

**BAB V**

**PERHITUNGAN BUKAAN KULIT**

**( SHELL EXPANTION)**

Perhitungan profil construction (rencana konstruksi) didasarkan pada ketentuan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) 1996 Volume II.

**A. PERKIRAAN BEBAN**

**1. Beban geladak cuaca (Load and Weather Deck)**

- a. Yang dianggap sebagai geladak cuaca adalah semua geladak yang bebas kecuali geladak yang tidak efektif yang terletak di belakang 0,15L dari garis tegak haluan.
- b. Beban geladak cuaca dihitung berdasar profil sebagai berikut (Sec. 4. B 1.1):

$$P_D = P_o \frac{20T}{(10+Z-T) \times H} C_D$$

Dimana :

$$P_o = 2,1 \times (C_b + 0,7) \times C_o \times C_L \times f \times C_{rw} \quad \text{KN/m}^2$$

$C_b$  = koefisien block 0,68

$$C_o = \frac{L}{25} + 4,1 \quad \text{untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$C_o = \frac{78,80}{25} + 4,1$$

$$C_o = 7,252$$

$$C_L = \sqrt{\frac{L}{90}}$$

$$= \sqrt{\frac{78,80}{90}}$$

$$= 0,936$$

f = 1,0 faktor kemungkinan untuk plat kulit dengan geladak cuaca.

f = 0,75 faktor kemungkinan untuk main frame, Stiffener dan Balok Geladak.

f = 0,60 faktor kemungkinan untuk side girder, center girder, side deck girder, center deck girder, web frame, stringer, grillade.

z = Jarak vertikal dari pusat beban ke base line.

$$= H$$

$$= 4,10 \text{ m}$$

Crw = 0,75 untuk kapal antar pulau

untuk plat kulit dengan geladak cuaca

$$P_o = 2,1 \times (0,68 + 0,7) \times 7,252 \times 0,936 \times 1 \times 0,75$$

$$= 14,749 \text{ cm}^2$$

untuk main frame, Stiffener dan Balok Geladak

$$P_o = 2,1 \times (0,68 + 0,7) \times 7,252 \times 0,936 \times 0,75 \times 0,75$$

$$= 11,062 \text{ cm}^2$$

untuk side girder, center girder, side deck girder, center deck girder, web frame, stringer, grillade.

$$P_o = 2,1 \times (0,68 + 0,7) \times 7,252 \times 0,936 \times 0,6 \times 0,75$$

$$= 8,849 \text{ cm}^2$$

$$C_{D1} = 1,2 - x/L \quad x/L \text{ diambil } 0,1 \text{ buritan kapal}$$

$$= 1,2 - 0,1$$

$$= 1,1$$

$$C_{D2} = 1,0 \quad \text{untuk tengah kapal}$$

$$C_{D3} = 1,0 + C/3 (x/L - 0,7) \quad x/L \text{ diambil } 0,9 \text{ untuk Haluan kapal}$$

$$C = 0,15L - 10 = 1,82$$

$$C_{D3} = 1,2 + 1,82/3 (0,9 - 0,7)$$

$$= 1,2 + 0,60 (0,2)$$

$$= 1,321$$

$$C_{D1} = 1,1 \text{ untuk } 0 \leq \frac{x}{L} \leq 0,2 \quad (\text{buritan kapal})$$

$$C_{D2} = 1,0 \text{ untuk } 0,2 \leq \frac{x}{L} \leq 0,7 \quad (\text{tengah kapal})$$

$$C_{D3} = 1,32 \text{ untuk } 0,7 \leq \frac{x}{L} \leq 1,00 \quad (\text{haluan kapal})$$

- a. Beban geladak untuk daerah  $0 \leq \frac{x}{L} \leq 0,2$  buritan kapal adalah :

$$P_{D1} = 14,749 \times \frac{20 \times 3,45}{(10 + 4,1 - 3,45)4,1} \times 1,1 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D1}' = 25,637 \text{ KN/m}^2$$

- b. Beban geladak untuk daerah  $0,2 \leq \frac{x}{L} \leq 0,7$  tengah kapal adalah

$$P_{D2} = 14,749 \times \frac{20 \times 3,45}{(10 + 4,1 - 3,45)4,1} \times 1 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D2} = 23,306 \text{ KN/m}^2$$

c. Beban geladak untuk daerah  $0,7 \leq \frac{x}{L} \leq 1,0$ , haluan kapal adalah :

$$P_{D3} = 14,749 \times \frac{20 \times 3,45}{(10 + 4,1 - 3,45)4,1} \times 1,321 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D3} = 30,788 \text{ KN/m}^2$$

Beban geladak cuaca untuk main frame, stiffener dan balok geladak.

Beban geladak cuaca untuk daerah  $0 \leq \frac{x}{L} \leq 0,2$

a. Beban geladak untuk daerah  $0 \leq \frac{x}{L} \leq 0,2$  buritan kapal adalah :

$$P_{D1} = 11,062 \times \frac{20 \times 3,45}{(10 + 4,1 - 3,45)4,1} \times 1,1 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D1} = 19,228 \text{ KN/m}^2$$

b. Beban geladak cuaca untuk daerah  $0,2 \leq \frac{x}{L} \leq 0,7$  tengah kapal adalah :

$$P_{D2} = 11,062 \times \frac{20 \times 3,45}{(10 + 4,1 - 3,45)4,1} \times 1,1 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D2} = 17,480 \text{ KN/m}^2$$

c. Beban geladak untuk daerah  $0,7 \leq \frac{x}{L} \leq 1,0$  haluan kapal adalah :

$$P_{D3} = 11,062 \times \frac{20 \times 3,45}{(10 + 4,1 - 3,45)4,1} \times 1,321 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D3} = 23,091 \text{ KN/m}^2$$

Beban geladak cuaca side girder, center girder, side deck girder, center deck girder, web frame, stringer, grillade.

