut (submarine). Jumlah kesatuan angkatan laut besar memiliki kapal-kapal pengangkut pesawat (aircraft carriers) dan cukup kuat untuk beroperasi di luar teritory negara mereka. Terdapat lima kesatuan angkatan laut besar seperti Amerika Serikat, Russia, China, Inggris dan Perancis. Negara-negara lapis ke dua yang memiliki kesatuan angkatan laut besar adalah Turkey, Italy, India, Indonesia, Jepang dan Korea Selatan.

#### **B. Operator kapal yang dimiliki oleh pemerintah**

Pemerintah suatu negara memiliki dan mengoperasikan kapal-kapal komersial adalah untuk mengontrol transportasi komoditi utama negara untuk pembangunan bangsa, terutama komoditi import yang khusus, sementara untuk negara berkembang terutama untuk komoditi export. Contohnya adalah untuk negara-negara produksi minyak dan gas. Untuk Amerika Serikat, komoditi penting adalah material untuk alat-alat pertahanan (defense materials). Alasan kedua adalah prestise (gengsi) yang berkaitan dengan pemeliharaan (maintenance) perusahaan pelayaran yang berlayar dengan bendera nasional di dunia.

### C. Perusahaan (korporasi) utama multinasional

Dalam korporasi multinasional operasional kapal memerlukan ketersediaan kapasitas pelayaran samudera dengan jumlah besar secara jelas dan memerlukan perlindungan dirinya dari ketidakpastian lokasi pemasaran dengan mengontrol sejumlah besar kebutuhan dianggap penting. Hal ini biasanya dilakukan dengan mengambil bentuk kepemilikan langsung setengah atau lebih. Kategori ini mencakup perusahaan-perusahaan yang berhubungan langsung dengan produksi atau konsumsi sumberdaya alam seperti minyak mentah, produk pertanian dan produk pertambangan. Terdapat kurang dari 20 perusahaan multinasional di dunia dengan armada yang signifikan seperti terlihat pada Tabel I.6.

Tabel I.6. Perusahaan Utama Pelayaran Multinasional

No	Type Perusahaan	Perusahaan Utama
1	Perusahaan Minyak	BP, Chevron, Texaco, Exxon Mobil, <b>Shell</b>
2	Komoditi Pertanian	Louis-Dreyfus
3	Produksi Tambang	BHP, Corus, Krupp
4	Perusahaan Perdagangan (trading)	Hanjin, Hyundai, Kawasaki, Mitsubishi, Mitsui

### D. Operator kapal independent

Sejarah industri perkapalan dunia dinyatakan dalam perusahaan-perusahaan pengoperasian kapal yang independent dalam jumlah besar. Perusahaan tersebut kebanyakan secara eksklusif berbasis di negara-negara yang aktif dalam pelayaran samudera yang sudah berabad-abad seperti Inggris Raya, Norwegia dan Yunani. Dengan penjualan dari perusahaan Sea-Land kepada Maersk, perusahaan American President Lines kepada Neptune Orient Line, Lykes Line kepada CP Ships dan Farrell Lines kepada P&O/NedLloyd maka Amerika Serikat hanya memiliki satu independent operator pelayaran dalam perdagangan dunia. Beberapa operator kapal independent yang utama ditunjukkan pada Tabel I.7

Tabel I.7. Operator Kapal Independent Utama Pelayaran

No	Wilayah	Perusahaan Utama
1	Eropa Barat	Bergesen (Norwegia), A.P. Moller (Denmark), Wilhelmsen (Norwegia), P&O NedLloyd (Inggris Raya/Belanda)
2	Asia	OOCL (Hong Kong), K Line (Jepang), Mitsui Overseas Line (Jepang), NYK Line (Jepang), Korea Line (Korea), Neptune Orient (Singapore), Evergreen (Taiwan).

#### **E. Operator dan pemilik (Owner-Operators)**

Kebanyakan operator dari kapal-kapal kecil, termasuk kapal ikan dan kapal supply offshore adalah owner-operator. Kategori ini juga termasuk untuk operator kapal-kapal penumpang kecil terutama kepada pemilik kapal yang berkaitan dengan perdagangan pantai dan jarak pendek lainnya (coastal and other short-sea trading). Terdapat kebanyakan perusahaan type ini di seluruh dunia dimana mereka terkonsentrasi tidak hanya di wilayah dimana aktifitas pelayaran sangat padat tetapi juga di wilayah-wilayah yang memerlukan pelayanan di pantai, antar pulau dan supply.

#### **F. Manajer Kapal (Ship Managers)**

Manajer kapal profesional adalah merupakan fungsi yang relatif baru dalam bidang pelayaran internasional. Aplikasi manajer kapal berkembang dengan pesat ketika pemilik kapal berusaha untuk menghindari bahaya/risiko (risk) dan kelayakan operasional kapal, khususnya dalam industri minyak. Kebanyakan manajer kapal memulai usahanya sebagai perusahaan pelayaran independent, sementara lainnya dibentuk untuk maksud ini. Bisnis perkapalan ini dinominasi oleh perusahaan-perusahaan dari Inggris karena ketersediaan tenaga ahli yang berasal dari pengurangan armada perkapalan Inggris. Namun terdapat beberapa perusahaan nasional lainnya yang terlibat dalam bisnis ini. Terdapat sekitar 1200 perusahaan manajemen kapal di seluruh dunia. Manajer kapal terkonsentrasi di Inggris Raya, Siprus, Jerman, Yunani, Hong Kong, India, Belanda, Norwegia, Philipina, Rusia, Singapura, Ukraina dan Amerika Serikat. Perusahaan-perusahaan manajer kapal terlihat pada Tabel I.8.

Tabel I.8. Operator Kapal Independent Utama

No	Negara	Perusahaan Utama
1	Norwegia	Barber Ship Mgmt.
2	Siprus	Columbia Ship Mgmt., Seatankers
3	Monaco	V Ships
4	Hong Kong	Wallem Ship Mgmt
5	Switzerland	Acomarit Ship Mgmt.
6	Inggris Raya	Northern Ship Mgmt.

#### **I.2.6. Registrasi / Pencatatan Kapal (Ship Registries)**



Konsep dari bendera pada suatu kapal adalah untuk kemudahan (flag of convenience). Konsep ini pertama kali dikembangkan oleh para pemilik kapal Amerika Serikat yang mencari keringanan terhadap biaya tinggi dari pelayaran berbendera Amerika Serikat maupun peraturan perpajakan Amerika Serikat. Bendera untuk kemudahan pertama kalinya adalah Panama, Liberia dan Honduras. Negara-negara lainnya tertarik terhadap bisnis yang sukses dari ketiga negara tersebut dan mengikuti bisnis pelayaran tersebut. Pergeseran dari keuntungan ekonomis industri pelayaran internasional dari negara-negara berkembang di Eropa ke negara-negara di Asia memaksa kebanyakan perusahaan pelayaran Eropa mencari bendera-bendera alternatif.

Pergeseran terhadap kemudahan dari bendera pelayaran (flag of convenience) dapat menyebabkan masalah politik tetapi kebanyakan pemilik kapal mencari bendera dengan relasi politik yang benar, seperti negara bekas jajahan atau wilayah di luar negeri. Hal ini menaikkan tingkat (kedua) dari bendera-bendera alternatif sehingga dinamakan pencatatan kedua (second registries). Negara-negara dengan bendera second registries ditampilkan pada Tabel I.9. Negara-negara dengan bendera kemudahan dicantumkan pada Tabel I.10.

Tabel I.9. Negara-negara dengan bendera second registries

No	Pencatatan Pertama (first registry)	Pencatatan ke dua (second registry)
1	Belgia	Luxemburg
2	Inggris Raya	Bermuda, Kepulauan Cayman, Isle of Man
3	Denmark	Danish International Register (DIS)
4	Perancis	French Antartic Territory
5	Belanda	Belanda Antiles
6	Norwegia	Norwegian International Register (NIS)
7	Portugal	Madeira
8	Spanyol	Kepulauan Kanari
9	Amerika Serikat	Kepulauan Marshal

Tabel I.10. Negara-negara dengan bendera kemudahan

No	Pencatatan (registry)	Type
1	Panama	FOC (flag of convenience)
2	Liberia	FOC
3	Bahama	FOC
4	Malta	FOC
5	Siprus	FOC
6	NIS (Norwegian International Register)	Second Registry
7	Kepulauan Marshal	Second Registry
8	Saint Vincent	FOC
9	DIS (Danish International Register)	Second Registry
10	Isle of Man	Second Registry
11	Philipina	FOC
12	Bermuda	FOC
13	Antigua	FOC
14	French Antartic	Second Registry
15	Kepulauan Cayman	Second Registry
16	Belize	FOC

17	Kepulauan Kanari	Second Registry
18	Vanuatu	FOC
19	Luxemborg	Second Registry
20	Belanda Antiles	Second Registry
21	Honduras	FOC

### I.2.7. Sektor Reparasi Kapal (Ship Repair)

Pada awal tahun 2003 terdapat sekitar 2400 dok kering (Drydock) di seluruh dunia untuk mereparasi kapal-kapal milik komersial atau pemerintah. Drydock dapat dibagi dalam empat kategori sebagai berikut:

- Sangat besar (very large), yaitu drydock yang dirancang untuk mengakomodasi kapal-kapal dengan lebar “post-Panamax” dimana kapal-kapal ini mempunyai panjang sekurangnya 215 meter dan lebar sekurangnya 40 meter.
- Besar (large), yaitu drydock yang didesain untuk mengakomodasi kapal-kapal dengan lebar Panamax dan mempunyai panjang sekurangnya 185 meter dan lebar 32 s/d 40 meter
- Kecil (small), yaitu drydock yang tidak terlalu besar untuk mengakomodasi kapal-kapal dengan lebar Panamax tetapi dapat mengangkat kebanyakan kapal-kapal samudera. Kapal-kapal ini mempunyai lebar 20 s/d 32 meter
- Sangat kecil (very small), yaitu drydock yang tidak terlalu besar untuk mengakomodasi kapal-kapal dengan lebar lebih dari 20 meter.

## I.2. Bisnis Transportasi Barang

### A. Pengertian Bisnis

Pengertian bisnis menurut Wikipedia Bahasa Indonesia:

Dalam [ilmu ekonomi](#), **bisnis** adalah suatu organisasi yang menjual barang atau jasa kepada [konsumen](#) atau bisnis lainnya, untuk mendapatkan [laba](#). Secara historis kata bisnis dari [bahasa Inggris](#) *business*, dari kata dasar *busy* yang berarti "sibuk" dalam

konteks individu, komunitas, ataupun masyarakat. Dalam artian, sibuk mengerjakan aktivitas dan pekerjaan yang mendatangkan keuntungan.

Dalam [ekonomi](#) kapitalis, di mana kebanyakan bisnis dimiliki oleh pihak swasta, bisnis dibentuk untuk mendapatkan profit dan meningkatkan kemakmuran para pemiliknya. Pemilik dan operator dari sebuah bisnis mendapatkan imbalan sesuai dengan [waktu](#), usaha, atau [kapital](#) yang mereka berikan. Namun tidak semua bisnis mengejar keuntungan seperti ini, misalnya bisnis koperasi yang bertujuan meningkatkan kesejahteraan semua anggotanya atau institusi pemerintah yang bertujuan meningkatkan kesejahteraan rakyat. Model bisnis seperti ini kontras dengan sistem sosialis, di mana bisnis besar kebanyakan dimiliki oleh pemerintah, masyarakat umum, atau serikat pekerja.



Bisnis dikelompokkan sesuai dengan aktifitasnya untuk memperoleh keuntungan yaitu:

1. Manufaktur: bisnis yang memproduksi bahan-bahan mentah (raw materials) atau komponen lainnya dan dijual untuk memperoleh laba. Contoh: perusahaan memproduksi kapal, motor induk
2. Bisnis transportasi: bisnis yang memperoleh keuntungan dengan jasa transportasi. Contoh: perusahaan transportasi.
3. Pengecer dan distributor: pihak yang berperan sebagai perantara barang antara produsen dengan konsumen. Contoh: distributor barang dari suatu sumber ke konsumen.
4. Bisnis hasil bumi: bisnis yang memproduksi barang-barang mentah. Contoh hasil tambang dan hasil pertanian, perkebunan, perikanan.
5. Jasa: bisnis yang menghasilkan barang tak berwujud dan memperoleh keuntungan dengan cara meminta bayaran atas jasa yang diberikan. Contoh: konsultan pengawasan proyek.
6. Bisnis finansial: bisnis yang mendapatkan keuntungan dari investasi dan pengelolaan modal. Contoh: bursa efek dan deposito bank
7. Bisnis informasi: bisnis menghasilkan keuntungan dari jasa informasi. Contoh: media masa, informasi jual beli barang.
8. Utilitas (kegunaan) : bisnis yang mengoperasikan jasa publik. Contoh: listrik dan air (kebanyakan didanai oleh pemerintah).
9. Bisnis real estate: bisnis yang menghasilkan keuntungan dengan cara menjual, menyewakan, dan mengembangkan property. Contoh: rumah, apartemen dan bangunan.

Untuk memperoleh keuntungan yang baik dalam suatu usaha bisnis maka dibutuhkan suatu manajemen yang baik untuk mengelola bisnis tersebut. Manajemen terdiri dari beberapa unsur utama yaitu: perencanaan (planning), organisasi (organizing), memotivasi (actuating) dan

kontrol (controlling). Planning mencakup rencana pekerjaan yang efektif dan efisien yang menjadi tujuan dari suatu perusahaan untuk memperoleh keuntungan yang baik.

- **Planning:** menetapkan sasaran, merumuskan tujuan, menetapkan strategi, membuat strategi dan mengembangkan sub rencana untuk mengkoordinasikan kegiatan.
- **Organizing:** menetapkan apa yang perlu dilaksanakan, cara pelaksanaannya dan siapa yang melaksanakannya.
- **Actuating:** Mengarahkan dan memotivasi semua pihak yang terlibat dan memecahkan pertentangan.
- **Controlling:** Memantau kegiatan untuk memastikan bahwa kegiatan-kegiatan dilaksanakan/ diselesaikan sesuai dengan yang direncanakan.

## B. Transportasi

Pengertian Transportasi menurut Wikipedia Indonesia:

**Transportasi** adalah perpindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin.

Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Di negara maju, mereka biasanya menggunakan kereta bawah tanah (subway) dan taksi. Penduduk di sana jarang yang mempunyai kendaraan pribadi karena mereka sebagian besar menggunakan angkutan umum sebagai transportasi mereka. Transportasi terdiri dari 3 bagian yaitu, transportasi darat, laut, dan udara. Transportasi udara merupakan transportasi yang membutuhkan banyak uang untuk memakainya. Selain karena memiliki teknologi yang lebih canggih, transportasi udara merupakan alat transportasi tercepat dibandingkan dengan alat transportasi lainnya serta memiliki tingkat kecelakaan yang relatif lebih rendah daripada transportasi darat dan air. Beberapa unsur terkait dalam kegiatan transportasi mencakup: manusia, barang, kendaraan, jalan dan terminal serta organisasi pengelola transportasi.

Berikut dijelaskan tentang sarana dan prasarana pendukung ketiga moda transportasi tersebut:

- **Darat:**
  - Sarana: angkutan jalan, kereta api, lainnya : angkutan darat selain mobil, bus ataupun sepeda motor yang lazim digunakan oleh masyarakat untuk skala kecil, rekreasi ataupun sarana sarana di perkampungan baik di kota maupun di desa seperti: sepeda, becak, bajaj, bemo, delman, sepeda motor listrik, trem, gerobak sapi atau pedati.
  - Prasarana: Jalan dan jembatan, rel, terminal, stasiun kereta api, halte
- **Laut:**
  - Sarana: Kapal, Ferry, Sampan
  - Prasarana: Pelabuhan, Galangan Kapal
- **Udara:**
  - Sarana: Pesawat, Helikopter

- Prasarana: Bandar Udara

### **C. Transportasi Laut**

Salah satu sifat fisik air ialah menyediakan daya apung yang sebanding dengan displasemen benda (kapal) yang tercelup. Selain itu sifat gesekan (friksi) yang kecil dari media ini memberikan resistance yang kecil bagi kapal untuk menggunakan daya motor induk yang sebanding. Oleh sebab itu transportasi laut ini merupakan moda angkutan yang cukup efektif untuk mengangkut barang dalam jumlah besar untuk pelayaran jarak jauh. Pelayaran tersebut mencakup pelayaran samudera, antar negara, antar pulau, juga termasuk pelayaran danau dan sungai untuk mencapai daerah pedalaman. Perkembangan terakhir dalam dunia perkapalan dengan adanya kapal-kapal cepat juga merupakan suatu moda transportasi yang baik untuk pelayaran cepat antar pulau terutama untuk transport penumpang dan barang khusus lainnya.

Transportasi laut merupakan salah satu moda transportasi yang beroperasi di jalur wilayah perairan. Moda transportasi ini berkontribusi besar di negara-negara kawasan perairan (laut, sungai, danau) serta jalur perdagangan antar negara yang menggunakan wilayah perairan. Indonesia sebagai salah satu negara maritime sangat membutuhkan transportasi laut untuk mengangkut penumpang, barang secara efektif dan aman serta kegiatan kemaritiman lainnya. Dalam manajemen transportasi laut prinsip utama yang perlu diperhatikan ialah proses pengangkutan dan pengiriman barang (dengan kapal laut) dapat dilakukan dengan baik. Proses ini dimulai dari tempat pengiriman barang, proses bongkar muat, pengangkutan serta penyimpanan (storage). Dalam proses pengangkutan dengan kapal maka proses penempatan di kapal dapat dilakukan dengan baik untuk menjamin kenyamanan dan kualitas barang serta menghindari berbagai kerusakan atau kecelakaan selama proses pengiriman dimana kondisi diatur dalam regulasi nasional dan internasional.

Transportasi laut berkontribusi besar dalam perdagangan internasional dan nasional terutama dalam menghubungkan wilayah laut, pulau, sungai, pedalaman bahkan sampai ke tengah kontinen melalui sungai untuk mensuplay barang ke daerah tersebut serta mengambil barang dari daerah-daerah terpencil. Dalam hal ini, Indonesia sebagai salah satu negara kepulauan terbesar membutuhkan sarana dan prasarana transportasi laut untuk mengangkut berbagai komoditi ke berbagai tujuan.

#### **C.1. Pentingnya Transportasi Laut**

Transportasi laut berfungsi sebagai mobilitas penumpang (orang), barang dan jasa baik lokal, regional, nasional maupun internasional. Jasa industri angkutan menggunakan kapal laut merupakan jasa angkutan yang bergerak dalam pengangkutan penumpang (passenger), barang

(cargo) dan angkutan khusus. Salah satu keuntungan dari jasa industry angkutan laut ialah jumlah barang dalam jumlah besar yang diangkut dengan biaya pengangkutan yang relative murah dibandingkan dengan moda transportasi lainnya. Hal inilah yang menyebabkan para pemilik barang (shipper) menggunakan moda transportasi ini dalam perdagangan nasional dan internasional. Berbagai pihak yang terkait dalam perdagangan internasional seperti eksportir, import, freight forwarding serta berbagai perusahaan pelayaran yang menawarkan jasa pengangkutan penumpang dan barang.

Transportasi barang diawali dengan kegiatan pemuatan di pelabuhan asal dan diakhiri dengan proses bongkar di pelabuhan tujuan. Kegiatan ini memerlukan biaya yang cukup besar serta berbagai masalah dalam proses tersebut. Proses ini perlu ditangani secara terencana dengan baik untuk menghindari adanya biaya tambahan akibat permasalahan yang dihindari. Di dalam pelayaran biaya terminal dan perawatan alur merupakan komponen biaya paling tinggi, sedangkan biaya pelayarannya rendah.

## **C.2 Bisnis Transportasi Laut**

Pengelolaan Bisnis Transportasi perlu ditangani secara khusus untuk menghindari kerugian dan kebangkrutan dari suatu organisasi. Berikut ini terdapat beberapa pedoman pengelolaan bisnis transportasi laut yang perlu diperhatikan terkait dengan masalah tersebut, antara lain:

### **Faktor eksternal:**

- Memanfaatkan asas cabotage (angkutan Bandar): Asas Cabotage adalah asas kedaulatan negara atas wilayah laut dan udaranya. Dalam Penerapannya Azas Cabotage telah diatur didalam Instruksi Presiden No. 5 Tahun 2005 Tentang Pemberdayaan Industri Pelayaran Nasional. Tujuan dari penerapan Asas Cabotage adalah untuk mencegah atau mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap pelayaran kapal-kapal asing. Dengan adanya azas cabotage maka para shiper akan menggunakan jasa transportasi yang ada didalam negeri dan itu dapat dimanfaatkan dengan cara melakukan pelayanan yang baik agar para shiper menjadi percaya terhadap perusahaan kita. Dan banyak shiper yang akan menggunakan jasa perusahaan kita itu akan membuat perusahaan kita maju.
- Membentuk link yang baik: Perusahaan yang maju pasti menjalin hubungan yang baik, baik itu dengan perusahaan lain maupun dengan para konsumen yang menggunakan jasa perusahaan. Hubungan yang baik dalam perusahaan itu sangatlah penting. Menjalinkan hubungan dengan perusahaan lain membuat perusahaan kita dapat mencontoh perusahaan tersebut dalam hal yang baik yang dapat membuat perusahaan kita maju, dapat membangun bisnis bersama, dan juga apa bila perusahaan kita mengalami kemunduran kita dapat meminta pendapat terhadap perusahaan lain. Menjalinkan hubungan dengan konsumen tidak kalah pentingnya dengan menjalin hubungan dengan perusahaan lain. Dengan menjalin hubungan yang baik dengan konsumen maka para konsumen akan selalu percaya dengan jasa perusahaan yang kita berikan. Maka pera konsumen tidak akan menggunakan jasa perusahaan lain apabila mereka sudah percaya dengan perusahaan kita.

- Melakukan system Ekspor dengan CIF dan Impor dengan FOB: Pengertian FOB (*Free On Board*) adalah penjual mengantarkan barang diatas kapal yang ditunjuk oleh pembeli di pelabuhan pengiriman yang disebutkan atau mengadakan barang yang diantarkan. Resiko kehilangan atau kerusakan barang beralih ketika barang berada diatas kapal, dan pembeli menanggung semua biaya sejak saat itu dan seterusnya. Pengertian CIF (Cost, Insurance and Freight) adalah penjual mengantarkan barang diatas kapal atau mengadakan yang sudah tersedia untuk diantarkan. Resiko kehilangan atau kerusakan barang beralih saat barang diatas kapal. Penjual wajib melakukan kontrak dan membayar biaya dan freight yang diperlukan untuk membawa barang ke pelabuhan tujuan yang disebutkan. Penjual juga melakukan kontrak penutupan asuransi terhadap resiko kehilangan atau kerusakan dari pembeli pada barang selama pengangkutan. Dengan adanya system ini maka perusahaan dapat membuat sebuah bisnis asuransi dan hal tersebut membuat perusahaan kita mengambil keuntungan yang besar. Dan para konsumen tidak perlu mencari jasa asuransi lagi karena perusahaan kita sudah ada jasa asuransi. Sehingga konsumen akan lebih memilih perusahaan kita untuk ekspor- impor

#### **Faktor Internal:**

- Peningkatan teknologi perkapalan: Peningkatan teknologi perkapalan dilakukan dengan penggunaan kapal kayu, utilitas kapal modern dan pengenalan kapal. Demi keselamatan barang dan penumpang maka kapal yang dimiliki perusahaan untuk menjalankan operasinya di perlukan teknologi perkapalan yang lebih modern dan canggih.
- Menggerakan fungsi manajemen yang baik: planning, organizing, actuating, controlling
- Sumberdaya manusia yang berkualitas: Manusia merupakan kunci dari perusahaan. Manusia memiliki peran penting dalam sebuah perusahaan karena manusia merupakan perencana, pelaku aktif, serta yang mewujudkan tujuan organisasi, sedangkan sarana/ unsur yang lain merupakan penunjang saja untuk perusahaan tersebut maju. Maka dari itu perusahaan harus memilih sumber daya manusia yang sangat berkualitas untuk membuat perusahaan kita maju.
- Maka sumber daya manusia harus memiliki keahlian sebagai berikut : keahlian teknis (technical skill), keahlian personal (human skill), keahlian konseptual (conceptual skill/ analisa), memberikan motivasi kepada karyawan

#### **Catatan Khusus Tentang Asaa Cabotage**

Asas Cabotage adalah hak eksklusif suatu negara untuk menerapkan peraturan perundang-undangnya sendiri dalam bidang darat, air, dan udara pada lingkup wilayah yang menjadi kekuasaan negara tersebut. Asas ini telah diatur oleh Indonesia melalui Inpres no. 5/2005 dan Undang-undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang pelayaran.

Dalam Instruksi Presiden no. 5 Tahun 2005 tentang Pemberdayaan Industri Pelayaran Nasional, diinstruksikan agar asas cabotage diterapkan secara konsekuen, merumuskan kebijakan, dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan sesuai tugas, fungsi, dan kewenangan masing-masing guna memberdayakan industri pelayaran nasional. Di dalam pasal 8 Undang-undang Pelayaran disebutkan, kegiatan angkutan laut di dalam negeri dilaksanakan oleh perusahaan

angkutan laut nasional, dengan menggunakan kapal berbendera Indonesia, serta diawaki oleh awak kapal berkewarganegaraan Indonesia.

Dalam kasus ini, penerapan asas cabotage ini menimbulkan masalah pada industri migas. Undang-undang no. 17 tahun 2008 menyebutkan, kapal-kapal berbendera asing tidak diperbolehkan mengangkut penumpang dan/atau barang antar pulau atau antar pelabuhan di wilayah Indonesia terhitung mulai Januari 2010. Sementara itu, Kapal yang beroperasi di sektor migas merupakan kapal-kapal khusus yang umumnya berbendera asing. Untuk mengatasi ini, kapal-kapal yang disewa oleh Pertamina tersebut melakukan *reflagging*, yaitu penggantian kapal dengan bendera Indonesia sehingga tetap dapat beroperasi di Indonesia. Namun demikian, secara umum asas cabotage yang terkandung di dalam undang-undang tersebut menimbulkan protes dari perusahaan minyak.

Asas Cabotage kemudian di atur lebih lanjut di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2011. Peraturan ini mengandung perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 2010 tahun 2010 tentang Angkutan di Perairan. Peraturan ini merupakan respons terhadap hambatan yang terjadi akibat penerapan Undang-undang no. 17 Tahun 2008. Pemerintah Indonesia sendiri sebenarnya telah berencana merevisi undang-undang tersebut, namun tidak ada konsensus mengenai untuk melakukan perubahan itu.

Di dalam Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2011 Bab XIII A pasal 206a ayat 1 dan 2 dinyatakan, “Kapal asing dapat melakukan kegiatan lain yang tidak termasuk kegiatan mengangkut penumpang dan/atau barang dalam kegiatan mengangkut penumpang dan/atau barang dalam kegiatan angkutan laut dalam negeri di wilayah perairan Indonesia sepanjang kapal berbendera Indonesia belum tersedia atau belum cukup tersedia...wajib memiliki izin dari Menteri.” Pengaturan lebih lanjut mengenai persyaratan maupun tata cara sebagaimana tersebut dalam ayat tersebut diatur lebih lanjut di dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 48 tahun 2011.

Di satu sisi, PP no. 22 Tahun 2011 tersebut memudahkan beberapa kondisi pelayaran yang terjadi di Indonesia. Di sisi lain, timbul ketidakpastian hukum sehubungan dengan penerapan asas *cabotage* di wilayah perairan Indonesia. Undang-undang Pelayaran menyebutkan penerapan asas tersebut mutlak diterapkan per 7 Mei 2011, sementara dengan PP no. 22 Tahun 2011, kapal-kapal berbendera asing tetap dapat beroperasi hingga tahun 2015. Kapal-kapal tertentu bahkan masih dapat beroperasi hingga akhir tahun 2017.

(Sumber: Samuel Bonaparte: Asas Cabotage di dalam Hukum Maritim Indonesia)

### **C.3. Pengelolaan Bisnis Jasa Angkutan Laut**

Dalam pengelolaan bisnis jasa angkutan laut maka beberapa pedoman berikut ini harus diberlakukan untuk memperoleh hasil yang maksimal, antara lain:

- **Pengembangan peran armada pelayaran dalam mengangkut muatan:** Hal ini dimaksudkan untuk efisiensi jumlah armada yang sesuai dengan jumlah muatan yang diangkut sepanjang rute pelayarannya. Selain itu, jenis muatan yang diangkut dapat



terpenuhi untuk kapal yang melayari rute pergi dan pulang untuk kapal-kapal barang dan penumpang.

- **Harus diberlakukan sepenuhnya asas cabotage:** Hal ini dimaksudkan untuk peningkatan kegiatan transportasi laut.
- **Menyesuaikan biaya tarif transportasi laut:** Penyesuaian biaya tarif yang rasional akan menyebabkan pengguna transportasi laut tetap berminat untuk menggunakan jasa transportasi ini.
- **Peambahan fasilitas prasarana bongkar muat:** Keberadaan fasilitas prasarana bongkar muat di pelabuhan akan memberikan peluang bagi pengguna jasa transportasi laut untuk tetap bergairah menggunakan jasa transportasi laut.
- **Peningkatan fasilitas keselamatan pelayaran.** Ketersediaan fasilitas keselamatan pelayaran memberikan jaminan pelayaran bagi penumpang dan pengguna jasa transportasi laut. Penerapan regulasi tentang keselamatan pelayaran perlu diperketat di kapal sehingga adanya jaminan keselamatan selama pelayaran.
- **Pengelolaan pelabuhan:** Kualitas pelayanan di pelabuhan perlu ditingkatkan secara baik sehingga pengguna jasa transportasi laut akan merasakan kepuasan dalam layanan jasa pelabuhan. Selain itu berbagai fasilitas pelabuhan perlu ditingkatkan baik untuk penumpang dan barang serta layanan lainnya untuk memperlancar proses bongkar muat secara lancar.
- **Deregulasi kepelabuhanan:** Menurut peraturan pasal 10 ayat (3) UU No.22/1999 tentang otonomi daerah, otoritas setempat memiliki kewenangan di wilayah laut, sejauh sepertiga dari batas laut daerah propinsi. Kewenangan di wilayah laut tersebut mencakup eksplorasi, eksploitasi, konservasi dan pengelolaan kekayaan laut, pengaturan kepentingan administratif, pengaturan tata ruang, penegakan hukum terhadap peraturan yang dikeluarkan daerah dan bantuan bantuan penegakan keamanan dan kedaulatan negara. Oleh sebab itu perlu adanya suatu standart aturan yang mengatur tentang kepelabuhanan dari berbagai pihak otoritas untuk memberikan layanan yang baik bagi pengguna jasa transportasi laut.

## **II. Proses Pengadaan Kapal (Ship Acquisition Process)**

### **II.1. Pendahuluan**

Pengadaan suatu kapal (baru), dari perspektif pembeli atau pemilik, adalah merupakan suatu usaha belanja modal. Proses ini harus melalui empat fase, yaitu:

- Fase Perencanaan (Planning)
- Fase Perancangan (Design)

- Fase Aktivitas Komersial (Commercial Activities)
- Fase Aktivitas Produksi (Production Activities)

Terdapat sejumlah cara untuk memperoleh armada transportasi laut, baik untuk kapal yang baru atau pengembangan suatu armada atau pergantian armada lainnya, yaitu:

- Pembuatan kapal baru (new ship construction)
- Pembelian kapal bekas (secondhand)
- Penyewaan kapal (leasing/chartering)
- **Konversi kapal (ship conversion)**
- Kontrak kapal (contract of afreightment)
- Pembagian hasil operasional kapal (ship sharing)

Proses pengadaan kapal melalui empat fase tersebut di atas merupakan suatu prosedur yang baik untuk proyek pengadaan kapal dalam jumlah yang banyak. Akan tetapi masih terdapat prosedur lainnya yang dapat dipilih. Salah satu pendekatan adalah mengeliminasi fase perancangan dan beberapa aktivitas komersial. Kekurangan dari metode ini adalah kapal tersebut mungkin tidak memenuhi keinginan dari pemilik kapal, seperti kecepatan, kapasitas, dan batasan-batasan dalam pemilihan motor induk dan perlengkapan kapal, dll. Prosedur ini memangkas proses penawaran yang kompetitif dan kemungkinan kehilangan keuntungan aspek teknologi terhadap para pesaing. Keuntungan dari prosedur ini adalah harga yang rendah akibat pembuatan kapal secara seri, keuntungan ekonomis secara rangkap di galangan, desain yang telah dibuktikan dan kemungkinan penyerahan kapal secara cepat.

Juga prosedur pengadaan kapal dari pihak pemerintah (khususnya kapal-kapal perang) dapat berupa prosedur yang berbeda.

Perancangan dan pembuatan (design-build) adalah merupakan pendekatan yang populer. Akan tetapi, untuk kapal-kapal komersial dengan desain baru, proses yang ada di sini adalah pendekatan yang telah terbukti, tradisional (berlaku dari dahulu), konvensional (umum) dan efektif.

## **II.2. Perencanaan (Planning)**

### **A. Pendahuluan**

Perencanaan adalah merupakan bagian penting dari aktivitas proyek teknik (engineering) yang besar. Perencanaan berkembang menjadi apa yang dinamakan rencana strategis (strategic planning). Strategic planning didefinisikan sebagai: “Proses yang kontinyu dari suatu usaha saat ini yang secara sistematis dan dengan pengetahuan yang tepat akan

mengatur secara sistematis berbagai usaha untuk menyelesaikan keputusan tersebut dan mengukur hasil dari keputusan terhadap hasil yang diharapkan melalui umpan balik yang sistematis dan teratur”. Elemen dari strategic planning dapat diterapkan dalam proses pengadaan kapal baru. Proses strategic planning dimulai dengan penilaian terhadap lingkungan yang berhubungan dengan perusahaan yang mencakup lingkungan internal dalam organisasi yang menjalankan aktifitas serta lingkungan external dimana kapal akan berfungsi.

## **B. Analisa Lingkungan Perusahaan.**

Lingkungan internal perusahaan mencakup kekuatan yang kelemahan organisasi seperti: sumberdaya teknis (kemampuan teknis, penelitian dan pengembangan, pengembangan inovatif, dll), sumberdaya keuangan (aset, stabilitas keuangan, keuntungan. dll), sumberdaya manusia (jumlah dan type personel, ketrampilan, kapasitas staf terhadap proyek baru, dll) dan sumberdaya manajemen (kontrol proyek, komunikasi, struktur organisasi, dll).

Analisa lingkungan external perusahaan memperhatikan ancaman dan peluang dan tergantung dari karakteristik perdagangan. Analisa lingkungan external memperhatikan kondisi perdagangan dan kompetisi yang mencakup: besarnya peluang pasar, kondisi pasar (komoditas, fluktuasi, dll), trend perdagangan (pergerakan kondisi perdagangan, jembatan-jembatan penyeberangan yang dikembangkan, dll), para pesaing (jumlah pesaing, pembagian pemasaran, gabungan kompetitor, dll), faktor ekonomis (ongkos muat, trend ongkos muat, aturan-aturan), lingkungan fisik (jarak berlayar, kondisi lautan, kontrol traffic, pasang surut, dll), kondisi pelabuhan (fasilitas pelabuhan, ketersediaan muatan, prioritas, dll) dan halangan pada pintu masuk pelabuhan (batasan-batasan dari pemerintah, tarif, kelebihan kapasitas kapal, dll).

## **C. Pengembangan Strategi**

Setelah melalui analisa lingkungan internal dan external perusahaan, perencanaan memasuki tahap lanjut, yaitu pengembangan strategi. Pada tahapan ini, tujuan dari suatu perusahaan harus diidentifikasi. Perlu ditegaskan bahwa “keuntungan” adalah tujuan satu-satunya dari perusahaan, namun dalam kenyataanya tujuan perusahaan harus dinyatakan dalam sejumlah aspek, seperti:

- Keuntungan (laba)
- Pengembalian investasi
- Pembagian pasar
- Pertumbuhan
- Stabilitas perdagangan
- Kualitas produk atau pelayanan
- Kepuasan pelanggan

- Memenuhi kebutuhan pasar
- Kompetisi

Terkadang sulit untuk mencapai tujuan perusahaan, oleh karena tujuan perusahaan adalah merupakan strategi dasar dari suatu bisnis maka setiap usaha harus dilakukan untuk mencapai kesepakatan dari berbagai tujuan.

