

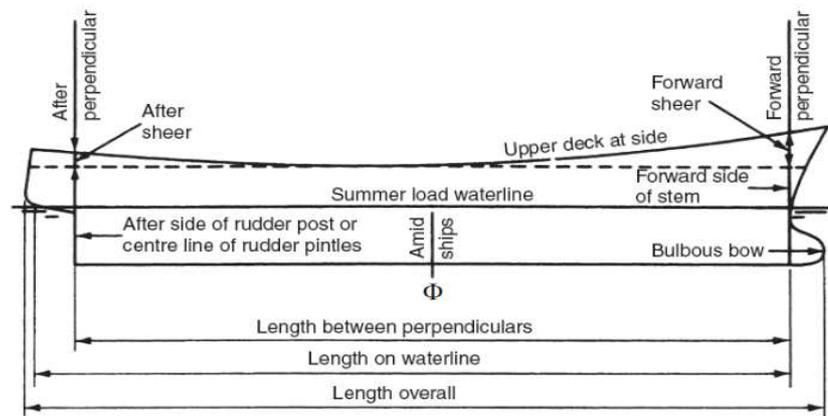
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perhitungan Berat Komponen LWT

2.1.1 Perhitungan berat baja kapal

Sebelum melakukan perhitungan berat baja kapal, akan dijelaskan terlebih dahulu letak dari beberapa parameter yang akan digunakan dalam perhitungan tersebut, yaitu terlihat pada gambar dibawah ini :



- Loa : Length overall
- Lwl : Length on the waterline
- Lpp : Length between perpendiculars
- Φ : amidships/midships, titik tengah antara perpendiculars

Gambar 2.1 Ukuran Utama Kapal

(Sumber : Buku Konstruksi Kapal Baja)

➤ **Input Data :**

$$L = L_{pp} \quad [m]$$

$$B = \text{lebar kapal} \quad [m]$$

$$H = \text{tinggi geladak} \quad [m]$$

C_B = koefisien block sampai sarat

C_{BD} = koefisien block sampai menyinggung geladak teratas

C_M = koefisien midship

$$b = \text{tinggi chamber pada geladak teratas di } L/2 \quad [m]$$

$$n = \text{jumlah geladak} = 1$$



➤ **Berat baja lambung kapal :**

$$\nabla u = \nabla_D + \nabla_s + \nabla_b + \nabla_L \quad [m^3]$$

(*Ship Design Efficiency And Economy, hal 156*)

∇u = total volume di bawah geladak teratas

∇u adalah merupakan fungsi L, B, D, T

∇_D = volume lambung sampai main depth

∇_s = pertambahan volume akibat sheer

∇_b = pertambahan volume akibat chamber

∇_L = pertambahan volume akibat hatchway

Dimana :

✓ ∇_D = volume lambung sampai main depth

$$\nabla_D = L \cdot B \cdot D \cdot C_{BD} \quad [m^3]$$

$$C_{BD} = C_B + C_4 \frac{D-T}{T} (1 - C_B)$$

$C_4 \approx 0,25$ untuk kapal dengan kemiringan gading yang kecil

✓ ∇_s = pertambahan volume akibat sheer

$$\nabla_s = L_s \cdot B (S_v + S_h) \cdot C_2 \quad [m^3]$$

$$L_s = L_{pp}$$

$$C_2 = C_{BD}^{2/3} / 6 \approx 1/7$$

$$S_h = 50 (L/3 + 10) / 1000$$

$$S_v = 25 (L/3 + 10) / 1000$$

∇_b = pertambahan volume akibat chamber

$$\nabla_b = L \cdot B \cdot b \cdot C_3 \quad [m^3]$$

$$C_3 \approx 0.7 C_{BD}$$



B = tinggi chamber = 1/50 B

✓ ∇_s (pertambahan volume akibat sheer) dan

∇_L (pertambahan volume akibat hatchway)

$$W_{StR} = \square u \cdot C_1 \cdot \left[\left[1 + 0.06 \left(n - \frac{D}{4} \right) \right] \left[1 + 0.05 \left(1.85 - \frac{B}{D} \right) \right] \cdot \left[1 + 0.2 \left(\frac{T}{D} - 0.85 \right) \right] \right. \\ \left. \left[0.92 + (1 - C_{BD})^2 \right] \right. \\ \left. \cdot \left[1 + 0.75 C_{BD} (C_M - 0.98)^2 \right] \right] \quad [1 + 0.033((L/H) - 12)] \quad [\text{ton}]$$

Rumus ini dapat digunakan untuk $L/D \geq 9$, nilai pada kapal saya $L/D = 11.036$ maka rumus tersebut dapat digunakan.

2.1.2 Koreksi berat baja lambung kapal :

Bulkhead construction method : 2,5% W_{StR}

Bulbous bow : 0,4 – 0,7% W_{StR}

Karena kapal saya tidak menggunakan bulbous bow maka koreksi bulbous bow = 0

Double bottom:

$$W_{db} = \nabla_{db} \cdot C_5 \quad [\text{ton}]$$

$$\nabla_{db} = L \cdot B \cdot h_{db} \cdot \left[C_B - 0,4 \left(1 - \frac{h_{db}}{T} \right)^2 \sqrt{1 - C_B} \right]$$

(*Ship Design Efficiency And Economy, hal 158*)

$$C_5 = 0,1 \quad [\text{ton/m}^3]$$

$$h_{db} = (350 + 45 \cdot B) / 1000$$

Engine foundation:

$$W_{StF} = \frac{27 P_B}{(n + 250)(15 + P_B / 1000)} \quad [\text{ton}]$$

(*Ship Design Efficiency And Economy, hal 158*)

$$P_B = \text{power mesin} \quad [\text{kw}]$$

$$n = \text{rpm mesin (diambil dari rpm mesin induk)}$$



$$n = 400 - 500 \text{ untuk medium speed engine} \quad [\text{rpm}]$$

$$W_{str \text{ total}} = W_{str} + W_{bulkhead} + W_{bulbous \ bow} + W_{db} + W_{stf}$$

2.1.3 Berat superstructure :

- **Berat forecastle**

$$W_{FC} = \nabla_{FC} \cdot C_{FC} \quad [\text{ton}]$$

$$\nabla_{FC} = \text{volume forecastle}$$

Asumsi :

$$\begin{aligned} \nabla_{FC} &= \text{luas alas} \times \text{tinggi} \\ &= \frac{1}{2} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \times \text{panjang} \quad [\text{m}^3] \end{aligned}$$

$$\text{Panjang forecastle} = l_f = 10\% L_{pp}$$

$$\text{Lebar forecastle} = b_f = B$$

$$\text{Tinggi forecastle} = t_f = 2,5 - 3,5 \text{ m}$$

dalam perhitungan ini saya menggunakan $t_f = 2.5 \text{ m}$

$$C_{FC} : \text{Untuk kapal } L \leq 140 \text{ m} : C_{FC} = 0,1 \quad [\text{ton/m}^3]$$

$$\text{Untuk kapal } L \geq 140 \text{ m} : C_{FC} = 0,13 \quad [\text{ton/m}^3]$$