- a. Beban geladak untuk daerah  $0 \leq \frac{x}{L} \leq 0,2$  buritan kapal adalah :

$$P_{D1} = 8,849 \times \frac{20 \times 3,45}{(10 + 4,1 - 3,45)4,1} \times 1,1 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D1}' = 15,382 \text{ KN/m}^2$$

- b. Beban geladak cuaca untuk daerah  $0,2 \leq \frac{x}{L} \leq 0,7$  tengah kapal adalah :

$$P_{D2} = 8,849 \times \frac{20 \times 3,45}{(10 + 4,1 - 3,45)4,1} \times 1,0 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D2}' = 13,984 \text{ KN/m}^2$$

- c. Beban geladak untuk daerah  $0,7 \leq \frac{x}{L} \leq 1,0$  haluan kapal adalah :

$$P_{D3} = 8,849 \times \frac{20 \times 3,45}{(10 + 4,1 - 3,45)4,1} \times 1,321 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D3}' = 18,473 \text{ KN/m}^2$$

## 2. Beban geladak pada bangunan atas dan rumah geladak.

Beban geladak pada bangunan atas dan rumah geladak dihitung berdasar formula sebagai berikut (Sec. 4. B. 2. 1) :

$$P_{DA} = P_D \times n \quad (\text{KN/m}^2)$$

Dimana :

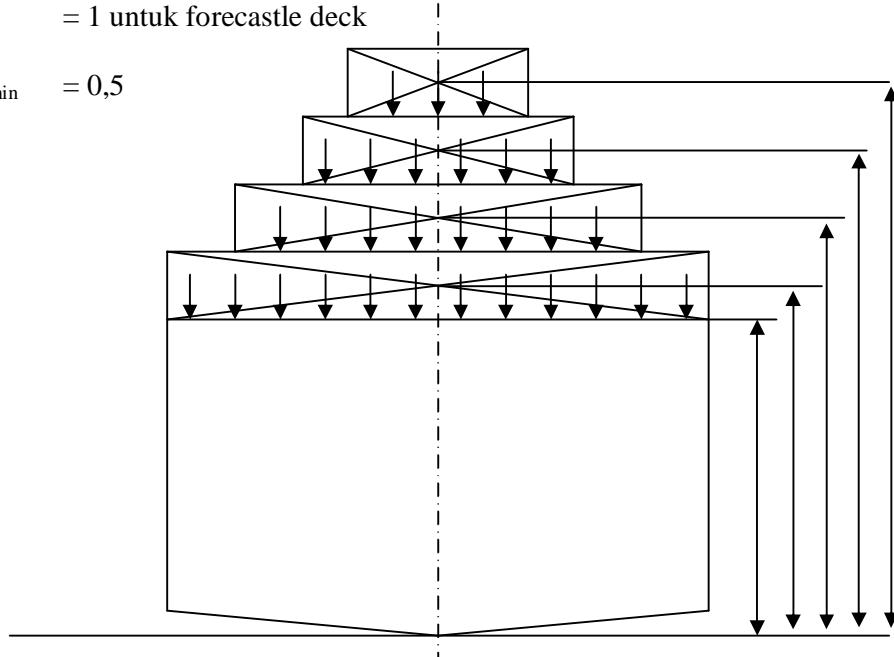
$$P_D = P_{D1} = \text{beban geladak pada buritan}$$

$$= 25,637 \text{ KN/m}^2$$

$$n = \left(1 - \frac{Z-H}{10}\right)$$

$$n = 1 \text{ untuk forecastle deck}$$

$$n_{\min} = 0,5$$



$$Z_1 = H + 1,1 = 5,2 \text{ m}$$

$$Z_2 = H + 1,1 + 2,2 = 7,4 \text{ m}$$

$$Z_3 = H + 1,1 + 2,2 + 2,2 = 9,6 \text{ m}$$

$$Z_4 = H + 1,1 + 2,2 + 2,2 + 2,2 = 11,8 \text{ m}$$

1) Beban geladak pada bangunan atas untuk plat dan geladak cuaca.

a. Geladak Kimbul (Poop deck)

$$n = \left(1 - \frac{Z-H}{10}\right)$$

$$= \left(1 - \frac{5,2-4,1}{10}\right)$$

$$= 0,89$$

$$P_{D\text{poop}} = 25,637 \times 0,89$$

$$= 22,817 \text{ KN/m}^2$$

b. Boat deck

$$n = \left( 1 - \frac{Z-H}{10} \right)$$

$$= \left( 1 - \frac{7,4 - 4,1}{10} \right)$$

$$= 0,67$$

$$P_{D\text{boat}} = 25,637 \times 0,67$$

$$P_{D\text{boat}} = 17,177 \text{ KN/m}^2$$

c. Geladak Navigasi (Navigation Deck)

$$n = \left( 1 - \frac{Z-H}{10} \right)$$

$$= \left( 1 - \frac{9,6 - 4,1}{10} \right)$$

$$= 0,45$$

$$n_{\text{min}} = 0,5$$

$$P_{DB} = 25,637 \times 0,5$$

$$P_{DB} = 12,819 \text{ KN/m}^2$$

d. Compass deck

$$n = \left( 1 - \frac{Z-H}{10} \right)$$

$$= \left( 1 - \frac{10,8 - 4,1}{10} \right)$$

$$= 0,23$$

$$n_{\min} = 0,5$$

$$P_{DC} = 25,637 \times 0,5$$

$$P_{DC} = 12,819 \text{ KN/m}^2$$

e. Fore castle deck

$$n = 1,0 \text{ for the fore castle deck}$$

$$P_{DFC} = 30,788 \times 1,0$$

$$= 30,788 \text{ KN/m}^2$$

2) Beban geladak pada bangunan atas dan rumah geladak untuk main frame, stiffener dan balok geladak.

