

BAB V

BUKAAN KULIT

(SHELL EXPANSION)

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

A. PERKIRAAN BEBAN

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

Yang dianggap sebagai geladak cuaca adalah semua geladak yang bebas kecuali bangunan atas yang tidak efektif yang terletak di belakang 0,5L dari garis tengah.

$$P_D = P_o \frac{20T}{(10+Z-T) \times H} \times c_D \quad [\text{KN/m}^2]$$

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 4 B.1.1)

Dimana :

P_o = Basis Eksternal dinamic Load

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

c_D = 1 untuk $L > 50$

C_b = koefisien block 0,75

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

$$= 10,75 - \left(\frac{300 - 117,60}{100} \right)^{1,5}$$

$$= \mathbf{8,297}$$

C_L = 1,0 for $L \geq 90 \text{ M}$

f_1 = 1,0 Untuk tebal plat Geladak Cuaca

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

f_2	= 0,75	Untuk Main Frame, Stiffener, dan Deck Beam
f_3	= 0,6	Untuk SG, CG, CDG, Web Frame, Stringers
C_{rw}	= 0,9	untuk pelayaran nasional

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 4.A.2.2)

Jadi :

untuk plat Geladak Cuaca (Po_1)

$$\begin{aligned}Po_1 &= 2,1 \times (Cb + 0,7) \times Co \times C_L \times f_1 \times C_{rw} \\ &= 2,1 \times (0,75 + 0,7) \times 8,297 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,9 \\ &= \mathbf{22,709 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

untuk Main Frame, Deck Beam (Po_2)

$$\begin{aligned}Po_2 &= 2,1 \times (Cb + 0,7) \times Co \times C_L \times f_2 \times C_{rw} \\ &= 2,1 \times (0,69 + 0,75) \times 8,297 \times 1,0 \times 0,75 \times 0,9 \\ &= \mathbf{17,032 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

untuk Web Frame, Strong Beam, Girder, Stringer (Po_3)

$$\begin{aligned}Po_3 &= 2,1 \times (Cb + 0,7) \times Co \times C_L \times f_3 \times C_{rw} \\ &= 2,1 \times (0,69 + 0,75) \times 8,297 \times 1,0 \times 0,6 \times 0,9 \\ &= \mathbf{13,626 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

Z = jarak vertikal dari pusat beban ke base line

$$\begin{aligned}Z &= H \\ &= 10,30 \text{ m}\end{aligned}$$

C_D = faktor penambahan / pengurangan untuk daerah

$$\begin{aligned}C_{D1} &= 1,2 - X/L \quad \left(\text{untuk } 0 \leq \frac{X}{L} \leq 0,2 \text{ ; buritan kapal}\right) \\ &= 1,2 - 0,1 \\ &= \mathbf{1,1}\end{aligned}$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

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

$$\begin{aligned} C_{D3} &= 1,0 + \frac{C}{3} \left(\frac{X}{L} - 0,7 \right) \quad (\text{untuk } 0,7 \leq \frac{X}{L} \leq 1,0 ; \text{haluan kapal}) \\ &= 1,0 + \frac{5}{3} (0,93 - 0,7) \\ &= 1,383 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\text{Nilai } C : 0,15 L - 10$$

$$\text{Apabila } L_{\min} = 100 \text{ m}$$

$$L_{\max} = 200 \text{ m}$$

Diambil 100 m

$$\begin{aligned} C &= (0,15 \times 100) - 10 \\ &= 5 \end{aligned}$$

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 4 Tabel. 4.1)

a. Beban Geladak Cuaca untuk menghitung plat Geladak

1) Pada daerah buritan

$$\begin{aligned} P_{D1} &= P_{o1} \frac{20T}{(10+Z-T) \times H} \times C_{D1} \\ &= 22,709 \times \frac{20 \times 7,00}{[10 + 10,30 - 7,00] \times 10,30} \times 1,1 \\ &= 25,529 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

2) Pada daerah midship

$$\begin{aligned} P_{D2} &= P_{o1} \frac{20T}{(10+Z-T) \times H} \times C_{D2} \\ &= 22,709 \times \frac{20 \times 7,00}{[10 + 10,30 - 7,00] \times 10,30} \times 1,0 \end{aligned}$$

TUGAS AKHIR KM “ROCKWELL” CONTAINER 6700 BRT

$$= 23,208 \text{ KN/m}^2$$

3) Pada daerah Haluan

$$\begin{aligned} P_{D3} &= P_{o1} \frac{20T}{(10+Z-T) \times H} \times C_{D3} \\ &= 22,709 \times \frac{20 \times 7,00}{[10 + 10,30 - 7,00] \times 10,30} \times 1,383 \\ &= 32,105 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban Geladak untuk menghitung Deck Beam, Main frame, Stiffener