Karena kapal saya panjangnya < 140 maka $C_{FC} = 0.1$

- **Berat poop**

$$W_P = \nabla_P \cdot C_P \quad [\text{ton}]$$

$$\nabla_P = \text{volume poop}$$

Asumsi :

$$\nabla_P = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \quad [\text{m}^3]$$

$$\text{Panjang poop} = l_p = 20\% L_{pp}$$

$$\text{Lebar poop} = b_p = B$$

$$\text{Tinggi poop} = t_p = 2,5 - 3,5 \text{ m}$$

$$C_p = 0,075 \quad [\text{ton/m}^3]$$

- Berat deckhouse

Berat tiap layer deckhouse :

$$G_{DH} = C_{DH} \cdot F_u \cdot h \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Dimana :

C_{DH} : diketahui dari table di bawah ini



Asumsi : $F_o/F_u = 2.0$

F_o = luas upperdeck setiap layer deckhouse

F_u = area untuk jalan di luar bangunan di atasnya

h = tinggi deckhouse tiap layer = 2,4 m

$K_1 = 1 + 0,02.(h - 2.6)$

$K_2 = 1 + 0,05.(4.5 - f_i)$

f_i = panjang internal deckhouse/panjang potongan deckhouse

Asumsi :

$f_i = l_d - 1\%l_d$

$K_3 = \text{koreksi panjang kapal} = 1$

2.1.4 Perhitungan berat peralatan dan perlengkapan

➤ Input Data yang dibutuhkan :

L : L_{pp} [m]

B : lebar kapal moulded [m]

D : tinggi kapal moulded [m]

- **Grup I : hatchway cover**

Berat hatchway cover pada weather deck :

$W_{I/l} = 0.0533 \cdot d^{1.53}$ [ton/m]

l = panjang hatchway cover [m]

d = lebar hatchway cover [m]

$W_I = n \cdot W_{I/l} \cdot l$ [ton]

n = jumlah hatchway cove

- **Grup III : Living quarter**

Rumus :

$W_{LV} = C_{ALV} \cdot A_{LV} \cdot 10^{-3}$ [ton]

$= C_{VLV} \cdot V_{LV} \cdot 10^{-3}$ [ton]

A_{LV} : luas geladak akomodasi terdiri dari poop, layer II, layer III, layer IV, wheel house

$C_{ALV} = 165 \text{ kg/m}^2$



C_{ALV} : For small and medium sized cargo ship = 160 – 170 kg/m²

- **Grup IV : *Miscellaneous***

Rumus:

$$W_{IV} = (L \cdot B \cdot D)^{2/3} \cdot C \quad [\text{ton}]$$

$$C = 0,18 \text{ ton} / \text{m}^2 < C < 0,26 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$C = 0,22$$

2.1.5 Perhitungan Berat dan Titik Berat Total (Dwt + Lwt)

Setelah harga berat dan titik berat LWT dan DWT di dapat langkah berikutnya mencari berat gabungan LWT dan DWT serta titik beratnya. Adapun langkah perhitungannya sebagai berikut :

- ***Payload***

$$\text{Payload} = 7500 \quad [\text{ton}]$$

$$\text{KG} = \text{Hdb} + 0.5 * (\text{H} - \text{Hdb}) \quad [\text{m}]$$

$$\text{LCG} = 0.5 * \text{Lrm} + \text{Lch} \quad [\text{m}]$$

- ***Consummable***

$$\text{Consummable} = \text{Wfuel oil} + \text{Wdiesel oil} + \text{Wlubrication oil} + \text{Wfresh water}$$

$$+ \text{Wprovision \& store}$$

- **Berat total** = Berat baja + Berat peralatan + Berat permesinan
+ Berat consummable + Payload

- **KG total** = $\sum (W_x * \text{KG}_x) / (\text{displacement})$

- **LCG total** = $\sum (W_x * \text{LCG}_x) / (\text{displacement})$

Dimana: x = baja, peralatan, permesinan, *consummable* dan *payload*

2.1.6 Perhitungan Kapasitas Ruang Muat

Kapasitas ruang muat didefinisikan sebagai volume kapal di bawah upper deck yang dikurangi dengan volume kamar mesin , double bottom, ceruk buritan maupun ceruk haluan, tanki-tangki dan lain –lain seperti double skin dan



cofferdam untuk tanker, hopper side tank dan upper side tank untuk kapal bulk carier.

Adapun langkah-langkah untuk mendapatkan kapasitas ruang muat menurut Herald Poehls dalam bukunya “*Lecture of Ship Design and Ship Theory*” sebagai berikut:

➤ **Input data yang dibutuhkan :**

L : *length between perpendicular* [m]

B : lebar kapal moulded [m]

H : tinggi kapal moulded [m]

T : sarat muatan penuh [m]

Cb : *block coefficient* [m]

➤ **Perhitungan volume kapal dibawah upper deck:**

Vh = total volume kapal di bawah upper deck dan diantara perpendicular

$$= Cb \text{ deck} \cdot L \cdot B \cdot D' \quad [m^3]$$

D' = capacity depth = D + Cm + Sm [m]

Cm = mean camber

$$= 2/3 \cdot C \quad [m] \quad \text{untuk parabolic camber}$$

C = tinggi camber

$$= 1/50 \cdot B \quad [m]$$

Sm = mean sheer

$$= 1/6 (Sa + Sf)$$

Sa = 25 (Lpp/3 + 10) /1000

Sf = 50 (Lpp/3 + 10) /1000

Cb deck = Cb + c (D/T - 1) . (1 - Cb)

$$c = 0.3 \text{ untuk U shaped section}$$

➤ **Perhitungan volume untuk ruang mesin, tangki-tangki dan lain-lain**

Vm = volume yang dibutuhkan untuk ruang mesin, tangki–tangki, dan lain–lainnya yang termasuk dalam Vh [m³]



2.2 Perhitungan berat permesinan

➤ Input data yang dibutuhkan :

P_B : *power of break* [kw]

P_D : *power of delivery* [kw]

n : putaran mesin induk [rpm]

D : diameter propeller [m]

Sumber : Schneekluth, H and V. Bertram . 1998 . *Ship Design Efficiency and Economy, Second edition*

- Propulsion unit

Engine : berdasarkan berat mesin induk.

