

BAB V

MIDSHIP AND SHELL EXPANSION

Perhitungan Midship & Shell Expansion berdasarkan ketentuan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) Th. 2006 Volume II.

A. PERHITUNGAN PLAT KULIT DAN PLAT GELADAK KEKUATAN

B.1. Menentukan Tebal Plat Geladak

a. Menentukan Tebal plat geladak Cuaca

Tebal plat geladak cuaca pada kapal tidak boleh kurang dari :

$$t_{G1} = 1,21 \times a \sqrt{P_D \times k} + tk \quad (\text{mm})$$

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 7.C.7.1)

Dimana :

P_{D1}	= 30,572 KN/m ²	untuk buritan kapal
P_{D2}	= 27,792 KN/m ²	untuk midship kapal
P_{D3}	= 38,437 KN/m ²	untuk haluan kapal
a	= jarak antar gading	
	= 0,6 m (pada AP – fr 9 & fr 152 – fr FP)	
	= 0,7 m (pada fr. 9 – fr. 152)	
k	= 1,0 faktor bahan	
tk	= 1,5 untuk $t_B \leq 10$ mm	
tk	= 0,5 untuk $t_B \geq 10$ mm	

- 1) Tebal plat geladak pada 0,1 L pada buritan kapal tidak boleh kurang dari :

Tebal plat geladak pada 0,1L buritan untuk a = 0,6 m (AP – fr. 9) :

$$\begin{aligned} t_{G1} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{30,571 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{5,514 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \quad (\text{diambil tebal minimum}) \end{aligned}$$

Tebal plat geladak pada 0,1L buritan untuk a = 0,7 (fr 10 – fr. 40) m:

$$\begin{aligned} t_{G1} &= 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{30,571 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{6,183 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \quad (\text{diambil tebal minimum}) \end{aligned}$$

- 2) Tebal plat geladak pada daerah midship

$$t_{G2} = 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{27,792 \times 1} + 1,5$$

$$= 5,965 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm} \text{ (diambil tebal minimum)}$$

3) Tebal plat geladak pada daerah haluan kapal

Tebal plat geladak pada haluan untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. 152 – fr. 167) :

$$tG_3 = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{38,437x1} + 1,5$$

$$= 6,001 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm} \quad \text{(diambil tebal minimum)}$$

$$tG_{\min} = (4,5 + 0,05L)\sqrt{k} \quad \text{(Haluan & buritan)}$$

$$= (4,5 + 0,05 \times 114,5)\sqrt{1}$$

$$= 10,225 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}$$

$$tG_{\min} = (5,5 + 0,02L)\sqrt{k} \quad \text{(Midship)}$$

$$= (5,5 + 0,02 \times 112)\sqrt{1}$$

$$= 7,790 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

b. Tebal plat geladak bangunan atas

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

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 7.C.7.1)

1) Tebal plat geladak kimbul (poop deck)

Tebal plat geladak kimbul untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (AP – fr. 9) :

$$tG_1 = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{30,571x1} + 1,5$$

$$= 5,514 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

Tebal plat geladak kimbul untuk $a = 0,7 \text{ m}$ (fr. 10 – fr. 40) :

$$tG_1 = 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{30,571x1} + 1,5$$

$$= 6,183 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

2) Tebal plat geladak sekoci (Boat Deck)

Tebal plat geladak sekoci untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. 4 – fr. 9) :

$$tG_2 = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{30,571x1} + 1,5$$

$$= 5,514 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

Tebal plat geladak sekoci untuk $a = 0,7 \text{ m}$ (fr. 9 – fr. 40)

$$tG_2 = 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{30,571x1} + 1,5$$

$$= 6,183 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

3) Tebal plat geladak navigasi

$$\begin{aligned} t_{G_3} &= 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{30,571 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{6,183 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}} \end{aligned}$$

4) Tebal plat geladak kompas (compass deck)

$$\begin{aligned} t_{G_4} &= 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{30,571 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{6,183 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}} \end{aligned}$$

5) Tebal plat geladak akil (fore castle deck)

Tebal plat geladak akil untuk a = 0,6 m (fr. 149 – fr. 161) :

$$\begin{aligned} t_{G_5} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{38,437 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{6,001 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

6) Tebal plat geladak Derek (winch deck)

$$\begin{aligned} t_{G_6} &= 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{27,792 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{5,965 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

B.2. Menentukan Tebal Plat sisi Kapal

a. Tebal plat sisi kapal di bawah garis air muat adalah sbb :

$$t_s = 1,21 \times a \times \sqrt{P_s \times k} + t_k \quad (\text{mm}), \text{ Untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 6.C.1.2)