a. Geladak Kimbul (Poop deck)

$$n = \left( 1 - \frac{Z-H}{10} \right)$$

$$= \left( 1 - \frac{5,2 - 4,1}{10} \right)$$

$$= 0,89$$

$$P_{Dpoop} = 19,228 \times 0,89$$

$$= 17,113 \text{ KN/m}^2$$

b. Boat deck

$$n = \left( 1 - \frac{Z-H}{10} \right)$$



$$= \left( 1 - \frac{7,4 - 4,1}{10} \right)$$

$$= 0,67$$

$$P_{Dboat} = 19,228 \times 0,67$$

$$P_{Dboat} = 12,883 \text{ KN/m}^2$$

c. Geladak Navigasi (Navigation Deck)

$$n = \left( 1 - \frac{Z-H}{10} \right)$$

$$= \left( 1 - \frac{9,6 - 4,1}{10} \right)$$

$$= 0,45$$

$$n_{min} = 0,5$$

$$P_{DB} = 19,228 \times 0,5$$

$$P_{DB} = 9,614 \text{ KN/m}^2$$

d. Compass deck

$$n = \left( 1 - \frac{Z-H}{10} \right)$$

$$= \left( 1 - \frac{11,8 - 4,1}{10} \right)$$

$$= 0,23$$

$$n_{min} = 0,5$$

$$P_{Dboat} = 19,288 \times 0,5$$

$$P_{Dboat} = 9,614 \text{ KN/m}^2$$

e. Fore castle deck

$$n = 1,0 \text{ for the fore castle deck}$$

$$\begin{aligned} P_{DFC} &= 23,091 \times 1,0 \\ &= 23,091 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

3) Beban geladak pada bangunan atas dan rumah geladak untuk side girder, center girder, side deck girder, center deck girder, web frame, stringer, grillade.

a. Geladak Kimbul (Poop deck)

$$\begin{aligned} n &= \left( 1 - \frac{Z-H}{10} \right) \\ &= \left( 1 - \frac{5,2 - 4,1}{10} \right) \\ &= 0,89 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{Dpoop} &= 15,382 \times 0,89 \\ &= 13,690 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

b. Boat deck

$$\begin{aligned} n &= \left( 1 - \frac{Z-H}{10} \right) \\ &= \left( 1 - \frac{7,4 - 4,1}{10} \right) \\ &= 0,67 \end{aligned}$$

$$P_{Dboat} = 15,382 \times 0,67$$

$$P_{Dboat} = 10,306 \text{ KN/m}^2$$

c. Geladak Navigasi (Navigation Deck)

$$\begin{aligned}
 n &= \left(1 - \frac{Z-H}{10}\right) \\
 &= \left(1 - \frac{9,6 - 4,1}{10}\right) \\
 &= 0,45
 \end{aligned}$$

$$N_{\min} = 0,5$$

$$P_{DB} = 15,382 \times 0,5$$

$$P_{DB} = 7,691 \text{ KN/m}^2$$

d. Compass deck

$$\begin{aligned}
 n &= \left(1 - \frac{Z-H}{10}\right) \\
 &= \left(1 - \frac{11,8 - 4,1}{10}\right) \\
 &= 0,23
 \end{aligned}$$

$$N_{\min} = 0,5$$

$$P_{Dboat} = 15,382 \times 0,5$$

$$P_{Dboat} = 7,691 \text{ KN/m}^2$$

e. Fore castle deck

$$n = 1,0 \text{ for the fore castle deck}$$

$$P_{DFC} = 18,473 \times 1,0$$

$$= 18,473 \text{ KN/m}^2$$

### 3. Beban sisi kapal

a. Beban sisi kapal di bawah garis air muat (Sec. 4-B.2.1)

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

Dimana :

$$P_o = 14,749 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{beban geladak})$$

$$P_o = 11,062 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{beban main frame, deck beam})$$

$$P_o = 8,849 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{beban web frame, deck beam})$$

$z$  = Jarak tengah antara pusat beban dengan garis bawah

$$= \frac{1}{3} \times T$$

$$= \frac{1}{3} \times 3,45$$

$$= 1,150 \text{ m}$$

$$C_F = 1,0 + \frac{5}{C_B} \left(0,2 - \frac{x}{L}\right) \quad \text{untuk } 0 \leq \frac{x}{L} \leq 0,2 \quad (\text{buritan kapal})$$

$$= 1,735$$

$$C_F = 1,0 \quad \text{untuk } 0,2 \leq \frac{x}{L} \leq 0,7 \quad (\text{tengah kapal})$$

$$C_F = 1,0 + \frac{20}{C_B} \left(\frac{x}{L} - 0,7\right)^2 \quad \text{untuk } 0,7 \leq \frac{x}{L} \leq 1,0 \quad (\text{haluan kapal})$$

$$= 2,556$$

$P_{s1}$  = Buritan kapal

$P_{s2}$  = tengah kapal

$P_{s3}$  = Haluan kapal

Beban sisi kapal di bawah garis air muat untuk menghitung ketebalan pada plat.