Gearbox

$$W_{\text{getr}} = (0.34 - 0.4) \left(\frac{P_B}{n} \right) \quad [\text{ton}]$$

Yang saya gunakan adalah $W_{\text{getr}} = 0.4 \left(\frac{P_B}{n} \right)$

Shafting:

$$d = \text{diameter poros propeller} = 11.5 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{1/3} \quad [\text{cm}]$$

$$\left(\frac{M}{l} \right) = 0,81 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{2/3} \quad [\text{ton} / \text{m}]$$

l = panjang poros propeller [m]

$$= 5 + 2 = 7 \text{ m}$$

M = berat poros propeller [ton]

$$= \left(\frac{M}{l} \right) \cdot L$$

- Propeller

rumus berikut untuk normal manganese bronze propeller

$$W_{\text{prop}} = D^3 \cdot K \quad [\text{ton}]$$

$$K \approx 0.18 \left(\frac{A_E}{A_O} \right) - (Z - 2) / 100 \quad \text{atau}$$



$$K \approx \left(\frac{d_s}{D} \right) \cdot \left(1.85 \frac{A_E}{A_o} \right) - (Z - 2) / 100$$

- **Electrical**

$$W_{agg} = 0,001 \cdot P \cdot (15 + 0,014 P) \quad [\text{ton}]$$

$$P = P_B \quad [\text{kw}]$$

- **Other weight**

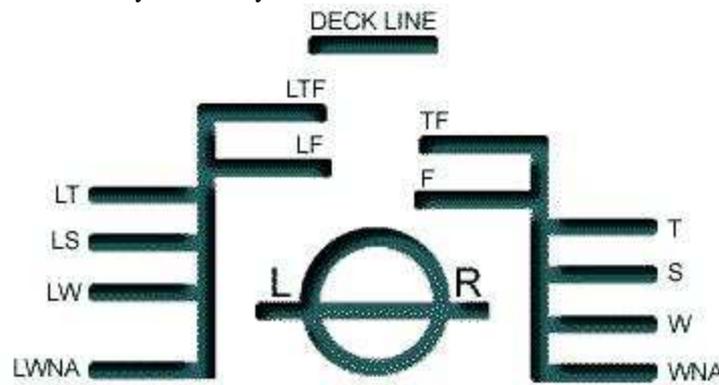
Berat yang termasuk group ini, yaitu: pumps, pipes, sound absorbers, cables, distributors, replacement parts, stair, platforms, grating, daily service tanks, air containers, compressors, degreasers, oil cooler, cooling water system, control equipment, control room, heat and sound insulation in the engine room, water and fuel in pipes, engine and boiler. Rumus :

$$M = 0,07 * P \quad [\text{ton}]$$

$$P = P_B \quad [\text{kw}]$$

2.3 Perhitungan Freeboard Kapal

Freeboard adalah selisih antara tinggi kapal (H) termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada dengan sarat kapal (T) muatan penuh, yang diukur pada sarat musim panas. Panjang freeboard adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal moulded. Untuk memilih panjang freeboard, pilih yang terpanjang antara Lpp dan 96% LWL pada 85% Hm. Lebar freeboard adalah lebar moulded kapal pada midship (Bm). Dan tinggi freeboard adalah tinggi yang diukur pada midship dari bagian atas keel sampai pada bagian atas freeboard deck beam pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat stringer (senta) bila geladak tanpa penutup kayu.



Gambar 2.2 Plimsoll Mark yang biasa terdapat pada kapal

(Sumber : *Load Lines 1966 and Protocol of 1988*)

Freeboard memiliki tujuan untuk menjaga keselamatan penumpang, crew, muatan dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki freeboard tinggi maka daya apung cadangan akan besar sehingga kapal memiliki sisa pengapungan apabila mengalami kerusakan. Adapun langkah untuk menghitung freeboard berdasarkan *Load Lines 1966 and Protocol of 1988* adalah sebagai berikut :

➤ **Input data:**

L : length

$$\left. \begin{array}{l} \Rightarrow 96\% L_{wl} \text{ pada } 0.85D \\ \Rightarrow L_{pp} \text{ pada } 0.85D \end{array} \right\} \text{diambil yang terbesar}$$

Karena L_{pp} lebih besar dari $96\%L_{wl}$, maka pada perhitungan L diambil dari harga L_{pp} .

B : lebar maksimum pada kapal, diukur di midship pada garis moulded frame untuk kapal dengan kulit logam.

D : *depth for freeboard* \Rightarrow *moulded depth amidship plus:*

1. Tebal pelat stringer freeboard deck where fitted.

$$\frac{T(L - S)}{L} \text{ if the exposed freeboard deck is sheathed, where :}$$

T = *thickness of the exposed sheathing clear of the deck is opening*

S = *total length of superstructures.*

Cb : block coefficient ;
$$C_b = \frac{\nabla}{L \cdot B \cdot d_1}$$

$d_1 = 85\%D$

$\Delta T = D - T$



S : panjang superstructure yaitu panjang bagian superstructure yang terbentang dalam L

$S = l_P + l_{FC}$; l_P = panjang poop

l_{FC} = panjang forecastle

➤ **Perhitungan:**

➤ **Tipe Kapal**

• Tipe A:

kapal dengan persyaratan salah satu dari :

- 1) Kapal yang didisain memuat muatan cair dalam bulk.
- 2) Kapal yang mempunyai integritas tinggi pada geladak terbuka dengan akses bukaan ke kompartemen yang kecil, ditutup sekat penutup baja yang kedap atau material yang ekuivalen.
- 3) Mempunyai permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.
- 4) Kapal tipe A: tanker, LNG carrier

• Tipe B:

kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A. Grain carrier, ore carrier, general cargo, passenger ships, Ro – Ro Kapal yang saya rancang adalah kapal tipe B, yaitu kapal General Cargo.

➤ **Freeboard Standard**

Fb = Freeboard standart, yaitu freeboard yang tertera pada tabel freeboard standard sesuai dengan tipe kapal.

➤ **Koreksi :**

1) *Correction for ships under 100 m in length*

Untuk kapal dengan panjang $24 < L < 100$ m dan mempunyai superstructure tertutup dengan panjang efektif mencapai 35%L.

$$+Fb_2 = 7.5.(100 - L) \left(0.35 - \frac{E}{L} \right) \quad [\text{mm}]$$

E = total panjang efektif superstructure [m]



2) *Block coefficient correction*

Jika $C_b > 0.68$:

$$+Fb_3 = Fb \cdot \left[\frac{(C_b + 0.68)}{1.36} \right]$$

Fb = freeboard standart

3) *Depth Correction*

Jika $D > L/15$:

$$+Fb_4 = R \cdot (D - L/15) \quad [\text{mm}]$$

$$R = L / 0.48 \quad \text{untuk } L < 120 \text{ m}$$

$$R = 250 \quad \text{untuk } L > 120 \text{ m}$$

Jika $D < L/15$, tidak ada pengurangan kecuali jika mempunyai superstructure tertutup sebesar 0.6L amidship.