1) Pada daerah buritan

$$\begin{aligned} P_{D1} &= P_{o2} \frac{20T}{(10+Z-T) \times H} \times C_{D1} \\ &= 17,032 \times \frac{20 \times 7,00}{[10 + 10,30 - 7,00] \times 10,30} \times 1,1 \\ &= 19,147 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

2) Pada daerah Midship kapal

$$\begin{aligned} P_{D2} &= P_{o2} \frac{20T}{(10+Z-T) \times H} \times C_{D2} \\ &= 17,032 \times \frac{20 \times 7,00}{[10 + 10,30 - 7,00] \times 10,30} \times 1,0 \\ &= 17,406 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

3) Pada daerah Haluan kapal

$$\begin{aligned} P_{D3} &= P_{o2} \frac{20T}{(10+Z-T) \times H} \times C_{D3} \\ &= 17,032 \times \frac{20 \times 7,00}{[10 + 10,30 - 7,00] \times 10,30} \times 1,383 \\ &= 24,079 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

TUGAS AKHIR KM “ROCKWELL” CONTAINER 6700 BRT

c. Beban Geladak untuk menghitung CDG, SDG dan SG

1) Pada daerah buritan

$$\begin{aligned}
 P_{D1} &= P_{o3} \frac{20T}{(10+Z-T) \times H} \times C_{D1} \\
 &= 13,626 \times \frac{20 \times 7,00}{[10 + 10,30 - 7,00] \times 10,30} \times 1,1 \\
 &= \mathbf{15,318 \text{ KN/m}^2}
 \end{aligned}$$

2) Pada daerah Midship kapal

$$\begin{aligned}
 P_{D2} &= P_{o3} \frac{20T}{(10+Z-T) \times H} \times C_{D2} \\
 &= 13,626 \times \frac{20 \times 7,00}{[10 + 10,30 - 7,00] \times 10,30} \times 1,0 \\
 &= \mathbf{13,925 \text{ KN/m}^2}
 \end{aligned}$$

3) Pada daerah Haluan kapal

$$\begin{aligned}
 P_{D3} &= P_{o3} \frac{20T}{(10+Z-T) \times H} \times C_{D3} \\
 &= 13,626 \times \frac{20 \times 7,00}{[10 + 10,30 - 7,00] \times 10,30} \times 1,383 \\
 &= \mathbf{19,263 \text{ KN/m}^2}
 \end{aligned}$$

A.2 Beban Geladak pada bangunan atas (Superstructures Decks) dan rumah geladak (Deck Houses)

Beban Geladak pada bangunan atas dan rumah geladak dihitung berdasarkan formula sebagai berikut :

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

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec.4. B.5.1)

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

Dimana :

P_{DA} = Beban geladak pada buritan

$$n = \left[1 - \frac{Z - H}{10} \right] \quad Z = H + h$$

$n = 1$ untuk Forecastle Deck

$n_{min} = 0,5$

$h_1, h_2, h_3 = 2,4 \text{ m}$

$H = 10,30 \text{ m}$

Nilai "Z" bangunan atas & rumah geladak untuk beban geladak :

1. $Z_1 = H + 2,4 = 12,70 \text{ m}$ (Poop Deck)
2. $Z_2 = Z_1 + 2,4 = 15,10 \text{ m}$ (Boat Deck)
3. $Z_3 = Z_2 + 2,4 = 17,50 \text{ m}$ (Navigation Deck)
4. $Z_4 = Z_3 + 2,4 = 19,90 \text{ m}$ (Compass Deck)
5. $Z_5 = H + 2,4 = 12,70 \text{ m}$ (Forecastle Deck)

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

$Z_1 = 12,70 \text{ m}$

$$n = \left[1 - \frac{12,70 - 10,30}{10} \right]$$
$$= 0,76$$

$P_{D1} = 25,529 \text{ KN/m}^2$

$P_{D1} = 19,147 \text{ KN/m}^2$

$P_{D1} = 15,318 \text{ KN/m}^2$

1) Untuk menghitung plat geladak.

$$P_{DA} = 25,529 \times 0,76$$

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$= 19,402 \text{ KN/m}^2$$

2) Untuk menghitung deck beam.

$$\begin{aligned} P_{DA} &= 19,147 \times 0,76 \\ &= 14,552 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

3) Untuk menghitung CDG, SDG dan strong beam.

$$\begin{aligned} P_{DA} &= 15,318 \times 0,76 \\ &= 11,641 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban geladak rumah geladak pada Geladak Sekoci (Boat Deck)

$$Z_2 = 15,10 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} n &= \left[1 - \frac{15,10 - 10,30}{10} \right] \\ &= 0,52 \end{aligned}$$

$$P_{DI} = 25,529 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{DI} = 19,147 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{DI} = 15,318 \text{ KN/m}^2$$

1) Untuk menghitung plat geladak.

