

**BAB V****PERHITUNGAN BUKAAN KULIT****(SHELL EXPANTION)**

*Perhitungan Shell Expansion ( bukaan kulit ) kapal MT. " SAFINA SYUMADHANI " diambil dari perhitungan Rencana Profil berdasarkan Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia Volume II, " Rules for Hull " tahun 2006.*

**A. PERKIRAAN BEBAN****A. 1. Beban Geladak Cuaca ( Load and Weather Decks ). Sec. 4. B. 1. 1**

Yang dianggap sebagai geladak cuaca adalah semua geladak yang bebas kecuali geladak yang tidak efektif yang terletak dibelakang 0,15 L dari garis tegak haluan ( FP ). Beban geladak cuaca dapat dihitung berdasarkan rumus sbb :

$$P_D = P_o \frac{20.T}{(10+z-T).H} \times C_D \quad (\text{kN} / \text{m}^2)$$

Dimana :

$P_o$  = Basic Eksternal dynamic Load

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

$C_b$  = Coeficien blok

$$= 0,76$$

$$C_o = 10,75 - \left( \frac{300-L}{100} \right)^{1,5} \quad \text{untuk } 90 \leq L \leq 300 \text{ m.}$$

$$= 10,75 - \left( \frac{300-99,15}{100} \right)^{1,5}$$

$$= 10,75 - 2,85$$

$$= 7,90$$

$C_L$  = 1,0 untuk  $L \geq 90$  m.

$f$  = Probability factor

$f_1$  = 1,0 untuk tebal plat geladak cuaca

$$f_2 = 0,75 \quad \text{untuk main frame, stiffener dan,deck beam}$$

$$f_3 = 0,6 \quad \text{untuk SG, CG, CDG, Web Frame, Stringger, Grillage}$$

$$C_{RW} = 1,0 \quad \text{untuk pelayaran nasional}$$

$$P_O = 2,1 \cdot (C_b + 0,7) \cdot C_o \cdot C_L \cdot f \cdot C_{RW}$$

Jadi

untuk plat geladak cuaca ( $P_{O1}$ )

$$P_{O1} = 2,1 \cdot (C_b + 0,7) \cdot C_o \cdot C_L \cdot f \cdot C_{RW}$$

$$= 2,1 \cdot (0,76 + 0,7) \cdot 7,90 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$P_{O1} = 24,221 \text{ kN/m}^2$$

untuk Main Frame, Deck Beam ( $P_{O2}$ )

$$P_{O2} = 2,1 \cdot (C_b + 0,7) \cdot C_o \cdot C_L \cdot f \cdot C_{RW}$$

$$= 2,1 \cdot (0,76 + 0,7) \cdot 7,90 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1$$

$$P_{O2} = 18,166 \text{ kN/m}^2$$

untuk Web Frame, Strong Beam, Girder, Stringger,dan Grillage ( $P_{O3}$ )

$$P_{O2} = 2,1 \cdot (C_b + 0,7) \cdot C_o \cdot C_L \cdot f \cdot C_{RW}$$

$$P_{O3} = 2,1 \cdot (0,76 + 0,7) \cdot 7,90 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 1$$

$$= 14,532 \text{ kN/m}^2$$

$z$  = Jarak vertikal pusat beban terhadap garis dasar ( base line )

$$= H$$

$$= 7,90 \text{ m.}$$

$$C_d, C_F = \text{Faktor distribusi sesuai tabel. 4.1 :}$$

a. Beban Geladak Cuaca untuk daerah Buritan kapal ( A )  $0 \leq x/L \leq 0,2$  :

$$C_D = 1,2 - x/L$$

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

$$= 1,1$$

$$P_D = P_o \frac{20.T}{(10+z-T).H} x C_D$$

1. Untuk menghitung plat Geladak

$$\begin{aligned} P_{D1} &= 24,221 \times \frac{20 \cdot 6,86}{(10+7,90-6,86) \cdot 7,90} \times 1,1 \\ &= 24,221 \times 1,573 \times 1,1 \\ &= 41,909 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

2. Untuk menghitung Deck Beam, Stiffener

$$\begin{aligned} P_{D2} &= 18,166 \times \frac{20 \cdot 6,86}{(10+7,90-6,86) \cdot 7,90} \times 1,1 \\ &= 18,166 \times 1,573 \times 1,1 \\ &= 31,432 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

3. Untuk menghitung CDG, SDG, STR B.

$$\begin{aligned} P_{D3} &= 14,532 \times \frac{20 \cdot 6,86}{(10+7,90-6,86) \cdot 7,90} \times 0,95 \\ &= 14,532 \times 1,573 \times 1,1 \\ &= 25,144 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- b. Beban Geladak Cuaca untuk daerah Tengah kapal ( M )  $0,2 \leq x/L \leq 0,7$  :

$$C_D = 1,0$$

$$P_D = P_o \frac{20.T}{(10+z-T).H} x C_D$$

1. Untuk menghitung plat Geladak

$$\begin{aligned} P_{D1} &= 24,221 \times \frac{20 \cdot 6,86}{(10+7,90-6,86) \cdot 7,90} \times 1,0 \\ &= 24,221 \times 1,573 \times 1,0 \\ &= 38,099 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

2. Untuk menghitung Deck Longitudinal, Stiffener

$$\begin{aligned} P_{D2} &= 18,166 \times \frac{20 \cdot 6,86}{(10+7,90-6,86) \cdot 7,90} \times 1,0 \\ &= 18,166 \times 1,573 \times 1,0 \\ &= 28,575 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

3. Untuk menghitung Deck Transfersal, SDG

$$\begin{aligned} P_{D3} &= 14,532 \times \frac{20 \cdot 6,86}{(10+7,90-6,86) \cdot 7,90} \times 1,0 \\ &= 14,532 \times 1,573 \times 1,0 \\ &= 22,858 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

- c. Beban Geladak Cuaca untuk daerah Haluan kapal (F)  $0,7 \leq x/L \leq 1,0$  :

$$C_D = 1,0 + c / 3 \times (x / L - 0,7)$$

Dimana :

$$c = 0,15L - 10$$

$$= 0,15 \cdot 99,15 - 10$$

$$= 4,872$$

$$C_D = 1,0 + (4,872 / 3) \times (0,92 - 0,7)$$

$$= 1,0 + 1,624 \times 0,22$$

$$= 1,357$$

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

1. Untuk menghitung plat Geladak

$$\begin{aligned} P_{D1} &= 24,221 \times \frac{20 \cdot 6,86}{(10+7,90-6,86) \cdot 7,90} \times 1,357 \\ &= 24,221 \times 1,573 \times 1,357 \\ &= 51,701 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

2. Untuk menghitung Deck Beam, Stiffener

$$\begin{aligned} P_{D2} &= 18,166 \times \frac{20 \cdot 6,86}{(10+7,90-6,86) \cdot 7,90} \times 1,357 \\ &= 18,166 \times 1,573 \times 1,357 \end{aligned}$$

$$= 38,776 \text{ kN / m}^2$$

3. Untuk menghitung CDG, SDG

$$\begin{aligned} P_{D3} &= 14,532 \times \frac{20 \cdot 6,86}{(10 + 7,90 - 6,86) \cdot 7,90} \times 1,357 \\ &= 14,532 \times 1,573 \times 1,357 \\ &= 31,019 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