(Sumber : *Load Lines 1966 and Protocol of 1988*)

Tabel 2.1 Standart tinggi superstructure

L [m]	Standart Height [m]	
	Raised quarter - deck	All other superstructure
30 or less	0.90	1.80
75	1.20	1.80
125 or more	1.80	2.30

$$\text{Bila } h < h_s \text{ , maka } l_s = \frac{h}{h_s} * l$$

$$\text{Bila } h > h_s \text{ , maka } l_s = 1$$

h_s = tinggi standart bangunan atas

l = panjang bangunan atas

l_s = panjang superstructure efektif

Koreksi bangunan atas :

Jika $E = 1.0 L$ maka pengurangan freeboard dapat dilihat seperti pada tabel dibawah ini :



(Sumber : *Load Lines 1966 and Protocol of 1988*)

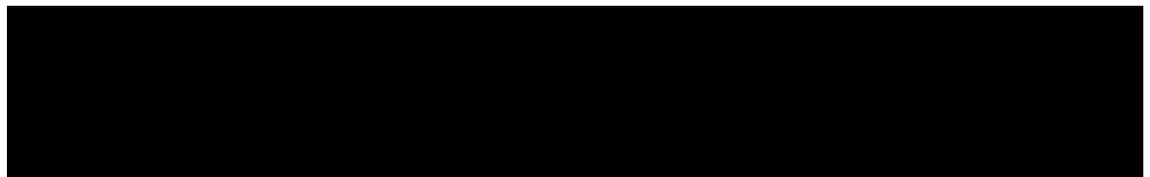
Tabel 2.2. Pengurangan freeboard

Total panjang efektif Superstructure [E]	Pengurangan [mm]
24	350
85	860
122	1070

Bila panjang berada diantaranya maka harga pengurangan diperoleh dengan interpolasi linier. Jika $E < 1.0 L$ maka harga pengurangan diperoleh dari prosentase tabel 5.3 di bawah ini :

(Sumber : *Load Lines 1966 and Protocol of 1988*)

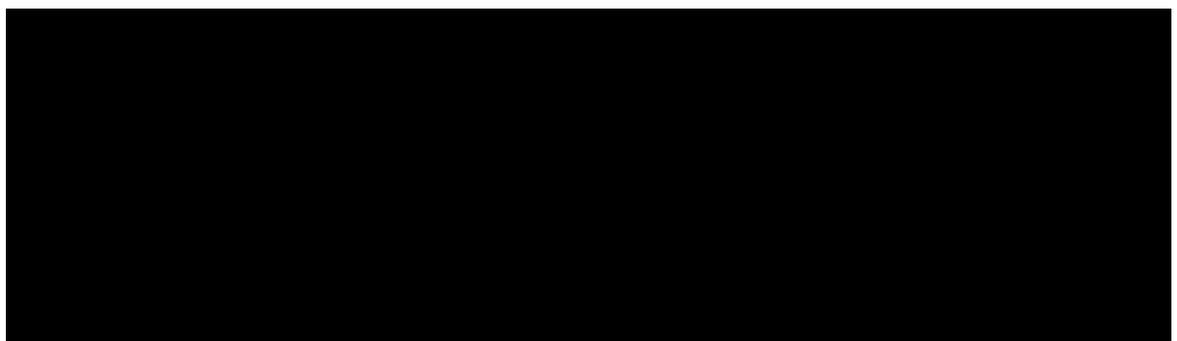
Tabel 2.3. Prosentase pengurangan freeboard kapal tipe “A”



Bila E berada diantaranya maka harga pengurangan diperoleh dengan interpolasi linier.

(Sumber : *Load Lines 1966 and Protocol of 1988*)

Tabel 2.4. Prosentase pengurangan freeboard kapal tipe “B”





Bila E berada diantaranya maka harga diperoleh dengan interpolasi linier, ketentuan lain :

Bila panjang efektif forecastle [l_{sFC}] > 0.4 L maka prosentase pengurangan diperoleh dari dari line II

Bila panjang efektif forecastle [l_{sFC}] < 0.07 L maka prosentase pengurangan dikurangi dengan :

$$5 \times \frac{(0.07L - f)}{0.07L}$$

f = panjang efektif forecastle

4) *Sheer Correction*

Bila kapal menggunakan sheer standart maka tidak ada koreksi sheer.

➤ **Minimum Bow height**

Untuk kapal $L < 250$ m :

$$B_{wm} = 56L \left(1 - \frac{L}{500} \right) \left(\frac{1.36}{C_b + 0.68} \right)$$

Untuk kapal $L > 250$ m :

$$B_{wm} = 7000 \cdot \left(\frac{1.36}{C_b + 0.68} \right)$$

C_b diambil bila $C_b > 0.68$

➤ **Batasan Freeboard**

Actual freeboard \geq freeboard minimum

Suatu batasan freeboard dikatakan "**accepted**" jika freeboard actual atau freeboard sebenarnya (tinggi kapal (H) – tinggi sarat (T)) lebih besar dari perhitungan koreksi freeboardnya.

2.3.1 Perhitungan Tonnase Kapal

Perhitungan tonase kapal dilakukan untuk menentukan ukuran besar kapal. Dalam perhitungan tonase kapal dibagi menjadi dua bagian yaitu Gross Tonnage (



GT) dan Net Tonnage (NT). Gross Tonnage (GT) adalah kapasitas dari ruangan – ruangan yang ada dalam badan/lambung kapal dan ruangan tertutup diatas geladak yang tersedia untuk muatan,gudang, bahan bakar, penumpang dan crew. Sedangkan Net Tonnage (NT) adalah GT dikurangi ruangan–ruangan yang digunakan untuk akomodasi kaptain, perwira, ABK pangkat dibawahnya, peralatan navigasi dan permesinan penggerak kapal.

Saat ini, NT digunakan untuk menentukan pajak pelabuhan untuk kapal-kapal berbagai ukuran. GT digunakan untuk menentukan persyaratan-persyaratan regulasi, misalnya biaya masuk kanal, biaya pemanduan kapal, persyaratan keselamatan, peralatan teknis, jumlah crew, statistik armada dan transportasi, asuransi dll.

Pada perhitungan tonnage, ruangan dibedakan menjadi 2 antara lain ruangan tertutup (enclosed spaces) dan excluded spaces. Ruangan tertutup (enclosed spaces) adalah semua ruangan yang dibatasi oleh badan kapal, atau oleh partisi atau sekat yang permanen atau porTabel, atau oleh geladak atau penutupan yang tidak permanen , ruangan ini masuk dalam perhitungan. Sedakan excluded spaces adalah ruangan yang tidak termasuk dalam perhitungan volume enclosed spaces, oleh karenanya tidak masuk dalam perhitungan tonnage. Adapun perhitungan tonnage sesuai dengan ” *The International convention on Tonnage Measurement Of Ships 1969*”, adalah sebagai berikut:

➤ **Perhitungan**

• **Gross Tonnage:**

$$GT = K_1 \cdot V$$

$$V = \text{total volume ruang tertutup} \quad [m^3]$$

$$= V_U + V_H$$

$$V_U = \text{volume di bawah geladak cuaca} \quad [m^3]$$

$$= \Delta \left(1.25 \frac{D}{d} - 0.115 \right)$$

$$D = \text{depth moulded} \quad [m]$$

$$d = \text{moulded draft amidship} \quad [m]$$

$$V_H = \text{volume ruangan tertutup di atas geladak cuaca} \quad [m^3]$$

$$= V_P + V_{FC} + V_{DH}$$



$$V_P = \text{volume poop} \quad [\text{m}^3]$$

$$V_{FC} = \text{volume forecastle} \quad [\text{m}^3]$$

$$V_{DH} = \text{volume rumah geladak} \quad [\text{m}^3]$$

$$K_1 = 0.2 + 0.02 \log(V)$$

• **Net Tonnage:**

$$NT = K_2 \cdot V_c \cdot \left(\frac{4d}{3D} \right)^2 + K_3 \cdot \left(\frac{N_1}{1} + \frac{N_2}{10} \right)$$

V_c = total volume ruang muat

$$K_2 = 0.2 + 0.02 \log V_c$$

$$K_3 = 1.25 \frac{(GT + 10^4)}{10^4}$$

N_1 = jumlah penumpang dalam kabin dimana tidak lebih 8 penumpang
= 2 orang

N_2 = jumlah penumpang yang lain

$$: \quad = Z_c - 2$$

Z_c = jumlah crew

$N_1 + N_2$ = total jumlah penumpang kapal yang diizinkan untuk dimuat.

➤ **Syarat**

$$1. \quad K_2 \cdot V_c \cdot \left(\frac{4d}{3D} \right)^2 \geq 0.25 \text{ GT} \quad \Rightarrow K_2 \cdot V_c \cdot \left(\frac{4d}{3D} \right)^2 = a$$

$$2. \quad K_3 \cdot \left(\frac{N_1}{1} + \frac{N_2}{10} \right) \Rightarrow b$$

$$3. \quad NT \geq 0.30 \text{ GT}$$

$$4. \quad bN_1 \ \& \ N_2 = 0 \text{ jika } N_1 + N_2 \leq 13$$

2.4 PENGERTIAN ANALISA BIAYA

Sebelum membahas tentang analisa biaya, maka perlu membahas terlebih dahulu tentang biaya. Terdapat beberapa pengertian tentang biaya antara lain :



Biaya menurut The Committee on Cost Concepts – American Accounting Association adalah merupakan suatu kejadian atau Proses Produksi yang diukur berdasarkan nilai uang yang timbul dan mungkin akan timbul untuk mencapai suatu tujuan tertentu atau hasil produksi.

R G Lipsey Cs. berpendapat bahwa biaya bagi perusahaan yang memproduksi suatu hasil produksi merupakan harga dari factor – factor produksi yang digunakan untuk menghasilkan outputnya atau hasil produksinya.

Prof. Dr. R Slot dalam bukunya “Pengantar Ilmu Perusahaan” juga mengemukakan batasan yang hamper sama, biaya merupakan nilai uang peralatan produksi yang digunakan dan dikorbankan oleh perusahaan untuk proses produksinya.

Dari ketiga batasan tersebut di atas didapatkan pemakaian nama yang sama, yaitu harga atau nilai uang. Hal ini akan lebih jelas bila kita memperhatikan contoh dibawah ini :

Suatu output atau kapasitas produksi dari suatu Perusahaan Dok dan blok badan kapal bangunan baru adalah sebesar 10 Ton tiap hari. Perusahaan Dok dan Galangan Kapal dengan kapasitas produksi tersebut memerlukan :

1. Sejumlah jam kerja dari berbagai keterampilan tenaga kerja misalnya tukang plat, tukang las, tenaga transportasi.
2. Sejumlah material pokok antara lain pelat dan profil baja
3. Sejumlah material bantu antara lain elektroda, zat asam, acetylene cair
4. Sejumlah jam berbagai mesin, antara lain mesin potong, mesin las, alat angkat
5. Sejumlah tenaga listrik, udara bertekanan
6. Sejumlah tenaga pengawas, pengelola dan para ahli teknik

Keperluan – keperluan tersebut bila dihitung dengan nilai uang atau harga ditambah dengan biaya – biaya lain untuk mendapatkan hasil produksi tiap hari 10 Ton panel, merupakan biaya keseluruhan bagi perusahaan Dok dan Galangan kapal tersebut untuk menghasilkan 10 Ton panel konstruksi bangunan baru tiap hari. Sadono Sukirno dalam “Pengantar Teori Ekonomi Mikro” mengemukakan batasannya secara lebih jelas bahwa ongkos produksi dapat didefinisikan sebagai semua pengeluaran yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk memperoleh factor –



factor produksi dan material yang akan untuk menciptakan hasil produksinya, atau dengan batasan yang lebih jelas.

Biaya produksi didefinisikan sebagai semua pengeluaran perusahaan Dok dan Galangan Kapal untuk material bantu, tenaga kerja langsung serta biaya lainnya untuk mendapatkan hasil produksi berupa reparasi kapal dan atau Bangunan Baru Kapal. Dari batasan diatas, istilahnya “biaya” dianggap sama dengan istilah “ongkos” dan dapat diartikan sebagai biaya yang telah selesai terpakai (expired cost). Istilah ongkos merupakan usaha yang harus dilaksanakan untuk setiap transaksi hasil produksi. Ongkos dapat diukur menurut perbandingan pengeluaran material dan jasa serta biaya – biaya lainnya, yang diperhitungkan terhadap penghasilan untuk menentukan pendapatan (Matz, Usry, 1983, Akutansi Biaya, Perencanaan dan Pengawasan, Terjemahan, Penerbit Erlangga, Jakarta).

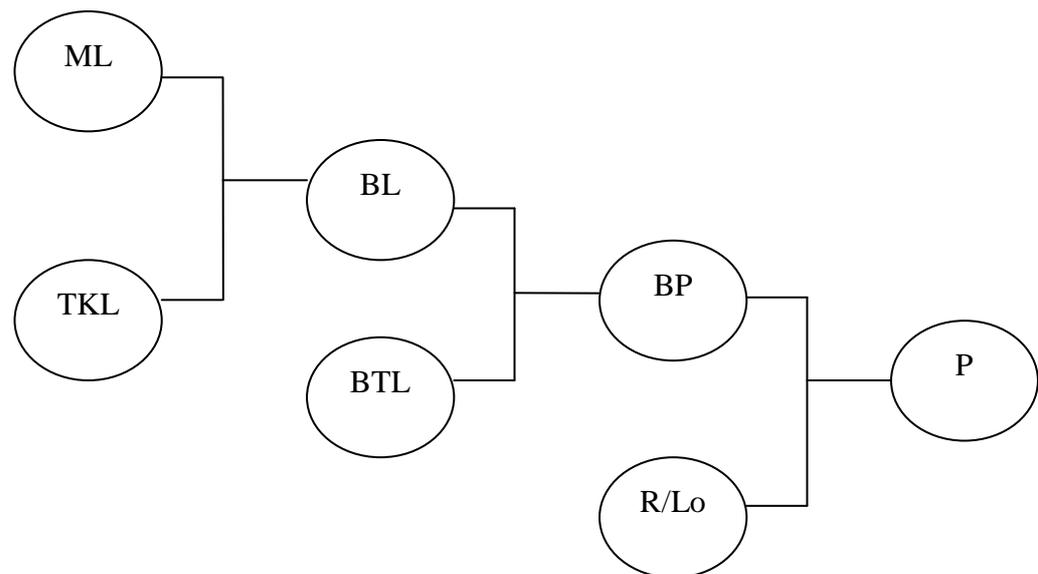
2.4.1 Komponen – komponen biaya dasar pada proses produksi