$$\begin{aligned}
 1) \ P_{S_1} &= 10 (3,45 - 1,150) + (14,749 \times 1,735) \left(1 + \frac{1,150}{3,45}\right) \\
 &= 57,125 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \ P_{S_2} &= 10 (3,45 - 1,150) + (14,749 \times 1,0) \left(1 + \frac{1,150}{3,45}\right) \\
 &= 42,665 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \ P_{S_3} &= 10 (3,45 - 1,150) + (14,749 \times 2,556) \left(1 + \frac{1,150}{3,45}\right) \\
 &= 73,262 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

Beban sisi kapal di bawah garis air muat untuk main frame, stiffener dan balok geladak.

$$\begin{aligned}
 1) \ P_{S_1} &= 10 (3,45 - 1,150) + (11,062 \times 1,735) \left(1 + \frac{1,150}{3,45}\right) \\
 &= 48,594 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \ P_{S_2} &= 10 (3,45 - 1,150) + (11,062 \times 1,0) \left(1 + \frac{1,150}{3,45}\right) \\
 &= 37,749 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \ P_{S_3} &= 10 (3,45 - 1,150) + (11,062 \times 2,556) \left(1 + \frac{1,150}{3,45}\right) \\
 &= 60,696 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

Beban sisi kapal di bawah garis muat untuk main untuk side girder, center girder, side deck girder, center deck girder, web frame, stringer, grillade.

$$1) \ P_{S_1} = 10 (3,45 - 1,150) + (8,849 \times 1,735) \left(1 + \frac{1,150}{3,45}\right)$$

$$= 43,475 \text{ KN/m}^2$$

$$2) P_{S_2} = 10 (3,45 - 1,150) + (8,849 \times 1,0) \left( 1 + \frac{1,150}{3,45} \right)$$

$$= 34,799 \text{ KN/m}^2$$

$$3) P_{S_3} = 10 (3,45 - 1,150) + (8,849 \times 2,556) \left( 1 + \frac{1,150}{3,45} \right)$$

$$= 53,157 \text{ KN/m}^2$$

b. Beban sisi kapal di atas garis air muat (LWL)

$$P_s = P_o \times CF \times \left( \frac{20}{10 + Z - T} \right) \text{ KN/m}^2$$

Dimana :

$$P_o = 14,749 \text{ KN/m}^2 \text{ (beban geladak)}$$

$$P_o = 11,062 \text{ KN/m}^2 \text{ (beban main frame, deck beam)}$$

$$P_o = 8,849 \text{ KN/m}^2 \text{ (beban web frame, deck beam)}$$

z = Jarak vertikal dari pusat beban ke base line

$$= T + \frac{1}{2} (H - T)$$

$$= 3,45 + \frac{1}{2} (4,1 - 3,45)$$

$$= 3,78 \text{ m}$$

$$1) P_{S_1} = 14,749 \times 1,735 \times \left( \frac{20}{10 + 4,1 - 3,45} \right)$$

$$= 49,576 \text{ KN/m}^2$$

$$2) P_{S_2} = 14,749 \times 1,0 \times \left( \frac{20}{10 + 4,1 - 3,45} \right)$$

$$= 28,569 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ Ps}_3 &= 14,749 \times 2,556 \times \left( \frac{20}{10+4,1-3,45} \right) \\ &= 73,020 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

Beban sisi kapal di atas garis air muat untuk main frame, stiffener dan balok geladak.

$$\begin{aligned} 1) \text{ Ps}_1 &= 11,062 \times 1,735 \times \left( \frac{20}{10+4,1-3,45} \right) \\ &= 37,182 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Ps}_2 &= 11,062 \times 1,0 \times \left( \frac{20}{10+4,1-3,45} \right) \\ &= 21,427 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ Ps}_3 &= 11,062 \times 2,566 \times \left( \frac{20}{10+4,1-3,45} \right) \\ &= 54,765 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

Beban sisi kapal di atas garis air muat side girder, center girder, side deck girder, center deck girder, web frame, stringer, grillade.

$$\begin{aligned} 1) \text{ Ps}_1 &= 8,849 \times 1,735 \times \left( \frac{20}{10+4,1-3,45} \right) \\ &= 29,746 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Ps}_2 &= 8,849 \times 1,0 \times \left( \frac{20}{10+4,1-3,45} \right) \\ &= 17,142 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \quad P_{S_3} &= 8,849 \times 2,556 \times \left( \frac{20}{10+4,1-3,45} \right) \\
 &= 43,812 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

c. Beban sisi kapal pada Bangunan Atas

$$P_s = P_o \times C_f \left( \frac{20}{10+Z-T} \right)$$

Dimana  $P_o = 14,749$  (beban geladak)

1) Poop Deck

Dimana =

$$\begin{aligned}
 Z_1 &= H + h \\
 &= 4,1 + \frac{1}{2} \cdot 2,2 \\
 &= 5,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$C_f = 1,735$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 P_{S_1} P_D &= 14,749 \times 1,735 \left( \frac{20}{10+5,2-3,45} \right) \\
 &= 43,564 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

2) Boat Deck

Dimana :

$$\begin{aligned}
 Z_2 &= Z_1 + h \\
 &= 5,2 + 1,1 \\
 &= 6,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$C_f = 1,735$$



Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} B_D &= 14,749 \times 1,735 \left( \frac{20}{10+6,3-3,45} \right) \\ &= 39,834 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

3) Navigasi deck

Dimana

$$\begin{aligned} Z_4 &= Z_3 + h \\ &= 6,3 + 1,1 \\ &= 7,4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C_f = 1,735$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} N_D &= 14,749 \times 1,735 \left( \frac{20}{10+7,4-3,45} \right) \\ &= 36,693 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