#### D. Implementasi

Fase perencanaan analisa lingkungan perusahaan dan pengembangan strategi selanjutnya ditransformasikan ke rencana bisnis “praktis dan nyata” yang dapat dieksekusi. Rencana strategis (strategic planning) harus *tidak dibuat kesalahan* untuk suatu rencana bisnis (business plan). Rencana strategis mencakup seluruh organisasi dimana rencana bisnis hanya boleh mencakup satu aspek spesifik dari rencana strategis. Rencana bisnis biasanya mencakup suatu program untuk satu implementasi dari berbagai tujuan yang dihasilkan dari rencana strategis. Berbagai implementasi untuk industri maritim dan pelayanan transportasi dapat dilakukan dalam cara yang sama seperti dalam rencana strategis dengan bidang lainnya. Rencana strategis tersebut mencakup:

- **Rencana pemasaran (marketing plan):** dimana identifikasi segmen pasar yang spesifik, pelanggan, kebutuhan pelanggan, dan metode penjualan yang digunakan
- **Rencana terhadap pesaing (competitor plan):** dimana aksi yang dilakukan untuk mengambil alih, jalan pintas, mencegah, menguasai, kerjasama, melawan para pesaing
- **Rencana operasi (operation plan):** yaitu rencana operasi secara detail untuk menyelesaikan strategi, termasuk aksi yang berurutan atau secara bertahap
- **Rencana keuangan (financial plan):** dimana anggaran dan kontrol yang digunakan untuk rencana bisnis termasuk proyeksi aliran dana dan kebutuhan modal
- **Rencana teknis (technology plan):** yaitu rencana untuk pengembangan atau pengadaan teknik dan peralatan yang baru dan kompetitif seperti kapal, sistem pelayanan kapal, dll
- **Rencana organisasi (organization plan):** yaitu detail struktur organisasi dan penggunaan SDM perusahaan untuk menyelesaikan rencana strategis
- **Rencana pengembangan perusahaan (corporate development plan):** yaitu rencana untuk integrasi dan koordinasi rencana strategis ke dalam rencana besar organisasi lainnya untuk mencapai tujuan perusahaan yang menyeluruh.

Langkah final dari rencana strategis adalah implementasi dari semua perencanaan. Komunikasi yang efektif tentang detail dari rencana kepada semua peserta adalah merupakan suatu langkah penting. Kemajuan dari tiap rencana bisnis dalam memenuhi tujuan-tujuan dan kriteria harus dimonitor dan dikoreksi terhadap aksi yang dilakukan, tidak hanya terhadap perencanaan yang gagal memenuhi tujuan-tujuan tetapi juga pengaturan untuk memenuhi perbedaan-perbedaan yang diramalkan sebelumnya. Kesulitan terhadap evaluasi, perancangan dan pembangunan suatu kapal perlu diperjelas. Kriteria yang digunakan untuk mendesain dan pengadaan kapal dapat mencakup beratus faktor. Oleh sebab itu, kriteria-kriteria yang digunakan dalam desain kapal dapat dinyatakan dalam suatu pernyataan misi (mission statement).

#### **E. Mission Statement (Pernyataan Misi)**

Hasil utama dari perencanaan teknis membentuk suatu bagian dari pernyataan misi perusahaan. Tujuan dari perusahaan atau pemilik kapal dan elemen penting lainnya dari rencana strategis perusahaan harus juga diwujudkan dalam pernyataan misi. ***Tujuan utama dari pernyataan misi adalah untuk mencegah ketidakjelasan atau deviasi yang tidak diinginkan dari tujuan yang telah ditetapkan.*** Bilamana dan jika tujuan sebelumnya berubah maka pernyataan misi harus mengevaluasi modifikasi tersebut. Pernyataan misi menjadi suatu dokumen kontrol yang membantu tim manajemen dan pengadaan kapal. Oleh sebab itu maka mission statement menjadi suatu pusat sentral informasi penting untuk mendesain kapal dan kriteria untuk menguji kelayakan ekonomis kapal.

#### **F. Aspek Ekonomis**

Melalui seluruh proses pengadaan kapal, ***aspek ekonomi teknik adalah penting***. Selama tahapan rencana strategis, aspek ekonomis digunakan untuk mengembangkan dan mengevaluasi berbagai strategi alternatif. Aspek ekonomi teknik juga digunakan dalam pengembangan teknologi, finansial dan rencana-rencana bisnis. Pernyataan misi harus menyatakan tujuan-tujuan dari perusahaan, termasuk tujuan-tujuan finansial dan kriteria. Selama fase desain, khususnya fase konsep dan fase perancangan awal, maka aspek ekonomi teknik digunakan untuk optimisasi dan seleksi berbagai alternatif. Ketika proses pengadaan kapal berlangsung, manajer proyek harus secara kontinyu mengupdate model aspek ekonomis yang dikembangkan. Selama tahap komersial dari proses pengadaan kapal, aspek ekonomis adalah penting dalam mengevaluasi berbagai alternatif finansial dan proposal pembangunan kapal.

Sementara aspek ekonomis pembangunan kapal menjadi kurang penting kepada galangan kapal selama fase produksi, maka hal yang penting adalah bahwa prosedur dan methodology ekonomi yang baik diikuti ketika galangan kapal mengusulkan perubahan-perubahan desain. Juga, selama fase produksi, terdapat berbagai peluang untuk pendanaan menjadi kacau. Terdapat tekanan secara kontinyu oleh galangan kapal untuk menagih biaya-biaya tambahan. Personel operasi di perusahaan pemilik cenderung untuk membuat perubahan-perubahan dan menggunakan model-model peralatan terkini, yang menempatkan ke pasaran setelah kontrak pembangunan kapal ditandatangani. Manejer proyek harus pandai, jika tidak maka terjadi berbagai permasalahan dalam mempertahankan anggaran dan waktu kerja.

### **II.3. Konsep Umum Perancangan (Design) Kapal**

#### **A. Proses Desain.**

Fase kedua dalam suatu program pengadaan kapal adalah berhubungan dengan desain. Desain, dalam konteks ini berarti proses persiapan perhitungan, model/dokumentasi teknis (gambar-gambar), spesifikasi dan mendukung pekerjaan-pekerjaan ini dengan test eksperimen jika diperlukan. Fase desain membentuk suatu transisi dari persyaratan-persyaratan fase perencanaan. Fase desain menetapkan suatu konfigurasi, bentuk, dimensi, layout/susunan dan karakter lainnya yang dapat direpresentasi secara visual yang mana dapat dipresentasikan pada cetakan kertas, atau di komputer sebagai hasil model 3-D. Fase desain dari proses pengadaan kapal terdiri beberapa tahapan yang definitif, yaitu:

- Konsep desain (Concept design)
- Desain awal (Preliminary design)
- Kontrak desain (Contract design)
- Detail desain (Detailed design) atau produksi teknis (Production engineering)

Fase desain keempat (detail desain) dimana gambar-gambar kerja dipersiapkan adalah dilaksanakan setelah kontrak pembangunan kapal ditandatangani. Galangan kapal biasanya menyiapkan gambar-gambar kerja. Desain kapal adalah pekerjaan teknik (engineering work) dimana pekerjaan tersebut dilakukan oleh teknisi profesional terlatih dalam bidang teknik perkapalan (naval architecture) dan teknik kelautan (marine engineering).

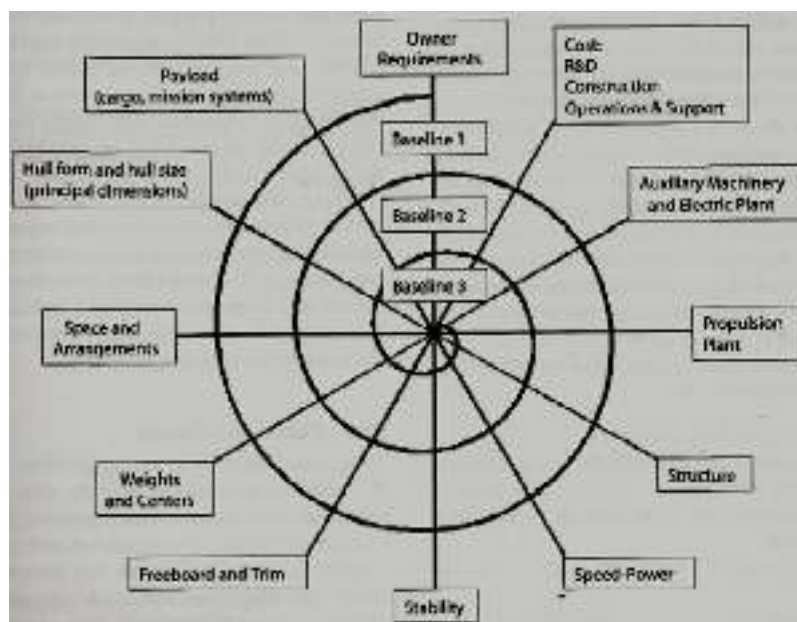
Proses desain mencakup pengembangan ide, perencanaan, perhitungan, pembuatan sketsa, penggambaran atau pemodelan konsep untuk menghasilkan bentuk grafis. Langkah-langkah desain ditunjang dengan pelaksanaan perhitungan, test model, penelitian, pengembangan dan eksperimen adalah penting untuk menjamin bahwa usaha teknik telah berhasil. Langkah-langkah desain dapat juga mencakup persiapan tentang pendaftaran material, yang membantu dalam

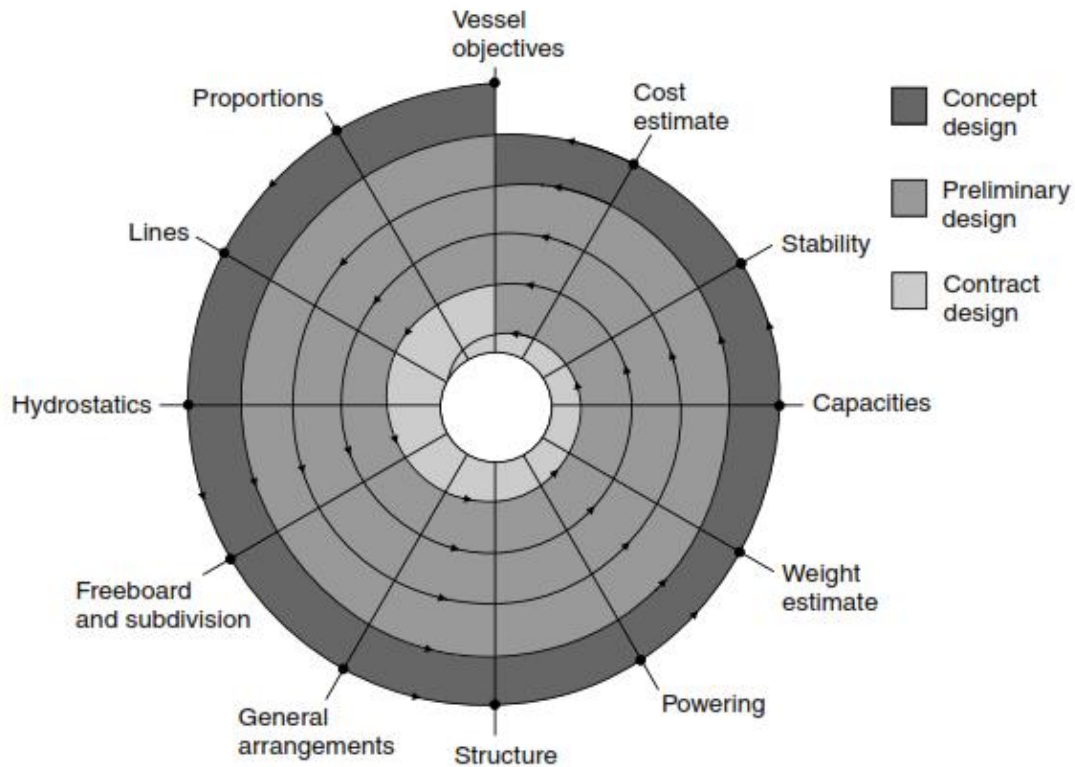
penjelasan ide desainer dan dalam menjelaskan pekerjaan dengan peralatan atau sistem. Penjelasan tertulis ini dapat dituangkan dalam bentuk catatan-catatan khusus di gambar kerja atau dalam bentuk spesifikasi tertulis dalam bentuk buku. Harus diingat bahwa gambar-gambar dan spesifikasi tertulis keduanya merupakan bagian yang terintegral dan berhubungan yang merupakan bagian dari desain. Keduanya saling menjelaskan satu terhadap lainnya.

Desainer juga harus mempertimbangkan dalam proses desain tentang proses-proses pabrikan dan pembangunan kapal dan prosedurnya sehingga dapat menciptakan kondisi 'mudah diproduksi' ('production-friendly') untuk menjamin bahwa biaya konstruksi kapal dapat diminimalkan. Hal ini membutuhkan pemahaman yang baik dari desainer tentang kondisi-kondisi dan prosedur terkini yang digunakan oleh galangan kapal. Prinsip yang sama juga digunakan untuk pemilihan motor induk dan material kapal.

Desain adalah merupakan langkah dalam engineering yang diidentifikasi yang mencakup bentuk lambung kapal, dimana struktur didefinisikan, dimana material diseleksi dan komponen-komponen yang dirakit. Teknisi (engineer) biasanya diperhadapkan dalam pemecahan masalah dengan persyaratan yang konflik. Persyaratan-persyaratan tersebut dapat mencakup: syarat fisik (berat yang minimum), aspek ekonomis (biaya yang minimum), aspek sosial (keselamatan yang maximum), aspek lingkungan (dampak yang minimum), dll. Engineer harus memecahkan konflik-konflik tersebut dan mencari solusi yang optimal.

Sejak 1975, proses desain kapal dijelaskan dalam bentuk suatu desain spiral (Gambar 2.1). Profesor di MIT, J. Harvey Evans menggunakan desain spiral untuk menjelaskan proses desain sebagai suatu metode iterasi atau pengulangan langkah-langkah kerja yang dimulai dari suatu kumpulan persyaratan sampai diperolehnya detail desain dan hasil akhir desain yang tetap.





Gambar 2.1. Spiral Desain

Ketersediaan ‘high speed computers’ dan paket software desain atau modul-modul desain seperti untuk desain struktur, beban-beban kapal akibat kondisi laut, prediksi kecepatan dan daya motor induk, HVAC (Heat Ventilation Air Conditioning), aliran perpipaan dll telah meningkatkan kemungkinan tentang metode-metode optimasi kapal yang dapat diterapkan. Akan tetapi, ketersediaan komputer dan software tersebut belum dapat menjelaskan langkah-langkah penting desain yang mendasar.

## B. Konsep Desain (Concept Design).

Langkah dalam proses desain yang mengikuti pengumpulan data dan pengembangan ‘mission statement’ adalah tahapan konsep desain. Langkah ini merupakan titik awal proses desain untuk mengembangkan bentuk dan dimensi kapal. Tahapan konsep desain mencakup transformasi dari suatu kumpulan persyaratan ke suatu konfigurasi desain awal, dengan beberapa karakteristik utama kapal yang didefinisikan. Langkah konsep desain biasanya menghasilkan skets atau gambar, ukuran kapal (sebagian atau semuanya) dan juga mencakup pengembangan uraian konsep tertulis. Tahapan konsep desain mempunyai karakteristik yang unik dan spesifik yang membedakannya dari tahapan desain lainnya. Asumsikan tentang desain suatu kapal baru, maka dalam tahapan konsep desain dilakukan analisa dan kombinasi berbagai konsep. Pada tahapan ini juga diperlukan model optimasi untuk dianalisa.



### **C. Desain Awal (Preliminary Design)**

Tahapan kedua desain dalam evolusi desain kapal adalah ‘Desain Awal’ (‘Preliminary Design’). Desain awal adalah suatu usaha teknik (engineering) yang menyediakan lebih banyak detail. Desain awal merupakan iterasi kedua dalam proses desain atau sirkuit kedua spiral desain yang menghasilkan berbagai karakteristik kapal yang lebih baik dan akurat. Desain awal juga menyediakan tingkat detail elemen kapal yang lebih baik khususnya dalam mengidentifikasi dan mendefinisikan detail elemen yang mempunyai efek yang signifikan terhadap karakteristik kapal lainnya, termasuk biaya kapal. Contohnya: perhitungan kekuatan memanjang kapal dan pengembangan midship section yang memudahkan perhitungan tinggi sarat, DWT, stabilitas, dll yang lebih akurat. Desain awal menyediakan detail yang cukup untuk memudahkan verifikasi kelayakan teknis dan ekonomis dari suatu kapal.

Tingkat dari detail elemen kapal adalah cukup untuk memudahkan penentuan estimasi biaya pembuatan kapal baru. Hal ini memerlukan ukuran pokok kapal, estimasi berat kapal dan type motor induk kapal. Karakteristik kapal lainnya yang secara signifikan mempengaruhi konstruksi kapal harus diidentifikasi. Hal ini mencakup karakteristik seperti peralatan bongkar muat kapal, proses bongkar muat cairan di tangki, sistem stabilitas kapal, dll. Desain awal juga menyediakan detail yang cukup untuk memudahkan penentuan biaya operasi yang akurat. Estimasi biaya operasi tergantung pada informasi seperti jumlah ABK, konsumsi bahan bakar dan pelumas dan estimasi biaya pemeliharaan kapal berdasarkan sistem perlengkapan dan pengecatan kapal.

Desain awal juga menyediakan informasi yang cukup untuk estimasi kapasitas angkut dari kapal. Perhitungan ini tergantung dari DWT atau estimasi kapasitas muatan lainnya serta perhitungan-perhitungan trim dan stabilitas. Desain awal juga memudahkan perkiraan kelayakan teknis dari kapal. Kapasitas dan penyimpanan muatan dapat diverifikasi. Kemampuan kapal untuk beroperasi pada berbagai kondisi pembebanan, termasuk kondisi ballast juga dapat dievaluasi. Sebelum adanya penggunaan komputer dalam tahapan desain kapal, tiap tahapan iterasi dari spiral desain memerlukan waktu dan biaya yang besar. Penggunaan komputer secara intensif saat ini dapat memudahkan akurasi yang lebih besar dan dapat diuji berbagai alternatif sehingga memperpendek waktu desain kapal.

### **D. Kontrak Desain.**

Tahap ketiga desain mencakup persiapan kontrak spesifikasi desain dan kontrak gambar-gambar kerja. Tujuan utama dari persiapan kontrak spesifikasi dan kontrak gambar kerja adalah untuk menciptakan sekumpulan dokumen yang secara akurat menjelaskan kapal

yang akan dibangun dan dapat digunakan sebagai dasar untuk persetujuan diantara pembeli kapal (buyer) atau pemilik kapal (shipowner) dan pembuat kapal atau galangan kapal (shipyard). Tingkat spesifikasi pada tahap ini tidak memenuhi kondisi praktis oleh industri. Tetapi ia tergantung pada sejumlah faktor, termasuk ukuran dan tingkat kesulitan dari kapal, bentuk dan type kapal yang berbeda dari biasanya, risiko-risiko kontrak yang berkaitan dengan galangan tertentu, dll.

Tingkat detail pada spesifikasi dan gambar-gambar kerja harus cukup jelas untuk kedua pihak untuk memahami secara penuh persyaratan-persyaratan satu terhadap lainnya. Spesifikasi merupakan dokumen pelengkap dari rencana kontrak dan kontrak itu sendiri. Jika terdapat kontradiksi diantara kontrak, spesifikasi dan gambar, umumnya urutan yang diterima adalah pertama: syarat-syarat kontrak diikuti oleh spesifikasi dan terakhir adalah gambar-gambar. Hal ini biasanya dinyatakan dengan jelas dalam kontrak dan spesifikasi.

Spesifikasi dan gambar-gambar harus dipersiapkan untuk menjelaskan secara menyeluruh tentang kapal dan komponennya dimana sesuai dengan apa yang pemilik butuhkan atau perlukan. Akan tetapi, pemilik kapal harus menyadari tentang spesifikasi yang rumit yang mempengaruhi proses pembuatan yang pada akhirnya menghasilkan kapal yang berbiaya tinggi dimana untuk hal ini pemilik kapal harus membayar ekstra. Pada saat bersamaan pemilik kapal dapat menetapkan nama merek dari motor induk dan peralatan. Hal ini normal dan praktis akan tetapi jika tidak penting hal ini tidak perlu dilakukan karena ia membatasi galangan kapal terhadap dalam negosiasi harga dengan suppliers (agen yang menjual barang). Jika suppliers mengetahui bahwa mereka tertulis dalam spesifikasi maka mereka tidak bersedia menyediakan harga rendah kepada galangan kapal. Teknisi (engineers) harus menyiapkan spesifikasi, sebab kebanyakan komponen yang dijelaskan dalam spesifikasi mencakup atau berpengaruh terhadap keputusan-keputusan teknis. Alasan kedua untuk menyelesaikan kontrak desain adalah untuk menaikkan jumlah detail dan meningkatkan ketelitian desain. Yang selanjutnya mengizinkan desainer melanjutkan perkiraan kelayakan ekonomis dan teknis dari desain tetapi dengan meningkatkan akurasi maka meningkatkan kelayakan dan mengurangi risiko.

Selama pelaksanaan preliminary desain dan kontrak desain, maka dilakukan berbagai perhitungan. Hal ini biasanya tidak membentuk suatu bagian dari paket kontrak. Akan tetapi, jika hal ini disediakan oleh pembuat kapal maka mereka harus melakukan secara formal, pengecekan secara hati-hati dan mendokumentasi dan menyimpan bersamaan dengan paket desain. Ketika kebanyakan galangan kapal memilih untuk mengulangi perhitungan, yang lainnya tidak, oleh sebab itu untuk kasus mereka perhitungan adalah sangat berguna dalam

menyederhanakan atau verifikasi pekerjaan desain. Ketika kebanyakan kontrak menempatkan tanggung jawab penuh kapal kepada pembuat kapal, maka hal penting adalah bahwa mereka melakukan perhitungan ulang untuk usaha pencegahan mereka. Jika mereka tidak melakukannya dan hasilnya tidak memenuhi maka hal ini menjadi dasar untuk penuntutan (claim).

Penggunaan gambar-gambar kerja merupakan suatu hal praktis dan sering dilakukan. Tujuannya adalah menjelaskan kepada galangan kapal berbagai langkah usaha teknis untuk diselesaikan sesuai dengan kontrak desain. Akan tetapi oleh karena gambar-gambar kerja tidak menjelaskan kewajiban-kewajiban kontrak maka mereka sering menciptakan kesalahpahaman antara pembeli dan galangan kapal. Kedua pihak harus memahami dengan jelas tentang apa kewajiban-kewajiban mereka sesuai dengan gambar-gambar kerja.

#### **E. Peranan Vendors (Pihak penyedia jasa produk)**

Biaya motor induk, peralatan dan perlengkapan dapat berkisar antara 50% s/d 70% dari biaya kapal dan sebesar 75% untuk kapal penumpang dan kapal perang. Pentingnya pabrikan dan suppliers dalam proses pengadaan kapal tidak dapat diabaikan. Pemilik kapal dan atau perancang kapal harus bekerjasama dengan vendors pada awal tahapan desain. Vendors menyediakan informasi produk terbaru yang bermanfaat kepada desainer kapal pada bagian-bagian berikut ini:

Dimensi fisik	Berat	Kapasitas atau kemampuan
Biaya awal atau daftar harga		Persyaratan pemeliharaan, servis & suku cadang
Persyaratan tahanan daya dorong kapal dan peralatan bantu (udara, pendingin, air, dsb.)		
Gambar instalasi		Data kebisingan (bunyi)

Vendors juga sangat membantu dalam mengklarifikasi aspek teknis untuk produknya dan menjelaskan produk tersebut dibandingkan dengan para pesaingnya. Hal ini sangat membantu desainer untuk memahami dengan jelas type dari berbagai produk peralatan serta menyetujui produk yang akan dipakainya terhadap produk dari berbagai vendor. Pemilik kapal mungkin telah memiliki hubungan dengan pabrikan mesin tertentu dan supplier lainnya dan oleh sebab itu telah mempunyai pilihan yang telah ditetapkan ketika menyiapkan desain dan spesifikasi.

Beberapa komponen dapat memberikan keuntungan kepada pemilik kapal, yang dapat dinegosiasi sebelumnya, termasuk persetujuan dengan vendor untuk kegiatan berikut ini:

- Menyediakan pelatihan ABK pada biaya yang rendah atau tanpa biaya
- Membantu dalam persetujuan gambar rencana instalasi
- Menyediakan perwakilan pabrikan/teknisi instalasi sewaktu pemasangan dan uji coba

- Menyediakan kontrak pemeliharaan tahunan pada harga yang kompetitif
- Menetapkan pusat servis dan lokasi penyediaan suku cadang yang cocok sesuai lokasi operasi dari pemilik kapal.
- Menyediakan syarat-syarat jaminan (waranty) yang memuaskan.

#### **F. Peranan Badan Regulasi & Klasifikasi (Regulatory Bodies & Classification Societies).**

Keberadaan dari badan regulasi dan badan klasifikasi tidak boleh dikacaukan. Badan regulasi menurunkan otoritasnya dari statuta (peraturan). Mereka mempublikasi dan menetapkan regulasi. Perancang dan pemilik kapal diwajibkan mengikuti peraturan terbaru yang dikeluarkan. Badan regulasi mengizinkan beberapa peraturannya ditetapkan oleh badan klasifikasi. Pemerintah asing kadang-kadang mengizinkan badan klasifikasi untuk bekerja mewakilinya. Badan-badan pemerintah yang mana pemilik dan perancang kapal bekerjasama dengannya mencakup: Pengawal pantai; Komisi komunikasi; Pelayanan kesehatan publik; Badan administrasi maritim

Pemilik kapal seharusnya menjamin bahwa desain kapalnya mengikuti peraturan terbaru sebelum negosiasi dan kontrak. Selanjutnya desainer konfirmasi dengan badan-badan regulasi dan klasifikasi selama periode desain. Badan regulasi dan klasifikasi juga sangat membantu dalam menyarankan aspek-aspek teknis. Dengan demikian maka badan regulasi dan klasifikasi dapat dipandang sebagai bagian dari tim pengadaan kapal.

## **II.4. Aktivitas Komersial**

### **A. Pendahuluan.**

Fase ketiga dalam proses pengadaan kapal berhubungan dengan aktivitas komersial. Aktivitas ini terdiri dari proses tender, negosiasi, kontrak dan pendanaan. Fase ketiga ini memerlukan pengalaman dari ahli yang profesional dalam lingkungan ini. Jika pemilik kapal menginginkan ahli dari luar untuk bantuan maka ia harus memiliki tingkat keahlian dan pengalaman dalam organisasi tim pemilik kapal. Untuk program yang besar, pemilik memerlukan potensi dari ahli dalam bidang yang berbeda. Hal ini tidak biasanya untuk pemilik kapal atau stafnya untuk memperoleh beberapa kapal dalam suatu periode waktu yang pendek. Akan tetapi, pengacara maritim, ahli perkapalan, broker pembeli dan penjual kapal, akan termasuk dalam sejumlah besar transaksi pembangunan kapal baru untuk banyak pelanggan (client) pada waktu yang

bersamaan. Dari sini, mereka yang punya pengalaman yang luas akan melebihi pengalaman yang dimiliki oleh staf pemilik kapal. Dari sini, terbentuk suatu tim pendekatan, yang menggunakan talenta dalam dan luar tim, cenderung lebih efektif untuk solusi secara menyeluruh.

Fase komersial secara mendasar terdiri dari langkah-langkah berikut ini:

- Seleksi galangan untuk invitasi (keikutsertaan)
- Permintaan untuk menyatakan ketertarikan
- Invitasi untuk pelelangan
- Analisa pelelangan
- Persiapan untuk pre-kontrak
- Negosiasi
- Pendanaan
- Proses kontrak

Tiap langkah, kecuali pendanaan, harus dilaksanakan sesuai urutan. Usaha-usaha pendanaan boleh memulai jauh sebelum fase komersial mulai, meskipun sejak awal fase perencanaan. Ketika proyek berlangsung sampai ke fase komersial, persyaratan harga, penyerahan, pendanaan dan detail vital lainnya menjadi lebih diketahui dan lebih presisi. Selama fase komersial proyek harus kontinyu terukur terhadap tujuan-tujuan awal dan mission statement. Proyek dan berbagai deviasi juga harus secara kontinyu terukur terhadap kriteria ekonomis yang disetujui.

## **B. Seleksi Galangan Kapal untuk Keikutsertaan.**

Terdapat lebih dari 500 galangan kapal di dunia yang mampu membangun kapal dengan ukuran lebih dari 5000 DWT. Jelasnya bahwa tidak praktis mengundang setiap galangan tersebut dalam program pembangunan suatu kapal. Berbagai faktor berikut ini sangat terkait dengan seleksi galangan kapal, antara lain:

- Fasilitas
- Kemampuan teknis
- Pengalaman
- Penempatan posisi urutan
- Lokasi geografis
- Kemampuan keuangan
- Kepuasan pelanggan
- Kemampuan pekerja

Sejumlah galangan yang diundang tergantung dari ukuran dan nilai permintaan, dengan jumlah kapal yang banyak atau tingkat kesulitan, biasanya memerlukan banyak galangan yang diundang.

## **C. Permintaan Untuk Mengikuti Pelelangan**

Tahap ini meminta tiap galangan untuk membuat permintaan yang singkat dan sederhana. Permintaan dapat dikirim melalui media elektronik dan memperhatikan penawaran yang diinginkan oleh pemilik kapal (jumlah, type dan ukuran kapal). Hal ini membuat galangan-galangan kapal untuk merespons dan menyatakan ketertarikan mereka dalam pelelangan untuk proyek ini.

#### **D. Undangan untuk Pelelangan (Invitation to Bid)**

Tahap berikutnya adalah permintaan proposal secara resmi dari galangan yang layak. Undangan untuk pelelangan juga dinamakan *a request for proposals* (RFP). Penyelesaian tahap ini secara formal mencakup pertimbangan hubungan antara pihak yang meminta dengan pihak yang mengikuti lelang yang memiliki keterlibatan secara legal. Jika pihak yang merespond tidak memasukan proposal secara konsisten (menurut format standart), maka analisa pelelangan akan menjadi sangat rumit. Permintaan proposal yang formal juga membantu manejer proyek untuk mempertahankan konsistensi dan jadwal yang dapat dipercaya untuk tahap komersial dari proses pengadaan kapal. Sangatlah bijaksana untuk memberikan pihak penawar (yang mengikuti lelang) waktu yang cukup untuk menyiapkan proposal dengan baik untuk dipertimbangkan dan dipelajari. Periode pelelangan yang pendek akan menyebabkan pihak penawar untuk mengambil jalan pintas dalam perhitungan-perhitungan desain serta memperkirakan biaya-biaya mereka dengan menetapkan margin (cadangan) yang dapat menyebabkan biaya pelelangan yang tinggi.

#### **E. Analisa Pelelangan**

Saat penutupan lelang, pemilik kapal segera menganalisa proposal-proposal yang telah diterima. Fase analisa ini akan menjadi rumit jika pihak penawar tidak mengikuti prosedur yang telah ditetapkan oleh pemilik kapal. Juga analisa bertambah rumit jika pihak penawar melakukan kekecualian terhadap tiap bagian desain atau kontrak atau menyediakan berbagai alternatif atau mengajukan skema keuangan yang rumit. Jika jumlah besar pihak yang merespons, maka pemotongan jumlah pihak yang merespons ini diselesaikan dengan penyusunan ranking proposal berdasarkan biaya. Proposal dengan biaya yang terlalu tinggi akan ditolak. Namun, setiap proposal harus diteliti sebelum ditolak. Suatu proposal yang mahal dapat mengandung keunggulan yang juga adalah penting dan diinginkan oleh pemilik kapal. Beberapa pihak penawar dengan sengaja menyediakan harga yang tinggi kepada pemilik kapal tetapi dengan harga yang lebih kompetitif untuk berbagai alternatif yang diusulkan.

Tahap berikutnya sangat tergantung dari type prosedur pelelangan yang dilakukan. Pada kondisi dimana prosedur lelang memutuskan pelelangan untuk cara tertutup dan dibuka secara umum serta memutuskan pemenang berdasarkan nilai terendah. Hal ini seringkali ditemui dalam hal pengadaan kapal-kapal pemerintah. Akan tetapi, pembeli komersial biasanya lebih membuka pelelangan secara privasi dan menyediakan hak untuk menyeleksi atau menolak beberapa atau semua dokumen lelang menurut kebijaksanaanya. Setelah memperpendek daftar dokumen lelang dan menyelesaikan matrix analisa, berikutnya pemilik kapal membuat suatu daftar pendek (short list). Diperlukan kebaikan dan kejujuran untuk memberitahu pihak penawar lainnya sedini mungkin tentang tanggal penolakannya sehingga mereka tidak menyediakan tahap lanjut untuk proses pembangunan kapal.

#### **F. Negosiasi.**

Langkah berikut dalam proses pengadaan kapal adalah negosiasi. Proses pelelangan dilakukan dengan pemanggilan untuk pembukaan dokumen lelang secara umum dan menetapkan pemenang berdasarkan penawaran harga terendah. Tetapi proses pelelangan secara komersial menghasilkan seleksi dari daftar pendek (short list) dari peserta penawar untuk negosiasi berikutnya. Pada Short list ini, jumlah penawar adalah sedikit mungkin dan biasanya dua atau tiga kandidat, yaitu kandidat utama dengan satu atau dua penawar tambahan. Ada beberapa alasan untuk mempunyai lebih dari satu penawar yang masuk selama tahap negosiasi:

- Pertama: untuk menciptakan kondisi dimana negosiasi dengan kandidat utama mencapai suatu kebuntuan untuk berbagai issue atau bahwa dalam proses negosiasi, beberapa issue yang tidak jelas sehingga dapat menyebabkan harga penawaran yang real akan meningkat atau pelelangan menjadi kurang menarik terhadap dokumen alsi yang disampaikan. Juga mungkin disebabkan oleh karena peluang-peluang bisnis lainnya (galangan sedang mengikuti lelang untuk beberapa proyek lainnya) sehingga pihak penawar dapat menarik kembali dokumen penawarannya.
- Alasan kedua: untuk menciptakan kondisi psikologis terhadap pihak penawar. Jika usaha-usaha negosiasi untuk mengurangi harga penawaran atau memperbaiki syarat-syarat yang bermanfaat bagi pihak pemilik kapal terhadap pihak penawar sehingga pihak penawar mengetahui para pesaing sedang menanti untuk peluang berikutnya.

Pihak pemilik kapal (pembeli) harus menggunakan keuntungannya secara bijaksana dan tidak menekan pihak penawar dibawah tingkat yang adil atau keuntungan yang rasional. Tentunya, hal ini menyulitkan untuk pihak pembeli (pemilik kapal) untuk mengetahui pada

kondisi mana (dalam negosiasi pihak penawar) mencapai suatu harga yang tidak berimbang. Oleh sebab itu, pihak pembeli bernegosiasi secara hati-hati dengan pengetahuan yang baik tentang faktor-faktor biaya dari para pihak penawar, termasuk tingkatan upah pekerja, proyeksi inflasi, produktifitas pekerja (seperti orang-jam yang dibutuhkan per ton baja yang diproduksi atau per jumlah kompensasi gross ton), jumlah baja kapal (untuk pelat dan bentuk; keduanya untuk baja biasa atau baja khusus), harga baja dan motor induk, dll.

## **G. Pendanaan Kapal**

Terdapat empat sumber utama pendanaan untuk pembangunan kapal, yaitu:

- Hutang / Pinjaman
- Sewa
- Sistim Pembagian Hasil
- Dana bantuan pemerintah

Dalam keempat kategori ini, terdapat sejumlah besar variasi dan kombinasi tentang pendanaan kapal. Sumber pinjaman bank komersial (instrument pinjaman) masih tetap merupakan metode klasik untuk pendanaan kapal. Terdapat pula perubahan-perubahan besar dalam dua dekade belakangan ini terhadap metode tradisional ini, yaitu:

- Ketersediaan dana bantuan pemerintah melalui subsidi langsung dan tidak langsung, jaminan/garansi, dan lain-lain yang telah merosot.
- Penggunaan pemasaran sistim bagi hasil yang bertumbuh dengan cepat.

## **H. Kontrak**

Tahap berikut dalam proses pengadaan kapal menyangkut penetapan suatu hubungan yang legal antara pihak pembeli (buyer) yang dalam hal ini adalah pemilik kapal dan pihak penjual (seller) dalam hal ini adalah galangan kapal. Hubungan ini dinyatakan dalam kontrak pembangunan kapal. Suatu penjelasan singkat dipresentasikan pada bagian ini untuk melengkapi pemahaman tentang proses pengadaan kapal.