Pada proses produksi di Perusahaan Dok dan Galangan Kapal pada umumnya terdapat 3 (tiga) buah komponen biaya dasar yaitu :

1. Biaya Material Langsung (ML)
2. Biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL)
3. Biaya Tidak Langsung (BTL) atau Overload

Dari kedua komponen Biaya Dasar yang pertama, yaitu biaya material langsung (ML) dan biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL) jumlahnya merupakan Biaya Langsung (BL), sedangkan penjumlahan Biaya Langsung (BL) dengan Biaya Tidak Langsung (BTL) merupakan Biaya Produksi (BP). Apabila Biaya Produksi (BP) ini ditambah Rugi/Laba Operasi merupakan penjualan hasil produksi.

Oleh karena itu uraian Komponen – komponen biaya dasar pada proses produksi adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3 Uraian Komponen – komponen Biaya Dasar pada proses produksi.

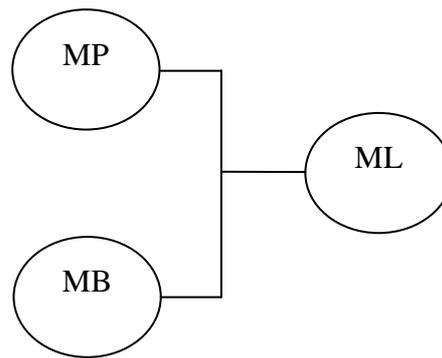
(Sumber : Matz, Usry, Akutansi Biaya, Perencanaan dan Pengawasan)

2.4.2 Biaya Material Langsung

Biaya Material Langsung (ML) atau Direct Material Cost adalah biaya Material / bahan yang secara langsung digunakan dalam proses produksi untuk mewujudkan suatu hasil produksi yang siap diserahkan terimakan kepada pemilik kapal dan atau pemesan kapal.

Untuk proses produksi di perusahaan Dok dan Galangan Kapal sebenarnya Material Langsung (ML) dapat dibagi lagi menjadi :

1. Material Pokok (MP) merupakan bahan baku yang diperlukan untuk mewujudkan hasil produksi, antara lain : pelat / profil baja, bahan poros, kayu, cat untuk pelindung karat dan cat warna, Motor Induk / Bantu, permesinan, katup – katup, pipa, peralatan Navigasi, alat keselamatan jiwa di laut.
2. Material Bantu (MB) merupakan material yang diperlukan untuk memproses Material Pokok untuk mewujudkan suatu hasil produksi, antara lain : elektroda las, Gas Oksigen, Acetylen Cair, Karbid, LPG Cair, Cat / Kapur untuk penera.



Gambar 2.4 Uraian Komponen Biaya Material

(Sumber : Matz, Usry, Akutansi Biaya, Perencanaan dan Pengawasan)

Dalam praktek terdapat sisa Material Langsung (ML) yang kadang – kadang masih dapat digunakan sebagai Material / bahan langsung suatu hasil produksi lain di lingkungan Perusahaan Dok dan Galangan Kapal tersebut, Misalnya : sisa pelat baja dari pekerjaan konstruksi badan kapal akan menjadi material langsung untuk pembuatan flens pipa atau klem pipa dari system persiapan kapal.

Kadang – kadang sisa material langsung yang tidak dapat digunakan sebagai material langsung Bengkel lain di lingkungan Perusahaan tersebut, misalnya sisa pelat baja yang kecil – kecil masih dapat dipakai sebagai material langsung suatu pandai besi Industri Kecil. Dalam praktek hasil penjualan sisa material seperti ini masih dapat dianggap sebagai pendapatan lain – lain, setelah penghapusan sisa material tersebut.

2.4.3 Biaya Tenaga Kerja Langsung

Biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL) atau Direct Labor Cost adalah biaya untuk para Tenaga Kerja Langsung yang ditempatkan dan didaya gunakan dalam menangani kegiatan – kegiatan proses produksi yang secara integral digunakan untuk menangani semua peralatan / fasilitas produksi sehingga proses produksi dapat terwujud.



Pada Perusahaan Dok dan Galangan Kapal yang menganut pengelolaan secara modern, untuk mendapatkan suatu hasil produksi tidak melaksanakan seluruh proses produksi dengan tenaga kerja sendiri. Sekarang keterkaitan dengan industri lain nyata sekali dalam menyelesaikan suatu proses produksi di lingkungan Perusahaan Dok dan Galangan Kapal. Industry – industry tersebut biasanya dinamai Industri Penunjang Perkapalan dan Bangunan Lepas. Hasil industry penunjang industry Perkapalan dan Bangunan Lepas Pantai dapat dibagi menjadi :

1. Material
2. Barang jadi atau Setengah Jadi
3. Jasa dan atau Tenaga Kerja

Khusus perusahaan Industri Jasa atau Pemasuk Tenaga Kerja disebut Sub Kontraktor yang mendukung tenaga kerja bagi Perusahaan Dok dan Galangan Kapal. Sub Kontraktor ini dapat dibagi menjadi :

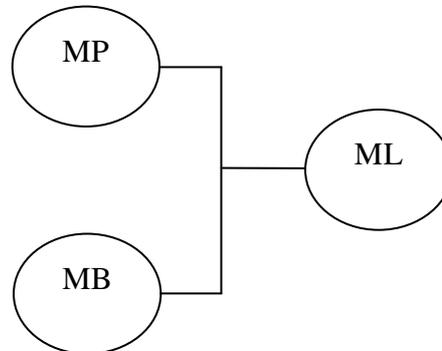
1. Jasa dan atau Tenaga Kerja yang dapat dikerjakan oleh tenaga kerja langsung perusahaan Dok dan Galangan Kapal tersebut, antara lain : pekerjaan plat / las, pekerjaan pipa, dll.
2. Jasa dan atau Tenaga Kerja yang tidak dapat dikerjakan oleh Tenaga Kerja Langsung Perusahaan Dok dan Galangan Kapal tersebut, antara lain : pekerjaan Ketel, pekerjaan Radio

Untuk lebih jelasnya akan dibahas pada jenis Biaya kelompok 4. Sub Kontraktor yang mempunyai keahlian dengan jenis pekerjaan Dok dan sama dengan jenis pekerjaan para Tenaga Kerja Langsung Perusahaan Dok dan Galangan Kapal tersebut, maka biayanya dimasukkan pada biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL). Sedangkan Sub Kontraktor yang mempunyai keahlian dengan jenis pekerjaan yang tidak dimiliki oleh para Tenaga Kerja Langsung Perusahaan Dok dan Galangan Kapal tersebut, maka biayanya dimasukkan pada Biaya Tidak Langsung (BTL).