#### A. 1. Beban Geladak pada bangunan atas (Superstructures decks) dan rumah geladak (deck houses) Sec. 4. B. 5

Besarnya beban pada Bangunan atas dan rumah geladak dapat dihitung dengan rumus sbb :

$$P_{DA} = P_D \cdot n$$

Dimana :

$P_{DA}$  = Beban geladak pada buritan

$$P_{D1} = 41,909 \text{ kN / m}^2$$

$$P_{D2} = 31,432 \text{ kN / m}^2$$

$$P_{D3} = 25,144 \text{ kN / m}^2$$

$$n = 1 - \frac{z - H}{10}$$

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

$z$  = Jarak vertikal pusat beban terhadap garis dasar.

$$z_1 = H + 2,2 = 10,10 \text{ m.}$$

$$z_2 = H + 2,2 + 2,2 = 12,30 \text{ m.}$$

$$z_3 = H + 2,2 + 2,2 + 2,2 = 14,50 \text{ m.}$$

$$z_4 = H + 2,2 + 2,2 + 2,2 + 2,2 = 16,70 \text{ m.}$$

$$z_5 = H + 2,2 = 10,10 \text{ m.}$$

a. Beban geladak bangunan atas pada Geladak Kimbul (Poop Deck)

$$\begin{aligned} n &= 1 - \frac{10,10 - 7,90}{10} \\ &= 1 - 0,22 \end{aligned}$$

$$= 0.78$$

1. untuk menghitung plat geladak

$$\begin{aligned} P_{DA1} &= 41,909 \cdot 0,78 \\ &= 32,689 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

2. untuk menghitung deck beam

$$\begin{aligned} P_{DA2} &= 31,432 \cdot 0,78 \\ &= 24,517 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

3. untuk menghitung CDG, SDG, dan strong beam

$$\begin{aligned} P_{DA3} &= 25,144 \cdot 0,78 \\ &= 19,612 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

- b. Beban geladak rumah geladak pada Geladak Sekoci (boat deck)

$$\begin{aligned} n &= 1 - \frac{12,30 - 7,90}{10} \\ &= 1 - 0,44 \\ &= 0,56 \end{aligned}$$

1. untuk menghitung plat geladak

$$\begin{aligned} P_{DA1} &= 41,909 \cdot 0,56 \\ &= 23,470 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

2. untuk menghitung deck beam

$$\begin{aligned} P_{DA2} &= 31,432 \cdot 0,56 \\ &= 17,602 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

3. untuk menghitung CDG, SDG, dan strong beam

$$\begin{aligned} P_{DA3} &= 25,144 \cdot 0,56 \\ &= 14,081 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

- c. Beban geladak rumah geladak pada geldak kemudi (Navigation deck)

$$\begin{aligned} n &= 1 - \frac{14,50 - 7,90}{10} \\ &= 1 - 0,66 \\ &= 0,34 \approx n_{\min} = 0,5 \end{aligned}$$

1. untuk menghitung plat geladak

$$\begin{aligned}P_{DA1} &= 41,909 \cdot 0,5 \\ &= 20,954 \text{ kN / m}^2\end{aligned}$$

2. untuk menghitung deck beam

$$\begin{aligned}P_{DA2} &= 31,432 \cdot 0,5 \\ &= 15,716 \text{ kN / m}^2\end{aligned}$$

3. untuk menghitung CDG, SDG,dan strong beam

$$\begin{aligned}P_{DA3} &= 25,144 \cdot 0,5 \\ &= 12,572 \text{ kN / m}^2\end{aligned}$$

- d. Beban geladak rumah geladak pada geladak kompas (Compass Deck)

$$\begin{aligned}n &= 1 - \frac{16,70 - 7,90}{10} \\ &= 1 - 0,88 \\ &= 0,12 \approx n_{\min} = 0,5\end{aligned}$$

1. untuk menghitung plat geladak

$$\begin{aligned}P_{DA1} &= 41,909 \cdot 0,5 \\ &= 20,954 \text{ kN / m}^2\end{aligned}$$

2. untuk menghitung deck beam

$$\begin{aligned}P_{DA2} &= 31,432 \cdot 0,5 \\ &= 15,716 \text{ kN / m}^2\end{aligned}$$

3. untuk menghitung CDG, SDG,dan strong beam

$$\begin{aligned}P_{DA3} &= 25,144 \cdot 0,5 \\ &= 12,572 \text{ kN / m}^2\end{aligned}$$

- e. Beban geladak bangunan atas pada geladak akil (Forecastle Deck)

$$\begin{aligned}n &= 1,0 \\ P_{D1} &= 51,701 \text{ kN / m}^2 \\ P_{D2} &= 38,776 \text{ kN / m}^2 \\ P_{D3} &= 31,019 \text{ kN / m}^2\end{aligned}$$

1. untuk menghitung plat geladak

$$\begin{aligned} P_{DA1} &= 51,701 \cdot 1,0 \\ &= 51,701 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

2. untuk menghitung deck beam

$$\begin{aligned} P_{DA2} &= 38,776 \cdot 1,0 \\ &= 38,776 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

3. untuk menghitung CDG, SDG, dan strong beam

$$\begin{aligned} P_{DA3} &= 31,019 \cdot 1,0 \\ &= 31,019 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

## A. 2. **Beban Sisi Kapal ( Load on Ship's Side ). Sec. 4. B. 2. 1**

### A.1. 1 Beban sisi kapal dibawah garis air Sec. 4. B. 2. 1. 1

$$P_S = 10 ( T - z ) + P_o \cdot C_F ( 1 + z / T ) \text{ kN/m}^2$$

Dimana :

$$P_{o1} = 24,221 \text{ kN/m}^2 \text{ ( untuk plat geladak dan geladak cuaca )}$$

$$P_{o2} = 18,166 \text{ kN/m}^2 \text{ ( untuk stiffener, main frame, deck beam )}$$

$$P_{o3} = 14,532 \text{ kN/m}^2 \text{ ( untuk web frame, stringer, girder )}$$

$$z = \text{Jarak vertikal pusat beban terhadap garis dasar}$$

$$= 1/3 T$$

$$= 1/3 \cdot 6,86$$

$$= 2,286 \text{ m.}$$

#### a. Beban Sisi untuk daerah Buritan kapal ( A ) $0 \leq x/L \leq 0,2$ :

$$\begin{aligned} C_{F1} &= 1,0 + \frac{5}{Cb} \left( 0,2 - \frac{x}{L} \right) \\ &= 1,0 + \frac{5}{0,76} (0,2 - 0,1) \end{aligned}$$

$$= 1,0 + 6,578 \cdot (0,1)$$

$$= 1,6578$$

$$P_S = 10 ( T - z ) + P_o \cdot C_F ( 1 + z / T ) \text{ kN/m}^2$$

1. untuk plat sisi

$$P_{S1} = 10 ( 6,86 - 2,286 ) + 24,221 \cdot 1,6578 ( 1 + 2,286 / 6,86 )$$

$$= 10 \cdot 4,574 + 40,153 \cdot 1,333$$

$$= 99,274 \text{ kN/m}^2$$



2. untuk Main Frame

$$\begin{aligned}P_{S2} &= 10 ( 6,86 - 2,286 ) + 18,166 \cdot 1,6578 ( 1 + 2,286 / 6,86 ) \\&= 10 \cdot 4,574 + 30,115 \cdot 1,333 \\&= 85,891 \text{ kN / m}^2\end{aligned}$$