4) Compas Deck

Dimana

$$\begin{aligned} Z_5 &= Z_4 + h \\ &= 7,4 + 1,1 \\ &= 8,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C_f = 1,735$$

Sehingga :

$$P_{S1} C_D = 14,749 \times 1,735 \left( \frac{20}{10+8,5-3,45} \right)$$

$$= 34,012 \text{ KN/m}^2$$

5) Fore castle Deck

Dimana

$$Z_1 = H + h$$

$$= 4,1 + \frac{1}{2} \cdot 2,2$$

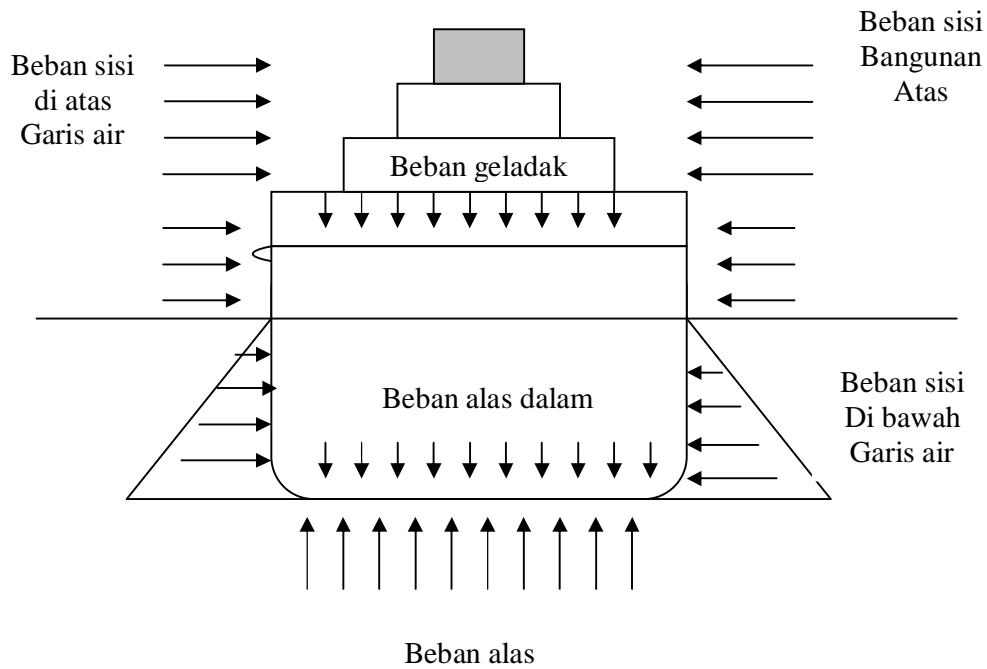
$$= 5,2 \text{ m}$$

$$C_f = 2,556$$

Sehingga :

$$P_{S1} P_D = 14,749 \times 2,556 \left( \frac{20}{10 + 5,2 - 3,45} \right)$$

$$= 64,749 \text{ KN/m}^2$$



Beban sisi kapal pada bangunan atas untuk main frame, stiffener dan balok geladak.

1) Poop Deck

$$\text{Dimana} = P_s = P_o \times C_f \left( \frac{20}{10+Z-T} \right)$$

$$P_o = 11,062$$

$$Z_1 = H + h$$

$$= 4,1 + \frac{1}{2} \cdot 2,2$$

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

$$C_f = 1,735$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{s1} P_D &= 11,062 \times 1,736 \left( \frac{20}{10+5,2-3,45} \right) \\ &= 32,673 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

2) Boat Deck

Dimana :

$$Z_2 = Z_1 + h$$

$$= 5,2 + 1,1$$

$$= 6,3 \text{ m}$$

$$C_f = 1,735$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S_1 B_D} &= 11,062 \times 1,736 \left( \frac{20}{10+6,3-3,45} \right) \\ &= 29,876 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

## 3) Navigasi deck

Dimana :

$$\begin{aligned} Z_4 &= Z_3 + h \\ &= 6,3 + 1,1 \\ &= 7,4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C_f = 1,735$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S_1 N_D} &= 11,062 \times 1,736 \left( \frac{20}{10+7,4-3,45} \right) \\ &= 27,250 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

## 4) Compas Deck

Dimana :

$$\begin{aligned} Z_5 &= Z_4 + h \\ &= 7,4 + 1,1 \\ &= 8,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C_f = 1,735$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S_1 C_D} &= 11,062 \times 1,736 \left( \frac{20}{10+8,5-3,45} \right) \\ &= 25,509 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

## 5) Fore castle Deck

Dimana :

$$\begin{aligned} Z_1 &= H + h \\ &= 4,1 + \frac{1}{2} \cdot 1,1 \\ &= 5,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C_f = 2,556$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S_1} P_D &= 11,062 \times 2,556 \left( \frac{20}{10 + 5,2 - 3,45} \right) \\ &= 48,123 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

Beban sisi kapal pada bangunan atas untuk side girder, center girder, side deck girder, center deck girder, web frame, stringer, grillade.