Oleh karena itu Biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL) pada Perusahaan Dok dan Galangan Kapal dapat dibagi menjadi :

1. Biaya Tenaga Kerja Langsung sendiri (TKLs)
2. Biaya Sub Kontraktor (S.K)

Uraian Biaya Tenaga Kerja Langsung ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.5 : Uraian Komponen Biaya Tenaga Kerja Langsung
(Sumber : Matz, Usry, Akutansi Biaya, Perencanaan dan Pengawasan)

2.4.4 Biaya Tidak Langsung atau Overload

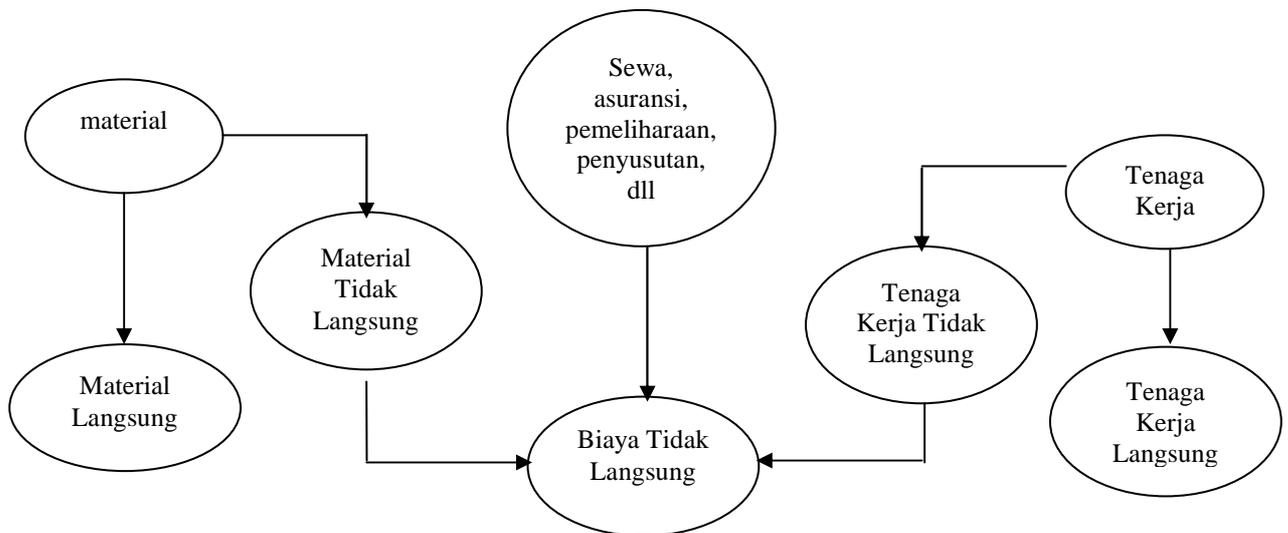
Biaya Tidak Langsung (BTL) atau Overload merupakan biaya – biaya Material Tidak Langsung dan Tenaga Kerja Tidak Langsung serta biaya – biaya lainnya yang timbul dan yang diperlukan untuk menunjang keberhasilan penyelesaian proses produksi.

Biaya Material Tidak Langsung (Indirect Material Cost) adalah biaya material – material yang dipakai untuk menunjang keberhasilan proses produksi, tetapi tidak menjadi bagian yang integral dari produksi yang dihasilkan.

Biaya Material Tidak Langsung ini antara lain : Biaya bahan bakar untuk motor las diesel, biaya tenaga listrik untuk penggerak peralatan / fasilitas produksi dan penerangan, biaya peralatan / keamanan dan kesehatan kerja, biaya material untuk kelancaran kerja misalnya : kauer, cat alat panera, dll.

Biaya Tenaga Kerja Tidak Langsung (Indirect Labour Cost) adalah biaya tenaga kerja yang tidak langsung di dayagunakan untuk kegiatan proses produksi, tetapi diperlukan untuk menunjang keberhasilan dan kelancaran proses produksi, antara lain : biaya tenaga pemasaran, biaya tenaga administrasi / personalia, biaya tenaga kalkulasi / faktur, biaya tenaga pengadaan / penyimpanan material, biaya tenaga perancangan / persiapan / pengawasan produksi, dll.

Biaya – biaya lain yang termasuk pada Biaya Tidak Langsung yang timbul dan akan timbul dalam penyelesaian proses produksi, tetapi yang tidak termasuk pada Biaya Material Tidak Langsung dan Biaya Tenaga Kerja Tidak Langsung, antara lain : biaya pemeliharaan, biaya penyusutan, biaya penelitian dan pengembangan, biaya asuransi, sewa – sewa, biaya pemasaran, biaya modal kerja atau bunga bank. Untuk lebih jelasnya digambarkan uraian komponen Biaya Tidak Langsung yang mendukung proses produksi seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.6. Uraian Komponen Biaya Tidak Langsung pada proses produksi.

(Sumber : Matz, Usry, Akutansi Biaya, Perencanaan dan Pengawasan)

Dilihat dari ketiga jenis biaya di muka, maka Biaya Tidak Langsung (BLT) tersebut dapat dibagi menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu :

1. Biaya Produksi Tidak Langsung (BPTL)
2. Biaya Administrasi Tidak Langsung (BATL)

Pembagian ini akan lebih memudahkan uraian lebih lanjut dalam penjelasan Analisa Biaya. Biaya Produksi Tidak Langsung (BPTL) adalah Biaya Material Tidak Langsung, Biaya Tenaga Kerja Tidak Langsung serta biaya – biaya lainnya, yang berkaitan erat dengan keberhasilan proses produksi, atau dengan kata lain Biaya Produksi Tidak Langsung adalah biaya –biaya yang timbul



sampai terwujudnya hasil produksi di luar Biaya Material Langsung (ML) dan Biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL).

Yang termasuk Biaya Produksi Tidak Langsung (BPTL) adalah : Biaya pemeliharaan bengkel / peralatan / fasilitas produksi, biaya asuransi bengkel / peralatan / fasilitas produksi dan pekerjaan Bangunan Baru / Reparasi Kapal, biaya material / tenaga kerja tidak langsung yang diperlukan untuk kelancaran dan keberhasilan proses produksi, biaya penyusutan bengkel / peralatan / fasilitas produksi, biaya tenaga listrik / udara / bahan bakar / air tawar yang digunakan pada proses produksi, dll

Biaya Administrasi Tidak Langsung (BATL) adalah : Biaya pemeliharaan / asuransi / penyusutan dari gedung / peralatan kantor / administrasi, biaya tenaga kerja tidak langsung / material kantor / administrasi / gudang / perencanaan dll. Pajak, biaya modal kerja / biaya pemasaran, dll.