3. untuk Web Frame dan Stringgers

$$\begin{aligned}P_{S3} &= 10 ( 6,86 - 2,286 ) + 14,532 \cdot 1,6578 ( 1 + 2,286 / 6,86 ) \\&= 10 \cdot 4,574 + 24,091 \cdot 1,333 \\&= 77,859 \text{ kN / m}^2\end{aligned}$$

b. Beban Sisi untuk daerah Tengah kapal ( M )  $0,2 \leq x/L \leq 0,7$  :

$$C_{F2} = 1,0$$

$$P_S = 10 ( T - z ) + P_o \cdot C_F ( 1 + z / T ) \text{ kN / m}^2$$

1. untuk plat sisi

$$\begin{aligned}P_{S1} &= 10 ( 6,86 - 2,286 ) + 24,221 \cdot 1,0 ( 1 + 2,286 / 6,86 ) \\&= 10 \cdot 4,574 + 24,221 \cdot 1,333 \\&= 78,032 \text{ kN / m}^2\end{aligned}$$

2. untuk Side Longitudinal

$$\begin{aligned}P_{S2} &= 10 ( 6,86 - 2,286 ) + 18,166 \cdot 1,0 \cdot ( 1 + 2,286 / 6,86 ) \\&= 10 \cdot 4,574 + 18,166 \cdot 1,333 \\&= 69,959 \text{ kN / m}^2\end{aligned}$$

3. Untuk Vertical Web Stiffener dan Transverse stringgers

$$\begin{aligned}P_{S3} &= 10 ( 6,86 - 2,286 ) + 14,532 \cdot 1 ( 1 + 2,286 / 6,86 ) \\&= 10 \cdot 4,574 + 14,532 \cdot 1,333 \\&= 65,114 \text{ kN / m}^2\end{aligned}$$

c. Beban Sisi untuk daerah Haluan kapal ( F )  $0,7 \leq x/L \leq 1,0$  :

$$\begin{aligned}C_{F3} &= 1,0 + \frac{20}{Cb} \left( \frac{x}{L} - 0,7 \right)^2 \\&= 1,0 + \frac{20}{0,76} ( 0,92 - 0,7 )^2\end{aligned}$$

$$= 1,0 + 26,315 \cdot (0,22)^2$$

$$= 2,273$$

1. untuk plat sisi

$$P_{S1} = 10 (6,86 - 2,286) + 24,221 \cdot 2,273 (1 + 2,286 / 6,86)$$

$$= 10 \cdot 4,574 + 24,221 \cdot 2,273 \cdot 1,333$$

$$= 119,140 \text{ kN/m}^2$$

2. untuk main frame

$$P_{S2} = 10 (6,86 - 2,286) + 18,166 \cdot 2,273 (1 + 2,286 / 6,86)$$

$$= 10 \cdot 4,574 + 18,166 \cdot 2,273 \cdot 1,333$$

$$= 100,657 \text{ kN/m}^2$$

3. untuk web frame dan stringgers

$$P_{S3} = 10 (6,86 - 2,286) + 14,532 \cdot 2,273 (1 + 2,286 / 6,86)$$

$$= 10 \cdot 4,574 + 14,532 \cdot 2,273 \cdot 1,333$$

$$= 89,778 \text{ kN/m}^2$$

A. 3. 2 Beban sisi kapal diatas garis air

Sec. 4. B. 2. 1. 2

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

Dimana :

$$P_{o1} = 24,221 \text{ kN/m}^2 \text{ (untuk plat geladak dan geladak cuaca)}$$

$$z = T + \left( \frac{H - T}{2} \right)$$

$$= 6,86 + \left( \frac{7,90 - 6,86}{2} \right)$$

$$= 6,86 + 0,52$$

$$= 7,38 \text{ m.}$$

$$C_{f1} = 1,6578 \text{ , untuk daerah buritan kapal}$$

$$C_{f2} = 1,0 \text{ , untuk daerah Tengah Kapal}$$

$$Cf_3 = 2,273 \quad , \text{ untuk daerah Haluan kapal}$$

a. Beban Sisi diatas garis air untuk daerah Buritan kapal ( A )  $0 \leq x/L \leq 0,2$  :

$$Ps = Po \cdot Cf \left( \frac{20}{10+z-T} \right)$$

1. untuk plat sisi

$$\begin{aligned} Ps_1 &= 24,221 \cdot 1,6578 \cdot \left( \frac{20}{10+7,38-6,86} \right) \\ &= 24,221 \cdot 1,6578 \cdot 1,901 \\ &= 76,337 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban Sisi diatas garis air untuk daerah Tengah kapal ( M )  $0,2 \leq x/L \leq 0,7$  :

1. untuk plat sisi

$$\begin{aligned} Ps_1 &= 24,221 \cdot 1,0 \cdot \left( \frac{20}{10+7,38-6,86} \right) \\ &= 24,221 \cdot 1,0 \cdot 1,901 \\ &= 46,047 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

c. Beban Sisi diatas garis air untuk daerah Haluan kapal ( H )  $0,7 \leq x/L \leq 1,0$  :

1. untuk plat sisi

$$\begin{aligned} Ps_1 &= 24,221 \cdot 2,273 \cdot \left( \frac{20}{10+7,38-6,86} \right) \\ &= 24,221 \cdot 2,273 \cdot 1,901 \\ &= 104,666 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

### A. 3. **Beban sisi kapal diatas garis air muat pada bangunan atas (superstruktur decks) dan rumah geladak (deck houses)**

Besarnya Beban Sisi pada bangunan atas dan rumah geladak dapat dihitung dengan rumus sbb :

$$Ps = P_o \cdot C_f \cdot x \left[ \frac{20}{10+Z-T} \right]$$

$$P_{O1} = 24,221 \text{ kN / m}^2 \quad (\text{ untuk plat kulit dan geladak cuaca } )$$

$$P_{O2} = 18,166 \text{ kN / m}^2 \quad (\text{ untuk main frame dan deck beam } )$$

$$P_{O3} = 14,532 \text{ kN / m}^2 \quad (\text{ untuk gading besar } )$$

$$h = 2,2 \quad \text{ m}$$

$$H = 7,90 \quad \text{ m}$$

z = Jarak vertikal pusat beban terhadap garis dasar.

$$z_1 = H + 1,1 = 9 \quad \text{ m.}$$

$$z_2 = Z_1 + 2,2 = 11,2 \quad \text{ m.}$$

$$z_3 = Z_2 + 2,2 = 13,4 \quad \text{ m.}$$

$$z_4 = Z_3 + 2,2 = 15,6 \quad \text{ m.}$$

a. Beban sisi pada Geladak Kimbul (Poop Deck)

1. untuk menghitung plat sisi

dimana :

$$Z_1 = 9 \text{ m}$$

$$C_{f1} = 1,6578 \text{ , untuk daerah buritan kapal}$$

$$P_{O1} = 24,221 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{O1} \times C_{f1} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 24,221 \times 1,6578 \times \left[ \frac{20}{10 + 9 - 6,86} \right] \\ &= 66,150 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

2. untuk menghitung frame

dimana :

$$Z_1 = 9 \text{ m}$$

$$C_{f1} = 1,6578 \text{ , untuk daerah buritan kapal}$$

$$P_{O2} = 18,166 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{O_2} \times C_{f_1} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 18,166 \times 1,6578 \times \left[ \frac{20}{10 + 9 - 6,86} \right] \\ &= 49,614 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