Kontrak untuk membangun satu atau banyak kapal adalah sangat rumit untuk dilakukan dan hal sedemikian haruslah diselesaikan dengan penuh hati-hati. Hal ini dikatakan rumit karena:

- Kontrak ini biasanya merupakan suatu transaksi internasional yang menyangkut hukum-hukum dan peraturan-peraturan dari satu atau lebih negara atau wilayah hukum.
- Kontrak ini menyangkut perjanjian untuk membangun (dan penambahan berbagai aspek kontrak konstruksi atau pembangunan kapal), serta menyediakan pelayanan dan penjualan berbagai barang dengan maksud yang berbeda dibawah peraturannya.



- Transaksi dapat menyangkut lebih dari dua pihak terutama tergantung dari tingkat kesukaran dari pendanaan kapal
- Kontrak menyangkut sejumlah uang yang besar.

Kontrak pembangunan kapal biasanya dalam bentuk tertulis dan berbagai aspek hukum menginginkan kontrak dinyatakan dalam bentuk tertulis. Akan tetapi, beberapa kontrak dinyatakan dalam bentuk lisan. Tanpa menghiraukan berbagai aspek hukum dimana kontrak dibuat, terdapat beberapa persyaratan dasar dimana suatu kontrak dinyatakan sah, yaitu:

- Terdapat penawaran dari satu pihak dan diterima oleh pihak lainnya. Penawaran dan penerimaan membentuk suatu dasar perjanjian.
- Terdapat berbagai pertimbangan. Pada satu pihak, pembuat/penjual (seller) menyatakan dirinya untuk membuat dan menyerahkan kapal. Pemilik kapal (buyer) membuat suatu komitmen pendanaan dan biasanya melakukan pembayaran awal (down payment) pada saat penandatanganan kontrak.
- Persyaratan ketiga adalah bahwa semua pihak harus bersungguh-sungguh menciptakan suatu hubungan yang legal. Oleh karena dalam proses pengadaan kapal ini terdapat banyak langkah yang terjadi selama pelelangan dan negosiasi maka keseriusan berbagai pihak dalam proyek pembangunan kapal ini menjadi jelas.

Kontrak pembangunan kapal adalah merupakan suatu pernyataan kontrak (expressed contract) yang dinyatakan dalam bentuk tertulis atau lisan dari pada kontrak yang tersirat (implied contract). Kontrak dalam pembangunan kapal merupakan kontrak keduabelah pihak (bilateral contract), dimana kedua pihak saling berjanji dimana satu pihak membangun dan menyerahkan kapal dan pihak lainnya membayar.

Untuk membentuk kontrak yang sah diperlukan beberapa elemen penting, yaitu:

- Pihak-pihak harus mampu (kompeten)
- Pihak-pihak harus menyatakan persetujuan yang pasti dalam bentuk yang diisyaratkan oleh hukum
- Pada saat kontrak, kedua pihak harus berada dalam prestasi yang baik
- Pihak-pihak harus tidak melanggar hukum atau kebijakan publik.

Dengan tidak menghiraukan bentuk kontrak mana yang digunakan, tiap kontrak pembangunan kapal harus mencakup sejumlah elemen dasar seperti:

- Identifikasi pihak-pihak yang terkait
- Uraian pekerjaan yang harus dilakukan

- Harga
- Penyerahan
- Garansi
- Uji Coba
- Prosedur perubahan-perubahan pekerjaan
- Hak untuk penolakan
- Kegagalan/kelalaian
- Aspek hukum yang legal dan solusi permasalahan

Dalam kontrak pembangunan kapal harus menyatakan identitas galangan kapal yang akan membangun kapal.

## **II.5. PRODUKSI KAPAL**

### **A. Penjelasan Umum**

Tahap keempat dalam proses pengadaan kapal adalah mencakup produksi. Segera setelah penandatanganan kontrak, inisiatif dalam proses bergeser dari pembeli (pemilik kapal) ke penjual (galangan kapal). Sementara pusat kegiatan terletak di galangan kapal, namun terdapat beberapa tugas penting yang mana seorang pemilik kapal yang bijaksana harus menyelesaikan atau berpartisipasi selama konstruksi dan segera setelah penyerahan. Tugas-tugas tersebut mencakup:

- Perwakilan pemilik kapal/manajemen kontrak
- Inspeksi/kontrol kualitas
- Rencana persetujuan / perizinan
- Penempatan ABK, penyimpanan material operasional kapal, pengadaan bahan bakar
- Protokol penyerahan/penerimaan
- Penempatan kapal pada posisinya.

Kontrak pembangunan kapal harus menyatakan dengan jelas tanggungjawab dan hak-hak kedua pihak selama tahap produksi ini. Meskipun lebih detail pada anggapan ini, kontrak harus

mencakup spesifikasi galangan kapal. Hal penting adalah bahwa semua pihak yang bertanggung jawab haruslah akrab dengan dengan syarat-syarat dan detail dari kontrak dan spesifikasinya. Syarat dan detail dari kontrak dan spesifikasi ini adalah berguna untuk diterapkan dan didistribusi ke anggota tim inspeksi pemilik kapal. Pemilik kapal mempunyai sejumlah kewajiban menurut kontrak pembangunan kapal. Untuk menjalankan tugas-tugas tersebut menurut suatu tata cara yang jelas, maka biasanya pemilik kapal menunjukan perwakilan pemilik kapal (Shipowner's Representative). Hal biasanya untuk perwakilan pemilik kapal untuk berdomisili di galangan kapal selama waktu proyek pembangunan kapal.

Tugas-tugas perwakilan pemilik kapal biasanya termasuk:

- Mewakili tugas-tugas pemilik kapal
- Berusaha untuk menjaga proyek sesuai anggaran
- Berusaha untuk menjaga proyek sesuai jadwal
- Supervisi tim inspeksi
- Memonitor kemajuan pekerjaan konstruksi
- Menjamin keselamatan dan kesehatan kondisi kerja untuk staf pemilik kapal
- Mengontrol dan menyetujui perubahan proses order
- Menerima, menganalisa dan melaporkan kepada pemilik kapal tentang kemajuan pekerjaan terhadap jadwal
- Mengidentifikasi, melaporkan, mengembangkan dan menyelesaikan masalah-masalah produksi kapal
- Memonitor dan mencatat kondisi-kondisi yang dapat digunakan sebagai dasar untuk klaim kondisi darurat (force majeure)
- Mengatur kantor di lapangan kerja (field office) dan stafnya termasuk staf sekretaris, peralatan kantor, furniture, komputer, komunikasi, pengeluaran keuangan dan pertanggungjawabannya, operasional kendaraan, dll
- Memonitor pekerja, material, test dan uji coba
- Memonitor kualitas galangan, program-program jaminan asuransi dan keselamatan
- Menjamin bahwa peralatan furnitur pemilik kapal telah diterima, diinventarisasi, disimpan, dan diproteksi di gudang sebelum penempatan di kapal.
- Mengkoordinasi dengan departemen-departemen pendanaan, asuransi, legalitas, personalia, dan operasi
- Membantu departemen-departemen pemasaran, penjualan, relasi publik tentang pernyataan pers, seremoni, kunjungan, foto-foto, dll
- Mengkoordinasi tentang ABK, dan pekerja yang terkait dengan pekerjaan di galangan.
- Membantu penyimpanan material di kapal pada kondisi awal, bahan bakar termasuk pelumas
- Mengkoordinasi dengan teknisi galangan kapal tentang garansi setelah penyerahan kapal
- Menjamin bahwa semua dokumen dan sertifikat telah disediakan oleh galangan kapal
- Menerima penyerahan kapal atas nama pemilik kapal

- Menyediakan proses penutupan proyek termasuk resolusi dan penutupan account, penyelesaian dokumen-dokumen dan menyediakan suatu laporan tertulis tentang proyek.

## **B. Rencana Persetujuan Pemilik Kapal**

Istilah rencana persetujuan dalam proses pembuatan kapal berdasarkan pada peninjauan pemilik kapal terhadap gambar-gambar detail, perhitungan-perhitungan, kemajuan-kemajuan pekerjaan di lapangan, agenda test dan hasil-hasilnya, penjelasan-penjelasan vendor, progres pembelian barang, dan dokumentasi teknis lainnya yang dikembangkan selama konstruksi. Aktifitas utama berhubungan dengan peninjauan gambar-gambar kerja yang biasanya disiapkan oleh departemen teknis dari pembuat kapal.

## **C. Inspeksi**

Sesuai dengan persyaratan kontrak pembangunan kapal maka pemilik kapal berhak untuk melaksanakan inspeksi selama pekerjaan berlangsung dan menyaksikan test dan uji coba kapal. Tujuan inspeksi pembangunan kapal dari pemilik adalah untuk menjamin bahwa kapal dibangun sesuai dengan rencana kontrak dan spesifikasi dan bahwa proses pekerjaan serta material kapal telah memenuhi persyaratan di dalam kontrak.

Terdapat beberapa komponen kapal yang diinspeksi antara lain:

- Inspeksi lambung kapal
- Inspeksi sambungan las kapal
- Inspeksi hasil pengecatan
- Inspeksi system kelistrikan
- Inspeksi Mesin dan system permesinan kapal

## **C. Inspeksi Lambung**

Tanggung jawab inspektor lambung adalah struktur kapal. Untuk suatu proyek yang sangat besar, inspektor las dapat membantu inspektor lambung. Untuk pekerjaan kecil, inspektor lambung dapat melayani pula pengecatan, permesinan geladak, perlengkapan bangunan atas dan tugas-tugas lainnya. Tanggung jawab inspektor lambung adalah memeriksa dan mengikuti kemajuan fabrikasi struktur lambung. Pekerjaan ini dimulai ketika pelat-pelat baja dan profile tiba di galangan kapal. Pekerjaan ini dilanjutkan ketika material baja atau material lainnya seperti Aluminum, kayu, plastik, dll dipersiapkan (diluruskan, dikeringkan, disemprot pasir, ditandai) untuk pemotongan, pembentukan dan penyambungan. Instruktur lambung mengikuti material struktur melalui bengkel-bengkel fabrikasi yaitu antara lain bengkel pelat (dua dimensi), bengkel blok (tiga dimensi) dan pada

## **D. Pengujian dan Uji Coba di Laut**

Satu dari periode paling kritis selama periode produksi dan satu periode dimana pemilik kapal memikul tanggung jawab penting menyangkut pengujian dan uji coba di laut. Pengujian berlangsung selama seluruh periode konstruksi. Pengujian dimulai dengan pengujian material-material dasar seperti, surveyor klasifikasi menguji baja kapal atau perwakilan pabrikan motor induk menguji dan mendemostrasikan motor induk pada test fondasi motor di pabriknya dan dilanjutkan dengan periode konstruksi kapal serta uji coba kapal di laut. Surveyor badan klasifikasi, inspektur badan regulasi dan perwakilan pemilik kapal adalah merupakan saksi-saksi dalam proses pengujian. Dalam berbagai aspek hukum, kegagalan pemilik kapal untuk berpartisipasi dalam test tertentu dapat membuat proses klaim kepada pembuat kapal dinyatakan tidak berlaku.

#### **F. Penyerahan dan Penerimaan Kapal**

Fase ini mempunyai berbagai aspek penting seperti: logistik, pendanaan tetapi yang paling penting adalah legalitas. Hal ini tidak boleh dilaksanakan tanpa saran dan petunjuk yang benar dan legal. Berita acara untuk penyerahan dan penerimaan kapal adalah biasanya dinyatakan dengan detail dalam kontrak pembangunan kapal. Formasi standar adalah bervariasi menurut pendekatannya. Kebiasaan kontrak-kontrak pembangunan kapal yang tertulis cenderung lebih detail sebab mereka menunjukkan proses kerumitan yang khusus.

Kesulitan lainnya muncul dari hak-hak pihak ketiga, kondisi kepemilikan material kapal yang tidak digunakan dalam proses pembuatan kapal yang dimiliki oleh pemilik kapal atau pihak pembuat kapal. Untuk alasan ini serta alasan lainnya maka pihak pembeli yang bijaksana akan mencari bantuan seorang pengacara. Untuk mencapai suatu keputusan yang baik maka pembuat dan pemilik kapal sepakat terhadap kondisi-kondisi yang disepakati dan metode untuk penyerahan dilaksanakan. Biasanya diperlukan berbagai sertifikat dan dokumen untuk diidentifikasi dalam kontrak.

#### **I. Penutupan Projek**

Walaupun tahap final ini seringkali ditiadakan dalam proyek pengadaan kapal, namun hal ini adalah merupakan suatu pertimbangan yang pantas dan penting. Terdapat sejumlah isu yang terbuka pada waktu penyerahan kapal atau kapal terakhir dari suatu seri proyek. Hal ini mencakup: pekerjaan tak terselesaikan, kesalahan terhadap koreksi-koreksi yang diinginkan, dokumen-dokumen yang tidak lengkap atau bersifat sementara, pembayaran yang tak terselesaikan, klaim asuransi yang tidak tuntas, persoalan-persoalan terbuka dari berbagai personel dll. Beberapa item di atas bukan merupakan pelayanan dari tim pengadaan kapal dan dapat diurus oleh staf administratif pemilik kapal atau personel operation. Oleh sebab itu, hal

ini penting bahwa perwakilan pemilik kapal menyediakan berbagai dokumen tentang persoalan yang terjadi terhadap berbagai pihak yang berurusan dengan mereka. Manajer proyek harus menyelesaikan tentang pertanyaan personel yang ditugaskan kembali atau yang berhenti bekerja. Hal ini termasuk penetapan upah, biaya-biaya yang dikeluarkan, klaim kesehatan, penutupan sewa-menyewa, pemulangan personal dan hal-hal yang serupa.

Penutupan kantor proyek juga termasuk pemilihan dan pengorganisasian file-file yang penting. Sekumpulan dokumen lengkap seperti gambar-gambar konstruksi, perhitungan-perhitungan, gambar-gambar dari vendor, foto-foto kemajuan pekerjaan, sertifikat-sertifikat dan sebagainya harus diarsipkan dan ditempatkan kedalam kotak untuk dibawa kembali ke alamat kantor pemilik kapal. Hal penting lainnya juga yaitu manajer proyek menyiapkan suatu laporan akhir proyek yang mencakup ringkasan kejadian-kejadian penting, masalah-masalah yang dihadapi, foto kemajuan yang penting, ringkasan biaya konstruksi dan biaya proyek lainnya yang dikeluarkan terhadap biaya semula. Laporan penutupan harus mencakup suatu seksi penjelasan dengan rekomendasi-rekomendasi terhadap perbaikan-perbaikan rencana proyek, proyek desain, proyek produksi dan proyek manajemen. Saran-saran tersebut dapat meningkatkan proses ketika proses pengadaan kapal berikutnya dilaksanakan.

- Design Process; Design spiral, Characteristics of ship design, Design requirements, Design Constrain (physical lim, Class Rule, Inter & Nas Regulation), Concept design, Preliminary design, Contrac design, Ship Detail design;
- Design Process; Design spiral, Characteristics of ship design, Design requirements, Design Constrain (physical lim, Class Rule, Inter & Nas Regulation), Concept design, Preliminary design, Contrac design, Ship Detail design;

### **III. PROSES DESAIN KAPAL**

#### **III.1. Pendahuluan**

##### **A. Defenisi Desain**

Desain suatu kapal dapat didefenisikan sebagai: aktifitas yang menyangkut produksi gambar-gambar, spesifikasi dan data lainnya yang dibutuhkan untuk membangun suatu kapal.

##### **B. Tujuan Desain**

Tujuan utama dari desain suatu kapal adalah:

Untuk memenuhi persyaratan-persyaratan pemilik kapal pada biaya yang minimum.

Selain itu, tujuan desain desain lainnya adalah:

Menciptakan informasi yang diperlukan untuk membangun kapal

Biaya umur pakai suatu kapal mencakup biaya-biaya: desain, pembuatan/konstruksi, operasional dan support (O&S).

Untuk desain yang memasukan teknologi baru maka harus memasukan biaya-biaya riset dan pengembangan (R & D) dan biaya-biaya yang tak terpakai lainnya. Salah satu tanggung jawab desainer adalah membuat pemilik kapal sadar akan opsi-opsi desain yang dapat meningkatkan biaya pengadaan kapal tetapi bertambah bahkan penghematan yang besar terhadap biaya operasional dan support sepanjang umur pakai kapal.

Terdapat juga beberapa tujuan desain lainnya, antara lain:

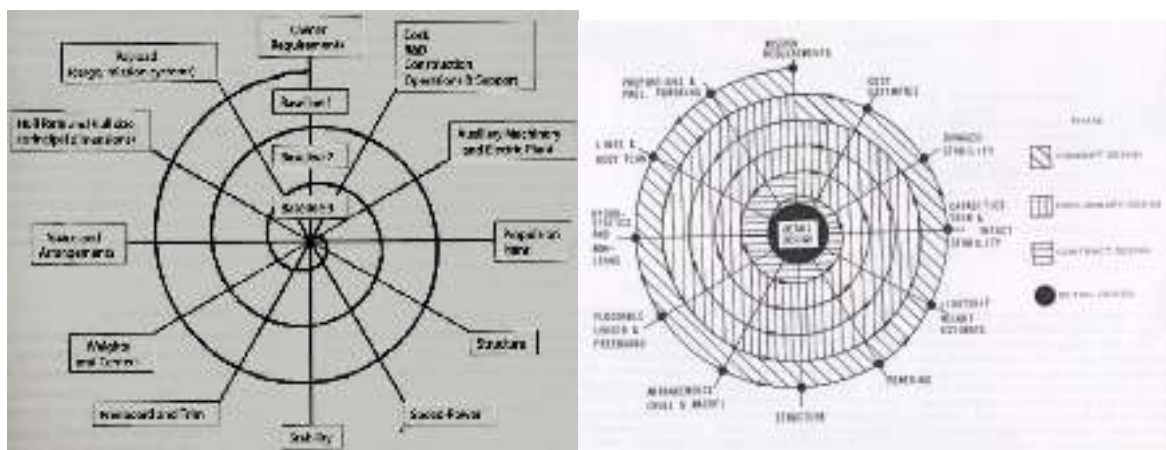
- Spesifikasi-spesifikasi yang diperlukan untuk menguji kapal secara keseluruhan dan menunjukan bahwa kapal tersebut sesungguhnya memenuhi persyaratan-persyaratan pemilik kapal yang harus dikembangkan

- Persyaratan-persyaratan badan pembuat peraturan dan klasifikasi harus dipenuhi

Selain tujuan-tujuan tersebut di atas maka desainer harus melakukan setiap usaha untuk menciptakan suatu kapal yang dapat memuaskan pemilik kapal. Hal ini berarti, kapal tersebut harus aman (safe), dapat diandalkan, dan secara ekonomi dapat dioperasikan dan dipelihara sebaik mungkin sesuai dengan batasan-batasan yang dikenakan oleh teknologi dan anggaran dari pemilik kapal.

### C. Spiral Desain dan Karakteristik Desain

Desain kapal adalah suatu proses iterasi (berulang), terutama pada tahapan-tahapan awal desain. Hasil akhir desain dirumuskan dan kemudian dianalisa dan dimodifikasi. Hasil yang telah dimodifikasi kemudian dianalisa kembali dan seterusnya sampai semua persyaratan terpenuhi. Alasan untuk iterasi ini adalah bahwa desain kapal sejauh ini membuktikan terlalu rumit untuk dijelaskan oleh sekumpulan persamaan-persamaan yang dapat diselesaikan secara langsung. Namun demikian, perkiraan yang cerdas dibuat terhadap ukuran lambung, displasemen, dll untuk memperoleh mulainya suatu proses kemudian terkaan awal dimodifikasikan ketika informasi desain menjadi tersedia. Spiral desain (seperti dijelaskan sebelumnya) telah digunakan untuk menjelaskan karakter proses desain. Gambar 3.1 adalah salah satu dari berbagai versi yang tersedia dari karakteristik desain kapal.



Gambar 3.1. Spiral Desain

Input desain parameter dinyatakan pada awal proses desain. Parameter tersebut diperjelas dengan maksud bahwa desainer dapat mengkonfigurasi kapal yang akan didesain. Input parameter desain kebanyakan terdiri dari kapasitas angkut (payloads), kecepatan (speed) dan jarak tempuh (distance or navigation range). Juga route dan daerah operasi harus dijelaskan secara jelas serta beberapa informasi tambahan lainnya.

Payloads bervariasi menurut type dan dimensi. Payload dapat berupa muatan kering (dry cargo), muatan basah (wet cargo), muatan curah (bulk), muatan umum (general cargo) atau



kendaraan (vehicles) dan penumpang (passengers). Kecepatan dinas (service speed) harus dinyatakan secara jelas untuk menentukan berapa besar daya dorong yang dibutuhkan untuk mendorong kapal. Jarak tempuh dinyatakan untuk mendapatkan waktu berlayar dan konsumsi bahan bakar. Lagipula daerah operasi harus dinyatakan secara spesifik untuk menentukan kondisi-kondisi laut dan infrastruktur pendukung di pantai.

**Parameter desain kapal mencakup:**

- **Ship dimensions and geometrical hull form.** Parameter ini menentukan kapasitas kapal untuk mengangkut muatan. Juga parameter ini berpengaruh terhadap hydrostatics, stability, seakeeping, dll. Hasil akhir desain menentukan ship dimensions dan hull forms.
- **General arrangement.** Parameter ini adalah penting dimana ia menentukan ruangan untuk muatan, servis dan operasional kapal.
- **Stability.** Stabilitas kapal, khususnya stabilitas melintang (intact dan damaged stability untuk berbagai kondisi pemuatan) adalah penting untuk keselamatan kapal, muatan dan penumpang yang diangkut.
- **Resistance and power.** Parameter ini dipengaruhi oleh aspek hydrodinamika kapal terutama menyangkut dimensi dan bentuk lambung kapal. Parameter tersebut ditentukan selama proses desain kapal untuk menetapkan besarnya daya dorong motor induk yang terpasang untuk memenuhi target kecepatan yang diinginkan.
- **Structures.** Elemen struktur kapal harus ditentukan dengan tepat sehingga kapal dapat menerima beban-beban external dan internal yang bekerja padanya. Ukuran detail struktur kapal ditentukan sehingga struktur kapal aman terhadap beban-beban maximum yang bekerja padanya.
- **Weights and centres.** Parameter kapal ini sangat penting dalam hubungannya dengan stabilitas, hydrostatics, strength, seakeeping, dll.
- **Propulsion Plant, Auxiliary Machinery, Electrical Plant dan Ship Equipments.** Parameter ini adalah penting terkait dengan permesinan, kelistrikan dan perlengkapan kapal yang dibutuhkan untuk mendukung operasional kapal secara keseluruhan.
- **Cost.** Parameter ini sangat penting terkait dengan biaya pembuatan suatu kapal.
- **Parameter kapal lainnya seperti** hydrostatics, freeboard, seakeeping, dll adalah penting dan ditentukan dalam proses desain kapal.

Dalam proses desain menurut langkah-langkah dalam spiral desain, desainer kapal berpindah dalam suatu seri langkah-langkah secara berurutan, dimana tiap langkah berhubungan dengan suatu analisa tugas khusus. Setelah semua langkah telah dipenuhi maka desain tidak mungkin menjadi seimbang (atau tidak mungkin layak). Sehingga siklus berikutnya dimulai dan semua langkah diulangi dalam urutan yang sama. Umumnya, terdapat sejumlah siklus (iterasi desain) dibutuhkan untuk mencapai suatu solusi yang memuaskan. Secara praktis, proses tidak berurutan, kecuali kalau desain dikembangkan seluruhnya oleh satu orang. Meskipun demikian, seringkali langkah-langkah desain tidak akan dilakukan dalam suatu urutan yang ditentukan tetapi agaknya ahli perkapalan akan melompat dari satu tempat ke lain tempat pada spiral desain ketika diperoleh pengetahuan dan permasalahan ditemukan.

#### **D. Syarat-Syarat Desain (Design Requirements)**

##### **D.1. Persyaratan Pemilik Kapal (Owner's Particulars/ Requirements).**

Tugas seorang desainer untuk memenuhi tuntutan owner dalam suatu kajian desain dengan berbagai pertimbangan dan solusi untuk memperoleh suatu hasil yang optimal. Dalam kebanyakan kasus, keinginan owner adalah berlebihan dan terkadang kontradiktif dengan berbagai parameter desain kapal. Dengan demikian maka tugas seorang desainer adalah memberikan saran dan pertimbangan kepada pemilik kapal menyangkut aspek teknis dan ekonomis dari kapal yang didesain tersebut. Dalam aspek ekonomis, desainer kapal dapat memberikan solusi terhadap berbagai aspek dalam operasional yang memberikan peluang dan keuntungan yang paling maksimal.

Perencanaan kapal oleh seorang desainer diawali dengan adanya data kapal tentang type, bobot mati, capacity, speed, dll, yang dibutuhkan dan dilanjutkan dengan perencanaan dan perhitungan secara aktual. Semua informasi ini dipilih oleh shipowner setelah pemeriksaan terhadap rute kapal yang akan diopersikan. Pemeriksaan ini merupakan analisa terhadap kapal-kapal yang ada pada rute tersebut untuk menentukan dimana dapat dilakukan perbaikan.

**Owner requirements** mencakup: **DWT, Type Cargo, Kecepatan servis Vs, Rute, dsb.** Dari aspek **ekonomis**, data ini dapat mencakup: potensi muatan (cargo potential), tarif ongkos angkutan (required freight rate), jarak pelayaran (voyage distance), dsb. Selain itu, permintaan owner lainnya mencakup: biaya produksi yang rendah (low production cost), daya dorong yang rendah untuk kecepatan yang diinginkan (low driving power for required speed), kapasitas muatan yang tinggi (high cargo capacity), peralatan yang baik untuk bongkar muat barang (good outfit for cargo handling), ABK yang sedikit (less crew), arsitek kapal yang menarik

(attractivity). Permintaan owner dari sudut pandang ekonomis harus dikaji dengan baik untuk menghasilkan keuntungan operasional kapal yang optimal.

## **D.2. Mission Requirements**

Secara umum mission requirements dari suatu kapal dinyatakan sebagai berikut:

1. Type dan kuantitas muatan yang diangkut:
  - Dry bale and deadweight ( muatan kering bal dan bobot mati). (Pada kasus bulk carrier, pemilik dapat memilih bobot mati maximum yang diperoleh secara ekonomis pada tinggi sarat tertentu).
  - Refrigerated cargo cubic dan deadweight, jumlah kotak dan level temperatur untuk tiap kotak.
  - Liquid cargo cubic dan deadweight, type deep tanks; yaitu konvensional atau dengan cofferdam, water-jacket, flush-inside surface.
2. Kecepatan servis (service speed), Rute berlayar (voyage route) dan jarak berlayar (distance).
3. Number of ships (Jumlah Kapal)
4. Projected economic life (proyeksi umur pakai ekonomis kapal, dalam tahun)
5. Itinerary and Schedule of departures (rencana perjalanan dan jadwal keberangkatan), termasuk antisipasi kondisi-kondisi pembebanan rata-rata (dasar untuk kecepatan dan cadangan power, kajian-kajian penanganan muatan, cadangan air tawar, dll)
6. Jumlah penumpang dan ABK serta jumlah, type, ukuran, fasilitas ruang-ruangnya yang standart dan ruang-ruang umum.
7. Biaya produksi dan pembatasan biaya tambahan kapal.
8. Dry bulk cubic (volume muatan curah kering) & stowage factor (factor penyimpanan barang)
9. Special cargo locker, cubic dan deadweight (volume dan bobot mati muatan khusus)
10. Peraturan tentang keselamatan (safety rules, intact stability, damage stability, fire safety, rescue equipments, sufficient strength and safety operation on board ship).
11. Lokasi (bunkering ports) pelabuhan-pelabuhan pengisian bahan bakar, fishing ground, atau proyek-proyek industri yang dikerjakan.
12. Type sistem mesin yang digunakan untuk kecepatan yang diinginkan, dimana owner menginginkan driving power yang rendah serta mempertimbangkan penggunaan ABK dan maintenance.

Sedangkan untuk kapal-kapal khusus, tambahan mission requirements dinyatakan sebagai berikut:

1. Jumlah, berat dan ukuran kendaraan yang diangkut.

2. Special provisions for container stowage (ruangan khusus untuk penempatan container); yaitu jumlah, type (antara lain : general cargo, reefer vans, dll), ukuran, berat dan apakah disimpan dalam struktur selular atau jika di atas deck, jumlah per tumpukan.
  3. Type technical equipment di kapal untuk mempermudah proses bongkar muat.
  4. Type sistim pengepakan untuk muatan khusus spt : LNG, Ammonia, Chemicals, dsb.
  5. Untuk kapal tankers diperhatikan : jumlah muatan yang dipisahkan dan rate pemompaan muatan.
  6. Type stabilization (jika ada).
- Catatan 1: **Type muatan** dan cara penyimpanannya di kapal dan penanganan ke kapal atau keluar kapal menentukan **type kapal**, sementara **kuantitas muatan** yang diangkut adalah penentu utama dari **ukuran kapal**.
  - Catatan 2: Requirements ini berhubungan dgn kapal barang dengan 12 penumpang atau kurang. Secara relatif sedikit kombinasi baru penumpang-barang dan bahkan lebih sedikit kapal-kapal penumpang antar-samudera adalah mungkin dibangun di masa depan. Jadi, desain mereka menjadi kehilangan nilai seninya. Akan tetapi, seorang naval architect bertanggung jawab untuk perencanaan kapal penumpang akan ingin mengetahui secara lebih detail tentang maksud servis dari pemilik.

## **E. Batasan Desain (Batasan Fisik, Peraturan Kelas, Peraturan Nas. & Internasional)**

### **E.1. Batasan-Batasan Ukuran (Dimensional Constraints). Air draft**

Batasan (limit) ukuran dapat menentukan limit terhadap panjang, lebar, tinggi sarat air dan tinggi sarat udara atau gabungan dua atau tiga batasan tersebut. Batasan panjang dapat ditentukan oleh ukuran pintu kanal atau dock. Batasan panjang juga dapat ditentukan oleh kesanggupan kapal untuk bermanuver pada jalur perairan yang sempit. Jika batasan kapal ditentukan oleh dock atau kanal, maka haruslah dipertimbangkan fasilitas galangan atau jalyr pelayaran yang akan melewati kanal tersebut. Batasan yang ditentukan oleh kemampuan manuver kapal yang minimal dapat dipermudah dengan pemasangan bow thruster.

Limit lebar kapal biasanya ditentukan oleh pintu-pintu kanal atau dock, tetapi lebar kapal-kapal ferry terkadang dibatasi oleh ukuran dan posisi pintu pendarat di pelabuhan (shore ramps) yang memberikan kendaraan masuk-keluar pintu haluan (bow door) atau pintu buritan (stern door). Peralatan bongkar muat di pelabuhan yang diluar jangkauan seperti elevator muatan curah atau alat bongkar muat batu bara dapat pula membatasi jarak yang diinginkan dari sisi palkah ke dermaga sehingga dapat membatasi lebar kapal. Bagian-bagian overhanging

memerlukan survey tempat yang lebih teliti dimana kapal disinggahi untuk menjamin bahwa tidak ada kemungkinan kontak dengan objek-objek lainnya di pelabuhan.

Limit tinggi sarat ditentukan oleh kedalaman perairan pada pasang surut terendah di pelabuhan (atau di lokasi lainnya) di mana kapal akan menyinggahinya. Untuk tanker-tanker yang sangat besar, kedalaman samudera itu sendiri harus dipertimbangkan. Pengaruh kuat dari suatu tinggi sarat dapat diminimalkan jika rute kapal, jumlah bahan bakar dan perbelakan dapat disusun sehingga bahan bakar dan perbekalan adalah minimum dan kapal berada pada kondisi even keel ketika ia melewati perairan dangkal yang membatasi limit.

Batasan ukuran lainnya adalah tinggi sarat udara (air draft). Air draft merupakan jarak vertikal dari waterline ke titik tertinggi dari struktur kapal dan menunjukkan kemampuan kapal untuk melewati rentangan jembatan (bridge) di laut yang berada pada rute kapal. Bilamana penting, air draft dapat dikurangi dengan melengkapi kapal dengan tiang-tiang mast atau funnel yang terlipat atau telescopic. Ukuran-ukuran lainnya dapat diambil untuk mengurangi efek limit air draft adalah mengatur sehingga transit dibawah jembatan berlangsung pada pasang terendah atau melakukan ballast sampai pada tinggi sarat maximum yang diijinkan, dalam kaitannya dengan trim sehingga memaksimalkan draft pada posisi-posisi haluan dan buritan dari titik tertinggi kapal. Terdapat tiga batasan dimensi kapal yang penting seperti terlihat pada Tabel 2.3.

Tabel 3.1. Batasan-Batasan Dimensi Kapal yang Penting.

LOKASI	MAX. LENGTH (M)	MAX. BEAM (M)		MAX. DRAFT (M)	AIR DRAFT (M)
Panama Canal *	290	32,31		13	57,91
Suez Canal	No Restriction	74,00	and	11,00	
	atau	48,00	and	17,70	
St. Lawrence	225,50	23,80		8,00	35,50
Kiel Canal	315,00	40,00		9,50	
* 294,13 m untuk passenger and container ships, Reduced dimensions apply to some special types of vessels.					

## E.2. Kondisi-Kondisi Lingkungan Laut (Environmental Conditions).

Kondisi lingkungan laut (wind and sea states) dimana kapal beroperasi adalah merupakan suatu faktor utama yang mestinya dipertimbangkan dalam proses desain. Meskipun kebanyakan kapal niaga hal ini tidak disebutkan dalam spesifikasi dimana posisi mereka dalam dokumen kapal ditempati oleh notasi Badan Klasifikasi (Classification Societies) yaitu “A100A1” atau yang sejenisnya, yang menunjukkan kemampuan mereka untuk pelayaran seluruh dunia (worldwide) pada perairan-perairan es atau bebas (ice-free waters). Untuk kapal-kapal yang berlayar hanya pada perairan tenang, pengurangan kekuatan dan syarat-syarat

lainnya diijinkan oleh badan klasifikasi, IMO Rules dan peraturan dari badan nasional. Jika hal ini diharapkan untuk memperoleh keuntungan dari kelonggaran tersebut dan pengurangan biaya yang terkait dengannya, maka batas pelayaran dalam daerah operasi kapal harus jelas didefinisikan.

Pernyataan terhadap maximum dan minimum temperatur udara dan air laut dimana kapal beroperasi adalah mutlak diperlukan. Informasi ini mempunyai beberapa kegunaan dan hal ini perlu diingat ketiga arsitek kapal dinyatakan. Desain system pemanas akomodasi memerlukan pengetahuan tentang temperatur udara dingin yang akan dihadapi pada musim dingin. Desain system pendingin udara memerlukan pengetahuan tentang temperatur udara panas dan yang berhubungan dengan kelembababn relatif yang akan dihadapi pada musim panas. Pada kedua kasus ini, temperatur dalam kapal yang dibutuhkan dan kelembabam relatif harus dinyatakan.

### **E.3. Peraturan Nasional / Internasional**

Beberapa peraturan nasional dan internasional tentang operasional kapal yang perlu dipertimbangkan dalam proses desain kapal mencakup:

1. Rencana umum (general plan) untuk penengangan muatan, termasuk data pada fasilitas pelabuhan, kebutuhan-kebutuhan alat-alat angkat berat (heavy lift) dan masalah-masalah khusus (variasi pasang surut, persyaratan-persyaratan sideport, dsb).
2. Standart Subdivision (Standart subdivisi).
3. Tonnage limitations (Batasan-batasan tonase).
4. Loadline rules (aturan-aturan garis muat).
5. Cost Guard regulations (peraturan pengawalan pantai).
6. Classification society requirements (syarat-syarat badan klasifikasi)
7. Untuk kapal tanker : Klasifikasi oleh Coast Guard tentang tingkat bahaya muatan yang diangkut dan batasan kapasitas fasilitas tangki di pantai.
8. Serta peraturan terkait lainnya.

