

BAB V

RENCANA BUKAAN KULIT

(SHEEL EXPANSION)

A. Perhitungan Beban

A.1 Beban Sisi

Beban sisi geladak dihitung menurut rumus BKI 2006 Vol II Sect.

4.B.2.1

A.1.1. Dibawah Garis Air Muat

Beban sisi geladak dibawah garis air muat dihitung berdasarkan rumus BKI 2006 Volume II Section 4.B.2.1.1.

$$P_s = 10 \cdot (T - Z) + P_o \cdot C_F \cdot (1 + z/T) \quad (\text{KN/m}^2)$$

z = Jarak vertikal dari pusat beban ke base line

$$= 1/3 \times T = 1/3 \times 3,94$$

$$= 1,313 \text{ m}$$

$P_{o1} = 9,748 \quad \text{KN/m}^2$; untuk pelat kulit dan geladag cuaca..

$P_{o2} = 7,311 \quad \text{KM/m}^2$; untuk *frame* dan *deck beam*.

$P_{o3} = 5,849 \quad \text{KN/m}^2$, untuk web *frame*, *strong beam*,
grillage system

$$C_F = 1,0 + \frac{5}{Cb} (0,2 - x/L) \quad (\text{buritan kapal})$$

$$= 1,0 + \frac{5}{0,52}(0,2 - 0,1)$$

$$= 1,96$$

$$C_F = 1,00 \text{ untuk (tengah kapal)}$$

$$C_F = 1,0 + \frac{20}{Cb}(x/L - 0,7)^2 \text{ (haluan kapal)}$$

$$= 1,0 + \frac{20}{0,52}(0,93 - 0,7)^2$$

$$= 3,035$$

1. Beban sisi untuk menghitung pelat kulit.

a. Beban sisi untuk daerah buritan kapal

$$P_s = 10 \cdot (T - Z) + P_o \cdot C_F \cdot (1 + Z/T) \quad (\text{KN/m}^2)$$

$$P_{s1} = 10 \times (3,94 - 1,313) + 9,748 \times 1,96 \times (1 + 1,313/3,94) \\ = 51,743 \text{ KN/m}^2$$

b. Beban sisi untuk daerah tengah kapal

$$P_s = 10 \cdot (T - Z) + P_o \cdot C_F \cdot (1 + Z/T) \quad (\text{KN/m}^2)$$

$$P_{s2} = 10 \times (3,94 - 1,313) + 9,748 \times 1 \times (1 + 1,313/3,94) \\ = 39,267 \text{ KN/m}^2$$

c. Beban sisi untuk daerah haluan kapal

$$P_s = 10 \cdot (T - Z) + P_o \cdot C_F \cdot (1 + Z/T) \quad (\text{KN/m}^2)$$

$$P_{s3} = 10 \times (3,94 - 1,313) + 9,748 \times 3,035 \times (1 + 1,313/3,94) \\ = 65,714 \text{ KN/m}^2$$

A.1.2. Diatas Garis Air Muat

Beban sisi geladak diatas garis air muat dihitung berdasarkan rumus BKI 2006 Volume II Section 4.B.2.1.2.

$$P_s = P_o \cdot C_F \frac{20}{10 + Z - T} \quad (\text{KN/m}^2)$$

$$\begin{aligned} Z &= \text{Jarak vertikal dari pusat beban ke base line} \\ &= T + \frac{1}{2}(H-T) = 3,94 + \frac{1}{2}(4,5 - 3,94) \\ &= 4,22 \text{ m} \end{aligned}$$

$P_{o1} = 9,748 \quad \text{KN/m}^2$; untuk pelat kulit dan geladag cuaca..

$P_{o2} = 7,311 \quad \text{KM/m}^2$; untuk *frame* dan *deck beam*.

$P_{o3} = 5,849 \quad \text{KN/m}^2$; untuk web *frame*, *strong beam*.

$C_{F1} = 1,96$ untuk buritan kapal.