## 1) Poop Deck

Dimana :

$$\begin{aligned} Z_1 &= H + h \\ &= 4,1 + \frac{1}{2} \cdot 2,2 \\ &= 5,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C_f = 1,735$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S_1} P_D &= 8,849 \times 1,735 \left( \frac{20}{10 + 5,2 - 3,45} \right) \\ &= 26,138 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

## 2) Boat Deck

Dimana :

$$\begin{aligned}Z_2 &= Z_1 + h \\ &= 5,2 + 1,1 \\ &= 6,3 \text{ m}\end{aligned}$$

$$C_f = 1,735$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}P_{S_1 B_D} &= 8,849 \times 1,735 \left( \frac{20}{10 + 6,3 - 3,45} \right) \\ &= 23,901 \text{ KN/m}^2\end{aligned}$$

## 3) Navigasi deck

Dimana :

$$\begin{aligned}Z_4 &= Z_3 + h \\ &= 6,3 + 1,1 \\ &= 7,4 \text{ m}\end{aligned}$$

$$C_f = 1,735$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}P_{S_1 N_D} &= 8,849 \times 1,735 \left( \frac{20}{10 + 7,4 - 3,45} \right) \\ &= 22,016 \text{ KN/m}^2\end{aligned}$$

## 4) Compas Deck

Dimana

---

$$\begin{aligned} Z_5 &= Z_4 + h \\ &= 7,4 + 1,1 \\ &= 8,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C_f = 1,735$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} C_D &= 8,849 \times 1,735 \left( \frac{20}{10+8,5-3,45} \right) \\ &= 20,407 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

#### 5) Fore castle Deck

Dimana :

$$\begin{aligned} Z_1 &= H + h \\ &= 4,1 + \frac{1}{2} \cdot 1,1 \\ &= 5,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C_f = 2,556$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} P_D &= 8,849 \times 2,556 \left( \frac{20}{10+5,2-3,45} \right) \\ &= 38,498 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

### 4. Beban Alas Kapal

#### 4.1.

Beban alas kapal dihitung formula sebagai berikut (Sec. 4-V.3)

$$P_B = 10 \times T + P_o \times C_f \quad \text{KN/m}^2$$

Dimana :

$$T = \text{sarat kapal} = 3,45 \text{ m}$$

$$P_o = \text{beban geladak} = 14,749 \text{ KN/m}^2$$

- a. Beban alas kapal untuk daerah  $0 \leq \frac{x}{L} \leq 0,2$  dari AP buritan

$$C_f = 1,735$$

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 3,45 + 14,749 \times 1,735 \\ &= 60,094 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

- b. Beban alas kapal untuk daerah  $0,2 \leq \frac{x}{L} \leq 0,7$

$$C_f = 1,0 \text{ untuk daerah tengah kapal}$$

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 3,45 + 14,749 \times 1,0 \\ &= 49,249 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

- c. Beban alas haluan

$$C_f = 2,556 \text{ untuk daerah haluan kapal}$$

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 3,45 + 14,749 \times 2,556 \\ &= 72,196 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

#### 5. Beban alas dalam (Sec. 4.C.21)

$$P_i = 9,81 \times \frac{G}{V} \times h (1 + a_v) \text{ KN/m}^2$$

Dimana :

$$\begin{aligned} G &= \text{berat muatan bersih} \\ &= 2292,444 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \text{volume muatan kapal} \\ &= 1380,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



$$H = \text{tinggi kapal dari alas}$$

$$\begin{aligned} h &= H - h_{dg} \\ &= 4,1 - 0,9 \\ &= 3,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$a_v = F \times m$$

$$F = 0,11 \times \frac{V_0}{\sqrt{L}} \quad \text{dimana } V_0 = 12,5 \text{ knots}$$

Sehingga :

$$F = 0,11 \times \frac{12,5}{\sqrt{78,80}} = 0,154$$

$$\begin{aligned} m_o &= 1,5 + F \\ &= 1,5 + 0,154 \\ &= 1,654 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AP \ m_1 &= m_o - 5(m_o - 1) \frac{x}{L} \rightarrow x = 0 \text{ pada : } 0 \leq \frac{x}{L} \leq 0,2 \\ &= 1,654 - 5(1,654 - 1) 0,18 \\ &= 1,065 \end{aligned}$$

$$\Phi \ m_2 = 1$$

$$\begin{aligned} FP \ m_3 &= 1 + \frac{m_o + 1}{0,3} \left( \frac{x}{L} - 0,7 \right) \rightarrow x = 1 \text{ pada : } 0,7 \leq \frac{x}{L} \leq 1 \\ &= 1 + \frac{1,654 + 1}{0,3} (1 - 0,7) \\ &= 3,654 \end{aligned}$$

$$a_{vi} = F \times m_1$$

$$= 0,154 \times 1,065$$

$$= 0,165$$

$$a_{v2} = F \times m_2$$

$$= 0,154 \times 1,0$$

$$= 0,154$$

$$a_{v3} = F \times m_3$$

$$= 0,154 \times 3,654 = 0,566$$

Jadi beban alas (Pi), adalah :

a. Beban buritan (AP)

$$\begin{aligned} P_i &= 9,81 \times \frac{2292,444}{1380,2} \times 3,2 (1 + 0,165) \\ &= 60,743 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban midship

$$\begin{aligned} P_i &= 9,81 \times \frac{2292,444}{1380,2} \times 3,2 (1 + 0,154) \\ &= 60,17021 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

c. Beban haluan (FP)

$$\begin{aligned} P_i &= 9,81 \times \frac{2292,444}{1380,2} \times 3,2 (1 + 0,566) \\ &= 81,65212 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

## B. PERHITUNGAN PLAT KULIT

### 1. Plat alas

- a. Tebal plat alas pada 0,4 L tengah kapal untuk  $L < 90$  m tidak boleh kurang dari : (Sec 6 - B.1.2)

$$t_{B1} = 1,9 \times n_f \times 0,6 \sqrt{P_D \cdot xk} + 1,5 \text{ mm}$$

Dimana :