### **III.2. Tahapan (Fase) Desain.**

Proses desain suatu kapal dibagi ke dalam beberapa fase. Alasan untuk pembagian ini adalah bahwa sifat dari pekerjaan yang dilakukan, ketrampilan desain yang diperlukan, jumlah personil yang berpartisipasi dalam pekerjaan desain, tingkat detail dari desain yang dapat diberikan dan sifat lainnya dari proses desain yang berubah selama suatu desain dikembangkan. Manajemen desain dipermudahkan jika pekerjaan desain yang dibagi dalam beberapa fase dipisahkan oleh interval yang mengijinkan evaluasi desain bersamaan dengan perencanaan dan

persiapan untuk fase desain berikutnya. Alasan lainnya untuk pentahapan suatu pekerjaan desain adalah peristiwa penting yang terjadi umumnya dalam proses pengembangan desain kapal. Contoh penting adalah penetapan anggaran untuk pembangunan suatu kapal baru. Contoh lainnya adalah spesifikasi desain dan gambar-gambar kerja yang harus disiapkan untuk detail desain dan pelaksanaan konstruksi.

Jumlah fase desain dan nama yang dipakainya adalah bervariasi. Dalam pembahasan ini diklasifikasikan sebagai:

- Basic desain
- Produk Engineering (teknik)

Basic desain selanjutnya dibagi menjadi empat fase, yaitu:

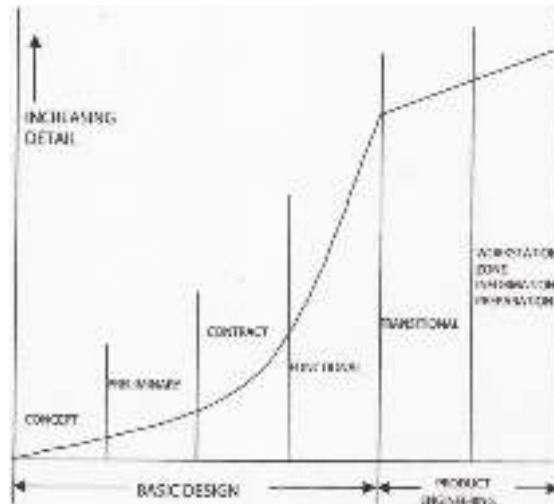
1. Konsep desain (concept design)
2. Desain awal (Preliminary design)
3. Kontrak desain (contract design)
4. Fungsional design (functional design)

Produk engineering selanjutnya dibagi atas:

1. Desain transisi (transition design)
2. Stasiun kerja/zona persiapan informasi (workstation/zone information preparation)

Selama basic desain, kapal didesain secara keseluruhan berdasarkan basis tiap sistem. Selama produk engineering, desain kapal dialihkan ke suatu bentuk yang layak untuk teknik produksi moderen dan informasi tambahan penting yang dikembangkan. Beberapa ahli menganggap fungsional desain adalah bagian dari produk engineering tetapi ia telah dimasukkan di sini ke dalam basic desain karena ia masih merupakan orientasi sistem. Tiga fase pertama dari basic design harus dilengkapi sebelum penyerahan kontrak untuk fase detail desain dan konstruksi.

Suatu catatan bahwa fase tradisional detail desain telah dibagikan atas tiga fase, yaitu: fungsional desain, transisi desain dan stasiun kerja/zona persiapan informasi. Gambar 3.2 menjelaskan tentang fase desain dan perubahan detail selama pelaksanaan desain.



Gambar 3.2. Fase Desain Kapal

### A. Konsep Desain

Fase desain pertama adalah konsep desain yang seringkali berkaitan dengan bidang teknik perkapalan seperti biaya dan fase study kelayakan atau dinamakan fase study kelayakan. Tujuan utama dari fase ini adalah untuk mengklarifikasi persyaratan-persyaratan pemilik kapal yang antara lain misi kapal dan prestasi utama kapal yang dibutuhkan dimana hal ini mencerminkan keseimbangan yang diinginkan antara kesanggupan dan kecapaian hasil.

Tujuan lainnya adalah untuk mengembangkan suatu konsep desain yang memenuhi persyaratan-persyaratan termasuk estimasi biaya dan penaksiran tentang risiko. Dari sudut pandang desainer, tujuan selama fase ini adalah untuk bekerja dengan pemilik kapal untuk memahami dan menetapkan misi kapal, yang mana membantu pemilik kapal menentukan apa yang ia butuhkan dan dapat dijangkau. Ketika hal ini dapat dilakukan maka suatu konsep desain dikembangkan dimana hal ini mencerminkan pemahaman antara kedua pihak.

Umumnya beberapa siklus (iterasi) dari analisa dan sintesa dilakukan yang berfokus oleh interaksi dengan pemilik kapal, selama berbagai opsi yang dipelajari secara progresif dipersempit. Melalui proses ini ditetapkan suatu kumpulan persyaratan yang berprestasi dimana dapat dipenuhi melalui solusi praktis desain kapal dan dalam jangkauan anggaran pemilik kapal. Produk khas dari study kelayakan ditampilkan pada Tabel 3.1 dan konsep desain pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1. Produk-Produk Study Kelayakan

- 
- Persyaratan-persyaratan pokok yang ditampilkan
  - Dimensi utama lambung dan koefisien bentuk lambung ( $C_p$ ,  $C_x$ )



- Rangkuman luas/volume
- Konfigurasi skets: profile inboard, main deck plan
- Defenisi payload, contoh ruangan, berat, dimensi kritis, batasan, bantuan servis yang dibutuhkan
- Uraian dari sistim-sistim misi-kritis dan ciri-cirinya
- Estimasi Weight/KG, level 1-digit
- Type sistim propulsi, daya terpasang, jumlah alat penggerak
- Kapasitas listrik terpasang
- Daftar peralatan utama
- Estimasi ABK
- Estimasi speed/power
- Estimasi kebutuhan bahan bakar
- Pengecekan intact stability
- Estimasi aspek-aspek operasional kritis seperti radiasi bunyi dan seakeeping
- Estimasi biaya
- Perkiraan rencana risiko teknis dan risiko manajemen

Tabel 3.2. Produk Konsep Desain

- 
- Spesifikasi hasil (draft awal)
  - Skets body plan dan appendages
  - Rangkuman Area / Volume
  - Gambar-gambar konsep rencana umum
  - Skets pandangan atas rencana umum
  - Defenisi payload
  - Uraian sistim-sistim misi kritis dan ciri-cirinya
  - Estimasi berat
  - Konsep midship section
  - Uraian sistim propulsi
  - Skets rencana penyusunan mesin
  - Analisa beban listrik dan seleksi generator
  - Penyederhanaan diagram satu jalur
  - Daftar peralatan kapal
  - Kurva speed-power
  - Estimasi jumlah ABK
  - Analisa kebutuhan bahan bakar
  - Estimasi aspek-aspek kritis yang diperlukan
  - Estimasi biaya
  - Perkiraan rencana risiko teknis dan risiko manajemen

## B. Preliminary Design

Pekerjaan desain yang sesungguhnya mulai pada fase preliminary design dan jumlah tim desain dan biaya desain mengalami perubahan besar. Tujuan dari fase desain ini adalah sebagai berikut:

- Memvalidasi persyaratan-persyaratan hasil desain yang berkualitas tinggi
- Mengembangkan persyaratan-persyaratan tahap kedua
- Menetapkan ukuran kapal dan konfigurasi keseluruhan
- Menyeleksi sistim utama kapal
- Mengukur prestasi kapal

- Mengurangi atau mengeliminasi risiko-risiko utama teknis, biaya dan jadwal
- Memperbaiki estimasi biaya kapital dan operasional
- Mengembangkan versi draft dari strategi pembangunan kapal.

Oleh karena biaya akhir dan prestasi dari kapal baru akan ditentukan pada akhir fase preliminary desain, maka pekerjaan yang dilakukan selama fase ini adalah sangat penting. Study kelayakan atau konsep desain yang telah memenuhi persyaratan-persyaratan prestasi kapal yang dikembangkan pada fase sebelumnya akan tersedia dan hal ini membentuk titik start untuk pelaksanaan preliminary desain. Selama fase ini, studi perdagangan dilakukan terhadap isu-isu desain yang mempunyai efek utama terhadap dimensi kapal, konfigurasi secara keseluruhan, prestasi kapal, biaya atau risiko. Study terhadap isu-isu yang tidak mempunyai pengaruh besar terhadap parameter-parameter ini harus ditunda ke fase berikutnya. Kegagalan untuk melakukan hal ini dapat memboros berbagai sumber dan mengalihkan perhatian tim desain.

Beberapa contoh isu yang berkaitan untuk study perdagangan dalam fase ini, mencakup:

- Proporsi lambung (L/B, B/D, dll)
- Bentuk lambung (transom vs cruiser stern, bow bulb vs no bulb, top side flare vs tumblehome, dll)
- General arrangement
- Type sistim propulsi (low speed diesel, medium speed diesel, gas turbine, integrated electric, dll)
- Ukuran dan lokasi deckhouse
- Ciri-ciri payload mission-critical (komponen hardware, alokasi ruangan, tata letak, dll)
- Konfigurasi struktur kapal
- Jumlah ABK

Produk khas preliminary desain ditampilkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Produk Preliminary Desain

- 
- Spesifikasi hasil desain
  - Gambar rencana garis dan skets appendages
  - Report Area / Volume (dibutuhkan vs aktual)
  - Gambar-gambar konsep rencana umum (sampai pada tingkat masing-masing kompartemen)
  - Gambar pandangan atas rencana umum
  - Defenisi payload
  - Uraian sistim utama kapal dan ciri-cirinya
  - Report komponen berat (level 3-digit, KG dan LCG)
  - Struktur midship section
  - Gambar elemen konstruksi awal

- Analisa sistim propulsi
- Gambar tata letak permesinan kapal
- Penyusunan poros baling-baling
- Desain awal propulsor (alat pendorong)
- Analisa beban listrik
- Analisa beban HVAC
- Diagram satu jalur
- Penyusunan ruangan-ruangan
- Penyusunan sistim di geladak kapal
- Analisa sistim kontrol kapal dan komunikasi
- Daftar awal perlengkapan kapal (master equipment list = MEL)
- Analisa awal ABK
- Analisa stabilitas, intact dan damaged
- Kurva speed-power
- Analisa kebutuhan bahan bakar
- Analisa seakeeping dan maneuvering
- Perencanaan test model
- Estimasi lainnya yang diperlukan, contohnya radiasi bunyi
- Konsep perawatan
- Konsep pendukung lainnya
- Analisa keselamatan awal
- Strategi pembangunan kapal
- Spesifikasi galangan pembuat kapal (kebijakan pembangunan kapal)
- Estimasi biaya
- Perkiraan rencana risiko teknis dan risiko manajemen

### **C. Kontrak Desain**

Tujuan utama dari fase kontrak desain adalah:

- Mengkonfirmasi kemampuan, kelayakan dan biaya kapal sesuai dengan keinginan pemilik kapal
- Menyediakan suatu paket pelelangan yang berarti dan akurat untuk pembuat kapal
- Menyediakan kriteria untuk pemilik kapal dapat menerima kapal hasil desain dan pembuatan

Dibutuhkan usaha teknis tambahan secara ekstensif untuk memperoleh tujuan pertama. Diperlukan penekanan terhadap pengembangan dan perbaikan sistim kapal secara menyeluruh di kapal. Studi perdagangan yang ditunda pada fase sebelumnya akibat pengaruh yang kecil terhadap kapal, sekarang harus dikerjakan. Bagian teknis dari paket pelelangan dikembangkan

oleh tim desain dan terdiri dari spesifikasi, gambar-gambar, uraian data kapal lainnya, sebagai contoh estimasi berat kapal.

Untuk setiap sistim kapal, tugas-tugas berikut ini harus dilakukan:

- Ambil tingkat terendah dari persyaratan prestasi kapal dari persyaratan pada tingkat yang lebih tinggi
- Kembangkan dan evaluasi konsep-konsep alternatif sistim (dimana hal ini tidak dilakukan pada fase sebelumnya)
- Membuat seleksi sistim
- Lengkapi pekerjaan teknis pada sistim yang diseleksi
- Kembangkan spesifikasi sistim dan gambar-gambar

Bentuk lambung kapal, termasuk appendages, dan rencana umum selanjutnya diperbaiki. Gambar-gambar rencana umum dan gambar lainnya dikembangkan untuk berbagai ruangan internal di kapal dan untuk sistim instalasi bagian atas kapal seperti jangkar, tambat, sistim bongkar muat, komunikasi dan navigasi dan fasilitas helikopter. Ketika sistim kapal didesain, maka harus diberikan perhatian khusus kepada integrasi antara sistim kapal dan operator atau pihak perawatan kapal.

#### **D. Fungsional Desain**

Selama fungsional desain, kontrak desain dikembangkan lebih lanjut untuk melengkapi desain yang berbasis pada orientasi sistim. Semua kalkulasi desain dan definisi konfigurasi dilengkapi dan semua keputusan desain yang masih belum sempurna dikerjakan. Detail perhitungan teknis perkapalan dilakukan, termasuk analisa struktural dan vibrasi. Ukuran semua elemen struktur dilengkapi. Semua perlengkapan lambung ditentukan secara detail, termasuk definisi lengkap dari material. Semua perhitungan perlengkapan kapal dan desain kelistrikan dilengkapi seperti gambar-gambar dan diagram-diagram susunan sistim.

Penyusunan sistim (gambar atau model komputer) disiapkan untuk sistim seperti tambat yang tidak memerlukan diagram. Diagram lengkap untuk perpipaan, kelistrikan, pipa HVAC (Heating Ventilation Air Conditioning), kabel ventilasi, type kabel dll yang ditempatkan pada jalur kabel atau sistim koridor. Seksi khusus menunjukkan jalur perpipaan dan ventilasi. Revisi pertama daftar kontrol biaya dibuat, yang mana menyarankan semua jumlah dan berat material yang digunakan. Gambar-gambar pabrikan dipersiapkan untuk semua item yang akan dibuat oleh galangan kapal. Spesifikasi teknis yang tidak dikembangkan sebelumnya haruslah dilengkapi. Saran-saran persetujuan dari pemilik kapal dan badan regulasi dari desain lengkap

diperoleh. Seleksi vendor dilengkapi dan gambar-gambar dari vendor disetujui. Peralatan dan material dipesan.

### **III.3. Prosedur Desain**

#### **A. Memulai Prosedur**

Setelah persyaratan prestasi dan batasan-batasan untuk suatu kapal baru ditetapkan maka pekerjaan desain dapat memulai. Perhatian awal difokuskan pada mission dari kapal dan payload atau persyaratan muatan. Dua parameter ini mempunyai efek dominan terhadap dimensi, konfigurasi dan persyaratan kunci lainnya dari suatu desain lengkap maupun proses yang diterapkan untuk mencapai hasil desain. Seperti pada kapal kontainer, jumlah kontainer yang diangkut adalah kritis. Usaha-usaha desain awal akan terfokus pada penyusunan kontainer tersebut. Berapa kontainer akan disimpan pada lambung dan berapa pada geladak kapal. Berdasarkan ukuran kontainer, berapa ukuran panjang palkah yang tepat dan apa ukuran lebar dan tinggi geladak yang mungkin berdasarkan jumlah baris kontainer dan tingkat kontainer yang disimpan di lambung kapal? Contoh ini menunjukkan bahwa pendekatan desain dipengaruhi oleh misi kapal dan payload atau karakteristik muatan maupun oleh konfigurasi kapal itu sendiri. Desainer kapal awalnya akan fokus pada perolehan suatu pemahaman yang lengkap tentang persyaratan-persyaratan dan karakteristik serta memformulasikanya (dalam pandangannya), seluruh konsep kapal dan konfigurasi yang akan memenuhi mereka. Untuk melaksanakan hal ini, dibutuhkan kecepatan kapal desain yang menjadi pertimbangan utama.

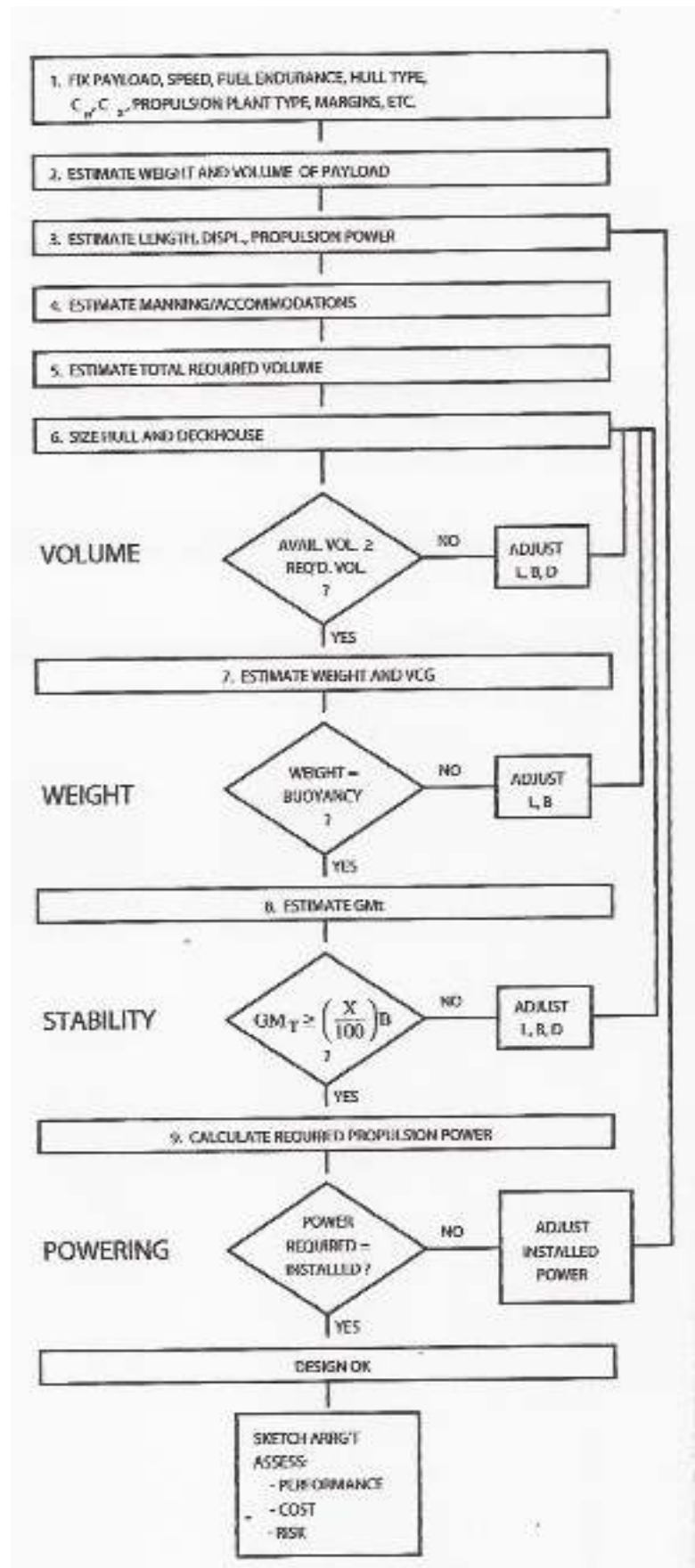
Desainer kapal juga akan memutuskan apakah desain merupakan limit berat, volume atau main deck. Untuk limit desain berat, buoyancy dibutuhkan untuk mengapungkan berat kapal serta payloadnya sehingga dapat menentukan ukuran pokok kapal. Untuk limit desain volume, ruangan internal kapal diperlukan untuk mengakomodasi payload dan fungsi kapal lainnya sehingga dapat menentukan ukuran pokok kapal. Jadi analisa ruangan adalah hal penting dalam penentuan dimensi kapal. Untuk limit desain geladak, objek yang diangkut di geladak menentukan dimensi panjang dan lebar kapal.

#### **B. Studi Kelayakan.**

Perkembangan dari studi kelayakan adalah merupakan langkah pertama dalam proses pengembangan desain kapal perang dan seringkali dilakukan oleh pemilik kapal untuk kapal-kapal komersial yang rumit. Terdapat empat kriteria fisik utama yang harus dipenuhi oleh setiap desain kapal, dan sebagai tambahan untuk persyaratan bahwa elemen desain harus dikemas dalam suatu konfigurasi kelayakan kapal secara keseluruhan. Kriteria fisik tersebut mencakup:

- Volume internal yang tersedia harus sama atau melebihi total volume yang dibutuhkan
- Berat harus sama dengan buoyancy
- Intact stability harus terpenuhi
- Tenaga propulsi yang terpasang harus mampu mendorong kapal pada kecepatan yang diinginkan.

Keempat kriteria tersebut harus ditunjukkan dalam proses desain awal. Langkah-langkah yang umum yang harus diikuti dalam pengembangan suatu study kelayakan ditunjukkan pada Gambar 3.4. Keempat kriteria utama ditulis pada sisi kiri gambar.



Gambar 3.4. Proses Study Kelayakan

## IV. METODE DESAIN KAPAL (SHIP DESIGN METHODS)

### IV.1. Parent Design Approach

Parent design approach merupakan pendekatan desain berdasarkan kapal contoh sebelumnya (parent ship, basic ship, mother ship). Hal ini untuk kebanyakan desainer adalah merupakan pendekatan desain yang cukup mudah. Output dari pendekatan desain ini kebanyakan diterapkan untuk produksi kapal secara seri (dalam jumlah banyak). Pada prinsipnya, cetak biru (blue print) dari desain kapal contoh (parent ship) digunakan untuk berberapa kapal dengan type, dimensi, bentuk geometri lambung, arrangement serta berbagai parameter lainnya yang sama.

Untuk kapal dengan type, payload serta dimensi yang berbeda dengan metode parent design approach ini masih dapat diterapkan. Persyaratan ini berlaku jika kapal desain mempunyai general arrangement, kecepatan, endurance, cargo capacity dan deadweight yang sama dengan kapal contoh. Secara umum metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Tetapkan suatu kapal contoh dengan dimensi, koefisien serta parameter desain lainnya dengan subscript 1. Tentukan kapal yang akan didesain untuk dimensi, koefisien serta parameter desain lainnya dengan subscript 2
- Pilih satu kapal desain dengan panjangnya yang baru (misalkan 5 % lebih panjang), misalkan  $L_2 = 1,05 L_1$ .
- Kedua kapal tersebut mempunyai standart stabilitas yang sama, oleh karena itu  $B_1/D_1 = B_2/D_2$  (cukup akurat untuk maksud ini).
- Cargo cubic mendekati suatu fungsi  $L \times B \times D \times (1 + 0,5 C_B)$ ; oleh karena itu  $L_1 \times B_1 \times D_1 \times (1 + C_{B1}) = L_2 \times B_2 \times D_2 \times (1 + C_{B2})$ .
- Dapatkan  $C_{B2}$  serta dimensi lainnya dari perbandingan dimensi dari kapal contoh
- Juga dapatkan berat kapal kosong  $LS_2$  yang baru perbandingan untuk kapal contoh
- Sehingga diperoleh displasemen kapal desain  $\Delta_2 = DWT_2 + LS_2$  (cukup akurat untuk pendekatan pertama)
- Tinggi sarat desain  $T_2$ , yang mana menjadi suatu variabel terikat dalam persamaan displasemen dapat ditentukan oleh persamaan :  $\Delta_1 / \Delta_2 = (L_1 B_1 T_1 C_{B1}) / (L_2 B_2 T_2 C_{B2})$  atau  $T_2 = (\Delta_2 L_1 B_1 T_1 C_{B1}) / (\Delta_1 L_2 B_2 T_2 C_{B2})$ .
- Cek BHP dan bahan bakar. Jika penting modifikasi  $LS_2$ ,  $DWT_2$ ,  $\Delta_2$ , dan  $T_2$ . Prosedur ini dilakukan dengan variasi tingkat perbaikan untuk menyesuaikan akurasi yang diinginkan.



- Stabilitas dapat juga dicek dalam cara yang sama jika penting. Seperti ditunjukkan sebelumnya  $T_2$  akan diperoleh untuk memenuhi harga yang cocok pada kasus-kasus seperti pada dry cargo ship atau containership. Jika tidak, maka kemudian  $B$  atau  $C_B$  atau kombinasinya untuk dimodifikasi atau owner akan menerima DWT yang berkurang pada pelabuhan dengan draft yang terbatas.
- Estimasi biaya tahunan kapal dan bahan bakar.
- Ulangi proses untuk berbagai perbedaan panjang seperti yang diinginkan.
- Dengan memplot jumlah biaya tahunan dan pengembalian modal terhadap panjang kapal, maka suatu panjang optimal dapat diseleksi yang memberikan biaya terendah.

## IV.2. Trend Curves Approach

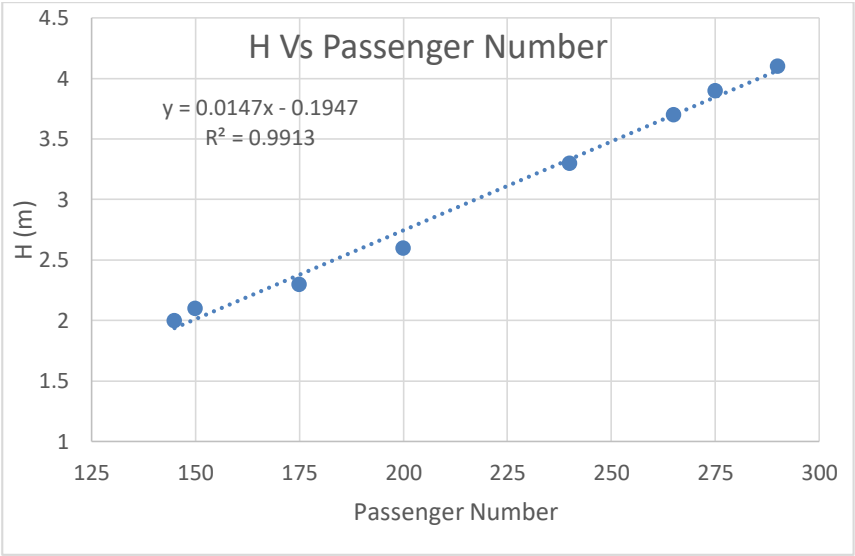
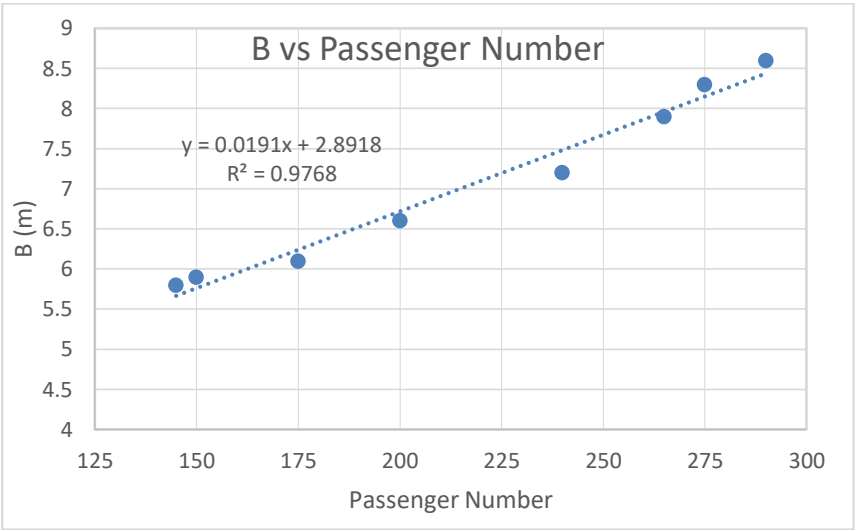
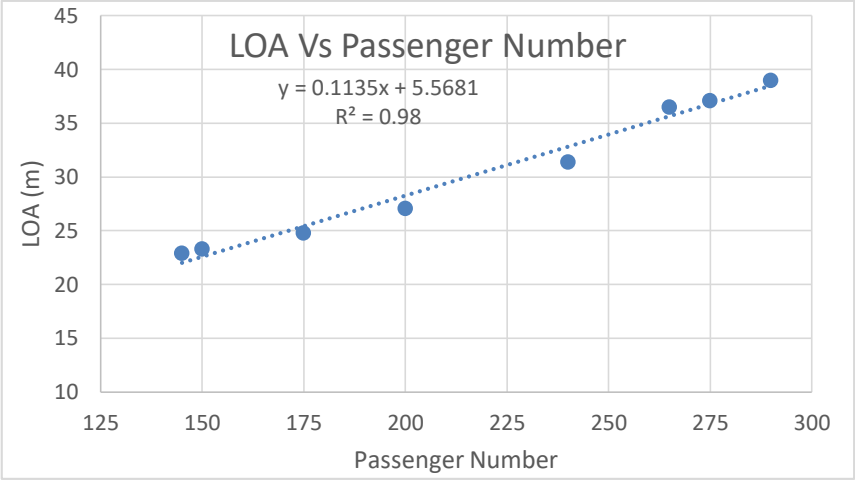
Metode pendekatan ini dilakukan dengan menyajikan database kapal dalam bentuk trendline kurva untuk berbagai parameter desain yang diinginkan. Seperti contoh dimensi kapal-kapal penumpang termasuk dengan kapasitas penumpang. Dari data ini maka dapat dibuat trendline kurva dimana dimensi kapal dinyatakan sebagai fungsi dari jumlah penumpang. Trendline dimensi dari kapal-kapal tersebut dinyatakan dalam bentuk kurva serta persamaan kurva tersebut (Gambar 4.1).

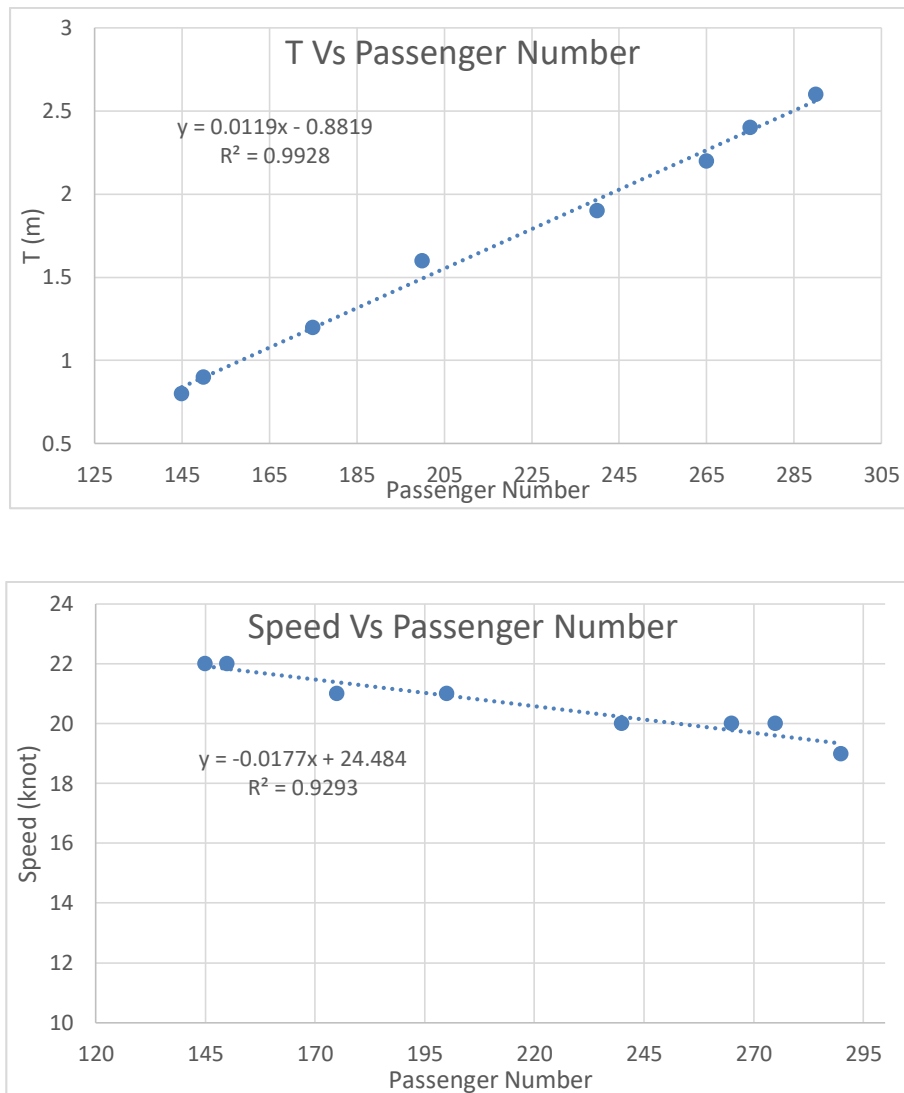
Tujuan utama dari model regresi adalah:

1. Menentukan korelasi antara variabel-variabel terikat dan variabel bebas
2. Menguji apakah korelasi signifikan atau tidak
3. Menentukan persamaan dari garis regresi

Tabel 4.1. Contoh Dimensi Kapal-Kapal Penumpang

No	Nama Kapal	Kapasitas	Dimensi				Speed
		Penumpang	LOA	B	H	T	
		(orang)	(m)	(m)	(m)	(m)	(Knot)
1	Kapal A	150	23,3	5,9	2,1	0,9	22
2	Kapal B	145	22,9	5,8	2	0,8	22
3	Kapal C	175	24,8	6,1	2,3	1,2	21
4	Kapal D	200	27,1	6,6	2,6	1,6	21
5	Kapal E	240	31,4	7,2	3,3	1,9	20
6	Kapal F	265	36,5	7,9	3,7	2,2	20
7	Kapal G	275	37,1	8,3	3,9	2,4	20
8	Kapal H	290	39	8,6	4,1	2,6	19





Gambar 4.1. Persamaan Regresi dari Dimensi Kapal

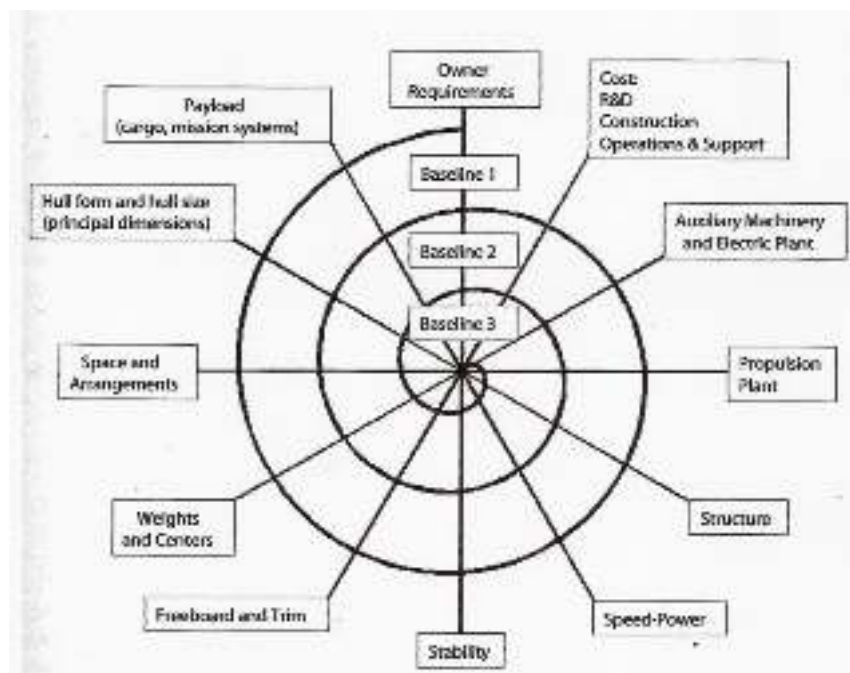
$R^2$  = koefisien determinasi.

Koefisien determinasi  $R^2$  pada regresi linear sering diartikan sebagai seberapa besar kemampuan semua variabel bebas dalam menjelaskan varians dari variabel terikatnya. Secara sederhana koefisien determinasi dihitung dengan mengkuadratkan Koefisien Korelasi (R). Sebagai contoh, jika nilai R adalah sebesar 0,80 maka koefisien determinasi (*R Square*) adalah sebesar  $0,80 \times 0,80 = 0,64$ . Berarti kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan varians dari variabel terikatnya adalah sebesar 64,0%. Berarti terdapat 36% ( $100\% - 64\%$ ) varians variabel terikat yang dijelaskan oleh faktor lain. Berdasarkan interpretasi tersebut, maka tampak bahwa nilai *R Square* adalah antara 0 sampai dengan 1.

### IV.3. Iterative Design Approach

Iterative design approach merupakan pendekatan desain yang dilakukan secara berulang. Hal ini dilakukan menurut prinsip spiral desain (Gambar 4.2). Metode ini akan menghasilkan output yang cukup akurat namun memerlukan pekerjaan desain yang banyak, waktu yang panjang serta desainer yang banyak. Akan tetapi untuk waktu belakangan ini dimana aplikasi desain yang menggunakan super-komputer maka output desain dapat diperoleh dalam waktu yang tidak terlalu lama.