$C_{F2} = 1,0$ untuk midship kapal

$C_{F3} = 3,035$ untuk haluan kapal

1. Beban sisi untuk menghitung pelat kulit.

a. Beban sisi untuk daerah buritan kapal

$$\begin{aligned} P_{s1} &= 9,748 \times 1,96 \times \frac{20}{10 + (4,22 - 3,94)} \\ &= 37,171 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

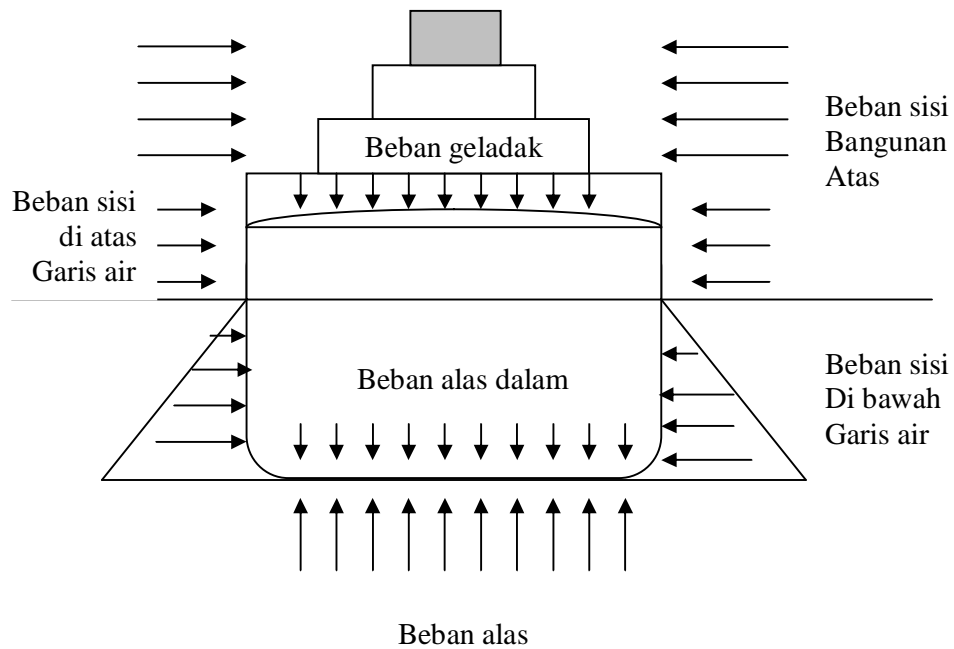
b. Beban sisi untuk daerah tengah kapal

SHEEL EXPANSION

$$Ps_2 = 9,748 \times 1 \times \frac{20}{10 + (4,22 - 3,94)}$$
$$= 18,965 \text{ KN/m}^2$$

c. Beban sisi untuk daerah haluan kapal

$$Ps_3 = 9,748 \times 3,035 \times \frac{20}{10 + (4,22 - 3,94)}$$
$$= 57,559 \text{ KN/m}^2$$



A.2. Beban Alas Kapal (Load On The Ship Bottom)

Beban alas kapal dihitung menurut rumus BKI 2006 Volume II Sect 4.B.3

A. 2.1. Beban Luar Alas Kapal

Beban luar alas kapal dihitung untuk menentukan konstruksi alas berdasarkan rumus BKI 2006 Volume II Section 4.B.3

$$P_B = 10 \cdot T + P_o \cdot C_F \quad (\text{KN/m}^2)$$

Dimana :

$$P_o = 9,748 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk pelat})$$

$$P_o = 7,311 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk frame dan deck beam})$$

$$P_o = 5,849 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk web frame, strong beam})$$

$$C_f = 1,96 \quad (\text{Buritan kapal})$$

$$= 1,0 \quad (\text{Tengah kapal})$$

$$= 3,035 \quad (\text{Haluan kapal})$$

➤ **Untuk menghitung pelat.**

a. Beban luar alas untuk daerah buritan kapal

$$\begin{aligned} P_{B1} &= 10 \times 3,94 + 9,748 \times 1,96 \\ &= 58,506 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban luar alas untuk daerah tengah kapal

$$\begin{aligned} P_{B2} &= 10 \times 3,94 + 9,748 \times 1,0 \\ &= 49,148 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

c. Beban luar alas untuk daerah haluan kapal

$$\begin{aligned} P_{B3} &= 10 \times 3,94 + 9,748 \times 3,035 \\ &= 68,985 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