$n_f = 0,83$  untuk sistem gading memanjang

$a =$  jarak gading

$$= 0,6 \text{ m}$$

$P_D =$  beban alas

$$= 23,306 \text{ KN/m}^2$$

$K = 1$

$t_k = 1,5 \text{ mm}$

$$t_{B1} = 1,9 \times 0,83 \times 0,6 \sqrt{23,306 \times 1} + 1,5 \text{ mm}$$

$$= 6,06 \text{ mm diambil } 6,5 \text{ mm}$$

$$t_{B2} = 1,21 \times 0,6 \sqrt{23,306 \times 1} + 1,5 \text{ mm}$$

$$= 5,004 \text{ mm} \approx \text{diambil } 5,5 \text{ mm}$$

Tebal plat alas pada daerah 0,05 L dari AP (buritan) tidak boleh kurang dari :

$$t_{B1} = 1,9 \times n_f \times 0,6 \sqrt{P_D \cdot xk} + 1,5 \text{ mm}$$

Dimana :

$$n_f = 1,0$$

$$a = 0,6 \text{ m}$$

$$P_B = 25,306 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned} t_{B1} &= 1,9 \times 1 \times 0,6 \sqrt{25,306 \times 1} + 1,5 \text{ mm} \\ &= 7,27 \text{ mm diambil } 7,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{B2} &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{P_B \cdot xk} + 1,5 \text{ mm} \\ &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{25,306 \times 1} + 1,5 \text{ mm} \\ &= 5,17 \text{ mm diambil } 5,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Tebal plat alas pada daerah 0,1 L dari FP (haluan) tidak boleh kurang dari :

$$2. \quad t_{B1} = 1,9 \times n_f \times 0,6 \sqrt{P_B \cdot xk} + 1,5 \text{ mm}$$

Dimana :

$$n_f = 1,0$$

$$a = 0,6 \text{ m}$$

$$P_D = 30,788 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned} t_{B1} &= 1,9 \times 1 \times 0,6 \sqrt{30,788 \times 1} + 1,5 \text{ mm} \\ &= 7,82 \text{ mm diambil } 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{B2} &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{P_B \cdot xk} + 1,5 \text{ mm} \\ &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{30,788 \times 1} + 1,5 \text{ mm} \\ &= 5,52 \text{ mm diambil } 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

Catatan : Tebal yang digunakan adalah yang terbesar

### 3. Lajur Bilga

a. Tebal plat lajur bilga tidak boleh kurang dari tebal plat alas atau tebal plat sisi (Sec 6 – B.4.1)

1) Tebal lajur bila pada 0,4 L midship

$$t = t_{B1} = 6,5 \text{ mm}$$

2) Tebal lajur bila pada 0,1 L dari FP

$$t = t_{B2} = 7,5 \text{ mm}$$

3) Tebal lajur bila pada 0,05 L dari AP

$$t = t_{B3} = 8 \text{ mm}$$

b. Lebar plat lajur bilga tidak boleh kurang dari :

$$b = 800 + 5 L \text{ (mm)}$$

$$= 800 + 5 (78,80)$$

$$= 1194 \text{ mm diambil } 1200 \text{ mm}$$

#### 4. Plat sisi kapal

a. Tebal plat sisi pada 0,5 L tengah kapal dengan  $L < 90$  m adalah (Sec. 6 – C.1.2,)

$$t_{S1} = 1,9 \times n_f \times a \sqrt{P_{s \times k}} + t_k \text{ (mm) untuk } L < 90 \text{ m}$$

Dimana :

$n_f = 0,83$  untuk konstruksi gading memanjang

$a = 0,6$  m

$P_s = 42,665 \text{ KN/m}^2$

$K = 1$  faktor bahan baja

Tk = 1,5 faktor korosi

Jadi,

$$t_{s1} = 1,9 \times 0,83 \times 0,6 \sqrt{42,665 \times 1} + 1,5$$

$$= 7,680 \text{ mm} \approx \text{diambil } 8 \text{ mm}$$

$$t_{s1} = 1,21 \cdot 0,83 \cdot 0,6 \sqrt{42,665 \times 1} + 1,5$$

$$= 5,436 \text{ mm}$$

b. Tebal plat sisi pada 0,1 L dari FP dan 0,05 L dari AP adalah :

1) Tebal plat sisi pada 0,05 L dari AP (buritan)

$$t_{s1} = 1,9 \times 0,83 \times 0,6 \sqrt{57,125 \times 1} + 1,5$$

$$= 10,116 \text{ mm} \approx \text{diambil } 11 \text{ mm}$$

$$t_{s1} = 1,21 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \sqrt{57,125 \times 1} + 1,5 \quad \text{mm}$$

$$= 6,579 \text{ mm}$$

2) Tebal plat sisi 0,01 L dari FP (haluan)

$$t_{s1} = 1,9 \times 1 \times 0,6 \sqrt{73,262 \times 1} + 1,5$$

$$= 11,258 \text{ mm} \approx \text{diambil } 12 \text{ mm}$$

$$t_{s1} = 1,21 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \sqrt{73,262 \times 1,0} + 1,5$$

$$= 7,714 \text{ mm}$$

## 5. Plat lajur atas (Sheer Strake)

a. Lebar pelat sisi lajur atas tidak boleh kurang dari (Sec. 6-C.3.2)

$$b = 800 + (5 \times L) \quad (\text{mm})$$

$$= 800 + (5 \times 78,8)$$

$$= 1194 \text{ mm diambil } 1200 \text{ mm}$$

Tebal plat lajur atas umumnya tidak boleh kurang dari :

$$t = t_s \rightarrow t_s = \text{tebal plat sisi}$$

$$1) \text{ Pada } 0,4 \text{ L midship } t = 8 \text{ mm}$$

$$2) \text{ Pada } 0,05 \text{ L dari AP } t = 11 \text{ mm}$$

$$3) \text{ Pada } 0,1 \text{ L dari FP } t = 12 \text{ mm}$$

#### 6. Plat kulit bangunan atas (Sec. 6-D.1)

- a. Tebal plat kulit bangunan atas sama dengan tebal plat sisi kapal untuk bangunan atas efektif, yaitu berada di belakang 0,4 L midship atau mempunyai panjang lebih dari 0,15 L.