Prinsip dasar dari pendekatan desain seperti ini adalah semua parameter desain dihitung dan ditentukan pada tiap tahapan iterasi. Pada akhir iterasi suatu tahapan maka dilakukan evaluasi dan dilanjutkan dengan iterasi berikutnya dengan tujuan perbaikan parameter desain. Proses ini dilakukan secara berulang dan dinyatakan berakhir (terminate) ketika parameter desain telah memenuhi desain requirements serta persyaratan lainnya yang diinginkan. Output dari pendekatan desain ini dapat mencapai optimal untuk proses iterasi yang dilakukan dalam jumlah yang banyak



Gambar 4.2. Spiral Desain

#### IV.4. Parametric Studies Approach

Tersedianya berbagai program komputer yang sesuai memberikan variasi yang besar tentang ukuran kapal untuk dapat dievaluasi tentang persamaan desain. Program komputer dikembangkan untuk berbagai type kapal yang berbeda dengan menggunakan teknik penyelusuran (search) yang berbeda untuk mencapai suatu desain yang optimal. Secara mendasar program bervariasi terhadap parameter utama tertentu seperti panjang atau  $C_B$  dan beriterasi sekeliling desain spiral yang membuat variasi trial and error untuk mencari hasil yang maximum atau secara sistematis mengembangkan suatu kumpulan data kapal yang besar menyangkut displasemen,  $L/D$ ,  $B/T$ ,  $V/\sqrt{g L}$  dan  $C_P$  yang diseleksi untuk terhadap kombinasi atau ukuran yang layak untuk memenuhi owner's requirements.

Pada prinsipnya semua parameter kapal diinput ke dalam program aplikasi komputer dan dihitung untuk setiap iterasi. Proses berlangsung secara kontinyu dengan variasi berbagai parameter desain sampai diperolehnya output desain yang optimal. Untuk parameter desain yang banyak dengan berbagai objektif hasil desain maka proses komputasi dapat berlangsung cukup lama. Akan tetapi dengan bantuan super-komputer yang canggih maka dapat diperoleh hasil yang diinginkan.

Semua program harus mempunyai hubungan estimasi tertentu yang dibuat ke dalam program atau tersedia sebagai sumber input data. Hal ini mencakup :

1. Hubungan Estimasi Power seperti Taylor's Standard Series nilai-nilai tahanan sisa.
2. Kurva-kurva matematik yang cocok dengan item-item data empiris seperti :
  - Berat dan biaya baja, perlengkapan, dan permesinan
  - Karakteristik-karakteristik kapal lainnya sebagai fungsi dari parameter-parameter yang berpengaruh :  $C_M$ ,  $C_X$  Vs.  $V/\sqrt{g L}$ , Volume ruang mesin Vs. SHP, jumlah 20 ft equivalent container, Vs,  $L \times B \times D \times C_B$ , freeboard Vs.  $L$ , koefisien inersia melintang  $C_{IT}$  Vs.  $C_P$ , bahan bakar Vs. SHP, dsb.

Seringkali hal ini merupakan batasan teknis yang harus ditentukan sebelum konfigurasi biaya optimum ditentukan. Sebagai tambahan, faktor-faktor operasi kapal dapat juga dipengaruhi oleh ukuran kapal.

#### **IV.5. Optimisation Approach**

Pendekatan optimasi desain difokuskan untuk desain dengan tujuan optimasi objektif hasil desain tertentu, misalnya:

- Desain untuk memperoleh berat komponen struktur yang minimal
- Desain untuk memperoleh kapasitas angkut yang maximal
- Desain untuk memperoleh pemakaian bahan bakar yang minimal
- Desain untuk memperoleh stabilitas kapal yang optimal, dll

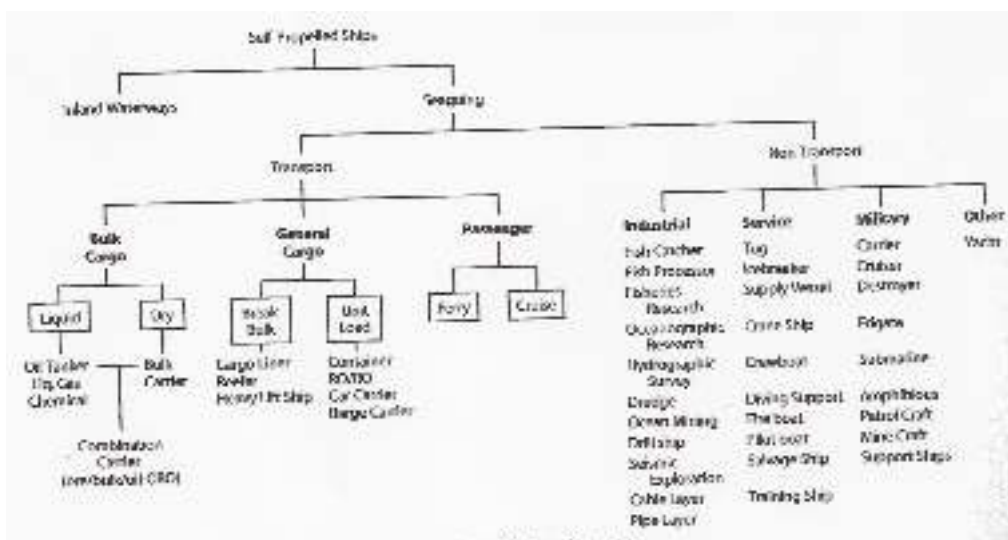
Tentunya dalam proses optimasi ini perlu adanya model matematik dari berbagai parameter desain yang terkait (parameter bebas dan terikat). Ketika model optimasi diperoleh maka penetapan objektif optimasi dibarengi dengan berbagai constraints yang membatasi model matematik optimasi tersebut.

Hal yang cukup kontradiksi dalam optimasi kapal adalah berbagai parameter kapal yang terkait, sehingga sangat sulit untuk diperoleh hasil yang optimal untuk beberapa parameter desain secara bersamaan. Misalnya, untuk memperoleh kapal yang minimal resistance atau power atau fuel consumption maka diperlukan kapal dengan rasio dimensi  $L/B$  yang besar. Untuk kapal dengan rasio  $L/B$  yang besar maka kualitas stabilitas adalah sangat kecil. Untuk tujuan optimasi antara kedua parameter tersebut diperlukan kesesuaian serta pertimbangan untuk menetapkan hasil “optimal” untuk kedua parameter tersebut. Faktanya bahwa suatu kapal mempunyai banyak parameter yang saling kontradiktif. Oleh sebab itu perlu adanya suatu pertimbangan desain untuk menentukan “hasil desain yang optimal”.

## V. DESAIN BERBASIS SISTIM (SYSTEM BASED DESIGN)

### V.1. Ship Function dan Payload

Fungsi kapal laut diklasifikasikan kedalam dua kategori utama, yaitu transport dan non-transport dengan masing-masing tiga dan empat sub-kategori (Gambar 5.1). Uraian proses konsep desain yang telah dijelaskan dalam bab sebelumnya dipakai untuk semua sub-kategori.



Gambar 5.1. Kategori Type Kapal

Penjelasan detail beberapa type kapal telah dibahas di Bab I. Secara umum, kapal dengan fungsi transport dibagi atas 3 kategori, yaitu: transport muatan curah (bulk cargo), transport muatan umum (general transport) dan transport penumpang (passenger). Sedangkan kapal-kapal non-transport menurut fungsinya dibagi atas industry (industrial), servis/pelayanan (service), militer (military) dan lainnya (other). Detail dan pembagian fungsi kapal secara detail terlihat pada Gambar 5.1. Payload (muatan yang diberlakukan tarif) untuk kapal-kapal tersebut mencakup:

Secara umum kapal-kapal tersebut melakukan kegiatan sebagai berikut:

1. Kapal barang (cargo ships), yaitu: jumlah muatan yang diangkut.
2. Kapal penumpang (passenger vessels), yaitu: jumlah penumpang yang diangkut
3. Kapal ikan transport, yaitu: jumlah muatan yang diangkut
4. Kapal tarik (tugboat) atau kapal tunda, yaitu: kapasitas kapal yang ditarik atau ditunda (dihitung dari besarnya BHP yang digunakan)
5. Kapal tongkang, yaitu: jumlah muatan yang diangkut
6. Kapal keruk, yaitu: jumlah lumpur yang dikeruk, dan sebagainya

## **V.2. Cargo capacity and cargo spaces**

Penempatan muatan (cargo) di kapal tergantung menurut type muatan yang diangkut. Namun ketika muatan tersebut dinyatakan dalam kapasitas (capacity) dan membutuhkan ruangan (spaces) maka ruangan yang dibutuhkan di kapal berbeda menurut type dan jumlah muatan yang diangkut. Pembahasan berikut ini mempertimbangkan kriteria yang paling mungkin kritis untuk berbagai type kapal.

### **A. Kapal-Kapal dengan Parameter Berat yang Kritis.**

Parameter berat (bersamaan dengan kecepatan) adalah kritis untuk kebanyakan kapal, meskipun terdapat beberapa pengecualian. Oleh karena pada akhir desain, seorang desainer sudah memperoleh parameter berat dan volume ruang yang sesuai satu terhadap lainnya. Kebanyakan desainer berpikir bahwa type kapal demikian tidak dapat dikategorikan sebagai apakah berat atau volume ruang yang kritis. Akan tetapi, ketika memulai suatu desain dimana tidak ada palkah yang diperlihatkan, maka satu atau lainnya dari mereka biasanya akan dominan. Berat merupakan faktor kritis ketika muatan (cargo) yang diangkut adalah berat (“heavy”) dalam hubungan dengan ruang yang tersedia padanya. Pada kondisi yang ekstrim, biji besi tambang yang dimuati pada palkah bulk carrier yang menggunakan kurang dari setengah ruang yang tersedia untuk tinggi sarat maximumnya.

Pertanyaan yang menarik tentang apa angka kritis penyimpanan barang / cargo stowage (yang menentukan apakah suatu desain merupakan kritis berat atau kritis ruang). Jawabannya tergantung pada beberapa faktor seperti rasio deadweight/displacement, proporsi cargo deadweight terhadap total deadweight, type freeboard dan rasio cargo capacity terhadap total volume di bawah upper deck. Beberapa dari faktor-faktor ini pada gilirannya melibatkan kecepatan, tenaga dan type mesin, jarak diantara pelabuhan pengisian bahan bakar, dan apakah berbagai ruang di bawah upper deck dibutuhkan untuk maksud lainnya seperti penumpang.

### **B. Kapal-Kapal dengan Parameter Volume, Luas Geladak, Dimensi Linear atau Stabilitas yang Kritis.**

Volume kapal menjadi kriteria kritis ketika muatan yang diangkut adalah ringan (dengan faktor keringanan seperti ditunjukkan pada kriteria berat kritis). Faktor-faktor utama yang membuat volume kritis adalah kebutuhan untuk menyediakan ruang (space) untuk beberapa kebutuhan seperti akomodasi penumpang atau penempatan alat-alat khusus. Kapal-kapal tanker moderen yang menyediakan volume ruangan untuk kapasitas ballast besar telah beralih dari prinsip desain berdasarkan berat (weight-based design) ke desain berdasarkan kontrol volume.



Type kapal dimana luas geladak merupakan kriteria yang paling penting yaitu ferry kendaraan dan kereta (train) merupakan kapal dengan luas geladak dan stabilitas yang kritis. Dimensi-dimensi linear adalah sangat penting untuk sebuah kontainer dengan panjang, lebar dan tinggi geladak harus disesuaikan untuk memaksimalkan jumlah container. Juga ketika kapal type ini akan memaksimalkan angkutan tumpukan kontainer di atas geladak maka stabilitas menjadi kriteria yang sangat penting. Untuk kapal penumpang, stabilitas merupakan faktor yang menentukan berapa jumlah geladak superstructure yang dapat dipasang dan karena itu stabilitas menjadi kriteria kritis serta untuk dimensi linear lain juga.

### C. Kapal-Kapal dengan Kecepatan dan/atau Seakeeping yang Kritis.

Telah tercatat sebelumnya bahwa kecepatan adalah suatu kriteria bersamaan dengan berat atau volume pada type-type kapal yang dibahas sebelumnya. Akan tetapi, pada beberapa type kapal lainnya, seperti kapal-kapal perang ukuran kecil dan kapal kapal kecepatan tinggi maka kecepatan dan atau seakeeping dapat menjadi kriteria kritis sendiri.

Sekalipun berat dan ruang dibutuhkan, kedua kriteria ini dapat tersedia oleh suatu kapal kecil, type kapal ini harus dibangun dengan lambung yang panjangnya memperbolehkan kecepatan dapat diperoleh secara ekonomis dan kapal dapat memenuhi kondisi laut yang diharapkan dengan gerakan kapal (motions) yang dapat diterima. Kapal-kapal lain yang dimensinya ditentukan oleh kecepatan dan atau seakeeping termasuk kapal-kapal riset.

### E. Cargo Capacity dan Cargo Spaces

Suatu pendekatan nilai kritis stowage dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Cargo S.G} = \frac{\text{Cargo dwt}}{\text{Cargo vol}} = \frac{(\text{cargo dwt} / \text{total dwt}) \times (\text{total dwt} / \text{displ})}{(\text{cargo vol} / \text{total vol}) \times (\text{total vol} / \text{displ})}$$

Jika kita buat :

$$\text{Cargo dwt} / \text{total dwt} = K_1 \quad \text{dan} \quad \text{total dwt} / \text{displ} = K_2$$

$$\text{Draft} / \text{depth ratio} = T / D = K_3$$

$$\text{Cargo vol} / \text{total vol} = K_4 \quad \text{dan} \quad C_b' \text{ (pada depth D)} / C_b \text{ (pada draft T)} = K_5$$

$$\begin{aligned} \text{Total vol} / \text{displ} &= (C_b' \times L \times B \times D) / (1,025 \times C_b \times L \times B \times T) \\ &= (1/1,025) \times (C_b'/C_b) \times (D/T) = (1/1,025) \times (K_5 / K_3) \end{aligned}$$

$$\text{Cargo density (S.G)} = (1,025 K_1 K_2 K_3) / (K_4 K_5)$$

Contoh nilai-nilai K diperoleh dari beberapa kurva dan dimasukkan ke dalam persamaan di atas :

$$K_1 = 0,90 \quad K_2 = 0,70 \quad K_3 = 0,73 \quad K_4 = 0,58 \quad K_5 = 1,05.$$

$$\begin{aligned} \text{Cargo density} &= (1,025 \times 0,90 \times 0,70 \times 0,73) / (0,58 \times 1,05) = 0,77 \text{ ton/m}^3 \\ &\text{atau } 1,29 \text{ m}^3/\text{ton}. \end{aligned}$$

Contoh kapal ini akan merupakan kritis berat jika muatan yang didesain untuk diangkut mempunyai cargo density lebih dari 0,77 atau memuat pada kurang dari 1,29 m<sup>3</sup>/ton dan kritis volume jika muatan adalah lebih ringan.

Requirements lainnya yang dapat membuat (atau membantu untuk membuat), komponen berat merupakan faktor kritis dapat berupa: konstruksi berat yang khusus atau item berat perlengkapan secara khusus dan atau termasuk pembatasan tinggi sarat.

Requirements lainnya yang dapat membuat (atau membantu untuk membuat), komponen berat merupakan faktor kritis dapat berupa: konstruksi berat yang khusus atau item berat perlengkapan secara khusus dan atau termasuk pembatasan tinggi sarat.

## F. Persamaan Volume

Volume suatu kapal kapal ditentukan berdasarkan dimensinya melalui persamaan:

$$V_h = C_{bd} \cdot L \cdot B \cdot D_c$$

dan juga

$$V_h = V_m + V_o$$

atau

$$V_h = (V_r - V_u) / K_c$$

dimana :

$D_c$  = tinggi ruang kapasitas dalam meter =  $D + C_m + S_m$

$D$  = tinggi geladak (moulded) dalam meter

$C_m$  = rata-rata camber dalam meter =  $2/3 C$  untuk camber parabolik

$S_m$  = rata-rata sheer dalam meter =  $1/6 (S_f + S_a)$  untuk sheer parabolik

$C_{bd}$  = koefisien blok pada tinggi geladak (moulded)

$V_h$  = volume total kapal (moulded) dibawah upper deck dan diantara perpendiculars dalam m<sup>3</sup>

$V_r$  = kapasitas muatan total yang diperlukan dalam m<sup>3</sup>

$V_u$  = kapasitas muatan di atas upper deck dalam m<sup>3</sup>.

$S$  = deduksi untuk struktur dalam ruang muat yang dinyatakan sebagai suatu Proporsi volume moulded.

$V_m$  = volume moulded yang ekuivalent dengan kapasitas muatan yang diperlukan di bawah upper deck =  $(V_r - V_u) / (1 - S)$

$K_c$  = rasio kapasitas muatan dibawah upper deck / total volume moulded  
 $= (V_r - V_u) / V_h$ .

$V_o$  = volume lainnya yang diperlukan untuk akomodasi, store, permesinan, tangki -tangki dan ruang tidak terpakai lainnya dalam volume  $V_h$  dalam m<sup>3</sup>.  
 (ruang tidak terpakai tergantung dari type muatan yang diangkut dan type pengukuran kapasitas yang sesuai).

Nilai Kc untuk kontainer berkisar sebesar 0,55, bulk carrier : 0,73, Tankers 0,66 s/d 0,69, Refrigerated cargo ships: 0,53.

Sebagai informasi tambahan untuk dimensi peti kemas yang telah ditetapkan dan disepakati di seluruh dunia:

1. Kontainer 20' Dry Freight (20 feet)

Ukuran luar :  $p \times l \times t = 20' \times 8' \times 8'6'' = 6,058 \times 2,438 \times 2,591 \text{ m}$

Ukuran dalam :  $p \times l \times t = 5,919 \times 2,340 \times 2,380 \text{ m}$

Kapasitas : 33 Cbm      Payload : 22,10 ton

2. Kontainer 40' Dry Freight (40 feet)

Ukuran luar :  $p \times l \times t = 40' \times 8' \times 8'6'' = 12,192 \times 2,438 \times 2,591 \text{ m}$

Ukuran dalam :  $p \times l \times t = 12,045 \times 2,309 \times 2,379 \text{ m}$

Kapasitas : 67,30 Cbm      Payload : 27,396 ton

3. Kontainer 40' High Cube Dry

Ukuran luar :  $p \times l \times t = 40' \times 8' \times 9'6'' = 12,192 \times 2,438 \times 2,926 \text{ m}$

Ukuran dalam :  $p \times l \times t = 12,045 \times 2,347 \times 2,684 \text{ m}$

Kapasitas : 76,0 Cbm      Payload : 29,6 ton

Ukuran muatan dalam pembongkaran/pemuatan kapal peti kemas dinyatakan dalam TEU (twenty feet equivalent unit). Oleh karena ukuran standart dari peti kemas dimulai dari panjang 20 feet maka satu peti kemas 20' dinyatakan sebagai 1 TEU dan peti kemas 40' dinyatakan sebagai 2 TEU atau sering dinyatakan dalam FEU (fourty feet equivalent unit).

### V.3. Ship systems

#### **V.4. Estimasi DWT (Dead weight) dan LWT (Light weight)**

##### **A. Persamaan Berat.**

Ukuran kapal yang perencanaannya didasarkan pada komponen berat ditentukan dengan persamaan berikut ini :

$$\Delta = \gamma \cdot C_b \cdot L \cdot B \cdot T \cdot (1 + s)$$

dan juga :

$$\Delta = W_d + W_l$$

atau :

$$\Delta = W_d / K_d$$

dimana :

$\gamma$  = berat jenis fluida dimana kapal beroperasi / terapung ( $\gamma$ ) ton/m<sup>3</sup>.

= 1.000 untuk air tawar dan 1.025 untuk air laut pada umumnya.

$L$  =  $L_{BP}$  atau  $L_{WL}$  (meter)

$B$  = lebar kapal / moulded (meter)

$T$  = tinggi sarat muat / moulded (meter)

$C_b$  = koefisien blok / moulded pada tinggi sarat  $T$  dan panjang  $L$

$\Delta$  = displasemen penuh (full displacement) (meter)

$s$  = displasemen kulit lambung, linggi buritan dan bagian menonjol (appendages)  
dinyatakan sebagai bilangan pecahan dari moulded displacement (0,005).

$W_d$  = bobot mati / deadweight (ton)

$W_l$  = berat kapal kosong (light weight) (ton)

$K_d$  = rasio deadweight / displacement atau  $W_d/\Delta$

Panjang yang digunakan  $L_{BP}$  adalah umumnya untuk kapal-kapal niaga sementara untuk kapal perang, desainer menggunakan  $L_{WL}$ . Terdapat argumen untuk kedua penggunaan. Penggunaan  $L_{BP}$  adalah tepat untuk kapal-kapal baling-baling tunggal dimana AP didefinisikan sebagai sisi belakang dari linggi baling-baling (rudder post) atau pusat tongkat kemudi jika tidak ada linggi kemudi dan linggi buritan dipandang sebagai appendage. Penggunaan  $L_{WL}$  lebih tepat untuk kapal baling-baling ganda (twin screw ships) dan secara khusus untuk kapal dengan kemudi ganda (twin rudders). Untuk kapal-kapal demikian, maka tidak terdapat “after perpendicular” yang pantas dan linggi buritan adalah bagian integral dari lambung kapal.

Lloyds Register memudahkan pernyataan bahwa  $L$  tidak kurang dari 96% dan tidak lebih dari 97%  $L_{WL}$ . Untuk kebanyakan kapal perang dengan baling-baling ganda maka tidak mengherankan jika  $L_{WL}$  umumnya digunakan pada desain kapal-kapal perang. Perbedaan antara  $L_{BP}$  dan  $L_{WL}$  adalah kecil tetapi adalah penting untuk diingat bahwa nilai-nilai  $F_n$  dan  $C_b$  harus sesuai dengan type panjang yang digunakan sebagai dasar perhitungan.

## B. Komponen Berat Kapal

Berat total suatu kapal terdiri dari komponen-komponen berikut ini (Parsons, 2003):

Berat total kapal  $\Delta = W_{LS} + DWT_T$

dimana:  $W_{LS}$  = berat kapal kosong lightship weight dan  $DWT_T$  = bobot mati kapal

Berat kapal kosong selanjutnya dibagi atas:

$$W_{LS} = W_S + W_M + W_O + W_{margin}$$

dimana:  $W_S$  = berat struktur kapal

$W_M$  = berat mesin propulsi

$W_O$  = berat perlengkapan dan berat hull engineering

$W_{margin}$  = berat margin kapal kosong, dimana komponen ini mencadangkan komponen berat yang tidak terhitung selama proses desain kapal

Bobot mati kapal selanjutnya terdiri dari:

$$DWT_T = DWT_C + W_{FO} + W_{LO} + W_{FW} + W_{C\&E} + W_{PR}$$

dimana:  $DWT_C$  = bobot mati muatan

$W_{FO}$  = berat bahan bakar

$W_{LO}$  = berat minyak pelumas

$W_{FW}$  = berat air tawar

$W_{C\&E}$  = berat ABK dan barang bawaannya

$W_{PR}$  = berat provisi

Berat margin untuk kapal-kapal komersial adalah berkisar 3% s/d 5% dari berat kapal kosong.

Lokasi titik berat dari komponen berat kapal adalah penting untuk diketahui untuk menghitung stabilitas kapal. Margin titik berat vertikal (VCG) adalah ditambah 0.150 m untuk VCG kapal kosong. Detail dari komponen berat dan titik beratnya ditemui di Parsons (2003) dan Watson (2002). Detail komponen berat serta titik beratnya terlihat pada Tabel 5.1.

### C. Berat Kapal Kosong

Secara umum berat kapal kosong dihitung menurut pendekatan sbb:

$$W_{LS} = 1128 (DWT/1000)^{0.64}.$$

#### C.1 Berat Struktur

Berat struktur kapal dihitung dengan menggunakan pendekatan bilangan “Lloyd’s Equipment Numeral E” yang diuraikan sebagai berikut:

$$E = E_{hull} + E_{SS} + E_{dh} = L (B + T) + 0,85 L (D - T) + 0,85 \sum_i l_i h_i + 0,75 \sum_j l_j h_j.$$

Bilangan E terdiri dari 3 bagian utama kapal, yaitu lambung utama, superstruktur dan rumah geladak dimana:

$l_i h_i$  = panjang dan tinggi superstruktur

$l_j h_j$  = panjang dan tinggi rumah geladak

Berat struktur kapal selanjutnya dihitung dengan rumus pendekatan:

$$W_S = W_S (E) = K E^{1,36} (1 + 0,5 (C_B' - 0,70))$$

Angka dalam kurung pada bagian terakhir persamaan menyatakan jika nilai  $C_B'$  pada 0,8 deck selain 0,7. Oleh sebab itu untuk menentukan nilai  $C_B'$  maka dipakai pendekatan:

$$C_B' = C_B + (1 - C_B) ((0,8 D - T) / 3 T)$$

Nilai koefisien K dan E untuk berbagai type kapal terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.2. Nilai Koefisien K dan E untuk berbagai type kapal

Ship type	K mean	K range	Range of E
Tankers	0.032	$\pm 0.003$	$1500 < E < 40000$
chemical tankers	0.036	$\pm 0.001$	$1900 < E < 2500$
bulk carriers	0.031	$\pm 0.002$	$3000 < E < 15000$
container ships	0.036	$\pm 0.003$	$6000 < E < 13000$
cargo	0.033	$\pm 0.004$	$2000 < E < 7000$
refrigerator ships	0.034	$\pm 0.002$	$4000 < E < 6000$
coasters	0.030	$\pm 0.002$	$1000 < E < 2000$
offshore supply	0.045	$\pm 0.005$	$800 < E < 1300$
tugs	0.044	$\pm 0.002$	$350 < E < 450$
fishing trawlers	0.041	$\pm 0.001$	$250 < E < 1300$
research vessels	0.045	$\pm 0.002$	$1350 < E < 1500$
RO-RO ferries	0.031	$\pm 0.006$	$2000 < E < 5000$
passenger ships	0.038	$\pm 0.001$	$5000 < E < 15000$
frigates/corvettes	0.023		

## C.2. Komponen Berat Mesin Induk dan Mesin Bantu

Secara umum berat komponen mesin dan instalasi terdiri dari berat mesin induk ( $W_{ME}$ ) dan berat komponen pendukung lainnya ( $W_{rem}$ ):

$$W_M = W_{ME} + W_{rem}$$

Berat mesin induk (diesel) dan berat mesin pendukung secara pendekatan dihitung sbb:

$$W_{ME} = \sum_i 12,0 (MCR_i / N_{ei})^{0,84}$$

$$W_{rem} = C_m (MCR)^{0,70}$$

Dimana  $C_m = 0,69$  untuk bulk carrier, cargo vessels dan container ships

$C_m = 0,72$  untuk tankers

$C_m = 0,83$  untuk passenger vessels dan ferries

$C_m = 0,19$  untuk frigates dan corvettes

MCR dalam kW dan  $N_{ei}$  dalam rpm

Untuk mesin diesel elektrik moderen, Watson menyarankan untuk menggunakan rumus berikut:

$$W_M = 0,72 (MCR)^{0,78} \text{ sedangkan untuk Gas Turbine } W_M = 0,001 MCR$$

Dimana: MCR adalah kapasitas semua generator dalam kW

Komponen perlengkapan kapal dapat dilihat pada berbagai referensi berdasarkan type dan dimensi kapal.

Sementara itu, komponen DWT ditentukan pada tahapan akhir desain sesuai dengan type, dimensi dan route pelayaran kapal.

Komponen LWT dan DWT kapal selanjutnya disusun seperti pada Tabel 5.2 untuk dapat menentukan posisi titik beratnya. Hal ini terkait dengan penentuan trim dan stabilitas kapal.

Table 5.2: Komponen Berat dan Titik Beratnya

No	Item berat	Berat (ton)	LCG (m), dari AP atau Midship	LCG (m), dari MS	TCG (m), dari CL	VCG (m) dari BL
1	Berat struktur					
2	Berat mesin dan sistem					
3	Berat perlengkapan					
	Total LWT (termasuk margin)					
4	DWT (tanpa fluid)					
5	Fluid : Fuel oil					
	Fresh water					
	Black water					
6	DWT dengan fluid					
7	Total Berat kapal					
	Koreksi fluid (full tank)					0.000
					Total VCG	2.947

## V.5. Estimasi Parameter Kapal

### A. Pengaruh Utama Ukuran Pokok Kapal

Pengaruh utama dari ukuran pokok kapal terlihat pada Tabel 5.3, sedangkan efek utama dari perubahan ukuran pokok kapal terhadap biaya pembuatan dan biaya operasional terlihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.3. Pengaruh Utama Ukuran Pokok Kapal

No	Parameter	Pengaruh Utama dari Ukuran Kapal
1	Length	Resistance, Capital Cost, Maneuverability, Longitudinal Strength, Hull Volume, Seakeeping.
2	Breadth/Beam	Transverse Stability, Resistance, Maneuverability, Capital Cost, Hull Volume
3	Depth	Hull Volume, Longitudinal Strength, Transverse Stability, Capital Cost, Freeboard
4	Draft	Displacement, Freeboard, Resistance, Transverse Stability

Tabel 5.4. Efek Utama Perubahan Ukuran Pokok Terhadap Biaya Kapal

No	Alteration of Dimension	Capital Cost		Operational Cost
		Hull	Machinery	
1	Increase L	Most expensive way to increase displacement; Increase cost	Reduces power and cost	Reduces fuel consumption and cost
2	Increase B	Increases cost (but less	Increases power and cost	Increases



		proportionately than L). Facilitates increase in D by improving stability.		
3	Increase D and T	Cheapest dimensions to increase; Reduces cost	Reduces power and cost	Reduces
4	Increase C <sub>b</sub>	Cheapest way to increase displacement and deadweight	Increases power. Above a certain relationship of F <sub>n</sub> to C <sub>b</sub> can cause rapid increase in power	Increases

Estimasi pertama dari parameter dan koefisien dilakukan dari:

- Rumus empiris yang tersedia pada literatur yang dipublikasi
- Koleksi dari data terkini dan analisis statistik
- Ekstrapolasi dari kapal dengan dimensi yang mendekati

## B. Displasemen

Estimasi pertama dari displasemen dapat dilakukan dari analisa data statistik, sebagai fungsi dari kapasitas DWT. Rasio statistik DWT/ $\Delta$  diberikan pada Tabel 5.5. berikut ini:

Tabel 5.5. Koefisien DWT Untuk Berbagai Type Kapal

Type Kapal	$C_{cargo\ DWT}$	$C_{total\ DWT}$
Tanker berukuran besar	0,85 – 0,87	0,86 – 0,89
Tanker produksi	0,77 – 0,83	0,78 – 0,85
Kapal Kontainer	0,56 – 0,63	0,70 – 0,78
Kapal Ro-Ro	0,50 – 0,59	-
Kapal Bulk Carrier besar	0,79 – 0,84	0,81 – 0,88
Kapal Bulk Carrier kecil	0,71 – 0,77	-
Kapal Barang Refrigerator	0,50 – 0,59	0,60 – 0,69
Kapal Ikan Trawler	0,37 – 0,45	-
Dimana: C = (Cargo DWT atau Total DWT) / Displasemen		

## C. Panjang Kapal

C.1. Panjang kapal dapat ditentukan menurut formula Posdunine yang dimodifikasi oleh Van Lammeren:

$$L_{BP} \text{ (ft)} = C \{ (V_T / (2 + V_T)) \}^2 \times \Delta^{1/3}$$

Dimana  $C = 23,5$  untuk kapal barang baling-baling tunggal dan kapal penumpang dengan  $V = 11$  s/d 16,5 knots  
 $C = 24$  untuk kapal barang baling-baling ganda dan kapal penumpang dengan  $V = 15,5$  s/d 18,5 knots  
 $C = 26$  untuk kapal-kapal penumpang cepat dengan  $V \geq 20$  knots

C.2 Panjang Kapal menurut pendekatan statistik Volker

$$\{(L/\nabla^{1/3}) - C\} = 3,5 + 4,5 \{V/(\sqrt[3]{g \nabla^{1/3}})\}$$

Dimana  $C = 0$  untuk kapal barang muatan kering dan kontainer

$C = 0,5$  untuk kapal-kapal muatan beku

$C = 1,5$  untuk kapal-kapal trawler

$V$  dalam m/sec,  $L$  dalam m dan  $\nabla$  displasemen dalam  $m^3$ .

### B.3 Panjang Kapal menurut pendekatan statistik Schneekluth

Formula ini didasarkan atas hasil optimisasi statistik menurut kriteria ekonomis atau panjang untuk biaya produksi terendah.

$$L_{PP} = \Delta^{0,3} \times V^{0,3} \times C$$

Dimana  $L_{PP}$  dalam m,  $\Delta$  adalah displasemen dalam ton,  $V$  adalah kecepatan dalam knot

$C = 3,2$  jika koefisien block

## D. Rasio Dimensi Utama Kapal

Dalam pemilihan dimensi utama kapal maka haruslah dipertimbangkan terhadap keseimbangan dimensi kapal tersebut. Karena dimensi utama kapal tersebut sangat berpengaruh terhadap parameter kapal. Perbandingan dimensi kapal dinyatakan dengan rasio antara dimensi utama kapal tersebut.

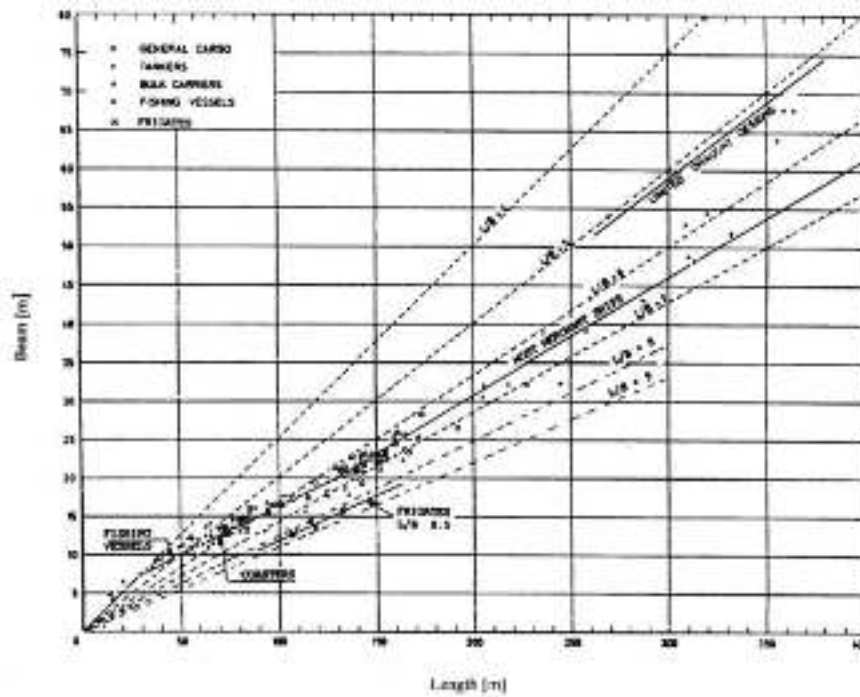
### D.1. Rasio Panjang/Lebar Kapal (L/B)

Rasio L/B berpengaruh terhadap parameter kapal seperti: hambatan, manuver dan biaya kapal.