B. Perhitungan Pelat Geladak Kekuatan Dan Pelat Kulit

Data-data rumus sebagai berikut :

$$a_0 = \text{jarak gading normal} = 0,54$$

$$k = \text{faktor bahan} = 1$$

$$tk = \text{faktor korosi} = 1,5$$

B.1. Pelat Geladak Kekuatan

Tebal pelat geladak kekuatan dihitung berdasarkan rumus BKI 2006 Volume II Section 7.A.7.1.

$$T_E = 1,21 \cdot a \cdot \sqrt{P_D \cdot k} + tk \quad (\text{mm})$$

Dimana :

$$P_{D1} = 17,781 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk buritan kapal})$$

$$P_{D2} = 16,165 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk tengah kapal})$$

$$P_{D3} = 22,356 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk haluan kapal})$$

→ Tebal minimum pelat geladak kekuatan adalah :

$$\begin{aligned}T_E &= (5,5 + 0,02 L) \sqrt{k} \\ &= (5,5 + 0,02 \times 36,07) \times 1 \\ &= 6,22 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm}\end{aligned}$$

- a. Tebal pelat geladak kekuatan untuk daerah buritan kapal

$$\begin{aligned}T_{E1} &= 1,21 \times 0,55 \times \sqrt{17,781 \times 1} + 1,5 \\ &= 4,306 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm}\end{aligned}$$

- b. Tebal pelat geladak kekuatan untuk daerah tengah kapal

$$\begin{aligned}T_{E2} &= 1,21 \times 0,55 \times \sqrt{16,165 \times 1} + 1,5 \\ &= 4,176 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm}\end{aligned}$$

- c. Tebal pelat geladak kekuatan untuk daerah haluan kapal

$$\begin{aligned}T_{E3} &= 1,21 \times 0,54 \times \sqrt{22,356 \times 1} + 1,5 \\ &= 4,647 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm}\end{aligned}$$

B.2. Tebal Pelat Geladak Bangunan Atas

$$T_{EP} = 1,21 \cdot a \cdot \sqrt{P_D \cdot k} + tk \quad (\text{mm})$$

Dimana :

$$P_{D1} = 12,609 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk } bridge \text{ deck})$$

$$P_{D2} = 9,052 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk } navigation \text{ deck})$$

$$P_{D3} = 5,496 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk } compas \text{ deck})$$

a. Tebal pelat *Bridge Deck*

$$\begin{aligned} T_{EN} &= 1,21 \times 0,55 \times \sqrt{12,609 \times 1} + 1,5 \\ &= 3,86 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Tebal pelat *Navigation Deck*

$$\begin{aligned} T_{EN} &= 1,21 \times 0,55 \times \sqrt{9,052 \times 1} + 1,5 \\ &= 3,502 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Tebal pelat pada *Compas Deck*

$$\begin{aligned} T_{EC} &= 1,21 \times 0,55 \times \sqrt{5,496 \times 1} + 1,5 \\ &= 3,06 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

B.3. Pelat Alas Kapal (*Bottom Pelate*)

Tebal pelat alas kapal dihitung berdasarkan rumus BKI 2006 Volume II Section 6.B.1.1.

$$T_{B1} = 1,9 \cdot nf \cdot a \cdot \sqrt{P_{B1} \cdot k} + tk \quad (\text{mm})$$

Dimana :

$$nf = 1$$

$$a = \text{jarak gading} = 0,55$$

$$P_{B1} = 58,506 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk daerah buritan kapal})$$

$$P_{B2} = 49,148 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk daerah tengah kapal})$$

$$P_{B3} = 68,955 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk daerah haluan kapal})$$