Jadi tebal plat kulit bangunan atas :

$$t = t_s = 8 \text{ mm}$$

#### 7. Plat penguat pada linggi buritan, baling-baling dan lunas bilga (Sec. 6-K.1.1)

- a. Tebal plat kulit linggi buritan sekurang-kurangnya sama dengan plat sisi tengah kapal = 8 mm

- b. Tebal penyangga baling-baling harus dipertebal menjadi :

$$t = 1,5 + t_1$$

Dimana :

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

$$= 8 \text{ mm}$$

Maka :

$$t = 1,5 + 8$$

= 9,5 mm maka diambil 10 mm

- c. 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.

### 8. Bukaannya pada plat kulit

- a. Bukan untuk jendela, lubang udara dan lubang pembuangan katub laut sudut-sudutnya harus dibulatkan dengan konstruksi kedap air.
- b. Pada lubang jangkar di haluan plat kulit harus dipertebal dengan doubling.
- c. Dibawah konstruksi pipa duiga, pipa limbah, pipa udara dan alas diberi plat doubling.
- d. Kotak laut (Sea Chest)

Tebal plat sea chest tidak boleh kurang dari :

$$T = 3,8 \times a \sqrt{P \times k} + tk \quad (\text{mm})$$

Dimana :

$$P \approx 20 \text{ MWS}$$

$$a = 0,6 \text{ m}$$

Jadi :

$$t = 3,8 \times 0,6 \sqrt{20 \times 1} + 1,5 \text{ mm}$$

$$= 11,8$$

$$\approx \text{diambil } 12$$

### 9. Plat geladak

- a. Geladak kekuatan



- 1) Geladak teratas yang menerus merupakan bentuk melengkung sebagai konstruksi utama memanjang
- 2) Geladak bangunan atas yang memanjang pada (0,04 L) tengah kapal sampai dengan melebihi daerah 0,15 L geladak bangunan atas yang panjangnya kurang dari 12 m, tidak diperhitungkan sebagai geladak kekuatan.
- 3) Geladak penggal/geladak bangunan atas yang memanjang masuk daerah 0,4 L tengah kapal

b. Tebal plat geladak

Tebal plat geladak kekuatan untuk daerah 0,4 L dari midship (Sec. 7-

A.7.1) :

$$t_{E1} = 1,21 \times a \sqrt{P_D \times k} + t_k \text{ (mm)}$$

$$P_D = \text{beban geladak cuaca} = 23,306 \text{ KN/m}^2$$

$$t_{E1} = 1,21 \times 0,6 \sqrt{23,306 \times 1} + 1,5$$

$$= 5,004 \text{ mm} \approx \text{diambil } 5 \text{ mm}$$

$$t_{E\text{min}} = 4,5 + 0,05 L$$

$$= 4,5 + (0,05 \times 78,8)$$

$$= 8,44 \approx \text{diambil } 8,5 \text{ mm}$$

- Tebal plat geladak kekuatan pada daerah 0,1 L dari AP

$$t_E = 1,21 \times 0,6 \sqrt{25,637 \times 1} + 1,5$$

$$= 5,17 \text{ mm} \approx 5,5 \text{ mm}$$

- Tebal plat geladak kekuatan pada daerah 0,1 L dari FP

$$\begin{aligned}t_E &= 1,21 \times 0,6 \sqrt{30,788 \times 1} + 1,5 \\ &= 5,52 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}\end{aligned}$$

- c. Tebal plat geladak bangunan atas (Sec. 7-A.7.1)

- Pada poop deck

$$\begin{aligned}t_E &= 1,21 \times 0,6 \sqrt{22,817 \times 1} + 1,5 \\ &= 4,97 \text{ mm}\end{aligned}$$

direncanakan dengan  $t_{\min} = 5 \text{ mm}$

- Geladak sekoci

$$\begin{aligned}t_E &= 1,21 \times 0,6 \sqrt{17,177 \times 1} + 1,5 \\ &= 4,51 \text{ mm}\end{aligned}$$

direncanakan dengan  $t_{\min} = 5 \text{ mm}$

- Geladak kemudi

$$\begin{aligned}t_E &= 1,21 \times 0,6 \sqrt{12,819 \times 1} + 1,5 \\ &= 4,258 \text{ mm}\end{aligned}$$

direncanakan dengan  $t_{\min} = 5 \text{ mm}$

- Pada Compass deck

$$\begin{aligned}t_E &= 1,21 \times 0,6 \sqrt{12,819 \times 1} + 1,5 \\ &= 4,10 \text{ mm}\end{aligned}$$

direncanakan dengan  $t_{\min} = 5 \text{ mm}$

- Pada Fore Castle deck

$$t_E = 1,21 \times 0,6 \sqrt{30,788 \times 1} + 1,5$$

$$= 5,53 \text{ mm}$$

direncanakan dengan  $t_{\min} = 6 \text{ mm}$