Secara umum rasio L/B (Watson dan Gilfillan) adalah sebagai berikut:

$L/B = 4,0$	untuk	$L \leq 30 \text{ m}$
$L/B = 4,0 + 0,025 (L - 30)$	untuk	$30 \leq L \leq 130 \text{ m}$
$L/B = 6,5$	untuk	$130 \text{ m} \leq L$

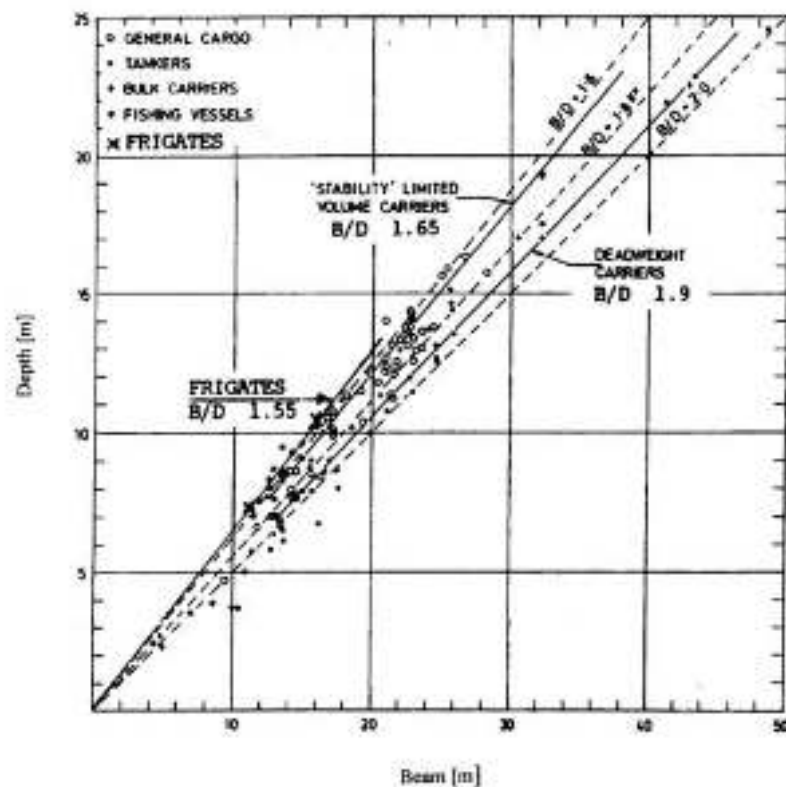
Secara umum, rasio L/B untuk berbagai kapal terlihat pada Gambar 5.2 berikut ini:



Gambar 5.2. Rasio L/B untuk berbagai type kapal

## D.2. Rasio B/D atau B/H

Rasio B/D mempengaruhi stabilitas Kapal. Rasio B/D untuk kebanyakan kapal terlihat pada Gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.3. Rasio B/D untuk berbagai type kapal.

Watson dan Gillfilan menyatakan untuk kapal tanker bersukuran besar, Rasio B/D sekitar 1,91 sedangkan bulk carrier sekitar 1,88 sementara untuk Reffers dan Container ships sekitar 1,70. Kapal-kapal dengan type muatan berat mempunyai rasio B/D sekitar 1,90 sedangkan untuk kapal dengan stabilitas yang dibatasi mempunyai rasio B/D sekitar 1,65.

### **D.3. Rasio B/T.**

Rasio B/T berpengaruh terutama terhadap luas permukaan basah, hambatan dan stabilitas kapal. Secara umum untuk kapal-kapal rasio B/T berada pada jangkauan  $2,25 < B/T < 3,75$ .

### **D.4. Rasio L/D atau L/H.**

Rasio ini sangat berpengaruh terhadap kekuatan memanjang kapal. Rasio ini tidak berpengaruh secara signifikan untuk kapal-kapal berukuran kecil. Namun pengaruh rasio ini sangat terasa untuk kapal-kapal dengan panjang  $L = 100$  s/d  $300$  meter. Untuk kapal dengan dimensi panjang seperti ini maka pengaruh bending moment akibat gelombang sangatlah besar. Badan klasifikasi mengisyaratkan rasio L/D untuk setiap kapal. Sementara Untuk kapal-kapal dengan L/D berkisar antara  $L = 100$  s/d  $300$  m maka pertimbangan khusus dilakukan terhadap kekuatan struktur kapal. Hal ini berkaitan dengan momen inersia atau modulus penampang yang tersedia pada penampang kapal untuk menahan besarnya momen lentur akibat pengaruh gelombang. Oleh karena momen inersia penampang tergantung pada nilai B dan  $D^3$  maka pertimbangan untuk kedua dimensi kapal ini dilakukan terhadap aspek kekuatan dan stabilitas kapal.

## **E. Koefisien Bentuk Lambung Kapal**

Pemilihan koefisien-koefisien bentuk lambung utama adalah merupakan kebiasaan dalam desain kapal. Umumnya kapal-kapal niaga cenderung untuk menetapkan koefisien blok  $C_B$  sebagai koefisien utama, sedangkan kapal perang kecepatan tinggi cenderung menetapkan koefisien prismatic memanjang  $C_P$  sebagai koefisien utama.

Koefisien blok  $C_B$  dapat dinyatakan dalam hubungan lambung kapal secara memanjang dan vertikal sebagai berikut:

$$C_B = C_P \cdot C_X$$

$$C_B = C_{VP} \cdot C_{WP}$$

Dengan demikian maka desainer harus mengecek keberadaan  $C_B$  dari kedua persamaan ini.

### **E.1. Koefisien Blok $C_B$**

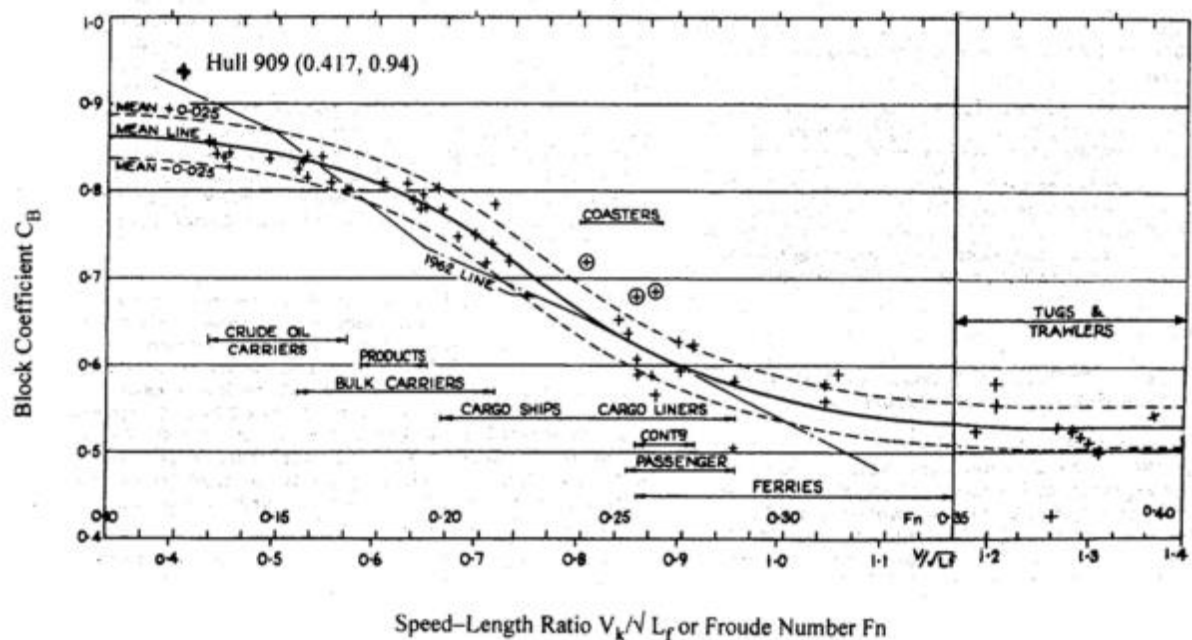
Koefisien blok  $C_B$  menyatakan bentuk lambung terbenam, yaitu:

Rasio antara volume benaman terhadap kotak sekelilingnya dengan dimensi L B T.

Secara umum, desain lambung kapal dari aspek ekonomis adalah menghasilkan hambatan yang minimum dengan mempertimbangkan keberadaan koefisien blok  $C_B$ .

Koefisien blok suatu kapal secara utama menentukan parameter hidrostatik kapal. Koefisien ini menentukan displasemen volume kapal. Selain itu koefisien ini sangat berpengaruh secara teras terhadap hambatan dan daya dorong suatu kapal. Nilai koefisien blok yang besar terutama ditemui pada kapal-kapal tanker, bulker, cargo, ikan, dll. Sedangkan kapal-kapal penumpang serta kapal-kapal dengan kecepatan tinggi mempunyai nilai koefisien blok yang kecil.

Secara umum pedoman untuk pemilihan  $C_B$  untuk kapal-kapal niaga terlihat pada Gambar 5.3 berikut ini (Watson dan Gilfillan).



Gambar 5.4. Koefisien Blok Kapal-Kapal Niaga

Pada Gambar 5.4, sumbu x pertama dinyatakan dengan speed-length ratio  $V_k/L_f$  dimana kecepatan  $V_k$  dinyatakan dengan knot dan panjang  $\sqrt{L_f}$  dinyatakan dengan feet serta sumbu x kedua dinyatakan dengan bilangan Froude  $F_n$ .

Pedoman umum untuk penentuan koefisien blok kapal-kapal niaga untuk range  $0,50 < V_k/\sqrt{L_f} < 1,0$  ialah:

$$C_B = K - 0,5 V_k / \sqrt{L_f}$$

dimana:

$$K = 1,33 - 0,54 V_k / \sqrt{L_f} + 0,24 (V_k / L_f)^2$$

## E.2. Koefisien Midship

Koefisien midship yang direkomendasikan untuk kapal-kapal niaga dijelaskan sebagai berikut.

Menurut Benford yang mengembangkan koefisien ini dari data Seri 60 adalah:

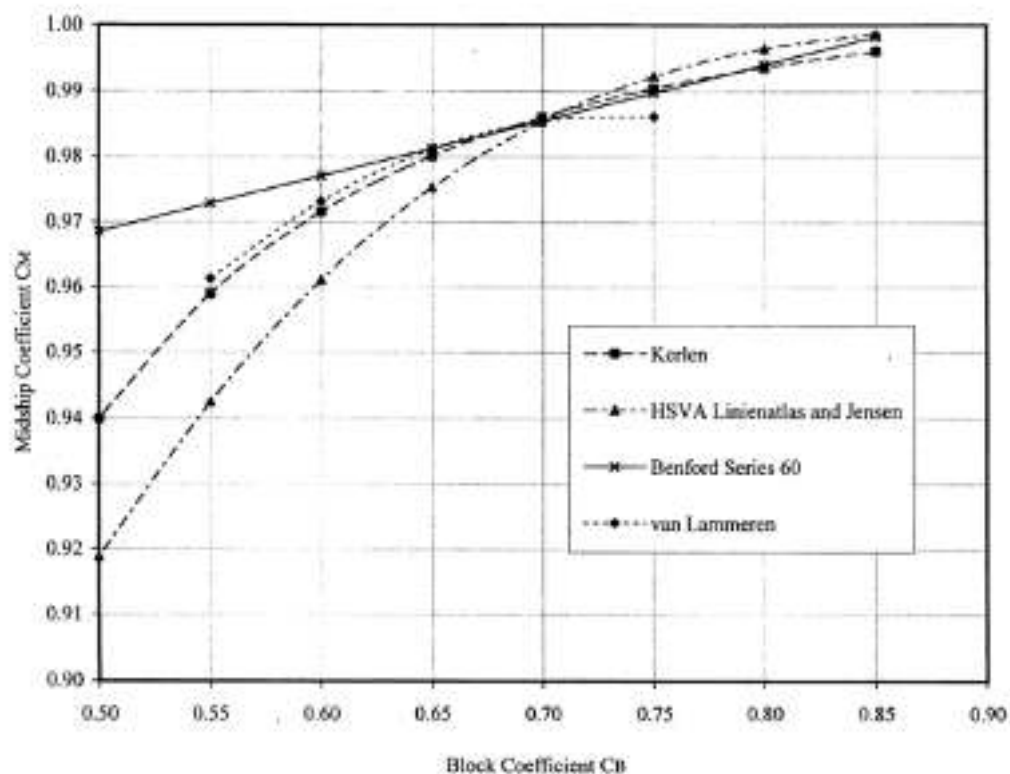
$$C_M = 0,977 + 0,085 (C_B - 0,60) \quad (5.14)$$

Schneekluth dan Bertram merekomendasikan nilai  $C_M$  untuk kapal-kapal niaga:

$$C_M = 1,006 - 0,0056 C_B^{-3,56} \quad (5.15)$$

$$C_M = (1 + (1 - C_B)^{3,5})^{-1} \quad (5.16)$$

Secara umum, persamaan-persamaan di atas dinyatakan dalam hubungan antara  $C_M$  dan  $C_B$  seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5.5. Hubungan antara  $C_M$  dan  $C_B$ .

Jika suatu kapal mempunyai full midship-section, tanpa deadrise, sisi kapal yang rata serta mempunyai radius bilga (  $r$  ) maka  $C_M$  mempunyai relasi dengan  $B$ ,  $T$  dan  $r$  yang dinyatakan sebagai berikut:

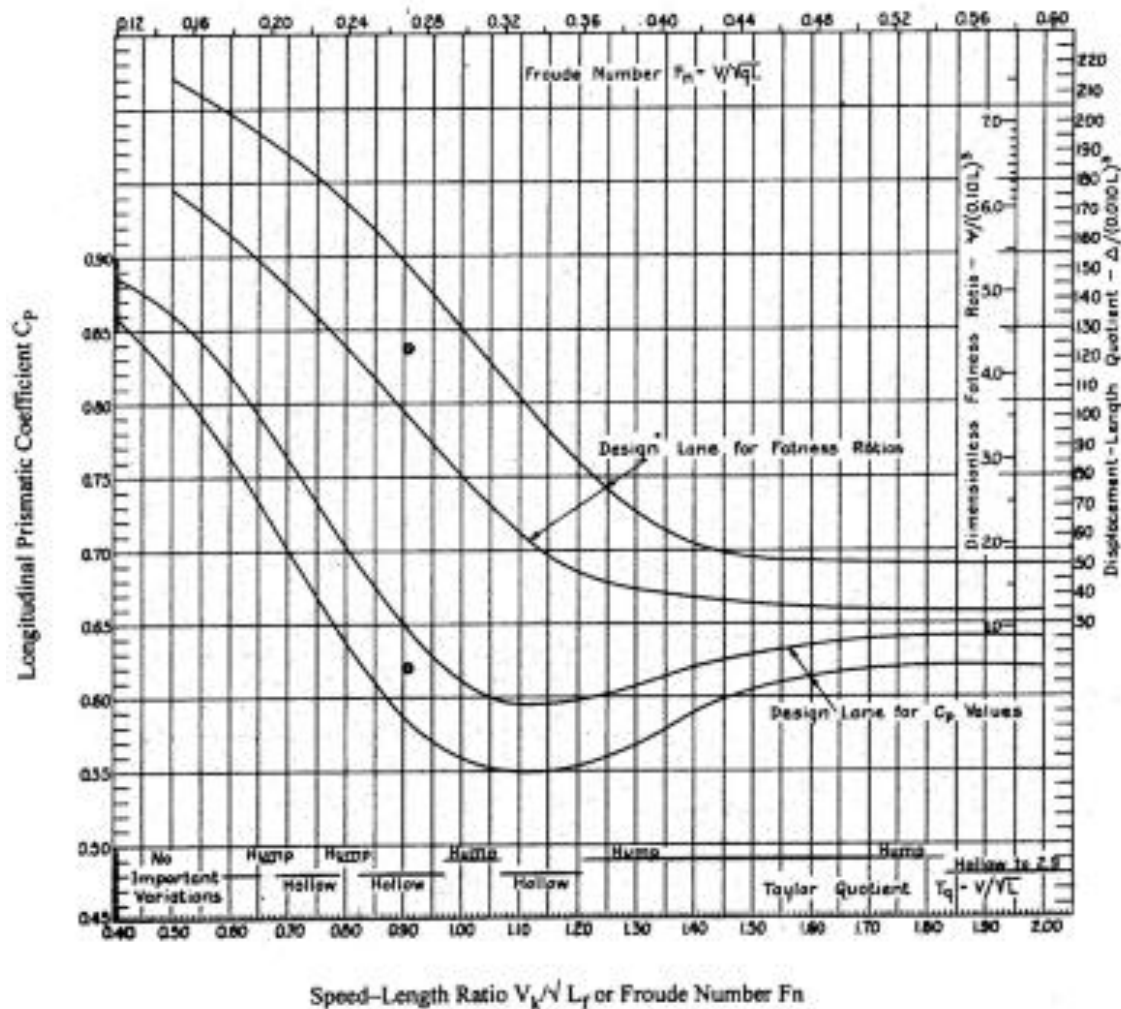
$$C_M = 1 - 0,4292 r^2/BT$$

Jika suatu kapal mempunyai lebar pelat lunas datar  $K$  dan rise of floor  $F$  pada  $B/2$ , maka:

$$C_M = 1 - \{ F ((B/2 - K/2) - r^2 / (B/2 - K/2)) + 0,4292 r^2 \} / BT$$

### E.3. Koefisien Prismatic Memanjang

Koefisien Prismatic memanjang menyatakan distribusi volume sepanjang lambung kapal. Parameter ini berkaitan erat dengan penentuan hambatan suatu kapal. Petunjuk penentuan koefisien prismatic memanjang untuk kapal-kapal niaga dikemukakan oleh Saunders dan dinyatakan pada gambar berikut ini.

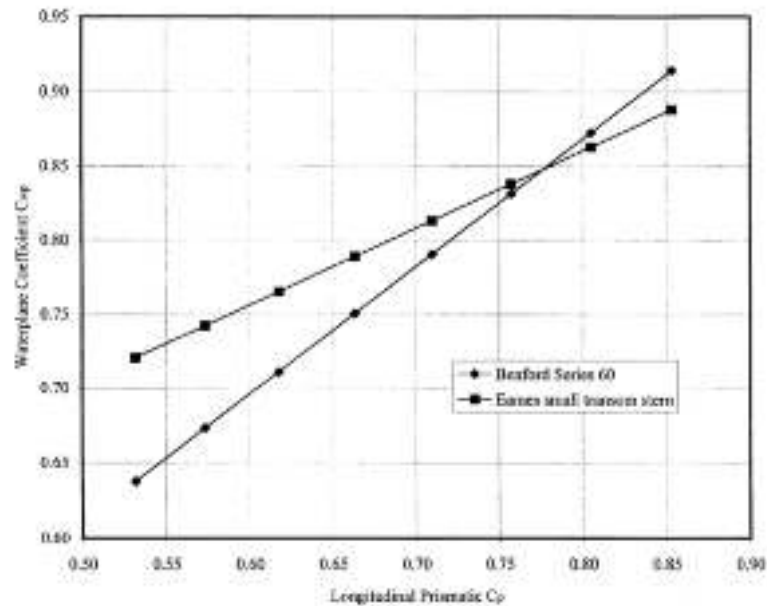


Gambar 5.6. Hubungan antara  $C_p$  dan  $F_n$

#### E.4. Koefisien Bidang Garis Air (Waterplane Coefficient) $C_{wp}$ .

Koefisien bidang garis air  $C_{wp}$  berkaitan erat dengan stabilitas kapal, yaitu momen inersia bidang garis air serta hambatan suatu kapal.

Hubungan antara  $C_{wp}$  dan  $C_p$  dinyatakan pada gambar berikut ini.



Gambar 5.7. Hubungan antara  $C_{WP}$  dan  $C_P$

Penentuan CWP menurut beberapa type kapal terlihat pada persamaan berikut ini

Equation	Applicability/Source
$C_{WP} = 0.180 + 0.860 C_P$	Series 60
$C_{WP} = 0.444 + 0.520 C_P$	Eames, small transom stern warships (2)
$C_{WP} = C_B / (0.471 + 0.551 C_B)$	tankers and bulk carriers (17)
$C_{WP} = 0.175 + 0.875 C_P$	single screw, cruiser stern
$C_{WP} = 0.262 + 0.760 C_P$	twin screw, cruiser stern
$C_{WP} = 0.262 + 0.810 C_P$	twin screw, transom stern
$C_{WP} = C_P^{2/3}$	Schneekluth 1 (17)
$C_{WP} = (1 + 2 C_B / C_M^{1/2}) / 3$	Schneekluth 2 (17)
$C_{WP} = 0.95 C_P + 0.17 (1 - C_P)^{1/3}$	U-form hulls
$C_{WP} = (1 + 2 C_B) / 3$	Average hulls, Riddlesworth (2)
$C_{WP} = C_B^{1/2} - 0.025$	V-form hulls

#### F. Posisi Longitudinal Centre of Buoyancy (LCB)

LCB berpengaruh terhadap pengetriman dan hambatan kapal. Penentuan LCB suatu kapal haruslah mempertimbangkan kedua parameter ini dan juga type dari kapal. Secara pendekatan LCB untuk kapal-kapal niaga ditentukan sebagai berikut.

Harvald :  $LCB = 9,70 - 45 Fn \pm 0,8$

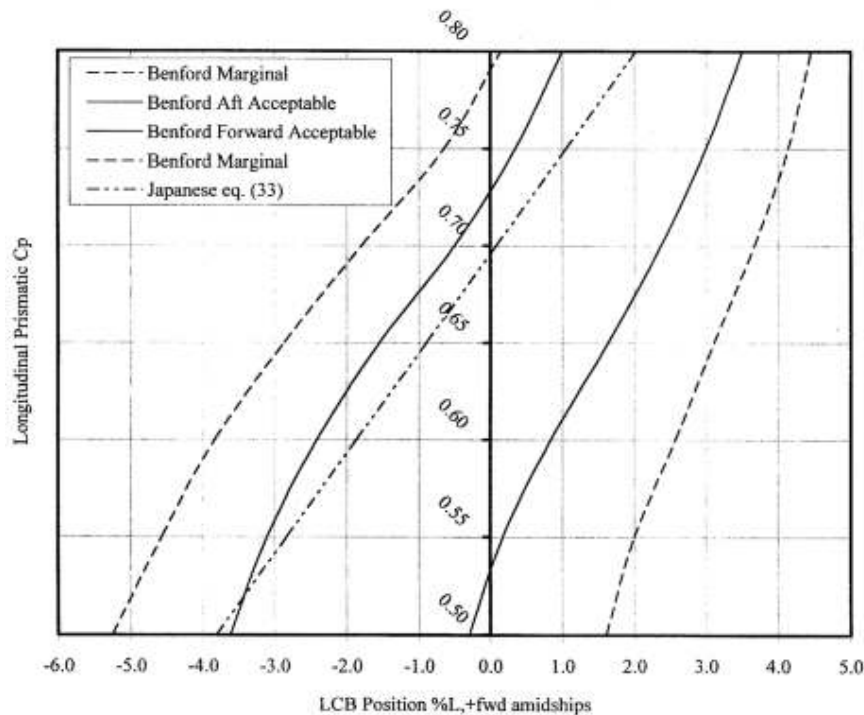


Schneekluth dan Bertram :  $LCB = 8,80 - 38,90 F_n$

:  $LCB = -13,5 + 19,4 C_P$ .

LCB dinyatakan sebagai presentasi dari pajang kapal dan positif ke depan midship.

Benford merekomendasikan posisi LCB berdasarkan nilai  $C_P$  seperti terlihat pada gambar berikut



Gambar 5.8 Posisi LCB berdasarkan nilai  $C_P$ .

## G. Estimasi Awal Parameter Hidrostatik

Parameter KB dapat ditentukan melalui beberapa pendekatan:

Pendekatan Moorish/Norman untuk  $C_M \leq 0,90$ :  $KB/T = (2,5 - C_{VP}) / 3$

Pendekatan Posdunine dan Lackenby untuk  $C_M > 0,9$  :  $KB/T = (1 + C_{VP})^{-1}$ .

Sedangkan Schneekluth dan Bertram menyatakan nilai regresi untuk ketiga nilai KB sbb:

$$KB/T = (0,90 - 0,36 C_M)$$

$$KB/T = (0,90 - 30 C_M - 0,10 C_B)$$

$$KB/T = 0,78 - 0,285 C_{VP}.$$

## H. Estimasi Awal Parameter Stabilitas Kapal

### H.1. Momen Inersia Bidang Garis Air

Momen Inersia Bidang Garis Air melintang ( $I_T$ ) dan memanjang ( $I_L$ ) dihitung menurut pendekatan sbb:

$$C_I = I_T/LB^3 \quad \text{dan} \quad C_{TL} = I_L/LB^3$$

Dimana  $C_I$  dan  $C_{TL}$  ialah koefisien momen inersia bidang garis air dan ditentukan menurut pendekatan berikut ini.

<i>Equations</i>	<i>Applicability / Source</i>
$C_I = 0.1216 C_{WP} - 0.0410$	D' Arcangelo transverse
$C_{IL} = 0.350 C_{WP}^2 - 0.405 C_{WP} + 0.146$	D' Arcangelo longitudinal
$C_I = 0.0727 C_{WP}^2 + 0.0106 C_{WP} - 0.003$	Eames, small transom stern (2)
$C_I = 0.04 (3C_{WP} - 1)$	Murray, for trapezium reduced 4% (17)
$C_I = (0.096 + 0.89 C_{WP}^2) / 12$	Normand (17)
$C_I = (0.0372 (2 C_{WP} + 1)^3) / 12$	Bauer (17)
$C_I = 1.04 C_{WP}^2 / 12$	McCloghrie + 4% (17)
$C_I = (0.13 C_{WP} + 0.87 C_{WP}^2) / 12$	Dudszus and Danckwardt (17)

## H.2. Radius Metasenter

Radius metasenter melintang ( $B_{MT}$ ) dan memanjang ( $B_{ML}$ ) ditentukan menurut pendekatan.

$$B_{MT} = I_T / \nabla \quad \text{dan} \quad B_{ML} = I_L / \nabla$$

dimana  $\nabla$  = displasemen volume kapal

## H.3. Rasio KG/D

Rasio KG/D untuk beberapa type kapal terlihat berikut ini:

KG/D = 0,63 sd. 0,70 untuk kapal-kapal barang normal

KG/D = 0,83 untuk kapal-kapal penumpang

KG/D = 0,90 untuk kapal-kapal trawler dan kapal-kapal tunda

## H.4. Tinggi Metasenter $GM_T$ .

$$GM_T = KB + BM_T - KG.$$

Koreksi terhadap  $GM_T$  dari pengaruh permukaan fluida bebas harus diberlakukan terhadap  $GM_T$ , sehingga :  $GM_T' = GM_T - 0,03 KG$  (assumsi)

Selanjutnya nilai  $GM_T'$  harus memenuhi persyaratan IMO:

The International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code).

➔ Tinggi metasenter awal kapal ( $GM_T'$ ) tidak boleh kurang dari 0.15 m.

- Design of Lines Plan; Bow and stern design, Designing lines using a basis ship, Designing lines to minimise power, Twin-screw lines and appendages, High stability lines, Designing lines for seakeeping & manoeuvrability, The lines above the water lines;

**BATAS UTS**

## VI. DESAIN RENCANA GARIS

### VI.1. Desain Rencana Garis

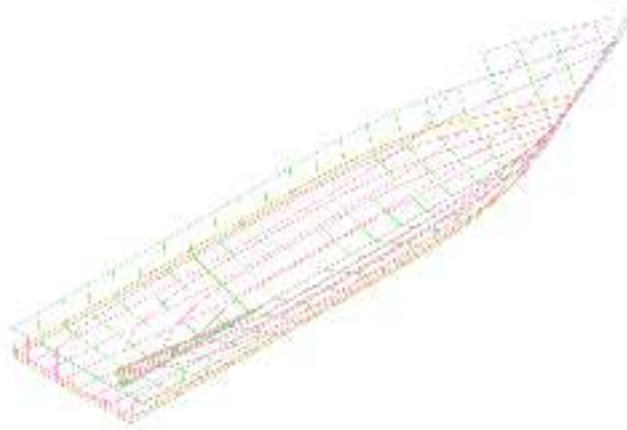
Rencana garis suatu kapal menjelaskan tentang bentuk geometri lambung dari kapal tersebut. Selain dimensi kapal, rencana garis menentukan bentuk geometri lambung seperti koefisien blok ( $C_b$ ), koefisien midship ( $C_m$ ), koefisien prismatic ( $C_p$ ) dan koefisien garis air ( $C_w$ ). Di samping itu, posisi titik tekan displasemen lambung kapal ( $L_{cb}$  dan  $V_{cb}$ ) serta sudut masuk garis air (angle of entrance,  $\frac{1}{2} \alpha_e$ ) dan sudut haluan kapal (angle of bow,  $\beta_{bow}$ ) dinyatakan dalam rencana garis ini.

Rencana garis suatu kapal dapat dibuat secara manual atau dengan bantuan software (Maxsurf, Autoship, dll). Berikut ini ditampilkan rencana garis suatu type kapal cepat (Gambar 6.1) hasil pengembangan dari Maxsurf.

Ordinat garis air dari rencana garis menggambarkan posisi garis air (WL) dan garis buttock (BL) seperti terlihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Ordinat Garis Air

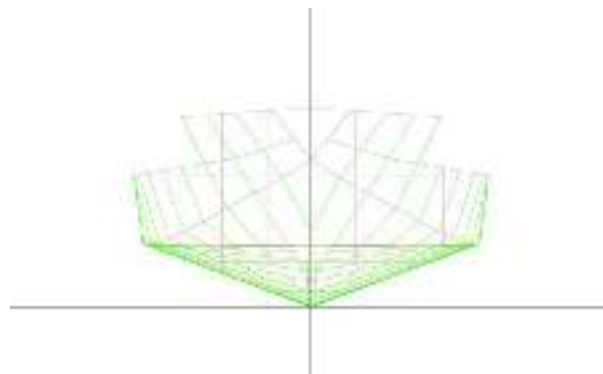
Length overall, $L_{OA}$ ; Beam, $B$ ; Draft, $T$ ; Deck, $H$								
.....								
Angle of entrance $\beta_{bow} = \dots$ Degree								
Angle of bow $\alpha_{bow} = \dots$ Degree								
Angle of bottom deadrise $\alpha_{deadrise} = \dots$ degree;								
No Fr.	Length	Height above Base Line (m)				Half Breadth from Center Line (m)		
		BL ..	BL ..	Chine ?	M. Deck	WL ..	WL ..	M. Deck
AP								
0.5								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
19.5								
FP								



Perspektif



Profile (Side) Plan



Body Plan



Top (Breadth) Plan

Gambar 6.1 Contoh Rencana Garis Kapal Penumpang Cepat

Desain garis air dibutuhkan untuk memenuhi displasemen kapal dan juga untuk memenuhi parameter desain lainnya. Watson (2002) menyatakan bahwa suatu rencana garis diperlukan untuk alasan-alasan berikut ini:

- Untuk memenuhi rencana umum yang mana digambarkan pertama-tama dalam proses desain maka rencana garis harus sesuai dengan luasan geladak untuk kebutuhan akomodasi.
- Untuk memenuhi displasemen sesuai dengan tinggi sarat kapal
- Untuk memenuhi parameter hydrostatis yang digunakan untuk perhitungan-perhitungan stabilitas kapal
- Untuk memenuhi ruangan-ruangan dan kapasitas tangki di bawah geladak utama
- Untuk digunakan pada pembuatan model untuk uji coba di tangki percobaan
- Untuk mempersiapkan data offset (ukuran lambung), pekerjaan lantai gading, pengkodean numerik dan semua gambar-gambar untuk aplikasi selanjutnya.

Selanjutnya, rencana garis haruslah didesain untuk memenuhi parameter kapal lainnya seperti:

- Menyediakan bentuk lambung dengan hambatan yang minimal atau daya dorong minimal untuk suatu kapal tertentu
- Menyediakan bentuk lambung dengan efisiensi yang baik
- Menyediakan ruang untuk jarak bebas (clearance) propeller
- Menyediakan bentuk lambung untuk seakeeping dan manuver yang baik
- Menyediakan posisi LCB untuk hambatan kapal yang baik dan juga bersamaan dengan posisi LCG untuk menjamin kondisi trim yang memuaskan
- Menyediakan bentuk lambung dengan posisi KM yang baik untuk suatu dimensi tinggi sarat kapal untuk mencapai stabilitas kapal yang baik.
- Menyediakan bentuk lambung dengan penampilan estetika yang baik

## **VI.2. Desain Haluan dan Buritan Kapal**

### **A. Type Haluan**

Secara umum, pada kapal terdapat “normal bow” dan “bulbous bow”. Normal bow seperti “straight bow” atau “swim bow” adalah sederhana dan gampang untuk dibuat. Sedangkan penggunaan bulbous bow adalah terutama untuk mengurangi daya dorong pada range Froude Number ( $F_n = V/\sqrt{gL}$ ) tertentu. Di luar  $F_n$  tertentu maka penggunaan bulbous bow tidak bermanfaat dan malah meningkatkan daya dorong.

### **B. Bagian Haluan di Atas Waterline**

Di atas waterline, haluan dibuat menonjol ke depan untuk menyesuaikan bagian menonjol dari penampang-penampang yang berdekatan. Bagian haluan yang menonjol dan melebar ke depan ini mempunyai fungsi untuk mengurangi gerakan kapal “pitching” dan juga mengurangi jumlah air yang terhempas masuk ke atas geladak depan kapal. Juga bagian menonjol kapal ke depan ini berfungsi untuk meminimalkan kerusakan kapal akibat tubrukan dengan kapal/benda lainnya.

### **C. Faktor-Faktor Desain Buritan Kapal**

Beberapa faktor berikut ini dipertimbangkan dalam mendesain buritan kapal:

- Menyediakan ruang yang cukup untuk propeller untuk menghindari vibrasi kapal yang berlebihan
- Menyediakan aliran fluida yang baik kepada kemudi untuk memperoleh olah gerak kapal yang baik
- Menyediakan bentuk garis air yang baik untuk meminimalkan separasi dan hambatan kapal
- Menyediakan ruangan untuk penempatan elemen pendukung untuk propeller dan kemudi dan juga ruangan untuk steering gear dan tambat namun secara ekonomis untuk dibuat.

Sebagai tambahan, tentang ruangan yang tepat untuk penempatan propeller dan kemudi di buritan kapal dapat dilihat lebih lanjut pada peraturan biro klasifikasi kapal.

### **D. Garis Air Buritan di Atas Propeller.**

Aplikasi buritan transom adalah untuk alasan penghematan biaya, luas geladak yang lebih besar untuk penempatan alat tambat dan ruang lainnya menyebabkan daerah waterline yang lebih besar. Juga, pembesaran daerah waterline menyebabkan nilai KM yang lebih besar.

## **VI.3. Desain Garis Air Menggunakan Kapal Contoh**

#### **VI.4. Desain Garis Air Untuk Minimal Daya Dorong**



Tujuan utama di balik desain garis air adalah **“meminimalkan daya dorong”** yang dibutuhkan dimana hal ini dapat dicapai dengan **“meminimalkan resistance”** serta **“memaksimalkan efesiensi propulsive”**.

Perhatikan konsep daya dorong kapal seperti pada Gambar 6.2 berikut ini:

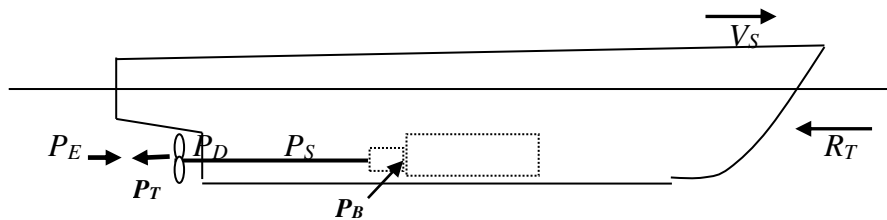
$$\text{Daya dorong kapal } (P_B) = P_E / PC = (R_T * V) / PC$$

Dimana:

$$\text{Daya dorong Kapal (mesin induk)} = P_B \quad \text{Daya Dorong efektif} = P_E$$

$$\text{Hambatan kapal} = R_T \quad \text{Kecepatan Kapal} = V \quad \text{Total koefisien propulsi} =$$

PC



Gambar 6.2 Distribusi Daya Dorong Kapal.

$$P_B (\text{MCR}) = P_B (\text{NCR}) + (10 \text{ s/d } 15) \%$$

#### A. Posisi LCB

Tujuan dari penempatan LCB pada posisi yang benar adalah:

- Menempatkannya sesuai dengan posisi titik tekan memanjang (LCG) untuk memperoleh trim yang pantas
- Penempatan LCB yang benar dapat meminimalkan daya dorong kapal

Jangkauan yang optimal dari posisi LCB tergantung terutama pada  $F_n$  dan  $C_b$ . Jangkauan LCB juga berbeda terhadap kapal-kapal mesin ganda dibandingkan dengan mesin tunggal.

Hasil plot grafik untuk jangkauan optimal posisi LCB terhadap  $C_b$  berdasarkan asumsi bahwa  $C_b$  berhubungan dengan  $F_n$  umumnya diperoleh pada garis Watson/Gilfillan. Untuk nilai  $C_b$  berkisar antara 0.50 s/d 0.60 maka nilai LCB adalah (-2 s/d -2.5)% LWL.