- a. Tebal pelat alas untuk daerah buritan kapal

$$\begin{aligned} T_{B1} &= 1,9 \times 1 \times 0,55 \times \sqrt{58,506 \times 1} + 1,5 \\ &= 9,493 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

- b. Tebal pelat alas untuk daerah tengah kapal

$$\begin{aligned} T_{B2} &= 1,9 \times 1 \times 0,55 \times \sqrt{49,148 \times 1} + 1,5 \\ &= 8,826 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm} \end{aligned}$$

- c. Tebal pelat alas untuk daerah haluan kapal

$$\begin{aligned} T_{B3} &= 1,9 \times 1 \times 0,55 \times \sqrt{68,955 \times 1} + 1,5 \\ &= 10,178 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm} \end{aligned}$$

B.4. Pelat Sisi Kapal (*Side Shell Plating*)

Dihitung berdasarkan rumus BKI 2006 Volume II Section 6.C.1.1.

B.4.1. Dibawah Garis Air

$$T_s = 1,9 \times a \times n_f \times \sqrt{P_s \cdot k} + t_k \quad (\text{mm})$$

Dimana :

$$n_f = 1$$

a = jarak gading = 0,55

$P_{s1} = 51,743 \text{ KN/m}^2$ (untuk daerah buritan kapal)

$P_{s2} = 39,267 \text{ KN/m}^2$ (untuk daerah tengah kapal)

$P_{s3} = 65,714 \text{ KN/m}^2$ (untuk daerah haluan kapal)

a. Tebal pelat sisi untuk daerah buritan kapal

$$\begin{aligned} T_{s1} &= 1,9 \times 0,55 \times 1 \times \sqrt{51,743 \times 1} + 1,5 \\ &= 9,01 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Tebal pelat sisi untuk daerah tengah kapal

$$\begin{aligned} T_{s2} &= 1,9 \times 0,55 \times 1 \times \sqrt{39,267 \times 1} + 1,5 \\ &= 8,048 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Tebal pelat sisi untuk daerah haluan kapal

$$\begin{aligned} T_{s3} &= 1,9 \times 0,55 \times 1 \times \sqrt{65,714 \times 1} + 1,5 \\ &= 9,97 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

B.4.2. Diatas Garis Air

$$T_s = 1,9 \times a \times n_f \times \sqrt{P_s \cdot k} + t_k \quad (\text{mm})$$

Dimana :

$$n_f = 1$$

$$a = \text{jarak gading} = 0,55$$

$$P_{s1} = 37,171 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk daerah buritan kapal})$$

$$P_{s2} = 18,965 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk daerah tengah kapal})$$

$$P_{s3} = 57,559 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk daerah haluan kapal})$$

a. Tebal pelat sisi untuk daerah buritan kapal

$$\begin{aligned} T_{s1} &= 1,9 \times 0,55 \times 1 \times \sqrt{37,171 \times 1} + 1,5 \\ &= 7,334 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Tebal pelat sisi untuk daerah tengah kapal

$$\begin{aligned} T_{s2} &= 1,9 \times 0,55 \times 1 \times \sqrt{18,965 \times 1} + 1,5 \\ &= 6,05 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Tebal pelat sisi untuk daerah haluan kapal

$$\begin{aligned} T_{s1} &= 1,9 \times 0,55 \times 1 \times \sqrt{57,559 \times 1} + 1,5 \\ &= 9,428 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

B.5. Pelat Lajur Bilga

Tebal pelat lajur bilga tidak boleh kurang dari tebal pelat alas atau tebal pelat sisi sesuai rumus BKI 2006 Volume II Section 6.B.4.1.

a. Tebal pelat lajur bilga

$$\begin{aligned}T_b &= (1,5 - 0,01L) \sqrt{Lk} \\ &= (1,5 - 0,01 \cdot 36,07) \sqrt{36,07 \cdot 1} \\ &= 6,842 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm}\end{aligned}$$

karena tebal pelat sisi kapal 7 mm dan pelat alas kapal 9 mm, maka tebal pelat lajur bilga diambil 9 mm.