3. untuk menghitung web frame :

dimana :

$$Z_1 = 9 \text{ m}$$

$C_{f_1} = 1,6578$  , untuk daerah buritan kapal

$$P_{O_3} = 14,532 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{O_3} \times C_{f_1} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 14,532 \times 1,6578 \times \left[ \frac{20}{10 + 9 - 6,86} \right] \\ &= 39,688 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban sisi pada Geladak Sekoci (boat deck)

1. untuk menghitung plat sisi

dimana :

$$Z_2 = 11,2 \text{ m}$$

$C_{f_1} = 1,6578$  , untuk daerah buritan kapal

$$P_{O_1} = 24,221 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{O_1} \times C_{f_1} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 24,221 \times 1,6578 \times \left[ \frac{20}{10 + 11,2 - 6,86} \right] \\ &= 56,002 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

2. untuk menghitung frame

dimana :

$$Z_1 = 11,2 \text{ m}$$

$$Cf_1 = 1,6578 \text{ , untuk daerah buritan kapal}$$

$$Po_2 = 18,166 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{o2} \times C_{f1} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 18,166 \times 1,6578 \times \left[ \frac{20}{10 + 11,2 - 6,86} \right] \\ &= 42,002 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

3. untuk menghitung web frame :

dimana :

$$Z_1 = 11,2 \text{ m}$$

$$Cf_1 = 1,6578 \text{ , untuk daerah buritan kapal}$$

$$Po_3 = 14,532 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{o3} \times C_{f1} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 14,532 \times 1,6578 \times \left[ \frac{20}{10 + 11,2 - 6,86} \right] \\ &= 33,599 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

- c. Beban sisi pada geldak kemudi (Navigation deck)

1. untuk menghitung plat sisi

dimana :

$$Z_3 = 13,4 \text{ m}$$

$$Cf_1 = 1,6578 \text{ , untuk daerah buritan kapal}$$

$$Po_1 = 24,221 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{o1} \times C_{f1} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 24,221 \times 1,6578 \times \left[ \frac{20}{10 + 13,4 - 6,86} \right] \\ &= 48,553 \text{ kN} / \text{m}^2 \end{aligned}$$

2. untuk menghitung frame

dimana :

$$Z_1 = 13,4 \text{ m}$$

$$C_{f1} = 1,6578 \text{ , untuk daerah buritan kapal}$$

$$P_{o2} = 18,166 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{o2} \times C_{f1} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 18,166 \times 1,6578 \times \left[ \frac{20}{10 + 13,4 - 6,86} \right] \\ &= 36,415 \text{ kN} / \text{m}^2 \end{aligned}$$

3. untuk menghitung web frame :

dimana :

$$Z_1 = 13,4 \text{ m}$$

$$C_{f1} = 1,6578 \text{ , untuk daerah buritan kapal}$$

$$P_{o3} = 14,532 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{o3} \times C_{f1} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 14,532 \times 1,6578 \times \left[ \frac{20}{10 + 13,4 - 6,86} \right] \\ &= 29,130 \text{ kN} / \text{m}^2 \end{aligned}$$

d. Beban sisi pada geladak kompas (Compass Deck)

1. untuk menghitung plat sisi

dimana :

$$Z_4 = 15,6 \text{ m}$$

$$Cf_1 = 1,6578 \text{ , untuk daerah buritan kapal}$$

$$P_{O1} = 24,221 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{O1} \times C_{f1} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 24,221 \times 1,6578 \times \left[ \frac{20}{10 + 15,6 - 6,86} \right] \\ &= 42,853 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

2. untuk menghitung frame

dimana :

$$Z_1 = 15,6 \text{ m}$$

$$Cf_1 = 1,6578 \text{ , untuk daerah buritan kapal}$$

$$P_{O2} = 18,166 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{O2} \times C_{f1} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 18,166 \times 1,6578 \times \left[ \frac{20}{10 + 15,6 - 6,86} \right] \\ &= 32,140 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

3. untuk menghitung web frame :

dimana :

$$Z_1 = 15,6 \text{ m}$$

$$Cf_1 = 1,6578 \text{ , untuk daerah buritan kapal}$$

$$P_{O3} = 14,532 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :



$$\begin{aligned} P_s &= P_{o3} \times C_{f1} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 14,532 \times 1,6578 \times \left[ \frac{20}{10 + 15,6 - 6,86} \right] \\ &= 25,711 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

e. Beban sisi pada geladak akil (Forecastle Deck)

## 1. untuk menghitung plat sisi

dimana :

$$Z_5 = Z_1 = 9 \text{ m}$$

$$C_{f3} = 2,273, \text{ untuk daerah Haluan kapal}$$

$$P_{o1} = 24,221 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{o1} \times C_{f3} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 24,221 \times 2,273 \times \left[ \frac{20}{10 + 9 - 6,86} \right] \\ &= 90,699 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

## 2. untuk menghitung frame

dimana :

$$Z_5 = Z_1 = 9 \text{ m}$$

$$C_{f3} = 2,273, \text{ untuk daerah Haluan kapal}$$

$$P_{o2} = 18,166 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{o2} \times C_{f3} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 18,166 \times 2,273 \times \left[ \frac{20}{10 + 9 - 6,86} \right] \\ &= 68,025 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

3. untuk menghitung web frame :

dimana :

$$Z_5 = Z_1 = 9 \text{ m}$$

$$C_{f3} = 2,273 \text{ , untuk daerah Haluan kapal}$$

$$P_{O3} = 14,532 \text{ kN / m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_s &= P_{O3} \times C_{f3} \times \left[ \frac{20}{10 + Z - T} \right] \\ &= 14,532 \times 2,273 \times \left[ \frac{20}{10 + 9 - 6,86} \right] \\ &= 54,417 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

#### A. 4. Beban Alas Kapal ( Load on the Ship's Bottom ). Sec. 4. B. 3

Besarnya beban luar pada alas kapal dapat dihitung dengan rumus sbb :

$$P_B = 10 \cdot T + P_o \cdot C_f$$

Dimana :

$$P_{O1} = 24,221 \text{ kN / m}^2 \text{ ( untuk plat kulit dan geladak cuaca )}$$

$$P_{O2} = 18,166 \text{ kN / m}^2 \text{ ( untuk frame, deck beam, dan bottom )}$$

$$P_{O3} = 14,532 \text{ kN / m}^2 \text{ ( untuk web frame, stringer, girder )}$$

$$C_{f1} = 1,6578 \text{ , ( untuk daerah buritan kapal )}$$

$$C_{f2} = 1,0 \text{ , ( untuk daerah Tengah Kapal )}$$

$$C_{f3} = 2,273 \text{ , ( untuk daerah Haluan kapal )}$$

a. Beban Alas kapal untuk menghitung plat alas

$$P_B = 10 \cdot T + P_o \cdot C_f$$

1. Untuk buritan kapal

$$P_{B1} = 10 \cdot T + P_{O1} \cdot C_{f1}$$

$$= 10 \cdot 6,86 + 24,221 \cdot 1,6578$$

$$P_{B1} = 108,753 \text{ kN / m}^2$$

2. Untuk midship kapal

$$P_{B2} = 10 \cdot T + P_{O1} \cdot C_{f2}$$

$$= 10 \cdot 6,86 + 24,221 \cdot 1,0$$

$$P_{B2} = 92,821 \text{ kN/m}^2$$

3. Untuk haluan kapal

$$\begin{aligned} P_{B3} &= 10 \cdot T + P_{O1} \cdot C_{f3} \\ &= 10 \cdot 6,86 + 24,221 \cdot 2,273 \\ P_{B3} &= 123,654 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban Alas untuk menghitung bottom Longitudinal