2.4.5 Rugi / Laba dan Resiko Perusahaan

Perhitungan seluruh biaya untuk suatu proses produksi sampai pada tahap hasil produksi tersebut dapat diserahkan terimakan kepada pemilik kapal atau pemesan kapal yang merupakan biaya produksi (BP) adalah penting sekali. Dengan dapat dihitung biaya produksi secara cermat, teliti dan benar maka kita dapat menetapkan harga penjualan (P) serta mengetahui berapa besarnya rugi / laba yang akan diderita / diperoleh dari hasil produksi yang telah diselesaikan oleh perusahaan Dok dan Galangan Kapal tersebut.

Kendala – kendala yang biasanya dihadapi oleh Perusahaan Dok dan Galangan Kapal untuk menghitung Biaya Produksi (BP) dengan cermat, teliti dan benar dapat ditanggulangi dengan baik, bila cukup pengetahuan tentang biaya – biaya yang timbul dan akan timbul untuk menyelesaikan proses produksi serta pengawasan pengeluaran biaya – biaya tersebut.

Perencanaan Biaya Langsung (BL) yang terdiri dari Biaya Material Langsung (BL) dan Biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL) merupakan tahap yang penting sekali. Setelah perencanaan maka pengawasan terhadap pelaksanaan proses produksi dalam pemakaian keduanya biaya tersebut merupakan tahap yang penting pula, sehingga dalam pelaksanaan proses produksi perlu diperhatikan



effisiensi pemakaian material langsung, tenaga kerja langsung, dan peralatan / fasilitas produksi serta produktivitas tenaga kerja langsung dan peralatan / fasilitas produksi.

Begitu pula perhitungan Biaya Tidak Langsung (BTL) haruslah cermat, teliti dan benar, agar Biaya Produksi (BP) yang didapatkan juga cermat, teliti dan benar. Pada perhitungan Biaya Tidak Langsung ini terdapat biaya tersembunyi (imputed cost). Karena adanya Biaya Tersembunyi ini perhitungan Biaya Tidak Langsung (BTL) harus jelas dan diketahui oleh pengelola perusahaan, sehingga pengeluaran biaya – biaya yang termasuk dalam Biaya Tidak Langsung ini dapat dikendalikan dengan baik (cost control).

Dengan demikian apabila perhitungan Biaya Langsung telah dilaksanakan dengan cermat, teliti dan benar serta diikuti dengan pengendalian yang ketat terhadap pengeluaran biaya – biaya yang termasuk komponen Biaya Tidak Langsung, maka kita dapat menekan biaya produksi dan menyerah terimakan hasil produksi dengan mutu yang baik, murah dan cepat kepada pemilik kapal atau pemesan kapal.

Dengan biaya produksi yang rendah tanpa mengabaikan tanpa mengabaikan mutu, maka perusahaan Dok dan Galangan Kapal dapat meraih keuntungan yang wajar disamping dapat memuaskan Pemilik Kapal atau Pemesan Kapal. Laba pada Perusahaan Dok dan Galangan Kapal untuk pekerjaan Reparasi Kapal dan Bangunan Baru kapal terdapat beberapa tahap Rugi / Laba.

Dari penjelasan – penjelasan pengertian biaya – biaya tersebut di atas, perlu dibahas dahulu Struktur Organisasi Perusahaan Dok dan Galangan Kapal serta prosedur kerja yang ada kaitannya dengan Biaya. Dalam hal ini akan ditekankan penjelasan mengenai Sistem dan Prosedur Kerja serta Sistem Quality Control dan Quality Assurance Perusahaan Dok dan Galangan Kapal pada umumnya.



2.4.6 Tarif IPERINDO 2015

Tarif dasar yang digunakan pada Skripsi kali ini adalah menggunakan Dasar Tarif IPERINDO tahun 2015, sesuai dengan peraturan yang berlaku bahwa posisi dari plat menentukan dari besar beban yang di masukkan kedalam harga pekerjaan seperti yang Nampak pada table dibawah ini :

Penggantian plat menurut lokasi :

(Sumber : Buku Tarif IPERINDO Tahun 2015)

Tabel 2.5 Beban harga plat menurut lokasi di kapal

	LOKASI	%
a.	Side shell	100%
b.	Bottom	110%
c.	Keel Plates	115%
d.	Deck Plates	100%
e.	Tank top	110%
f.	Engine Room (Side shell & Deck)	150%
g.	Bulkhead	120%
h.	Fore and after peak keel plates	140%
I.	internal in DBT	250%
j.	Internal in room & casings	120%
k.	Mixed frames	140%
l.	Internal in after and fore peak	140%
m.	Fore and Aft Stem (Linggi Haluan & Buritan)	200%
n.	Bulbous Bow	300%
o.	Internal Engine Room & Propulsion system (Bottom)	300%



Tabel 2.6 Analisa harga satuan

NO	Uraian Pekerjaan	Qty	Sat	Shift	Jumlah	Tarif Harga Satuan	Harga Total
					H Klndr	Orang/H Kerja (Rp)	
						8 Jam	
1	Plat	1	Kgs	1	1	Rp 10,000	Rp 10,000
2	Oxigen	1	Tbg	1	1	Rp 6,700	Rp 6,700
3	CO2	1	Tbg	1	1	Rp 5,500	Rp 5,500
4	Elektroda	1	Bh	1	1	Rp 4,000	Rp 4,000
5	Overhead	1	Ls	1	1	Rp 2,800	Rp 2,800
	Sub Total						Rp 29,000
	Jumlah harga satuan per Kali (1+2+3)						Rp 29,000

Untuk data kapal yang akan di modifikasi adalah sebagai berikut :

SHIP PARTICULAR :

SHIP NAME : LCT. H E R L I N I V
 CATEGORY : KAPAL MOTOR PENDARAT (LCT)
 FLAG : INDONESIA
 CLASIFIKATION : B K I
 YEARS : 2006

PRINCIPAL DIMENTION

Lenght Of Overall = 72,2 M
 Lenght Between Perpendicullar = 65 M
 Lenght Of Waterline = 64.4 M
 Breadth = 12 M
 Depth = 4 M
 draft = 3.4 M
 DWT / GRT : 1297 / 865
 FUEL CONSUMPTION : 3,5 Ltr/DAY
 PROPULSION : 2 X PROPELLER KURTZ NOZZLE 4 DAUN
 RUDDER : HYDRAULIC STEERING SYSTEM

MACHINERY AND EQUIPMENT :



MAIN ENGINE 1 AND 2

MERK / TYP : YANMAR 6 LAH (M) – STE 3 (Brand New)

HORSE POWER : 620 X 2

GEAR BOX : TWIN DIS Type MG 5170 DC, Ratio 5,95 : 1

COMMUNICATION SYSTEM :

SSB : IC.718.ICOM

VHF : IC.M.45.ICOM

EPIREB : Samyung SEP – 406 Mhz

SATELITE TELEFON : Acceptable