b. Lebar lajur bilga tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned}b &= 800 + 5L \text{ (mm)} \\ &= 800 + (5 \times 36,07) \\ &= 980,35 \text{ mm, diambil } 1000 \text{ mm}\end{aligned}$$

B.6. Pelat Lajur Atas (*Sheer Strake*)

Lebar pelat lajur atas dihitung berdasarkan rumus BKI 2006 Volume II Section 6.C.3.2.

$$\begin{aligned}\text{a. } b &= 800 + 5 \cdot L \text{ (mm)} \\ &= 800 + (5 \times 36,07) \\ &= 980,35 \text{ mm, diambil } 1000 \text{ mm}\end{aligned}$$

b. Tebal pelat lajur atas di luar midship umumnya tebalnya sama dengan

pada sisi daerah ujung kapal tetapi tidak boleh lebih dari 10% nya.

- Tebal pelat lajur atas pada 0,1 buritan sama dengan tebal pelat sisi pada daerah yang sama = 8 mm.
- Tebal pelat lajur atas pada daerah haluan sama dengan tebal pelat sisi pada daerah yang sama = 10 mm.
- Tebal pelat lajur atas pada daerah tengah sama dengan tebal pelat sisi pada daerah yang sama = 7 mm.

B.7. Pelat Lunas Kapal

Dihitung berdasarkan rumus BKI 2006 Volume II Section 6.B.5.1.

- a. Tebal pelat lunas untuk daerah tengah kapal tidak boleh kurang dari :

$$T_{fk_1} = t + 2$$

Dimana :

t = Tebal pelat alas pada tengah kapal = 8 mm

$$\begin{aligned} T_{fk_1} &= 9 + 2 \\ &= 11 \text{ mm} \end{aligned}$$

- b. Tebal pelat lunas untuk daerah buritan dan haluan = 90% Tfk

$$\begin{aligned} T_{fk_2} &= 90\% \times 11 \\ &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

B.8. Pelat Penguat/Penyangga Linggi Buritan, Baling-Baling, Lunas Bilga

Dihitung berdasarkan rumus BKI 2006 Volume II Section 6.F.1.1.

- a. Tebal pelat kulit linggi buritan sekurang-kurangnya sama dengan pelat sisi tengah kapal = 7 mm

b. Tebal penyangga baling-baling harus dipertebal menjadi :

$$\begin{aligned}t &= 1,5 + t_1 \\ &= 1,5 + 7 \\ &= 8,5 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm}\end{aligned}$$

c. Lunas Bilga dipasang pada pelat kulit bagian bawah yang sekelilingnya dilas kedap air, sehingga jika ada sentuhan dengan dasar air laut pada pelat tidak akan rusak

B.9. Bukaan Pada Pelat Kulit

- a. Bukaan untuk jendela, lubang udara dan lubang pembuangan katup laut sudut-sudutnya harus dibulatkan dengan konstruksi kedap air.
- b. Pada lubang jangkar di haluan pelat kulit harus dipertebal dengan doubling.
- c. Di bawah konstruksi pipa duga, pipa limbah, pipa udara dan alas diberi doubling pelat.

B.10. Kotak Laut

Tebal pelat *sea chest* harus sesuai rumus BKI 2006 Vol. II Sect 8.B.5.4

$$T = 12 \cdot a \cdot \sqrt{P \cdot k} + tk$$

$$P = 2 Mws$$

$$T = 12 \times 0,55 \sqrt{2x1} + 1,5$$

$$= 10,83 \text{ mm} \sim 12 \text{ mm}$$

B.11. Kubu-Kubu

- a. Tebal pelat kubu-kubu tidak boleh kurang dari :

$$T = \{0,75 - (L/1000)\} \sqrt{L}$$

$$= \{0,75 - (36,07 / 1000)\} \sqrt{36,07}$$

$$= 4,288 \text{ mm, diambil } 5 \text{ mm}$$

- b. Tinggi Kubu-Kubu

Tinggi kubu-kubu minimal 1000 mm