#### B. Kurva Sectional Area (Luas Penampang)

Kurva luas penampang adalah salah satu dari faktor utama yang menentukan hambatan dari suatu kapal sehingga perlu perhatian khusus terhadap bentuknya. Langkah pertama dalam menggambarkan kurva luas penampang adalah menentukan ordinat maximumnya, yaitu koefisien luas midship ( $C_m$ ).

Hubungan antara  $C_b$  dan  $C_m$  dinyatakan sebagai:

$$C_m = 0.4 C_b + 0.58 \quad (\text{untuk kapal dengan rise of floor yang tinggi}).$$

Atau dalam hubungannya dengan  $C_b$  dan  $C_p$  adalah:

$$C_m = C_b / C_p$$

Kurva luas dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: bagian depan (entrance), tengah (parallel middle body) dan belakang (run). Beberapa pertimbangan berikut ini perlu diperhatikan dalam mendesain kurva luas:

- Paralel middle body harus dibuat sepanjang mungkin tanpa mengganggu entrance atau run dan hindari bahu yang keras (hard shoulder) pada sambungan-sambungan tersebut.
- Panjang parallel middle body ditentukan terutama oleh koefisien blok (atau prismatic) sedangkan panjang entrance dan run tergantung pada koefisien blok dan posisi LCB.
- Posisi LCB merupakan hasil pertimbangan kurva luas penampang yang diambil untuk meminimalkan hambatan kapal

#### **VI.5. Garis Air untuk Twin-Screw dan Appendages**

Garis air yang baik untuk kapal-kapal dengan twin-screw dapat didesain dengan maksud untuk minimalkan hambatan, tanpa mempertimbangkan aliran ke propeller yang memainkan peranan penting dalam desain garis air twin-screw. Sebagai akibat, kapal-kapal dengan bentuk twin screw dapat mempunyai  $C_b$  yang besar (dengan posisi LCB agak di belakang) untuk  $F_n$  yang ditentukan.

Sebagai akibat dari adanya bagian-bagian yang menonjol (appendages) seperti bossing, shaft brackets, dll maka hambatan dapat meningkat dibanding dengan tanpa appendages (naked hull). Presentasi ini dapat mencapai nilai tambahan resistance sebesar 10 % dari hambatan naked hull.

#### **VI.6. Garis Air dengan Stabilitas yang Tinggi**

Tujuan dibalik desain garis air sebagaimana dijelaskan sebelumnya adalah meminimalkan daya dorong yang dibutuhkan dimana hal ini dicapai dengan minimalkan hambatan kapal atau memaksimalkan efisiensi propulsi. Untuk kapal-kapal penumpang dan kontainer, stabilitas adalah merupakan faktor yang penting. Pemakaian garis air dengan KM yang tinggi untuk lebar kapal yang ditentukan akan dapat meningkatkan ekonomi dalam suatu desain. Rasio B/D dapat dikurangi jika garis air didesain untuk memberikan nilai KM yang tinggi yang pantas digunakan. Rasio B/D yang kecil dapat menjadikan murah untuk dibangun, memerlukan baja yang sedikit dan juga memerlukan daya dorong yang kecil.

Cara meningkatkan KM adalah meningkatkan tinggi geladak (untuk kapal barang) atau memperpanjang superstruktur (untuk kapal penumpang). Untuk kapal penumpang, meningkatkan KM diperoleh dengan meningkatkan freeboard. Hal ini dapat meningkatkan survivability dan stabilitas kapal sewaktu kerusakan (damage stability) dapat dicapai.

#### **A. Cara Memperoleh KM yang Tinggi**

Cara meningkatkan KM untuk suatu kapal dengan dimensi yang telah ditentukan adalah:

- Mengisi waterline – meningkatkan BM (tetapi dapat meningkatkan hambatan)
- Menggunakan penampang V (V-section) – meningkatkan KB
- Menggunakan rise of floor yang tinggi – meningkatkan KB

#### **B. Mengisi Garis Air (Waterline)**

Beberapa pertimbangan yang diperhatikan dalam mengisi waterline:

- Mengisi waterline ke arah depan cenderung meningkatkan hambatan dan harus dilakukan pada suatu limit/batas tertentu
- Mengisi waterline di bagian belakang dapat dilakukan dari pada dilakukan pada bagian depan lambung kapal
- Buritan transom yang terbenam dapat meningkatkan nilai KM sampai nilai tertentu.

#### **C. Penampang V (V-Section) dan Rise of Floor yang Tinggi.**

Beberapa pertimbangan mengenai V-section dan Rise of Floor yang Tinggi:

- V-Sections secara jelas meningkatkan stabilitas
- Jika digunakan dibagian haluan V-sections cenderung meningkatkan daya dorong yang diperlukan; digunakan di belakang V-sections menjadi baik menurut pandangan pemakaian daya dorong khususnya jika berkaitan dengan buttock yang lurus (straight buttocks)
- V-sections tidak selalu memenuhi susunan dalam kapal jika mengangkut muatan tertentu yang memerlukan ruang muat yang besar

- Penggunaan rise of floor yang tinggi dapat meningkatkan stabilitas tetapi hal ini berarti meningkatkan tinggi sarat dan geladak kapal jika displasemen dan volume dalam kapal tidak terlalu menjadi prioritas utama

#### **D. Bentuk Flared (Lengkungan Ke Luar)**

Beberapa pertimbangan ini diperhatikan jika menggunakan bentuk flared:

- Kapal-kapal dengan flared samping menyediakan solusi untuk meningkatkan stabilitas setelah kerusakan
- Untuk kapal-kapal yang didesain dimana ruang di bawah geladak utama tidak tersedia secara cukup maka penggunaan flared adalah menguntungkan
- Type flare yang menyesuaikan penampang (section) digunakan meskipun terdapat sedikit kehilangan displasemen yang terjadi akibat mengisi garis air atau meningkatkan B atau T
- Sudut flare haruslah dipertimbangkan pada suatu nilai tertentu

### **VI.7. Desain Garis Air Untuk Seakeeping dan Manuver**

## **VI.8. Bagian Garis Air di Atas Waterline**

### **A. Bentuk Penampang (Section)**

Dia atas waterline, bentuk penampang dapat ditentukan oleh sejumlah faktor seperti:

- Freeboard pada haluan, buritan dan midship membantu dalam menentukan flare
- Jika freeboard relatif kecil, sudut flare haruslah besar terutama untuk memperoleh luas geladak yang dibutuhkan dan juga membantu membatasi hempasan air di geladak. Jika freeboard besar maka kedua maksud ini dapat dicapai dengan mempertimbangkan sudut flare yang sesuai
- Flare pada midship mempunyai keuntungan yang terletak pada stabilitas yang besar tergantung penampang flare yang tersedia
- Penampang flare akan menambahkan berat dan biaya dan akan meningkatkan VCG sehingga harus dipertimbangkan pula

### **B. Garis Geladak (Deck lines)**

Sheer line standart (dalam satuan metric) dan camber adalah:

- Haluan  $= 0.0166 L + 0.508$
- Buritan  $= 0.00833 L + 0.254$
- Camber  $= B/50$

Kebanyakan kapal-kapal moderen mempunyai sheer garis lurus. Geladak dengan garis lurus mempunyai beberapa keuntungan, yaitu:

- Pekerjaan baja untuk kapal-kapal ini adalah murah untuk dibuat
- Dalam kaitannya dengan trim, mereka menjaga geladak kapal dalam posisi yang sama dengan fasilitas pelabuhan seperti pintu penumpang, kran, posisi bongkar muat barang untuk sepanjang kapal.

Langkah selanjutnya setelah dibentuk garis air kapal adalah menentukan parameter hydrostatis kapal. Hydrostatis kapal dapat dihitung secara mudah dengan software Maxsurf. Hasil perhitungan parameter hidrostatik ditunjukkan dalam bentuk tabulasi (Tabel 6.2)

Table 6.2. Parameter Hydrostatis dari Maxsurf

No	Parameters	Symbols	Nilai		Unit
			Berangkat	Tiba	
1	Length overall	$L_{OA}$			M
	Beam	B			M
	Deck height	H			M
	Displacement	$\Delta$			Tonne
	Volume displacement	$\nabla$			m <sup>3</sup>
	Draft at FP	$T_{FP}$			M
	Draft at AP	$T_{AP}$			M
	Draft at LCF	$T_{LCF}$			M
	Trim (+ve by stern)	Tr			M
	Length of waterline	$L_{WL}$			M
	Beam of waterline	$B_{WL}$			M
	Wetted area	WSA			m <sup>2</sup>
	Waterplane area	WPA			m <sup>2</sup>
	Prismatic coefficient	$C_p$			
	Block coefficient	$C_b$			
	Midship area coefficient	$C_m$			
	Waterplane area coefficient	$C_{wp}$			
	LCB from zero point (positive forward)	LCB			M
	LCB from midship (positive forward)				M
	LCF from zero point (positive forward)	LCF			M
	LCF from midship (positive forward)				M
	Vertical center of buoyancy VCB	KB			M
	Vertical center of gravity VCG (	KG			M
	Transverse radius metacenter	BMt			M
	Longitudinal radius metacenter	BML			M
	Transverse metacenter	GMt			M
	Longitudinal metacenter	GML			M
	Transverse metacenter on baseline	KMt			M
	Longitudinal metacenter on baseline	KML			M
	Immersion	TPc			tonne/cm
	Moment immersion	MTc			tonne.m
	Righting moment at 1 degree = GMt.displ.sin(1)	RM			tonne.m
	Maximum deck inclination				Degree
	Trim angle (positive by stern)				Degree
	Half angle of entrance	$\frac{1}{2} \alpha_e$			Degree
	Transom draft	$T_{tr}$			M
	Transom area	$A_{tr}$			m <sup>2</sup>
	Transom beam	$B_{tr}$			M
	Maximum sectional area	$A_m$			m <sup>2</sup>
	Ratio $A_{tr}/A_m$	$A_{tr}/A_m$			

- Powering & Machinery Selection; Propulsion system, Engine propeller matching, Machinery consideration and selection, Fuel Economy;

## PERTEMUAN KE VIII

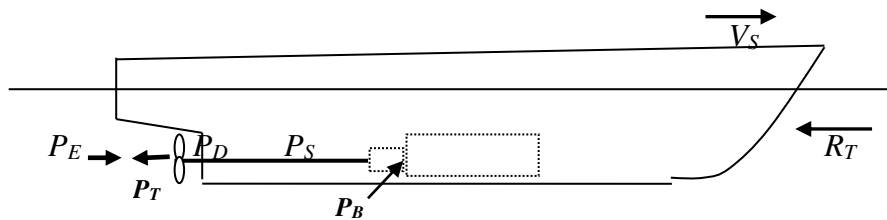
### VII. DAYA DORONG KAPAL DAN PEMILIHAN MOTOR INDUK

## VII.1. Sistim Propulsi Kapal

Persyaratan mendasar dari suatu sistim propulsi kapal adalah konversi daya dorong yang efisien dari daya yang tersedia dari motor induk ke daya dorong propeller untuk mendorong kapal sesuai kecepatan yang diinginkan. Terdapat sejumlah daya yang terdistribusi dari motor induk ke pendorong utama (propulsor) (Gambar 7.1). Daya dorong tersebut didefinisikan sebagai berikut (Molland, 2011):

- *Effective power ( $P_E$ )* = daya yang dibutuhkan untuk mendorong kapal pada kecepatan yang diinginkan = hambatan total  $\times$  kecepatan kapal =  $R_T \times V_S$
- *Thrust power ( $P_T$ )* = daya dorong propeller  $\times$  kec. aliran melalui propeller =  $T \times V_a$
- *Delivered power ( $P_D$ )* = daya yang disalurkan ke unit propulsi
- *Quasi-propulsive coefficient (QPC) =  $\eta_D$*

$$(QPC) = \text{effective power} / \text{delivered power} = P_E / P_D$$



Gambar 7.1 Distribusi Daya Dorong Kapal.

Dalam perencanaan suatu motor induk perlu diperhatikan bahwa daya motor induk terpasang (installed power,  $P_I$ ) atau brake power ( $P_B$ ) haruslah melebihi delivered power ( $P_D$ ) dimana hal ini disebabkan karena terjadi sejumlah kehilangan pada sistim transmisi (poros dan bantalan, dan gear), serta mempertimbangkan cadangan daya dorong terhadap kekasaran lambung kapal, tempelan biota laut (fouling) dan akibat cuaca buruk di laut. Daya terpasang didefinisikan sebagai:

- Transmisi: ( $\eta_T$ ) = daya yang disalurkan ke baling-baling/daya yang dibutuhkan oleh motor Efisiensi induk.
- Installed power ( $P_I$ ):

$$P_I = (P_E / \eta_D) \times (1 / \eta_T) + \text{cadangan (kekasaran lambung, fouling, cuaca)}$$

$$P_I = (P_E / \eta_D) \times (1 / \eta_T) + \text{margin (roughness, fouling, weather)}$$

$$P_I = P_E / (\eta_D \times \eta_T) = P_E / (\eta_O \times \eta_H \times \eta_R \times \eta_T) + \text{margin}$$

dimana:  $\eta_D$  = quasi-propulsive coefficient (QPC)       $\eta_O$  = open water efficiency

$$\eta_H = \text{hull efficiency} = (1-t)/(1-w)$$

$$\eta_R = \text{relative rotative efficiency}$$



$\eta_T$  = transmission efficiency

$w$  = wake fraction

$t$  = thrust deduction factor

Istilah marjin dimaksudkan untuk kelonggaran daya terpasang terhadap kekasaran lambung, fouling dan cuaca. Besarnya marjin ditentukan oleh desainer kapal sewaktu proses desain. Parameter propulsi berikut ini menentukan besarnya daya dorong yang dibutuhkan oleh kapal, yaitu: wake fraction, thrust deduction factor, open water efficiency dan relative rotative efficiency. Parameter tersebut ditentukan sebagai berikut:

- **Wake fraction  $w$ .** Wake fraction  $w$  untuk single-screw dan twin-screw vessels dapat diperoleh di referensi Molland (2011). Kebanyakan formula untuk wake fraction tersebut lebih cocok untuk kapal-kapal dengan koefisien block yang besar. Atau dapat diperoleh di referensi lainnya. Sebagai contoh formula wake fraction untuk twin-screw vessels untuk propeller yang ditopang dengan struts (Lewis, 1988) adalah sebagai berikut:

$$w = 2 C_B^5 (1 - C_B) + 0.04$$

- **Thrust deduction factor  $t$ .** Thrust deduction factor  $t$  untuk kebanyakan kapal dapat ditemui di referensi Molland (2011), Lewis (1988) dan Snekthult and Bertram (1998). Contohnya formula untuk menghitung thrust deduction factor diperoleh dari metode Holtrop (Lewis, 1988) adalah sebagai berikut:

$$t = 0.325 C_B - 0.1885 (D/\sqrt{B \times T})$$

- **Open water efficiency  $\eta_o$ .** Open water efficiency  $\eta_o$  tergantung dari karakteristik baling-baling (screw propeller) dan ditentukan selama proses desain.
- **Relative rotative efficiency  $\eta_R$ .** Efisiensi ini tergantung dari type alat propulsi kapal. Sebagai contoh Lewis (1988) menyatakan bahwa nilai rata-rata dari relative rotative efficiency  $\eta_R$  adalah 1,02 untuk the single-screw ship dan 0.985 untuk twin-screw ship. Snekthult and Bertram (1998) merekomendasikan  $\eta_R = 1.0$  untuk single-screw ship dan  $\eta_R = 0.98$  untuk twin-screw ship. Formula untuk menentukan  $\eta_R$  dapat ditemui di referensi Molland (2011, 2008) dan Lewis (1988) untuk twin-screw vessels berdasarkan metode Holtrop adalah:

$$\eta_R = 0.9737 + 0.111(C_p - 0.0225 LCB) - 0.06325 P/D$$

dimana:  $LCB$  dinyatakan sebagai presentasi dari panjang garis air  $LWL$ .

- **Transmission efficiency.** Dalam istilah desain, dimana tidak terdapat poros generator untuk menyerap daya maka diasumsikan nilai  $P_D$  berada diantara 98 dan 99 % dari  $P_S$  tergantung dari panjang poros baling-baling dan jumlah bantalan (bearings). Jika digunakan

gearbox maka nilai  $P_S$  biasanya terletak antara 96 dan 98 % dari  $P_B$  tergantung dari type gearbox (Molland, 2008).

### **Maximum continuous rating (*MCR*)**

Selama pengoperasian motor induk, seharusnya disediakan suatu nilai marjin motor induk. Nilai marjin ini menjamin cadangan daya untuk aspek mekanis dan thermodynamis. Oleh sebab itu, operator kapal dapat mengoperasikan motor induk sampai pada suatu kondisi yang dinamakan continuous service rating (*CSR*) atau normal continuous rating (*NCR*). Nilai normal continuous rating dapat digunakan sebesar 10 % di bawah maximum continuous rating (*MCR*) (Molland, 2011).

## **VII.2. Engine Propeller Matching**

Untuk menjamin penyaluran daya dorong dari suatu motor induk ( $P_B$ ) hingga menghasilkan daya dorong efektif yang optimal.

Sebagai contoh, pemilihan yang umum untuk sistim daya dorong pada kapal ferry konvensional ialah mesin diesel empat langkah dengan gigi reduksi (reduction gears) dan diteruskan ke poros sampai ke baling-baling type controllable-pitch propeller (CPP) ditambah dengan bow thruster.

Contoh lainnya ialah penggunaan mesin diesel medium-speed yang berhubungan dengan gigi reduksi, poros baling-baling serta controllable pitch propellers. Susunan ini cocok untuk kapal-kapal penumpang dan penambahan bow thruster dapat meningkatkan kapasitas maneuver dari kapal tersebut. Untuk type kapal penumpang ini, twin screw propellers adalah sangat cocok untuk kapal-kapal yang memerlukan kapasitas maneuver yang tinggi dan beroperasi pada tinggi sarat kapal yang terbatas.

## **VII.3. Pertimbangan dan Seleksi Motor Induk**

Dalam pemilihan motor induk terpasang di kapal maka berbagai aspek berikut ini haruslah dipertimbangkan dengan baik:

- Dalam perhitungan daya dorong terpasang di kapal ditetapkan berapa besar daya yang akan dibutuhkan di kapal.
- Pertimbangkan type motor induk yang akan dipasang di kapal (inboard atau outboard ??)
- Pertimbangkan posisi penempatan motor induk di kapal (tengah kapal atau bagian buritan kapal) dengan berbagai keuntungan serta kerugiannya.
- Pertimbangkan ruangan yang dibutuhkan untuk pemasangan motor induk dan sistim propulsi lainnya yang dibutuhkan di kapal
- Pertimbangkan jumlah motor induk yang digunakan (satu, dua atau 3 unit)
- Evaluasi berbagai merek motor induk yang tersedia di pasaran (Yanmar, Catterpillar, Kubota, MAN, dll)
- Pertimbangkan konfigurasi motor induk tersebut (putaran tinggi, menengah, rendah)
- Pertimbangkan keuntungan dan kerugian dari berbagai type merek motor induk tersebut (berat konstruksi, konsumsi bahan bakar, dll)
- Pertimbangkan ketersediaan motor induk agar dapat diadakan sampai ke lokasi tujuan pembuatan kapal.
- Pertimbangkan ketersediaan suku cadang dari berbagai motor induk tersebut untuk dapat dijangkau sewaktu diperlukan di kemudian hari.
- Pertimbangkan tingkat kesulitan dalam pemasangan motor induk tersebut.
- Faktor biaya/harga suatu merek motor induk juga dipertimbangkan dalam pemeliharaan dan penetapan type motor induk yang akan dipakai di kapal.

#### **VII.4. Fuel Economy**

- General Arrangement Design; Overview regulatory and classification requirement (IMO's and ILO's products and Classification Rules), General arrangement, Accommodation arrangement, Hull outfittings arrangement, Safety appliances arrangement, Cargo spaces, Mooring arrangement, Cargo handling arrangement, Hazardous and fire zones;

## **PERTEMUAN IX**

### **VIII. DESAIN RENCANA UMUM (GENERAL ARRANGEMENT DESIGN)**

### **VIII.1. Overview regulatory and classification requirement (IMO's and ILO's products and Classification Rules)**

Terdapat berbagai peraturan nasional dan persetujuan internasional yang harus dipenuhi dalam desain rencana umum untuk kapal-kapal niaga. Persyaratan-persyaratan tersebut mencakup:

#### ***Internasional:***

- SOLAS, Internasional Convention for Safety of Life at Sea 1974, termasuk Protokol dan semua Amandemen
- IMO, International Maritime Organization
- Panama Canal Company Rules
- Suez Canal Rules

#### ***Nasional:***

- International Labor Organization (ILO) Regulations on Crew Accommodation
- Peraturan-peraturan yang dikeluarkan oleh negara dimana kapal didaftarkan
- Peraturan-peraturan nasional lainnya yang berlaku dalam pengoperasian suatu kapal

Perlu dicatat bahwa peraturan dari negara dimana kapal didaftarkan dapat lebih tegas dari peraturan-peraturan SOLAS dan ILO.

### **VIII.2. General Arrangement (Rencana Umum)**

Rencana umum dari suatu kapal ditentukan oleh tugas/fungsi yang dilakukan dari kapal tersebut. Misalnya susunan dasar dari kapal tanker, bulk carrier, container ships, car carrier, cruise ship, offshore supply vessels, ocean-going tugs, harbour tugs dan fishing vessels. Susunan kapal-kapal tersebut telah dikembangkan sejak masa lampau untuk memenuhi keseimbangan antara keselamatan dan operasional yang efisien dari kapal. Desain susunan suatu kapal dapat menjamin kapal lebih baik dan nyaman untuk beroperasi. Desain yang terbaik membutuhkan analisa yang baik dan keseimbangan yang sempurna antara berbagai sistim individu kapal dengan konfigurasi yang diisyaratkan untuk suatu kapal yang spesifik.

Desain rencana umum dari suatu kapal adalah merupakan salah satu aspek desain yang sangat penting dan hal ini harus ditentukan lebih awal dalam proses desain. Meskipun dalam tahapan konsep desain hal ini masih dalam tingkatan “Sketsa Rencana Umum” (Sketch Generall Arrangement) tetapi harus dipersiapkan dengan baik. Hal ini disebabkan karena aspek desain lainnya tergantung dari dan harus terintegrasi dengan rencana umum. Struktur kapal harus disusun untuk memenuhi layout rencana umum seperti palkah-palkah, tangki-tangki, ruang mesin dan rumah geladak. Peralatan bongkar muat barang harus ditempatkan untuk proses bongkar muat barang secara efektif dan terintegrasi dengan susunan struktur kapal untuk menjamin support yang cukup dan sehingga beban-beban pada kapal dapat terdistribusi ke seluruh struktur kapal.

Lagi pula desainer rencana umum harus memahami kebutuhan desainer struktur untuk kontinyutas elemen-elemen struktur dan distribusi beban yang merata sepanjang struktur dan dengan demikian dapat menyeleksi lokasi yang tepat dari batas-batas utama dari ruangan kapal. Kompartemen-kompartemen utama harus disusun untuk menyediakan tingkat pengetriman kapal yang dapat diterima pada berbagai kondisi operasi kapal yang terjadi. Pergerakan ABK yang mulus di kapal ketika mereka sedang bekerja di kapal dan pergerakan orang di atas kapal ketika kondisi darurat adalah hal yang paling mendasar. Pada akhirnya, dengan memahami bahwa ABK akan menghabiskan sebagian besar waktunya di kapal maka tingkat kenyamanan ABK dengan standart yang tinggi harus terpenuhi. Dengan demikian maka desainer rencana umum suatu kapal haruslah bekerjasama dengan desainer aspek kapal lainnya untuk menjamin bahwa desain terintegrasi secara menyeluruh.

Suatu cara untuk memperoleh pengalaman dalam desain rencana umum kapal adalah mereview dan menganalisa gambar-gambar kapal yang terdapat dalam majalah-majalah perkapalan dan jurnal-jurnal teknik perkapalan. Rencana umum kapal untuk desain komersial dapat terlihat pada Publikasi RINA *Significant Ships*. Desainer rencana umum harus mempertimbangkan persyaratan-persyaratan yang dimintakan oleh pemilik kapal. Dari berbagai

persyaratan pemilik kapal maka ship desainer dapat mendesainnya dengan mempertimbangkan pula berbagai persyaratan yang berlaku dalam mendesain rencana umum. Dalam hal ini desainer rencana umum dapat memberi pandangan terhadap persyaratan yang diinginkan oleh pemilik kapal. Berbagai detail rencana umum harus tersedia dalam gambar-gambar kerja (arrangement drawings). Jika gambar kerja tidak tersedia secara detail maka dapat digunakan gambar pembanding dari kapal sejenis atau data lainnya yang terdapat pada informasi dari pihak vendor.

Pada dasarnya desain rencana umum adalah merupakan gabungan dari berbagai sistim tersendiri (individu) maka diperlukan kejelian desainer rencana umum untuk dapat menggabungkannya dengan baik sehingga tidak terdapat konflik dan untuk menjamin kelancaran dan kenyamanan operasional di kapal. Penyusunan peralatan dan proses bongkar muat, operasional dan tempat tinggal ABK, sistim pendukung mesin induk, motor bantu, sistim AC/ventilasi, listrik, dll haruslah ditempatkan pada posisinya yang benar. Sistim navigasi termasuk lampu-lampu navigasi haruslah ditempatkan pada tempatnya sehingga dapat membantu kapal sewaktu berlayar atau berlabuh.

**Referensi (Lamb, 2003Ship Design and Construction; SNAME, Vol. 1, Chapter 22).**

### **Rencana Umum Kapal Penumpang**

Rencana umum atau layout untuk berbagai type kapal adalah sangat penting terutama untuk kapal penumpang. Layout dari suatu kapal mencakup susunan ruangan-ruangan untuk ruang muat, akomodasi penumpang, ruang public, ruang-ruang servis dan operator, gang/koridor dan pintu masuk keluar untuk pergerakan penumpang dan ABK, ruangan untuk sistim propulsi, ruangan untuk sistim dan peralatan, ruangan untuk penyimpanan barang, subdivisi, tangki-tangki dan lain-lain. Susunan ruangan ruangan tersebut akan menjamin operasional kapal yang lebih baik. Juga aktifitas pada suatu tempat tidak akan mengganggu tempat yang lain di kapal. Khususnya rencana umum pada kapal-kapal penumpang sangat tergantung dari kebutuhan subdivision dan standart keselamatan di kapal. Juga untuk kapal penumpang, aliran pergerakan penumpang di atas kapal harus didesain secara hati-hati sehingga penumpang dengan mudah dapat mencapai berbagai tempat yang dibutuhkan di kapal.

Beberapa point penting yang disimpulkan dari Knox (2003) dan Olson (1990) untuk penyusunan layout kapal, terutama beberapa point tambahan untuk kapal penumpang Ferry.

- Rencana umum haruslah mengikuti peraturan-peraturan tentang subdivision dan keselamatan.

- Ruang dan kapasitas (volume) kapal disediakan berdasarkan kebutuhan minimal untuk penumpang. Juga ruang servis dibutuhkan di kapal untuk menampung kebutuhan untuk penumpang selama pelayaran
- Haruslah tersedia akses yang memadai untuk penumpang untuk masuk ke kapal dari pelabuhan dan sebaliknya dari kapal ke pelabuhan
- Aliran pergerakan penumpang di atas kapal dan antara geladak tidak boleh terjadi konflik
- Susunan tangga dan perlengkapan penyelamat harus memungkinkan penumpang untuk dievakuasi dengan mudah pada saat terjadi emergensi
- Haruslah disediakan ruang untuk engine casings, stairways, openings, ventilation dan lifesaving arrangements.
- Engine casings harus berukuran yang memadai untuk gas buang dari motor induk dan pemasukan udara bersih
- Untuk kebutuhan stabilitas, sekat melintang didistribusikan di bawah geladak utama
- Untuk kasus kebakaran, batas-batas daerah kebakaran (fire boundaries) harus disediakan secara memanjang dan segaris dengan sekat melintang

Estetika suatu kapal perlu diperhatikan terutama dalam desain kapal-kapal penumpang wisata dan ferry penumpang. Terdapat beberapa kondisi yang mana jika didesain dengan baik akan memberikan tampilan yang mempesona tanpa adanya penambahan biaya (Watson, 2002). Kondisi tersebut berupa:

- Pemilihan warna lambung dan bangunan atas.
- Tampilan pola garis atau lukisan pada lambung dan bangunan atas dengan menggunakan variasi warna yang kontras.
- Profil haluan dan buritan yang serasi dengan bentuk lambung kapal.
- Tampilan kubu-kubu (bulwark) yang menarik yang selaras dengan bentuk lambung kapal.
- Juga tampilan poisi dan bentuk dari cerobong asap (funnel)

### **VIII.3. Accommodation arrangement**

Penempatan ruang-ruang akomodasi pada suatu kapal haruslah didesain sedemikian rupa agar operasional suatu kapal dapat berlangsung dengan baik. Susunan akomodasi dari



berbagai type kapal telah tersusun secara baik berdasarkan pengalaman operasional kapal-kapal tersebut selama bertahun-tahun. Contohnya: posisi wheelhouse haruslah berada pada posisi yang dapat mengendalikan kapal sewaktu berlayar. Penentuan ketinggian posisi jurumudi (helmsman) harus memenuhi posisi mata jurumudi untuk mencapai jangkauan penglihatan yang baik dari bridge. Untuk posisi jurumudi yang berdiri maka ketinggian mata di atas bridge deck adalah 1,6 m. Dari posisi ketinggian mata ini maka jurumudi harus sanggup melihat permukaan air pada titik 1,5 x panjang kapal ke depan dari garis tegak haluan (FP) dimana panjang ini dianggap minimum. Susunan wheelhouse haruslah memenuhi kombinasi persyaratan dari pemilik kapal, pembuat kapal dan badan klasifikasi. Pada saat ini, beberapa badan klasifikasi mengeluarkan persyaratan tentang susunan wheelhouse dengan tujuan untuk dapat mengontrol kondisi pelayaran kapal dan kenyamanan operator dengan baik.

Penyusunan lokasi penempatan ABK pada berbagai lokasi geladak dapat mengikuti berbagai konsep seperti pada Tabel 8.1. berikut ini.

Tabel 8.1 Susunan Geladak Untuk Akomodasi ABK

Wheelhouse	Wheelhouse & Captain Cabin	Wheelhouse
Captain's Deck	Officers Deck	Captain's Deck (with Chief Engineers)
Officers Deck	Lounge and Mess Deck	Officers Deck (with Lounge and Mess)
Lounge and Mess Deck with Galley	Crew Deck and Galley	Crews Deck (with lounge and mess)
Crew Deck	Stores and Workshops in Hull	Galley and Stores (Upper Deck)
Stores and Workshop Deck (Uper Deck)		Workshops in Hull

Tujuan utama yang harus dipenuhi oleh desainer ketika menyusun akomodasi adalah (Watson, 1996):

- Kenyamanan dan kepuasan dari orang yang menempati akomodasi kapal
- Kemudahan dalam perawatan
- Menjaga biaya pembuatan serendah mungkin sesuai dengan anggaran yang tersedia
- **Ukuran ruangan dan bentuk kabin:** Desainer harus mendesain kabin yang dapat menempatkan furniture pada suatu tempat yang menyenangkan sesuai dengan ruangan pada geladak atau rumah geladak yang tersedia.

Hal penting lainnya adalah tangga dan lift harus tersedia untuk penumpang yang cacat (Levander, 2003). Peralatan pendingin udara (air conditioning plant) memerlukan banyak ruangan terlebih di ruangan penumpang pada kapal. Ruangan untuk peralatan pendingin memerlukan ruangan sebesar 5% s.d 10% dari ruangan interior dengan furniture. Tiap zona

utama kebakaran harus memiliki peralatan sendiri yang menyediakan pendingin atau pemanas udara di kabin-kabin dan ruangan public di zona tersebut. Air pendingin atau pemanas untuk unit kipas pendingin (fan) disuplay dari compressor pendingin dan ketel (boiler) dari ruang mesin. Kebutuhan tenaga listrik untuk compressor pendingin harus dipertimbangkan secara baik. Hal ini tergantung dari kondisi suhu ruang yang dibutuhkan dan dalam hubungannya dengan temperature udara luar dan kelembaban (humidity). Gas buang ketel untuk Mesin-mesin Diesel menyediakan panas secara bebas. Penggunaan enersi dari udara yang keluar dapat digunakan untuk pendingin dan pemanas tetapi dapat memperbesar ukuran peralatan untuk pendingin (Levander, 2003).

Perlengkapan interior standart dapat bervariasi dari kursi yang sederhana sampai kursi mewah untuk kategori kapal pesiar dengan lantai karpet dan ruangan yang dekoratif. Desainer spesialis interior seringkali dipekerjakan untuk menyediakan gaya estetika untuk kepuasan pelanggan. Sementara belakangan ini banyak pelanggan menggunakan jasa kapal sebagai transportasi dan wisata laut maka hal penting yang perlu diperhatikan dalam proses desain adalah kemudahan pemeliharaan serta penggunaan material merupakan hal yang penting. Untuk kapal-kapal penumpang cepat maka kebutuhan perlengkapan transport cepat untuk akomodasi adalah lebih penting dibandingkan dengan kapal penumpang biasa. Seperti penyediaan kursi penumpang yang digunakan pada pesawat udara adalah sangat cocok untuk tujuan kenyamanan penumpang dan meringankan komponen perlengkapan (Knox, 2003).

#### **VIII.4. Hull outfittings arrangement (Susunan Perlengkapan Kapal)**

Perlengkapan suatu kapal secara umum mencakup:

- Perlengkapan kemudi dan manuver
- Perlengkapan tambat
- Perlengkapan bongkar muat
- Perlengkapan penyelamat
- Perlengkapan navigasi
- Perlengkapan pompa dan perpipaan
- Perlengkapan pemadam kebakaran

Disamping itu terdapat perlengkapan khusus untuk kapal-kapal khusus seperti:

- Perlengkapan tangkap untuk kapal ikan
- Perlengkapan pengolahan ikan untuk kapal ikan
- Perlengkapan tarik/tunda, pemadam kebakaran untuk kapal tarik/tunda

- Perlengkapan curah untuk kapal muatan curah
- Perlengkapan keruk untuk kapal-kapal keruk
- Perlengkapan penyelamat untuk kapal-kapal penyelamat
- Perlengkapan teknis untuk kapal-kapal teknis lainnya

Berbagai perlengkapan kapal-kapal tersebut tersusun pada lokasinya yang secara umum terpasang di kapal. Penyusunan perlengkapan di kapal baik perlengkapan yang umum maupun perlengkapan untuk khusus kapal sejauh ini berada pada posisi yang tepat pada kapal. Beberapa contoh berikut ini menjelaskan tentang susunan perlengkapan di kapal:

- Perlengkapan jangkar untuk tambat di laut yang terletak di haluan kapal. Perlengkapan jangkar ini dilengkapi dengan winch untuk menaikkan dan menurunkan jangkar. Rantai jangkar ditempatkan di dalam kotak rantai (chain locker) yang ditarik masuk dan keluar melalui hawse pipe. Perlengkapan jangkar ini diatur melalui peraturan yang sesuai dengan type dan dimensi kapal. Sedangkan perlengkapan tambat terletak di samping kapal bagian kiri dan kanan kapal pada bagian buritan, tengah dan haluan kapal yang diperlengkapi dengan tiang tambat (bollard) dan tali-tali tambat.
- Perlengkapan bongkar muat berbeda untuk berbagai type kapal terutama jenis kapal barang. Kapal barang muatan umum mempunyai peralatan bongkar muat yang terdiri dari tiang mast, derick boom serta tali-tali penarik yang dioperasikan dengan wick mekanik. Susunan perlengkapan bongkar muat ini terletak di tengah kapal tepatnya di atas lobang palkah (hatch coaming). Untuk kapal-kapal tertentu dan juga kapal penumpang, jenis crane yang dioperasikan untuk bongkar muat barang. Kapal-kapal container memiliki peralatan bongkar muat di pelabuhan (port) namun susunan container terletak di tengah/buritan sampai ke haluan kapal.
- Untuk jenis perlengkapan kapal lainnya dapat disesuaikan dengan operasionalnya di kapal. Sejarah panjang dari operasional suatu kapal menghasilkan penempatan atau susunan perlengkapan suatu kapal dengan baik tetapi berbagai kajian terus dilaksanakan untuk menghasilkan hasil yang lebih optimal dalam pengoperasian perlengkapan tersebut.