Dimana :

$$P_{S1} = 103,131 \quad \text{KN/m}^2 \quad \text{untuk buritan kapal}$$

$$P_{S2} = 79,776 \quad \text{KN/m}^2 \quad \text{untuk midship kapal}$$

$$P_{S3} = 129,219 \quad \text{KN/m}^2 \quad \text{untuk haluan kapal}$$

a = jarak antar gading

$$= 0,6 \text{ m (pada AP – fr 9 \& fr 152 – fr 167)}$$

$$= 0,7 \text{ m (pada fr. 9 – fr. 152)}$$

k = 1,0 faktor bahan

t_k = 1,5 untuk t_B ≤ 10 mm

1) Tebal plat sisi kapal pada 0,05 L pada buritan kapal tidak boleh kurang dari :

$$t_{s1} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{103,131 \times 1} + 1,5$$

$$= 8,873 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}$$

2) Tebal plat sisi pada daerah midship

$$ts_2 = 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{79,776 \times 1} + 1,5$$

$$= 9,065 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

3) Tebal plat sisi pada daerah haluan kapal

Tebal plat sisi haluan untuk a = 0,6 m (fr. 149 – fr. 161) :

$$ts_3 = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{129,219 \times 1} + 1,5$$

$$= 9,753 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}$$

b. Ketebalan plat sisi kapal di atas garis air muat adalah sbb :

$$ts = 1,21 \times a \times \sqrt{P_s \times k} + tk \quad \text{Untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 6.C.1.2)

Dimana :

$$P_{S1} = 73,182 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk buritan kapal}$$

$$P_{S2} = 42,180 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk midship kapal}$$

$$P_{S3} = 107,812 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk haluan kapal}$$

a = jarak antar gading

$$= 0,6 \text{ m (pada AP – fr 9 \& fr 152 – fr 167)}$$

$$= 0,7 \text{ m (pada fr. 9 – fr. 152)}$$

k = 1,0 faktor bahan

tk = 1,5 untuk $t_B \leq 10 \text{ mm}$

jadi :

1) Tebal plat sisi pada 0,1 L pada buritan kapal tidak boleh kurang dari :

Tebal plat sisi pada 0,1L buritan untuk a = 0,6 m (AP – fr. 9) :

$$ts_1 = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{73,182 \times 1} + 1,5$$

$$= 7,711 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}$$

Tebal plat geladak pada 0,1L buritan untuk a = 0,7 m :

$$ts_1 = 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{73,182 \times 1} + 1,5$$

$$= 8,746 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}$$

- 2) Tebal plat sisi pada daerah midship

$$\begin{aligned} t_{s_2} &= 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{42,180 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{7,001 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}} \end{aligned}$$

- 3) Tebal plat sisi pada daerah haluan kapal

Tebal plat sisi haluan untuk a = 0,6 m (fr. 149 – fr. 161) :

$$\begin{aligned} t_{s_3} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{107,812 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{9,038 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}} \end{aligned}$$

c. Tebal Plat Sisi Geladak Bangunan Atas

$$T_s = 1,21 \times a \times \sqrt{P_s \times k} + t_k \quad (\text{mm})$$

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 6.C.1.2)

- 1) Tebal plat sisi geladak kimbul (poop deck)

Tebal plat sisi pada geladak kimbul untuk a = 0,6 m (AP – fr. 9) :

$$\begin{aligned} t_{S_1} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{60,363 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{7,141 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Tebal plat sisi pada geladak kimbul untuk a = 0,7 m (fr. 9 – fr. 40) :

$$\begin{aligned} t_{S_1} &= 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{60,363 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{8,081 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

- 2) Tebal plat sisi geladak sekoci (Boat Deck)

Tebal plat sisi pada geladak sekoci untuk a = 0,6 m (fr. 4 – fr. 9) :

$$\begin{aligned} t_{S_2} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{52,011 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{6,736 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Tebal plat sisi pada geladak sekoci untuk a = 0,7 m (fr. 9 – fr. 40) :

$$\begin{aligned} t_{S_2} &= 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{52,011 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{7,608 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

- 3) Tebal plat sisi geladak navigasi

$$\begin{aligned} t_{S_3} &= 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{45,689 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{7,225 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

4) Tebal plat sisi geladak kompas (compass deck)

$$t S_4 = 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{40,737x1} + 1,5$$

$$= \mathbf{6,906 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}}$$

5) Tebal plat sisi geladak akil (fore castle deck)