• Untuk midship kapal

$$\begin{aligned} P_{B2} &= 10 \cdot T + P_{O1} \cdot C_{f2} \\ &= 10 \cdot 6,86 + 24,221 \cdot 1 \\ P_{B2} &= 92,821 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

A. 6. Beban Alas Dalam ( Load on Inner Bottom ). Sec. 4. C. 2. 1

Besarnya beban alas dalam dapat dihitung dengan rumus sbb :

$$P_i = 9,81 \cdot (G/V) \cdot h \cdot (1 - a_v)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} G &= \text{Berat muatan bersih} \\ &= 5051,3207 \text{ ( Dari perhitungan Rencana Umum )} \\ V &= \text{Volume ruang muat} \\ &= 5306,0091 \text{ m}^3 \text{ ( Dari perhitungan Rencana Umum )} \\ h &= \text{Jarak tertinggi muatan terhadap dasar ruang muat} \\ h &= H - H_{DB RM} \quad \text{untuk buritan kamar mesin} \\ &= 7,90 - 1,2 \\ &= 6,7 \text{ m.} \\ h &= H - H_{DB RM} \quad \text{untuk midship dan haluan} \\ &= 7,90 - 1,0 \\ &= 6,90 \text{ m.} \\ a_v &= \text{Faktor Akselerasi} \\ &= F \cdot m \\ F &= 0,11 \frac{V_o}{\sqrt{L}} \\ V_o &= \text{Kecepatan dinas} \end{aligned}$$

$$= 13,5 \text{ knots}$$

Sehingga :

$$F = 0,11 \cdot \frac{13,5}{\sqrt{99,15}}$$

$$= 0,149$$

$$m_0 = 1,5 + F$$

$$= 1,5 + 0,149$$

$$= 1,649$$

$$m_1 = m_0 - 5(m_0 - 1) X/L \quad \text{untuk buritan kapal}$$

$$= 1,649 - 5(1,649 - 1) 0,1$$

$$= 1,324$$

$$m_2 = 1,0 \quad \text{untuk midship kapal}$$

$$m_3 = 1 + \frac{m_0 + 1}{0,3} (X/L - 0,7) \quad \text{untuk haluan kapal}$$

$$= 1 + \frac{1,649 + 1}{0,3} (0,8 - 0,7)$$

$$m_3 = 1,883$$

sehingga :

$$av_1 = F \times m_1 \quad \text{untuk buritan kapal}$$

$$= 0,149 \times 1,324$$

$$= 0,197$$

$$av_2 = F \times m_2 \quad \text{untuk midship kapal}$$

$$= 0,149 \times 1,0$$

$$= 0,149$$

$$Av_3 = F \times m_3 \quad \text{untuk haluan kapal}$$

$$= 0,149 \times 1,883$$

$$= 0,280$$

B.2.6.4 Untuk buritan kapal :

$$P_i = 9,81 \cdot (G/V) \cdot h \cdot (1 + av_1)$$

$$= 9,81 \cdot (5051,3207 / 5306,0091) \cdot 6,7 \cdot (1 + 0,197)$$

$$= 74,898 \text{ kN/m}^2$$

B.2.6.5 Untuk midship kapal :

$$\begin{aligned} P_i &= 9,81 \cdot (G/V) \cdot h \cdot (1 + a_{v2}) \\ &= 9,81 \cdot (5051,3207 / 5306,0091) \cdot 6,9 \cdot (1 + 0,149) \\ &= 74,041 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

B.2.6.6 Untuk haluan kapal :

$$\begin{aligned} P_i &= 9,81 \cdot (G/V) \cdot h \cdot (1 + a_{v3}) \\ &= 9,81 \cdot (5051,3207 / 5306,0091) \cdot 6,9 \cdot (1 + 0,280) \\ &= 82,483 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$



**B. PERHITUNGAN TEBAL PLAT****B.1 Plat Alas Kapal (Bottom Plate) (Sec. 6.B. 1-1)**

Ketebalan plat alas untuk kapal dengan  $L \geq 90$  m dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$t_B = 1,21 \cdot a \sqrt{P_B \cdot k} + t_k \quad (\text{mm})$$

Dimana :

a = Jarak gading

= 0,6 m. (pada fr. AP – fr. 156)

= 0,55 m. (pada fr. 157 – fr. 161)

= 0,56 m. (pada fr. 162 – fr. FP)

= 0,67 m. (untuk pembujur alas)

$P_B$  = Beban alas ( Point A. 3 )

$P_{B1}$  = 108,753 kN / m<sup>2</sup> ( untuk daerah Buritan kapal )

$P_{B2}$  = 92,821 kN / m<sup>2</sup> ( untuk daerah Tengah kapal )

$P_{B3}$  = 123,654 kN / m<sup>2</sup> ( untuk daerah Haluan kapal )

k = Faktor material sesuai dengan tabel 2. 1 sec. 2. B

$R_{eH}$ ( N / m <sup>2</sup> )	k
265	0,91
315	0,78
355	0,72
390	0,66

k = 0,91 dengan  $R_{eH} = 265$  N / m<sup>2</sup>

$t_k$  = Faktor korosi

= 2,5 mm. ( untuk kapal dengan Longitudinal Bulkhead )

= 1,5 mm. ( untuk kapal dengan konstruksi melintang )

a. Tebal plat alas untuk daerah buritan

$$t_B = 1,21 \cdot n_f \cdot a \cdot \sqrt{P_B \cdot k} + t_k$$

$$t_{B1} = 1,21 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{108,753 \times 0,91} + 1,5$$

$$\begin{aligned} &= 8,7 \text{ mm} \\ t_{\min} &= \sqrt{L \cdot k} \\ &= \sqrt{99,15 \cdot 0,91} \\ &= 9,499 \text{ mm} \\ \text{direncanakan} &= t_{\min} + 1,5 \\ &= 9,499 + 1,5 \\ &= 10,999 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Tebal plat alas untuk daerah tengah

$$\begin{aligned} t_B &= 1,21 \cdot n_f \cdot a \cdot \sqrt{Pb \cdot k} + t_k \\ t_{B2} &= 1,21 \cdot 1,0,67 \cdot \sqrt{92,821 \times 0,91} + 2,5 \\ &= 9,95 \text{ mm} \\ t_{\min} &= \sqrt{L \cdot k} \\ &= \sqrt{99,15 \cdot 0,91} \\ &= 9,499 \text{ mm} \\ \text{direncanakan} &= t_{\min} + 1,5 \\ &= 9,499 + 1,5 \\ &= 10,999 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Tebal pelat alas untuk daerah haluan

$$\begin{aligned} t_B &= 1,21 \cdot n_f \cdot a \cdot \sqrt{Pb \cdot k} + t_k \\ t_{B2} &= 1,21 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{123,654 \times 0,91} + 1,5 \\ &= 9,201 \text{ mm} \\ t_{\min} &= \sqrt{L \cdot k} \\ &= \sqrt{99,15 \cdot 0,91} \\ &= 9,499 \text{ mm} \\ \text{direncanakan} &= t_{\min} + 1,5 \\ &= 9,499 + 1,5 \end{aligned}$$