Hal yang sama untuk susunan perlengkapan khusus pada kapal-kapal khusus yaitu bahwa pengalaman operasional kapal-kapal tersebut selama bertahun-tahun menghasilkan susunan atau tata letak yang baik. Contoh beberapa perlengkapan khusus dapat dijelaskan berikut ini:

- Perlengkapan tarik untuk kapal tunda yang terletak pada tengah/buritan kapal, sedangkan geladak bangunan atas dan rumah geladak yang terletak pada tengah/haluan

kapal dapat menghasilkan operasi penarikan kapal atau tongkang yang baik di laut. Posisi tali pengikat (towing post) dirancang dengan baik sehingga tidak menimbulkan efek trim atau hell kapal sewaktu operasi. Sementara untuk kapal tunda (pusher boat), posisi bagian tunda yang terletak pada haluan didesain dengan baik untuk menjamin operasional penundaan.

- Perlengkapan tangkap untuk kapal-kapal ikan juga dibedakan menurut jenis alat tangkap seperti trawl dasar, purse seiner, bottom long-line, surface long-line, bottom trap, pole and line dan jenis alat tangkap lainnya. Operasional berbagai jenis alat tangkap ini menghasilkan type arsitek dan susunan lokasi penempatan yang berbeda. Contohnya pada kapal ikan pole and line, bagian tengah dan haluan kapal adalah terbuka, geladak bangunan atas hanya terletak di buritan kapal. Hal ini dimaksudkan sehingga operasi penangkapan di bagian geladak tengah sampai ke haluan dapat berlangsung dengan baik.
- Perlengkapan khusus untuk jenis kapal lainnya disesuaikan dengan operasional peralatan tersebut sehingga memerlukan susunan yang spesifik di atas kapal.

#### **VIII.5. Safety appliances arrangement (Susunan Perlengkapan Penyelamat).**

Perlengkapan penyelamat adalah mutlak diperlukan di kapal. Jumlah dan jenis perlengkapan penyelamat di kapal berbeda menurut type kapal. Misalnya perlengkapan penyelamat khusus untuk kapal Tanker atau LNG Carrier dan kapal penumpang sedangkan jenis kapal barang lainnya disesuaikan dengan jumlah ABK.

Perlengkapan perlengkapan penyelamat di suatu kapal terdiri dari

- Sekoci (life boats), dewi-dewi (davits) dan wick pendukung
- Rakit penyelamat (life raft) dan mekanisme pendukung berupa MES (Marine Evacuation System)
- Pelampung penyelamat (life boat) dan Jacket penyelamat (life jacket)

Penempatan life boats dan life raft terletak pada geladak sekoci atau geladak bangunan atas lainnya. Rencana penyelamatan untuk evakuasi penumpang disusun dengan baik mulai dari titik lokasi penumpang dan ABK berada, lajur evakuasi, titik kumpul (embarkation points), operasional sekoci atau life raft sampai peluncuran ke laut serta pemisahan sekoci atau life raft dari kapal. Sistem penyelamatan dan perlengkapan penyelamatan ini juga diatur melalui rules sehingga penyelamatan penumpang dari kapal ketika terjadi kecelakaan di laut dapat berlangsung dengan baik.

untuk setiap type kapal disesuaikan menurut rules yang berlaku. yang terdiri dari sekoci (life boats) dan dewi-dewi (davits), life raft, life buoy dan life jacket. Penempatan life boats terletak pada geladak sekoci. Rencana penyelamatan untuk evakuasi penumpang disusun dengan baik mulai dari titik lokasi penumpang dan ABK berada, lajur evakuasi, titik kumpul (embarkation points), operasional sekoci atau life raft sampai peluncuran ke laut serta pemisahan sekoci atau life raft dari kapal. Sistem penyelamatan dan perlengkapan penyelamatan ini juga diatur melalui rules sehingga penyelamatan penumpang dari kapal ketika terjadi kecelakaan di laut dapat berlangsung dengan baik.

#### **VIII.6. Cargo Spaces**

Desain parameter utama yang dibutuhkan adalah ruangan-ruangan (spaces). Total ruangan yang disediakan untuk kapal terdiri dari daerah untuk penumpang atau daerah untuk barang, daerah untuk ruang-ruang operasi dan daerah untuk ruang-ruang servis. Ruang-ruang

tersebut disusun dengan salah satu tujuan untuk mencapai dimensi minimum dari kapal. Belakangan ini untuk kapal-kapal penumpang maka kebanyakan ruang-ruang akomodasi dilengkapi dengan pendingin ruangan dimana dipasang jendela dan lampu yang permanen.

Ketika dilakukan seleksi ukuran pokok kapal, maka sebagai dasar untuk rencana umum diperlukan diperlukan ruang-ruang untuk kapal. Luasan geladak yang tersedia adalah merupakan factor kunci dalam desain kapal penumpang, sementara untuk kapal barang maka volume palkah merupakan factor kunci dan untuk beberapa type kapal lainnya maka luasan geladak dan ruang palkah merupakan factor kunci. Cara termudah dalam meningkatkan luasan adalah menambahkan geladak di bagian atas kapal. Seleksi ukuran pokok dan jumlah geladak mendefinisikan luasan geladak dan volume yang tersedia di lambung dan bangunan atas kapal. Luasan dan volume harus dibandingkan terhadap penjelasan system untuk menentukan kesesuaian ruangan. Juga kesesuaian berat, stabilitas dan tenaga propulsi terhadap penetapan ukuran pokok kapal (Levander, Ch 37, 2003).

Selanjutnya bahwa fasilitas ABK akan sangat tergantung dari panjangnya rute pelayaran serta prinsip operasional kapal. Misalnya rute pelayaran yang pendek maka untuk ABK tidak diperlukan ruang akomodasi penumpang untuk tidur.

Luas geladak yang dibutuhkan untuk akomodasi penumpang tergantung dari type akomodasi seperti kamar (tempat tidur), ruang terbuka (tempat tidur), kabin penumpang (tempat duduk). Sedangkan volume untuk barang disesuaikan dengan berat jenis dari muatan yang diangkut. Untuk tangki-tangki cairan, volume tangki yang dibutuhkan tergantung dari berat jenis fluida yang diangkut. Untuk kapal type Ferry kendaraan maka jumlah, type dan dimensi kendaraan yang ditentukan dalam penentuan besarnya luas geladak kapal yang diperlukan.

Beberapa catatan tentang dimensi ruangan yang dibutuhkan untuk kapal penumpang antara samudera dapat digunakan dalam perancangan kapal (Watson, 1998):

- Assesories untuk ruang toilet WC  $1.9 \text{ m}^2$ , washbasin  $1.4 \text{ m}^2$ , dan urinal  $1.0 \text{ m}^2$ .
- Ruang mess dan rekreasi messes untuk officers: kursi untuk 100%, Stewards mess: kursi untuk 40%, stewards lainnya makan di saloon penumpang setelah penumpang. Luas daerah per kursi =  $1.1 \text{ m}^2$ .
- Tinggi Tween deck : untuk mengkonversi luasan ke volume maka penting ditentukan tinggi tween deck yang sesuai dengan ukuran untuk daerah Cabin = 2.45-2.50 m pada kapal-kapal besar, dan 2.60 m pada geladak dengan jalur ventilasi dan listrik di atasnya. Sementara untuk ruang public = 2,90 m dan dapur = 2,75 m.

- Tangga harus dibuat dengan ciri arsitektural untuk kapal penumpang dimana harus dibuat platform antara untuk memudahkan pergerakan penumpang.

#### **VIII.7. Mooring Arrangement (Susunan Perlengkapan Tambat)**

Perlengkapan tambat di dermaga dilengkapi dengan tali tambat dan tiang tambat. Pada kapal-kapal berukuran besar untuk tali tambat digulung pada peralatan penggulung. Peralatan tambat terpasang pada sisi kiri dan kanan kapal baik pada haluan, tengah dan buritan kapal. Tali-tali tambat dilengkapi dengan tali pelempar untuk menjangkau tali tambat di dermaga. Pada kapal-kapal khusus tali tambat diperlengkapi dengan pegas khusus untuk mengatur posisi kapal dengan dermaga atau kapal dengan kapal lainnya ketika terjadi gaya-gaya dinamis dari luar kapal.

#### **VIII.8. Cargo Handling Arrangement (Susunan Peralatan Bongkar Muat)**

Peralatan bongkar muat berbeda untuk tiap type kapal, terutama pada kapal-kapal barang. Penempatan peralatan bongkar muat berada pada posisi dimana muatan ditempatkan pada kapal. Pada umumnya palkah barang untuk kapal barang terletak di bagian tengah kapal sehingga peralatan bongkar muat terletak di bagian tengah kapal. Untuk proses bongkar muat barang biasanya satu unit perlengkapan bongkar muat dapat melayani dua palkah, contohnya seperti pada kapal barang muatan umum. Peralatan bongkar muat tergantung dari type kapal serta penjelasan berikut ini:

- Peralatan bongkar muat untuk muatan umum (general cargo). Peralatan bongkar muat berupa tiang mast, boom, tali temali dan wich penarik. Peralatan bongkar muat terletak diantara palkah dan pada centerline kapal. Winch penarik mekanik serta mekanisme control terletak berdekatan dengan tiang mast. Type peralatan bongkar muat lainnya ialah crane mekanik yang dapat berputar dan menjangkau dua palkah yang berdekatan. Crane terletak pada centerline kapal dan dioperasikan oleh operator yang mengendalikan crane di rumah crane tersebut.
- Peralatan bongkar muat untuk muatan berat (heavy cargo). Muatan berat yang dimaksud dalam hal ini ialah seperti tracktor, panel baja, serta konstruksi baja lainnya. Jenis peralatan bongkar muat yang dipakai adalah tiang mast, boom, tali temali dan winch penarik. Biasanya peralatan ini berada di tengah kapal dengan pertimbangan muatan berat ditempatkan pada tengah kapal.

- Peralatan bongkar muat untuk kapal curah (bulk cargo). Peralatan bongkar muat untuk kapal muatan curah biasanya terdapat di dermaga. Pada kapal hanya terdapat palkah dengan tutup palkah yang khusus dan palkah-palkah tersebut berada di tengah kapal.
- Peralatan bongkar muat untuk kapal peti kemas (container). Peralatan bongkar muat untuk container terletak di dermaga khusus peti kemas baik untuk pemuatan dan pembongkaran container.
- Peralatan bongkar muat untuk kapal muatan cair (oil tanker) atau gas (LNG). Peralatan untuk pembongkaran dan pemuatan zat cair dengan pompa dan pipa terletak di dermaga khusus.
- Peralatan bongkar muat untuk kapal muatan baku (refrigerated cargo). Proses bongkar muat barang biasanya dilakukan dengan crane yang terletak di atas palkah muatan. Sama seperti muatan umum lainnya, peralatan bongkar muat terletak di tengah kapal.
- Peralatan bongkar muatan untuk muatan khusus (special cargo). Kapal-kapal khusus seperti kapal riset yang memerlukan proses naik turunnya peralatan riset dari dalam dan ke luar kapal dilakukan dengan crane dengan kapasitas yang terbatas dan posisi crane ditentukan sesuai lokasi di kapal. Untuk kapal barang yang memuat sedikit barang atau provisi dilengkapi dengan crane dengan kapasitas terbatas untuk menaikkan dan menurunkan barang dari kapal.

#### **VIII.9. Hazardous and Fire Zones (Zona berbahaya dan zona kebakaran)**

kapal terdapat zona-zona berbahaya yang harus diberi perhatian khusus termasuk juga zona kebakaran. Kapal-kapal tanker muatan minyak sangat berbahaya terhadap kebakaran. Kapal-kapal dengan muatan zat kimia (hydrogen, nitrogen, dll) juga sangat berbahaya terhadap pengaruh zat kimia terhadap ABK dan bahaya kebakaran. Kapal-kapal tersebut dilengkapi dengan peralatan pemadam kebakaran yang ditempatkan pada zona yang aman serta dapat dioperasikan dengan aman ketika terjadi bahaya kebakaran. Kapal-kapal tangki (tanker) dan kapal-kapal muatan gas alam cair (LGN carrier) dilengkapi dengan sekoci yang tahan api dan dapat dioperasikan dengan baik ketika terjadi bahaya kebakaran. Sekoci penyelamat tersebut biasanya ditempatkan pada rumah geladan bagian buritan kapal.

Kapal-kapal penumpang juga dilengkapi dengan sistim pemadam kebakaran (sprinkler system) dimana ketika terjadi kebakaran maka terdapat semprotan air dari sistim pemadaman tersebut. Sistim pemadam tersebut terletak di atas kabin atau kamar akomodasi penumpang.



## **IX. SPESIFIKASI DAN PAKET TENDER**

### **IX.1. Penjelasan Umum.**

Spesifikasi Desain adalah merupakan hasil akhir desain yang disiapkan dalam suatu bentuk dokumen legal untuk selanjutnya dipersiapkan sebagai suatu paket tender. Berbagai informasi tentang parameter teknis dan ekonomis dinyatakan pada bagian ini agar mempermudah proses tender. Juga kejelasan informasi dari spesifikasi teknis sangat berguna dalam proses pembuatan kapal. Spesifikasi desain dibuat dalam suatu bentuk dokumen legal yang berisikan detail spesifikasi kapal hasil desain. Spesifikasi desain disertai dengan rencana umum serta gambar-gambar detail merupakan suatu paket yang saling melengkapi. Sesuatu yang tertulis pada spesifikasi seharusnya tertera dalam gambar desain dan sebaliknya sesuatu yang tertera dalam gambar desain harus dinyatakan dalam spesifikasi.

### **IX.2. Detail Dokumen Spesifikasi**

Detail dokumen spesifikasi mencakup beberapa komponen berikut ini:

- **I.1. Tujuan:** Tujuan utama dari spesifikasi desain, gambar dan dokumen desain (rencana umum dan gambar detail lain) adalah merupakan petunjuk bagi pelaksanaan pembuatan suatu jenis kapal tertentu untuk beroperasi pada jalur pelayaran yang ditentukan. Spesifikasi desain menjelaskan pula aspek teknis khusus suatu kapal tentang uraian rencana umum, perlengkapan, permesinan dan sistim, akomodasi, material serta sistim penyambungan elemen konstruksi lambung kapal.
- **I.2. Ukuran Pokok:** Ukuran pokok yang tertera dalam spesifikasi desain mencakup: Panjang Seluruh Panjang Keseluruhan (Loa), Panjang Antara Garis Tegak (Lpp), Lebar (moulded) ( $B_{mld}$ ), Tinggi Geladak (moulded) ( $H_{mld}$ ), Tinggi Sarat Air ( $d$ ), Jarak Jelajah (untuk kebutuhan bahan bakar), Kecepatan Percobaan ( $V_T$ ), Tenaga penggerak utama, gear ratio, tenaga dan spesifikasi mesin bantu serta kelas kapal.
- **I.3. Kapasitas Kapal:** Kapasitas kapal mencakup (tergantung pada jenis kapal): jumlah penumpang dan type akomodasi, jumlah dan type barang, type dan spesifikasi kapal-kapal khusus dan kapal-kapal servis, jumlah dan jenis bahan bakar, jumlah air tawar, jumlah air dan posisi tangki-tangki ballast.
- **I.4. Awak Kapal (ABK):** Jumlah ABK disesuaikan dengan kebutuhan operasional kapal serta peraturan yang berlaku.
- **I.5. Klasifikasi dan Peraturan-Peraturan:** Kelas kapal yang berlaku untuk lambung, mesin/motor induk dan instalasi listrik. Peraturan-peraturan yang dikenakan oleh badan otoritas nasional dan internasional seperti: Peraturan Keselamatan Kapal, Peraturan Garis muat kapal-kapal pelayaran dalam suatu negara, Peraturan Radio Kapal, Peraturan MARPOL, Peraturan SOLAS, Peraturan Pengukuran Kapal, ISM Code (dilaksanakan setelah kapal diserahkan kepada operator) serta Peraturan-peraturan lain yang berlaku untuk berbagai jenis kapal yang didesain.
- **I.6. Perencanaan Standar Khusus:** Perencanaan standar khusus bagi suatu kapal mencakup beberapa aspek berikut ini:
  - **I.6.1. Ketentuan Umum:**
    - Perencanaan suatu kapal dibuat dengan mempertimbangkan agar kapal dapat beroperasi dengan aman, layak, mudah pemeliharaannya, serta suku cadangnya dapat diperoleh.
    - Ukuran elemen konstruksi (*scantling*) kapal harus memenuhi persyaratan biro klasifikasi edisi terakhir (terbaru).

- Standar pelaksanaan konstruksi yang minimal adalah standar shipbuilding yang ditentukan !
- Standar peralatan kapal dan perlengkapan geladak untuk kualitas produk dan dimensi harus menggunakan standar industry marine yang ditentukan !
- **I.6.2. Stabilitas, Trim dan Garis Muat**
  - Kapal diharuskan memiliki stabilitas dan trim yang memenuhi persyaratan SOLAS 1974 serta mampu dioperasikan dalam semua kondisi normal.
  - Perhitungan stabilitas untuk kapal kosong dan berbagai jenis kondisi pemuatan harus mendapat persetujuan/pengesahan dari badan otoritas yang berwenang.
  - Penentuan/penempatan garis muat harus memenuhi Peraturan Garis Muat Kapal-Kapal Pelayaran dalam negeri suatu Negara (misalnya untuk Indonesia = PGMI 1986).
- **I.6.3. Tingkat Kebisingan (Noise):**
  - Tingkat kebisingan dari yang berasal dari sumber-sumber kebisingan seperti motor induk dan mesin-mesin lainnya, baling- baling, dan sumber-sumber lainnya tidak boleh melebihi batas yang diijinkan di bawah ini:
    - Ruang kemudi, max 65 db (A)
    - Ruang penumpang, max 65 db (A)
    - Ruang kendaraan, max 75 db (A)
  - Untuk ruangan-ruangan yang ditempati ABK dapat dilihat pada peraturan IMO.
- **I.6.4. Getaran (Vibration)**
  - Getaran kapal harus diukur dan dievaluasi sesuai dengan standar ISO 6954. Getaran kapal harus berada dalam daerah “No Complain”, atau daerah getaran yang masih diijinkan dalam grafik.
- **I.6.5. Pengecekan Berat**
  - Pengecekan berat total kapal hasil desain harus dilakukan sebelum pembuatan kapal. Perubahan daya muat untuk tinggi sarat yang ditentukan dalam perencanaan harus seijin perencana.

- **I.6.6. Perlindungan, Deteksi dan Pemadaman Kebakaran menurut SOLAS 1974.** Perlindungan serta deteksi dan pemadaman kebakaran harus mencakup beberapa komponen berikut ini:
  - Pembagian Zona kebakaran pada kapal
  - Penentuan kelas sekat ruangan
  - Material dan bahan
- **I.7. Material dan Pengerjaan:** Material, mesin dan peralatan harus memiliki sertifikat. Pengerjaan konstruksi kapal sesuai dengan standart pengerjaan yang diisyaratkan oleh biro klasifikasi yang berwenang.
- **I.8. Pengawasan:** Pengawasan dilakukan sesuai dengan standart proses pengawasan pembangunan suatu kapal oleh badan yang berwenang.
- **I.9. Percobaan dan Pengujian:** Percobaan dan pengujian kapal haruslah dilakukan untuk komponen kapal berikut ini:
  - Percobaan dan pengujian kapal di galangan
  - Percobaan kemiringan kapal (inclining test)
  - Percobaan kapal berlayar (sea trial)
  - Percobaan mesin induk di pabrik (engine shop test)
- **I.10. Sertifikat dan Surat-Surat Kapal**
  - Dokumen sertifikat berikut ini harus diserahkan oleh penyedia jasa kepada pemesan pada waktu penyerahan kapal:
    - Sertifikat pembangunan
    - Sertifikat kesempurnaan kapal
    - Sertifikat klasifikasi lambung
    - Sertifikat klasifikasi mesin
    - Sertifikat garis muat
    - Surat kebangsaan
    - Surat ukur
    - Sertifikat radio
    - Sertifikat MARPOL
    - Sertifikat-sertifikat dari SOLAS dan lainnya yang diperlukan untuk pengoperasian kapal
  - Penyedia Jasa bertanggung jawab untuk pengurusan Dokumen Kapal sampai berlaku permanen
- **I.11. Suku Cadang**

- Pemborong harus memperlengkapi kapal dengan suku cadang untuk motor induk, gigi reduksi dan alat-alat bantu lainnya sesuai dengan persyaratan biro klasifikasi (“A” Class) dan standard pabrik pembuat
- **I.12. Gambar-Gambar Rancangan dan Dokumen-Dokumen Operasional**
  - **I.12.1.a Gambar dan Dokumen yang Disediakan oleh Pemesan**
    - Desain dasar dan unjuk kerja: Rencana umum, rencana garis, tabel hidrostatik, kurva hydrostatics, perhitungan lambung timbul, perhitungan NRT dan GRT, kapasitas dan skala pemuatan, rencana keselamatan, preliminary stability, spesifikasi teknis, kurva kebocoran dan rencana teknis lainnya.
    - Konstruksi kapal: Rencana konstruksi, penampang melintang, konstruksi sekat kedap, bukaan kulit, konstruksi gading-gading, konstruksi ceruk dan linggi haluan, konstruksi ceruk dan linggi buritan, konstruksi rumah geladak (navigasi, penumpang, antara, ruangan khusus lainnya), konstruksi haluan dan buritan, pengelasan (welding), konstruksi daun dan tongkat kemudi, konstruksi tabung dan penopang poros baling-baling, jangkar, tiang radar, skeg, kerangan laut.
    - Mesin dan sistim permesinan: Denah kamar mesin, poros baling-baling, baling-baling (port side dan starboard side), system pipa duga – isi dan udara, sistim air tawar dan pendingin, sistim minyak lumas, sistim ballas dan pipa, sistim pemadam kebakaran, system sanitasi, sistim pengeringan geladak, sistim gas buang, sistim pembuangan air kotor, sistim pembuangan minyak kotor, system kemudi.
    - Desain kelistrikan: Block diagram listrik, system jaringan listrik.
  - **I.12.1.b Gambar-Gambar yang Disediakan Pemborong:** Gambar-gambar lain yang termasuk gambar kerja (gambar detail) yang diperlukan untuk pembangunan kapal harus dibuat oleh pemborong.
  - **I.12.1.c. Dokumen-Dokumen yang Harus Diserahkan Pemborong:** Dokumen-dokumen berikut harus diserahkan oleh pemborong kepada pemesan:
    - Spesifikasi untuk pembangunan (building specification)
    - Spesifikasi mesin induk
    - Spesifikasi mesin-mesin geladak
    - Spesifikasi mesin bantu dan generator
    - Spesifikasi pompa-pompa dan motor penggeraknya

- Spesifikasi peralatan permesinan lainnya
  - Buku petunjuk dan pemeliharaan mesin induk, mesin bantu dan peralatan lainnya
  - Dokumen-dokumen lain yang diperlukan untuk konstruksi dan pengoperasian kapal.
- **I.12.2. Dokumen dan Gambar yang terpasang di Kapal:** Pada waktu penyerahan kapal harus diserahkan pula kepada pemesan, gambar-gambar dan dokumen-dokumen kapal sesuai keadaan yang terpasang di kapal (final drawing/finish plan). Gambar dokumen yang diserahkan mencakup:
- Semua Gambar (final drawing/finish plan) dan semua dokumen yang harus diserahkan yang telah mendapat persetujuan dari biro klasifikasi dan badan otoritas lainnya.
  - Diagram isi tangki-tangki (sounding table and curves)
  - Keterangan stabilitas untuk 8 (delapan) keadaan kapal yang dihitung berdasarkan berat dan titik berat yang sesungguhnya dari hasil percobaan kemiringan, dengan memperhatikan faktor-faktor pengaruh angin, penunjang berkumpul di satu sisi, kapal dalam keadaan turning circle, yang ditentukan menurut standart IMO.
    - i. Kapal dalam keadaan muatan penuh, siap berangkat (bahan bakar dan air tawar 100 %).
    - ii. Kapal dalam keadaan muatan penuh, tiba di tempat (bahan bakar dan air tawar tinggal 10 %).
    - iii. Kapal dalam keadaan penumpang 100 %, tanpa kendaraan, siap berangkat (bahan bakar dan air tawar 100 %) → untuk kapal ferry penumpang kendaraan
    - iv. Kapal dalam keadaan penumpang 100 %, tanpa kendaraan, tiba di tempat (bahan bakar dan air tawar tinggal 10 %) → untuk kapal ferry penumpang kendaraan
    - v. Kapal dalam keadaan tanpa penumpang, kendaraan 100 %, siap berangkat (bahan bakar dan air tawar 100 %) → untuk kapal ferry penumpang kendaraan
    - vi. Kapal dalam keadaan tanpa penumpang, kendaraan 100 %, tiba di tempat (bahan bakar dan air tawar tinggal 10 %) → untuk kapal ferry penumpang kendaraan

- vii. Kapal dalam keadaan kosong dengan ballast penuh, siap berangkat (bahan bakar dan air tawar 100 %).
  - viii. Kapal dalam keadaan kosong dengan ballast penuh, tiba di tempat (bahan bakar dan air tawar 100 %).
  - Hasil pelayaran percobaan dan pengujian-pengujian
  - Daftar suku cadang dan alat-alat / inventaris kapal
  - Buku petunjuk pengoperasian dan perawatan mesin-mesin (mesin induk dan mesin bantu)
- **I.13. Asuransi dan Jaminan:** Pemborong harus mengasuransikan kapal selama dibangun sampai penyerahan. Kapal diasuransikan atas nama pemesan dan semua surat-surat tanda pengasuransian harus diserahkan kepada Pemesan. Asuransi mulai berlaku pada saat peletakan lunas dan berakhir sesudah penyerahan kapal. Pemborong harus memberi jaminan bahwa kapal dan peralatannya bekerja dengan baik selama 12 bulan dihitung sejak penyerahan kapal. Jaminan untuk mesin induk selama 1 tahun dan mesin bantu selama 3 bulan. Semua biaya perbaikan terhadap kerusakan yang timbul dalam masa jaminan yang bukan disebabkan oleh kesalahan pengoperasian harus ditanggung oleh pemborong.
- **I.14. Penyerahan:** Setelah kapal selesai dibangun dan semua percobaan/pengujian yang ditentukan telah dilaksanakan dengan hasil yang memuaskan maka semua tangki, void space, bilga, ruangan-ruangan lain harus dalam keadaan bersih tanpa adanya kerusakan. Kapal harus diserahkan kepada pemesan selambat-lambatnya satu bulan setelah pengedokan terakhir, dalam keadaan siap berlayar dengan:
  - Berita acara serah terima
  - Sertifikat dan surat-surat sesuai dengan point I.10
  - Gambar-gambar dan dokumen sesuai point I.12 yang telah mendapat persetujuan biro klasifikasi dan badan otoritas lainnya
  - Suku cadang dan daftar inventaris kapal sesuai peraturan biro klasifikasi untuk kapal dengan area pelayaran “P” Restricted Ocean Service.
  - Daftar perlengkapan kapal sesuai persyaratan
  - Gambar-gambar yang diberi bingkai dan dipasang di kapal (Gambar rencana umum, gambar penempatan pemadam kebakaran atau safety and fire control plan, skema kebakaran dan skema sekoci)
  - Foto-foto kapal berukuran 30 cm x 50 cm berwarna dan dicetak pada standar glass yang dilekatkan pada hardboard, diambil dari 2 arah, masing-masing 1 buah.

- Tiga buah model kapal dengan skala sesuai yang telah disepakati
  - Sebelum kapal diserahkan, nahkoda dan 2 ahli mesin dan 1 orang ahli listrik diberikan latihan (training) pengoperasian kapal, mesin-mesin dan perlengkapannya.
  - Penetapan tempat serah terima kapal ditetapkan sesuai dengan hasil kesepakatan bersama.
- **I.15. Perubahan Desain:** Desain kapal (kapal X) yang terdapat di dalam spesifikasi teknis ini adalah milik (nama pemilik). Perubahan dan atau modifikasi desain kapal X yang meliputi desain dasar, konstruksi, permesinan, peralatan dan perlengkapan, propulsi, system dan lain-lain yang mengakibatkan perubahan pada berat, kapasitas, gaya-gaya hidrostatik, stabilitas dan trim, tahanan dan kecepatan, gerak dan manuver kapal serta kenyamanan dan keamanan penumpang, harus mendapat persetujuan terlebih dahulu dari badan otoritas yang berwenang.

**TABLE 9.V Possible Specifications Section headings**

1 General	53 Main Shafting, Bearings, Propeller	79 Ladders, Gratings, Floor Plates, forms & Walkways in Mach'y
2 Structural Hull	55 Distilling Plant	80 Engineer's and Electrician's shops, Stores And Repair
3 Houses And Interior	56 Fuel Oil	81 Hull Machinery
4 Sideports, Doors, Hatches,	57 Lubricating Oil	85 Instruments and Miscellaneous
5 Hull Fittings	58 Sea Water	Bowds—Mechanical
6 Deck Coverings	59 Fresh Water System	86 Spares—Engineering (Crating And Storage)
7 Insulation, Linings And Batens	60 Feed and Condensate	87 Electrical Systems, General
8 Kingposts, Booms, Masts, Davits	61 Steam Generating	88 Generators
9 Rigging and Lines	62 Air Intake, Exhaust and Forced Draft	89 Switchboards
10 Ground Tackle	60 Feed and Condensate	90 Electrical
11 Piping—Hull Systems	61 Steam Generating	91 Auxiliary Motors and Controls
12 Air Conditioning, Heating and Ventilation	62 Air Intake, Exhaust and Forced Draft	92 Lighting
13 Fire Detection And Extinguishing	63 Steam and Exhaust	93 Radio Equipment
14 Painting and Cementing	64 Machinery Space	94 Navigation Equipment
15 Navigating Equipment	65 Air Conditioning & Refrigeration Equipment	95 Interior Communications
16 Life Saving Equipment	66 Ship's Service	96 Storage, Batteries
17 Commissary Spaces	67 Cargo Refrigeration—Direct Expansion System	98 Test Equipment, Electrical
18 Utility Spaces and Workshops	68 Liquid Cargo	99 Centralized Engine Room and Bridge Control
19 Furniture and Furnishings	69 Cargo Hold Dehumidification	100 Planning And Scheduling, Plans, Instruction Books,
20 Plumbing Fixtures & Accessories	70 Pollution Abatement and Equipment	101 Tests And Trials
21 Hardware	71 Tank Level Indicators	102 Deck, Engine and Stewards Equipment and Tools,
22 Stowage & Protective Covers	72 Compressed Air	103 Requirements For Structure-borne Noise
23 Miscellaneous Equipment Storage	73 Pumps	
24 Name Plates, Notices and Markings	74 General Requirements For Machinery Pressure Piping	
25 Joiner Work and Interior	75 Insulation—Lagging For Piping and Machinery	
26 Stabilization	76 Diesel Engines Driving Generators	
27 Container Stowage and Handling	78 Tanks—Miscellaneous	Appendix A: Owner Furnished Equipment
50 Main And Auxiliary		
51 Main Diesel		
52 Reduction Gears and Clutches—Main		



## 6. Pustaka Utama:

1. Thomas Lamb, Ship Design and Construction Vol 1 dan 2, SNAME, 2004
2. Colton, T (2003). "The Marine Industry". Ship Design and Construction, Chapter 3, Vol. 2. SNAME Publication, Jersey City, NJ, USA: 1.1–11.50.
3. Gale, P. A. (2003). "The Ship Design Process", Ship Design and Construction – Chapter 5, Vol. 2, SNAME Publication, Jersey City, NJ, USA: 5.1–5.22.
4. International Maritime Organization (2008), International code on intact stability, 2008 (2008 IS Code), MSC 83/28/Add.2, Annex 13.
5. Lamb, T. (1969). "A Ship Design Procedure," Journal of Marine Technology, Vol. 6, No. 4, October 1969: 362-404,
6. Molland, A. F. (2008). The Maritime Engineering Reference Book – A Guide to Ship Design, Construction and Operation, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK: 3, 93, 211-292
7. Parsons, M. G. (2003). "Parametric Design". Ship Design and Construction - Chapter 11, Vol. 2. , SNAME Publication, Jersey City, NJ, USA: 11.6-11.47
8. Pécot, F., C. Yvin, R. Buiatti, and J. Maisonneuve (2012). "Shape Optimization of a Monohull Fishing Vessel". Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Computer and IT Applications in the Maritime Industries, 16-18 April, 2012, Liege, Belgium: 12.
9. Schneekluth, H. and V. Bertram (1998). Ship Design for Efficiency and Economy. Butterworth-Heinemann, Second Edition, Oxford: 14-32, 54-64, 182-184
10. Serter, E. (1992). "Geometry of Deep Vee Hull Forms". Journal of Ship and Boat International – Fast Craft: 27-31.
11. Watson, D. G. M. (1998). Practical Ship Design. Elsevier Ocean Engineering Book Series, Volume I, ELSEVIER: 48-49, 65–398,
12. Thomas Lamb, Ship Design and Construction Vol 1 dan 2, SNAME, 2004
13. Colton, T (2003). "The Marine Industry". Ship Design and Construction, Chapter 3, Vol. 2. SNAME Publication, Jersey City, NJ, USA: 1.1–11.50.
14. Gale, P. A. (2003). "The Ship Design Process", Ship Design and Construction – Chapter 5, Vol. 2, SNAME Publication, Jersey City, NJ, USA: 5.1–5.22.
15. International Maritime Organization (2008), International code on intact stability, 2008 (2008 IS Code), MSC 83/28/Add.2, Annex 13.
16. Lamb, T. (1969). "A Ship Design Procedure," Journal of Marine Technology, Vol. 6, No. 4, October 1969: 362-404,
17. Molland, A. F. (2008). The Maritime Engineering Reference Book – A Guide to Ship Design, Construction and Operation, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK: 3, 93, 211-292
18. Parsons, M. G. (2003). "Parametric Design". Ship Design and Construction - Chapter 11, Vol. 2. , SNAME Publication, Jersey City, NJ, USA: 11.6-11.47

19. Pécot, F., C. Yvin, R. Buiatti, and J. Maisonneuve (2012). "Shape Optimization of a Monohull Fishing Vessel". Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Computer and IT Applications in the Maritime Industries, 16-18 April, 2012, Liege, Belgium: 12.
20. Schneekluth, H. and V. Bertram (1998). Ship Design for Efficiency and Economy. Butterworth-Heinemann, Second Edition, Oxford: 14-32, 54-64, 182-184
21. Serter, E. (1992). "Geometry of Deep Vee Hull Forms". Journal of Ship and Boat International – Fast Craft: 27-31.
22. Watson, D. G. M. (1998). Practical Ship Design. Elsevier Ocean Engineering Book Series, Volume I, ELSEVIER: 48-49, 65–398,
23. Thomas Lamb, Ship Design and Construction Vol 1 dan 2, SNAME, 2004
24. Colton, T (2003). "The Marine Industry". Ship Design and Construction, Chapter 3, Vol. 2. SNAME Publication, Jersey City, NJ, USA: 1.1–11.50.
25. Gale, P. A. (2003). "The Ship Design Process", Ship Design and Construction – Chapter 5, Vol. 2, SNAME Publication, Jersey City, NJ, USA: 5.1–5.22.
26. International Maritime Organization (2008), International code on intact stability, 2008 (2008 IS Code, MSC 83/28/Add.2, Annex 13.
27. Lamb, T. (1969). "A Ship Design Procedure," Journal of Marine Technology, Vol. 6, No. 4, October 1969: 362-404,
28. Molland, A. F. (2008). The Maritime Engineering Reference Book – A Guide to Ship Design, Construction and Operation, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK: 3, 93, 211-292
29. Parsons, M. G. (2003). "Parametric Design". Ship Design and Construction - Chapter 11, Vol. 2. , SNAME Publication, Jersey City, NJ, USA: 11.6-11.47
30. Pécot, F., C. Yvin, R. Buiatti, and J. Maisonneuve (2012). "Shape Optimization of a Monohull Fishing Vessel". Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Computer and IT Applications in the Maritime Industries, 16-18 April, 2012, Liege, Belgium: 12.
31. Schneekluth, H. and V. Bertram (1998). Ship Design for Efficiency and Economy. Butterworth-Heinemann, Second Edition, Oxford: 14-32, 54-64, 182-184
32. Serter, E. (1992). "Geometry of Deep Vee Hull Forms". Journal of Ship and Boat International – Fast Craft: 27-31.
33. Watson, D. G. M. (1998). Practical Ship Design. Elsevier Ocean Engineering Book Series, Volume I, ELSEVIER: 48-49, 65–398,