Tebal plat geladak akil untuk a = 0,6 m (fr. 152 – fr. 167) :

$$t S_5 = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{88,926x1} + 1,5$$

$$= \mathbf{8,346 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}}$$

6) Tebal plat sisi winch deck

$$t S_6 = 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{34,791x1} + 1,5$$

$$= \mathbf{6,496 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}}$$

B.3. Menentukan Tebal Plat Alas Kapal (Bottom Plate)

$$T_B = 1,21 \times n_f \times a \times \sqrt{P_B \times k} + t_k \text{ (mm) , Untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 6.B.1.1)

Dimana :

$$P_{B1} = 113,349 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk buritan kapal}$$

$$P_{B2} = 95,832 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk midship kapal}$$

$$P_{B3} = 132,915 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk haluan kapal}$$

$$n_f = 1,0$$

a = jarak antar gading

$$= 0,6 \text{ m (pada AP – fr 9 \& fr 152 – fr 167)}$$

$$= 0,7 \text{ m (pada fr. 9 – fr. 152)}$$

$$k = 1$$

$$t_k = 1,5$$

1) Tebal plat alas pada daerah buritan kapal

Tebal plat alas pada buritan untuk a = 0,6 m (AP – fr. 9) :

$$t B_1 = 1,21 \times 1,0 \times 0,6 \times \sqrt{113,349x1} + 1,5$$

$$= \mathbf{9,229 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm}} \quad \text{(diambil tebal minimum)}$$

Tebal plat alas pada buritan untuk a = 0,7 m :

$$t B_1 = 1,21 \times 1,0 \times 0,7 \times \sqrt{113,349x1} + 1,5$$

$$= 10,518 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm} \quad (\text{diambil tebal minimum})$$

2) Tebal plat alas pada daerah midship

$$\begin{aligned} t_{B_1} &= 1,21 \times 1,0 \times 0,7 \times \sqrt{95,832 \times 1} + 1,5 \\ &= 9,792 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm} \quad (\text{diambil tebal minimum}) \end{aligned}$$

3) Tebal plat alas pada daerah haluan kapal

Tebal plat alas pada haluan untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. 152 – fr. 167) :

$$\begin{aligned} t_{B_1} &= 1,21 \times 1,0 \times 0,6 \times \sqrt{132,915 \times 1} + 1,5 \\ &= 9,870 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm} \quad (\text{diambil tebal minimum}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\min} &= \sqrt{L \times k} && \text{Untuk } L \geq 50 \text{ m} \\ &= \sqrt{114,5 \times 1,0} \\ &= 10,700 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga tebal plat alas minimum :

$$\begin{aligned} t_{\min} + 1,5 &= 10,700 + 1,5 \\ &= 12,2 \text{ mm} \\ &= 12 \text{ mm} \quad (\text{tebal minimum}) \end{aligned}$$

B.4. Menentukan Tebal Plat Lajur Bilga

a. Tebal plat lajur bilga diambil harga terbesar dari harga tebal plat alas atau plat sisi (*BKI Th. 2006 Vol. II Sec 6.B.4.2*).

1) Tebal plat-plat lajur bilga pada daerah 0,05 L dari AP = 13 mm

2) Tebal plat-plat lajur bilga pada daerah 0,4 L midship = 12 mm

3) Tebal plat-plat lajur bilga pada daerah 0,1 L dari FP = 13 mm

b. Lebar lajur bilga tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} b &= 800 + 5 L \\ &= 800 + 5 (114,5) \\ &= 1372,5 \text{ mm} \approx 1400 \text{ mm} \end{aligned}$$

(Ref : *BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 6.B.4.2*)

B.5 Menentukan Plat Lajur Atas (Sheer Strake)

a. Lebar plat sisi lajur atas tidak boleh kurang dari :

$$b = 800 + 5 L$$

$$= 800 + 5 (114,5)$$

$$= 1372,5 \text{ mm} \approx 1400 \text{ mm}$$

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 6.C.3.1)

Tebal plat lajur atas di luar midship umumnya tebalnya sama dengan

$$t = 0,5 (t_D + t_S)$$

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 6.C.3.2)

Dimana :

t_D : Tebal plat geladak

t_S : Tebal plat sisi

- 1) Pada 0,5L dari AP $t = 0,5 (11 + 11)$
 $= 11 \text{ mm}$
- 2) Pada 0,4L Midship $t = 0,5 (10 + 10)$
 $= 10 \text{ mm}$
- 3) Pada 0,5L dari FP $t = 0,5 (11 + 11)$
 $= 11 \text{ mm}$

B.6. Plat penguat pada linggi buritan dan lunas, baling-baling dan lebar bilga

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 6.F.1.1)