$$= 10,999 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$

**B.2 Plat Sisi Kapal ( Side Shell Plating ) (sec. 6-3 C.1.2)****B.2.1 Tebal pelat sisi kapal dibawah garis muat**

Ketebalan plat sisi untuk kapal dengan  $L \geq 90$  m dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

a = Jarak gading

$$= 0,6 \text{ m. (pada fr. AP – fr. 156)}$$

$$= 0,55 \text{ m. (pada fr. 157 – fr. 161)}$$

$$= 0,56 \text{ m. (pada fr. 162 – fr. FP)}$$

$$= 0,69 \text{ m. (untuk pembujur sisi)}$$

$P_s$  = Beban sisi

$$P_{s1} = 85,891 \text{ kN / m}^2 \quad (\text{ untuk daerah Buritan kapal } )$$

$$P_{s2} = 65,239 \text{ kN / m}^2 \quad (\text{ untuk daerah Tengah kapal } )$$

$$P_{s3} = 100,657 \text{ kN / m}^2 \quad (\text{ untuk daerah Haluan kapal } )$$

$$k = 0,91 \text{ dengan } R_{eH} = 265 \text{ N / m}^2$$

$t_k$  = Faktor korosi

$$= 2,5 \text{ mm. ( untuk kapal dengan Longitudinal Bulkhead )}$$

$$= 1,5 \text{ mm. ( untuk kapal dengan konstruksi melintang )}$$

**a. Tebal pelat sisi buritan kapal**

$$t_{s1} = 1,21 \cdot a \cdot \sqrt{P_s \cdot k} + t_k$$

$$t_{s1} = 1,21 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{85,891 \times 0,91} + 1,5$$

$$= 7,918 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = \sqrt{L \cdot k}$$

$$= \sqrt{99,15 \cdot 0,91}$$

$$= 9,499 \text{ mm}$$

$$\text{direncanakan} = t_{\min} + 1,5$$

$$= 9,499 + 1,5$$

$$= 10,999 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$



**b. Tebal pelat sisi tengah kapal**

$$ts_1 = 1,21 \cdot n_f \cdot a \sqrt{P_s \cdot k} + 2,5$$

$$ts_1 = 1,21 \cdot 0,69 \sqrt{65,239 \times 0,91} + 2,5$$

$$= 8,932 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = \sqrt{L \cdot k}$$

$$= \sqrt{99,15 \cdot 0,91}$$

$$= 9,499 \text{ mm}$$

$$\text{direncanakan} = t_{\min} + 1,5$$

$$= 9,499 + 1,5$$

$$= 10,999 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$

**c. Tebal pelat sisi haluan kapal**

$$ts_1 = 1,21 \cdot n_f \cdot a \sqrt{P_s \cdot k} + tk$$

$$ts_1 = 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{100,657 \times 0,91} + 1,5$$

$$= 8,448 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = \sqrt{L \cdot k}$$

$$= \sqrt{99,15 \cdot 0,91}$$

$$= 9,499 \text{ mm}$$

$$\text{direncanakan} = t_{\min} + 1,5$$

$$= 9,499 + 1,5$$

$$= 10,999 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$

**B.2.2 Tebal pelat sisi kapal diatas garis muat**

Ketebalan plat sisi untuk kapal dengan  $L \geq 90$  m dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

$$a = \text{Jarak gading}$$

$$= 0,6 \text{ m.} \quad (\text{pada fr. AP - fr. 156})$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,55 \text{ m.} && \text{(pada fr. 157 – 161)} \\
 &= 0,56 \text{ m.} && \text{(pada fr. 162 – FP)} \\
 &= 0,69 \text{ m.} && \text{(untuk pembujur sisi)} \\
 P_S &= \text{Beban sisi} \\
 P_{S1} &= 76,337 \text{ kN / m}^2 && \text{( untuk daerah Buritan kapal )} \\
 P_{S2} &= 46,047 \text{ kN / m}^2 && \text{( untuk daerah Tengah kapal )} \\
 P_{S3} &= 104,666 \text{ kN / m}^2 && \text{( untuk daerah Haluan kapal )} \\
 k &= 0,91 \text{ dengan } R_{eH} = 265 \text{ N / m}^2 \\
 t_k &= \text{Faktor korosi} \\
 &= 2,5 \text{ mm.} && \text{( untuk kapal dengan Longitudinal Bulkhead )} \\
 &= 1,5 \text{ mm.} && \text{( untuk kapal dengan konstruksi melintang )}
 \end{aligned}$$

**a. Tebal pelat sisi buritan kapal**

$$\begin{aligned}
 t_{s1} &= 1,21 \cdot n_f \cdot a \sqrt{P_s \cdot k + t_k} \\
 t_{s1} &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{76,337 \times 0,91 + 1,5} \\
 &= 7,55 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= \sqrt{L \cdot k} \\
 &= \sqrt{99,15 \cdot 0,91} \\
 &= 9,499 \text{ mm} \\
 \text{direncanakan} &= t_{\min} + 1,5 \\
 &= 9,499 + 1,5 \\
 &= 10,999 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**b. Tebal pelat sisi tengah kapal**

$$\begin{aligned}
 t_{s1} &= 1,21 \cdot n_f \cdot a \sqrt{P_s \cdot k + t_k} \\
 t_{s1} &= 1,21 \cdot 0,69 \sqrt{46,047 \times 0,91 + 2,5} \\
 &= 7,90 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= \sqrt{L \cdot k} \\
 &= \sqrt{99,15 \cdot 0,91}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 9,499 \text{ mm} \\
 \text{direncanakan} &= t_{\min} + 1,5 \\
 &= 9,499 + 1,5 \\
 &= 10,999 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**c. Tebal pelat sisi haluan kapal**

$$\begin{aligned}
 t_{s1} &= 1,21 \cdot n_f \cdot a \sqrt{P_s \cdot k} + tk \\
 t_{s1} &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{104,666 \times 0,91} + 1,5 \\
 &= 8,585 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= \sqrt{L \cdot k} \\
 &= \sqrt{99,15 \cdot 0,91} \\
 &= 9,499 \text{ mm} \\
 \text{direncanakan} &= t_{\min} + 1,5 \\
 &= 9,499 + 1,5 \\
 &= 10,999 \text{ mm} \approx 12 \text{ m}
 \end{aligned}$$