- a. Tebal plat kulit linggi buritan sekurang-kurangnya sama dengan plat sisi tengah kapal = 10 mm
- b. Tebal penyangga baling-baling harus dipertebal menjadi :

$$t = 1,5 + t_1$$

Dimana :

$$t_1 = \text{tebal plat sisi pada 0,4 L tengah kapal}$$

$$= 10 \text{ mm}$$

Maka :

$$t = 1,5 + 10$$

$$= 11,5 \text{ mm maka diambil } 12 \text{ mm}$$

- c. Tebal Plat lunas, $t_k = t_a + 2 = 13 + 2 = 15 \text{ mm}$

Lebar plat lunas tidak boleh kurang dari) :

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 6.B.5.1)

$$\begin{aligned} b &= 800 + 5 L \\ &= 800 + 5 (114,5) \\ &= 1372,5 \text{ mm} \approx 1400 \text{ mm} \end{aligned}$$

- d. Lunas bilga dipasang pada plat kulit bagian bawah yang sekelilingnya dilas kedap air. Sehingga jika ada sentuhan dengan dasar laut plat kulit tidak akan rusak.
- e. Tebal pelat linggi haluan

Tebal plat linggi haluan tidak boleh kurang dari :

$$t = (0,6 + 0,4 aB) \times (0,08 L + 6) \sqrt{k} \quad (\text{mm})$$

(BKI Th. 2006 Vol II Sec 13.B.2.1)

Dimana :

$$\begin{aligned} aB &= \text{spacing of fore hooks} \\ &= 0,9 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= (0,6 + 0,4 \cdot 0,9) \times (0,08 \cdot 114,5 + 6) \sqrt{1} \\ &= 14,554 \text{ mm} \approx 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{max}} &= 25 \sqrt{1} \text{ mm} \\ &= 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

B.7. Bukaan pada plat kulit

- Bukaan untuk jendela, lubang udara dan lubang pembuangan katub laut sudut-sudutnya harus dibulatkan dengan konstruksi kedap air.
- Pada lubang jangkar di haluan plat kulit harus dipertebal dengan doubling.
- Dibawah konstruksi pipa duga, pipa limbah, pipa udara dan alas diberi plat doubling.
-

B.8. Kotak laut (Sea Chest)

Tebal plat sea chest tidak boleh kurang dari :

$$T = 12 \times a \sqrt{P \times k} + t_k \quad (\text{mm})$$

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 8.B.5.4.1)

Dimana :

$$P = 2 \text{ Mws}$$

$$a = 0,7 \text{ m}$$

$$t = 12 \times 0,7 \times \sqrt{2 \times 1} + 1,5$$

$$= 13,379 \text{ mm} \approx \text{diambil } 14 \text{ mm}$$

B.9. Kubu-kubu (Bulwark)

- a. Tebal kubu-kubu untuk kapal > 100 m tidak boleh kurang dari :

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 6.K.1)

$$t = 0,65\sqrt{L}$$

$$= 0,65\sqrt{114,5}$$

$$t = 6,955 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

- b. Tinggi kubu-kubu minimal = 1000 mm

- c. Stay Bulwark

$$W = 4 \times P_s \times e \times (l^2) \quad \text{cm}^3$$

(BKl Th 2006 Vol II Sec 6.K.4)

Dimana :

$$P_s = 42,180 \text{ KN/m}^2$$

e = jarak antar stay (m)

$$= 2 \times 0,7 = 1,4 \text{ m}$$

l = panjang stay (m)

$$= 1 \text{ m}$$

Sehingga :

$$W = 4 \times 42,180 \times 1,4 \times (1^2)$$

$$= 236,208 \text{ cm}^3$$

- d. Freeing Ports

$$A = 0,07 L \text{ Untuk } L > 20 \text{ m}$$

(BKl Th 2006 Vol II Sec 21.D.2.2)

Dimana :

$$A = \text{panjang freeing ports (m)}$$

$$L = \text{panjang bulwark (m)}$$

$$= 77,2 \text{ m}$$

Sehingga :

$$A = 0,07 \times 77,2$$

$$= 5,404 \text{ m}^2$$

B.10. Tebal Plat Antara Lubang Palka

Tebal plat geladak pada 0,1 L dari ujung dan antara lubang palka tidak boleh kurang dari :

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 7.A.7.1)

$$T_{t1} = 1,21 \times a \sqrt{P_D \times K} + tk \quad (\text{mm})$$

$$P_D = \text{Beban geladak cuaca}$$

$$= 24,735 \text{ KN/m}^2$$

$$T_{t1} = 1,21 \times 0,7 \sqrt{24,735 \times 1} + 1,5 \quad (\text{mm})$$

$$= 5,712 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 5,5 + 0,02 L$$

$$= 5,5 + (0,02 \times 114,5)$$

$$= 7,79 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$