**B.2.3 Tebal Plat Sisi Bangunan Atas**

Ketebalan plat pada bangunan atas dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

$$\begin{aligned}
 a &= \text{Jarak gading} \\
 &= 0,6 \text{ m.} \quad (\text{pada fr. AP – fr. 156}) \\
 &= 0,55 \text{ m.} \quad (\text{pada fr. 157 – fr. 161}) \\
 &= 0,56 \text{ m.} \quad (\text{pada fr. 162 – FP})
 \end{aligned}$$

$$P_S = \text{Beban Sisi ( Point A. 4 )}$$

$$P_{S1} = 66,150 \text{ kN / m}^2 \quad \text{untuk Poop Deck}$$

$$P_{S1} = 56,002 \text{ kN / m}^2 \quad \text{untuk Boat Deck}$$

$$P_{S1} = 48,553 \text{ kN / m}^2 \quad \text{untuk Navigation Deck}$$

$$P_{S1} = 42,853 \text{ kN / m}^2 \quad \text{untuk Compass Deck}$$

$$P_{S1} = 90,699 \text{ kN / m}^2 \quad \text{untuk Fore Castle Deck}$$

$$\begin{aligned}k &= 0,91 \text{ dengan } R_{eH} = 265 \text{ N / m}^2 \\t_k &= \text{Faktor korosi} \\&= 1,5 \text{ mm. (untuk kapal dengan konstruksi melintang)}\end{aligned}$$

a. Tebal plat Sisi untuk Poop Deck

$$\begin{aligned}t_E &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{66,150 \cdot 0,91} + 1,5 \\&= 1,21 \cdot 0,6 \cdot 7,758 + 1,5 \\&= 7,133 \text{ mm.} \\ \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\&= 7,133 + 1,5 \\&= 8,632 \text{ mm} \approx 8,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

b. Tebal plat Sisi untuk Boat Deck

$$\begin{aligned}t_E &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{56,002 \cdot 0,91} + 1,5 \\&= 1,21 \cdot 0,6 \cdot 7,138 + 1,5 \\&= 6,682 \text{ mm.} \\ \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\&= 6,682 + 1,5 \\&= 8,182 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}\end{aligned}$$

c. Tebal plat Sisi untuk Navigation Deck

$$\begin{aligned}t_E &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{48,553 \cdot 0,91} + 1,5 \\&= 1,21 \cdot 0,6 \cdot 6,647 + 1,5 \\&= 6,325 \text{ mm.} \\ \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\&= 6,325 + 1,5 \\&= 7,825 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}\end{aligned}$$

d. Tebal plat Sisi untuk Compass Deck

$$t_E = 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{42,853 \cdot 0,91} + 1,5$$

## SHELL EXPANTION

MT "SAFINA SYUMADHANI" Tanker 3600 BRT

TUGAS AKHIR

$$\begin{aligned} &= 1,21 \cdot 0,65 \cdot 6,244 + 1,5 \\ &= 6.034 \text{ mm.} \\ \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\ &= 6.034 + 1,5 \\ &= 7,533 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

### e. Tebal plat Sisi untuk Fore Castle Deck

Tebal plat Fore Castle Deck untuk a = 0,6 (fr. 141 – fr. 156)

$$\begin{aligned} t_E &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{90,699 \cdot 0,91} + 1,5 \\ &= 1,21 \cdot 0,6 \cdot 9,084 + 1,5 \\ &= 8,095 \text{ mm.} \\ \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\ &= 8.095 + 1,5 \\ &= 9,595 \text{ mm} \approx 9,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tebal plat Fore Castle Deck untuk a = 0,55 (fr. 157 – fr. 161)

$$\begin{aligned} t_E &= 1,21 \cdot 0,55 \sqrt{90,699 \cdot 0,91} + 1,5 \\ &= 1,21 \cdot 0,55 \cdot 9,084 + 1,5 \\ &= 7,546 \text{ mm.} \\ \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\ &= 7,546 + 1,5 \\ &= 9,046 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tebal plat Fore Castle Deck untuk a = 0,56 (fr. 162 – FP)

$$\begin{aligned} t_E &= 1,21 \cdot 0,56 \sqrt{90,699 \cdot 0,91} + 1,5 \\ &= 1,21 \cdot 0,56 \cdot 9,084 + 1,5 \\ &= 7,656 \text{ mm.} \\ \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\ &= 7,656 + 1,5 \\ &= 9,156 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm} \end{aligned}$$

**B.3 Plat Lajur Bilga ( sec. 6-2 B.4.1 )**

Tebal plat lajur bilga tidak boleh kurang dari tebal plat alas atau tebal plat sisi

**a. Tebal plat lajur bilga buritan**

$$t = t_{B1} = 12 \text{ m}$$

**b. Tebal plat lajur bilga tengah**

$$t = t_{B2} = 12 \text{ mm}$$

**c. Tebal plat lajur bilga haluan**

$$t = t_{B3} = 12 \text{ mm}$$

**d. Lebar lajur bilga tidak boleh kurang dari :**

$$\begin{aligned} b &= 800 + 5L \text{ (mm)} \\ &= 800 + ( 5 \times 99,15) \\ &= 1295,75 \text{ mm, diambil } 1300 \text{ mm} \end{aligned}$$

**B.4 Plat Lajur Atas (Sheer Strake)****B.4.1 Lebar pelat sisi lajur atas tidak boleh kurang dari ( sec 6 C.3.2 )**

$$\begin{aligned} b &= 800 + 5.L \text{ (mm)} \\ &= 800 + ( 5 \times 106,1) \\ &= 1295,75 \text{ mm, diambil } 1300 \text{ mm} \end{aligned}$$

**B.4.2 Tebal pelat lajur atas**

Tebal pelat lajur atas di luar midship umumnya tebalnya sama dengan pada sisi daerah ujung kapal tetapi tidak boleh lebih dari 10%-nya.

a. Tebal plat lajur atas pada 0,1 buritan sama dengan tebal plat sisi pada daerah yang sama = 11,5mm.

b. Tebal plat lajur atas pada daerah haluan sama dengan tebal plat sisi pada daerah yang sama = 8,5 mm.

c. Tebal plat lajur atas pada daerah tengah sama dengan tebal plat sisi pada daerah yang sama = 10 mm.

**B.5 Plat Lunas Kapal ( sec 6. B.5.1 )****B.5.1 Tebal plat lunas pada tengah kapal tidak boleh kurang dari :**

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

Dimana :

$$T = \text{Tebal plat alas pada tengah kapal} = 12 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} T_{fk_1} &= 12 + 2 \\ &= 14 \text{ mm} \end{aligned}$$

**B.5.2 Tebal plat lunas pada buritan dan haluan = 90% Tfk**

$$\begin{aligned} T_{fk_2} &= 0,9 \times 15 \\ &= 13,5 \text{ mm} = 13,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

**B.6 Plat Penguat/Penyangga linggi buritan, Baling-baling dan Lunas Bilga (sec. 6. F.1.1)**

B.6.1 Tebal plat kulit linggi buritan sekurang-kurangnya sama dengan plat sisi tengah kapal = 12 mm.

B.6.2 Tebal penyangga baling-baling harus dipertebal menjadi :

$$\begin{aligned} t &= 1,5 + t_1 \\ &= 1,5 + 12 \\ &= 13,5 \text{ mm} \approx 14 \text{ mm} \end{aligned}$$

B.6.3 Lunas Bilga dipasang pada plat kulit bagian bawah yang sekelilingnya dilas kedap air, sehingga jika ada sentuhan dengan dasar air laut pada plat tidak akan rusak

**B.7 Bukaannya Pada Plat Kulit**

B.7.1 Bukaannya untuk jendela, lubang udara dan lubang pembuangan katup laut sudut-sudutnya harus dibulatkan dengan konstruksi kedap air.

B.7.2 Pada lubang jangkar di haluan plat kulit harus dipertebal dengan doubling.

B.7.3 Di bawah konstruksi pipa duga, pipa limbah, pipa udara dan alas diberi doubling plat.

**C . PERHITUNGAN PLAT GELADAK KEKUATAN****C.1 Pelat Geladak (Sec. 7.A. 7.1)**

Ketebalan plat Geladak untuk kapal dengan  $L \geq 90$  m dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

$$\begin{aligned} a &= \text{Jarak gading} \\ &= 0,6 \text{ m.} \quad (\text{pada fr. AP – fr. 156}) \\ &= 0,55 \text{ m.} \quad (\text{pada fr. 157 – fr. 161}) \\ &= 0,56 \text{ m.} \quad (\text{pada fr. 162 – FP}) \\ &= 0,67 \text{ m.} \quad (\text{untuk pembujur geladak}) \end{aligned}$$

$$P_D = \text{Beban Geladak ( Point B. 1)}$$

$$P_{D1} = 41,909 \text{ kN / m}^2 \quad (\text{untuk daerah Buritan kapal})$$

$$P_{D2} = 38,099 \text{ kN / m}^2 \quad (\text{untuk daerah Tengah kapal})$$

$$P_{D3} = 51,701 \text{ kN / m}^2 \quad (\text{untuk daerah Haluan kapal})$$

$$k = 0,91 \text{ dengan } R_{eH} = 265 \text{ N / m}^2$$

$$\begin{aligned} t_k &= \text{Faktor korosi} \\ &= 2,5 \text{ mm.} \quad (\text{untuk kapal dengan Longitudinal Bulkhead}) \\ &= 1,5 \text{ mm.} \quad (\text{untuk kapal dengan konstruksi melintang}) \end{aligned}$$

a. Tebal plat Geladak untuk daerah Buritan kapal ( A )  $0 \leq x/L \leq 0,2$  :

$$\begin{aligned} t_G &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{41,909 \cdot 0,91} + 1,5 \\ &= 1,21 \cdot 0,6 \cdot 6,175 + 1,5 \\ &= 5,983 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\min} &= (4,5 + 0,05 \cdot L) \cdot \sqrt{0,91} \\ &= (4,5 + 0,05 \cdot 99,15) \cdot 0,95 \\ &= 8,984 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{direncanakan} &= t_{\min} + 1,5 \\ &= 8,984 + 1,5 \\ &= 10,484 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm} \end{aligned}$$



b. Tebal plat Geladak untuk daerah Tengah kapal ( M )  $0,2 \leq x/L \leq 0,7$  :

$$\begin{aligned} t_G &= 1,21 \cdot 0,67 \sqrt{38,099 \cdot 0,91} + 2,5 \\ &= 1,21 \cdot 0,67 \cdot 5,888 + 2,5 \\ &= 7,273 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\min} &= (4,5 + 0,05 \cdot L) \cdot \sqrt{0,91} \\ &= (4,5 + 0,05 \cdot 99,15) \cdot 0,95 \\ &= 8,984 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{direncanakan} &= t_{\min} + 1,5 \\ &= 8,984 + 1,5 \\ &= 10,484 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Tebal plat Geladak untuk daerah Haluan kapal ( F )  $0,7 \leq x/L \leq 1,0$  :

$$\begin{aligned} t_G &= 1,21 \cdot 0,67 \sqrt{51,701 \cdot 0,91} + 1,5 \\ &= 1,21 \cdot 0,67 \cdot 6,856 + 1,5 \\ &= 67,060 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\min} &= (4,5 + 0,05 \cdot L) \cdot \sqrt{0,91} \\ &= (4,5 + 0,05 \cdot 99,15) \cdot 0,95 \\ &= 8,984 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{direncanakan} &= t_{\min} + 1,5 \\ &= 8,984 + 1,5 \\ &= 10,484 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm} \end{aligned}$$

## C.2 Plat Geladak Bangunan Atas

Ketebalan plat pada bangunan atas dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

$$\begin{aligned} a &= \text{Jarak gading} \\ &= 0,6 \text{ m.} \quad (\text{pada fr. AP – fr. 156}) \\ &= 0,55 \text{ m.} \quad (\text{pada fr. 157 – fr. 161}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,56 \text{ m.} \quad (\text{pada fr. 162 - FP}) \\ P_D &= \text{Beban Geladak ( Point A. 4 )} \\ P_{D1} &= 32,689 \text{ kN / m}^2 \quad \text{untuk Poop Deck} \\ P_{D1} &= 23,470 \text{ kN / m}^2 \quad \text{untuk Boat Deck} \\ P_{D1} &= 20,954 \text{ kN / m}^2 \quad \text{untuk Navigation Deck} \\ P_{D1} &= 20,954 \text{ kN / m}^2 \quad \text{untuk Compass Deck} \\ P_{D1} &= 51,701 \text{ kN / m}^2 \quad \text{untuk Fore Castle Deck} \\ k &= 0,91 \text{ dengan } R_{eH} = 265 \text{ N / m}^2 \\ t_k &= \text{Faktor korosi} \\ &= 2,5 \text{ mm. ( untuk kapal dengan Longitudinal Bulkhead )} \\ &= 1,5 \text{ mm. ( untuk kapal dengan konstruksi melintang )} \end{aligned}$$

c. Tebal plat Geladak untuk Poop Deck

$$\begin{aligned} t_E &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{32,689 \cdot 0,91} + 1,5 \\ &= 1,21 \cdot 0,6 \cdot 5,454 + 1,5 \\ &= 5,460 \text{ mm.} \\ \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\ &= 5,460 + 1,5 \\ &= 6,959 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

d. Tebal plat Geladak untuk Boat Deck

$$\begin{aligned} t_E &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{23,470 \cdot 0,91} + 1,5 \\ &= 1,21 \cdot 0,6 \cdot 4,621 + 1,5 \\ &= 4,855 \text{ mm.} \\ \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\ &= 4,855 + 1,5 \\ &= 6,355 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Tebal plat Geladak untuk Navigation Deck

$$t_E = 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{20,954 \cdot 0,91} + 1,5$$

$$\begin{aligned} &= 1,21 \cdot 0,65 \cdot 4,367 + 1,5 \\ &= 4,670 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\ &= 4,670 + 1,5 \\ &= 6,170 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

d. Tebal plat Geladak untuk Compass Deck

$$\begin{aligned} t_E &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{20,954 \cdot 0,91} + 1,5 \\ &= 1,21 \cdot 0,65 \cdot 4,367 + 1,5 \\ &= 4,670 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\ &= 4,670 + 1,5 \\ &= 6,170 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

e. Tebal plat Geladak untuk Fore Castle Deck

Tebal plat geladak kimbang untuk a = 0,6 m (fr. 141 – fr. 156)

$$\begin{aligned} t_E &= 1,21 \cdot 0,6 \sqrt{51,701 \cdot 0,91} + 1,5 \\ &= 1,21 \cdot 0,6 \cdot 6,860 + 1,5 \\ &= 6,480 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\ &= 6,480 + 1,5 \\ &= 7,979 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tebal plat geladak kimbang untuk a = 0,55 m (fr. 157 – fr. 161)

$$\begin{aligned} t_E &= 1,21 \cdot 0,55 \sqrt{51,701 \cdot 0,91} + 1,5 \\ &= 1,21 \cdot 0,6 \cdot 6,860 + 1,5 \\ &= 6,064 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\ &= 6,064 + 1,5 \\ &= 7,564 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tebal plat geladak kimbang untuk a = 0,56 m (fr. 162 – FP)

$$\begin{aligned}t_E &= 1,21 \cdot 0,56 \sqrt{51,701 \cdot 0,91} + 1,5 \\ &= 1,21 \cdot 0,6 \cdot 6,860 + 1,5 \\ &= 6,150 \text{ mm.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{direncanakan} &= t_E + 1,5 \\ &= 6,150 + 1,5 \\ &= 7,650 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}\end{aligned}$$