$$\begin{aligned} P_{DA} &= 25,529 \times 0,56 \\ &= 13,275 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

2) Untuk menghitung deck beam.

$$\begin{aligned} P_{DA} &= 19,147 \times 0,56 \\ &= 9,956 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

3) Untuk menghitung CDG, SDG dan strong beam.

$$\begin{aligned} P_{DA} &= 15,318 \times 0,56 \\ &= 7,956 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

TUGAS AKHIR KM “ROCKWELL” CONTAINER 6700 BRT

**c. Beban geladak rumah geladak pada Geladak Kemudi
(Navigation Deck)**

$$Z_3 = 17,50 \text{ m}$$

$$n = \left[1 - \frac{17,50 - 10,30}{10} \right]$$

$$= 0,28 \approx n_{\min} = 0,5$$

$$P_{D1} = 25,529 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D1} = 19,147 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D1} = 15,318 \text{ KN/m}^2$$

1) Untuk menghitung plat geladak.

$$P_{DA} = 25,529 \times 0,5$$

$$= \mathbf{12,765 \text{ KN/m}^2}$$

2) Untuk menghitung deck beam.

$$P_{DA} = 19,147 \times 0,5$$

$$= \mathbf{9,573 \text{ KN/m}^2}$$

3) Untuk menghitung CDG, SDG dan strong beam.

$$P_{DA} = 15,318 \times 0,5$$

$$= \mathbf{7,659 \text{ KN/m}^2}$$

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

$$Z_4 = 19,90 \text{ m}$$

$$n = \left[1 - \frac{19,90 - 10,30}{10} \right]$$

$$= 0,04 \approx n_{\min} = 0,5$$

$$P_{D1} = 25,529 \text{ KN/m}^2$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$P_{D1} = 19,147 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D1} = 15,318 \text{ KN/m}^2$$

1) Untuk menghitung plat geladak.

$$\begin{aligned} P_{DA} &= 25,529 \times 0,5 \\ &= \mathbf{12,765 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

2) Untuk menghitung deck beam.

$$\begin{aligned} P_{DA} &= 19,147 \times 0,5 \\ &= \mathbf{9,573 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

3) Untuk menghitung CDG, SDG dan strong beam.

$$\begin{aligned} P_{DA} &= 15,318 \times 0,5 \\ &= \mathbf{7,659 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

e. Beban geladak bangunan atas pada Geladak Akil (Fore Castle Deck)

$$n = 0,76$$

$$P_{D3} = 32,105 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D3} = 24,079 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D3} = 19,263 \text{ KN/m}^2$$

1) Untuk menghitung plat geladak.

$$\begin{aligned} P_{DA} &= 32,105 \times 0,78 \\ &= \mathbf{24,400 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

2) Untuk menghitung deck beam.

$$\begin{aligned} P_{DA} &= 24,079 \times 0,78 \\ &= \mathbf{18,300 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

3) Untuk menghitung CDG, SDG dan strong beam.

$$\begin{aligned}P_{DA} &= 19,263 \times 0,78 \\ &= \mathbf{14,640 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

f. Beban geladak rumah geladak pada Geladak Derek (Winch Deck)

$$Z_5 = Z_1 = 12,70 \text{ m}$$

$$n = \left[1 - \frac{12,70 - 10,30}{10} \right]$$

$$= 0,76$$

$$P_{D2} = 23,208 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D2} = 17,406 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{D2} = 13,925 \text{ KN/m}^2$$

1) Untuk menghitung plat geladak.

$$\begin{aligned}P_{DA} &= 23,208 \times 0,78 \\ &= \mathbf{17,638 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

2) Untuk menghitung deck beam.

$$\begin{aligned}P_{DA} &= 17,406 \times 0,78 \\ &= \mathbf{13,229 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

3) Untuk menghitung CDG, SDG dan strong beam.

$$\begin{aligned}P_{DA} &= 13,925 \times 0,78 \\ &= \mathbf{10,583 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

A.3 Beban sisi kapal

- a. Beban sisi kapal dibawah garis air muat tidak boleh kurang dari rumus sebagai berikut :

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

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec.4. B.2.1.1)

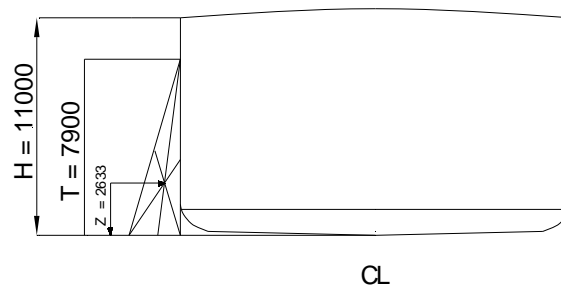
Dimana :

$$P_{o1} = 22,709 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk plat geladak dan geladak cuaca})$$

$$P_{o2} = 17,032 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk stiffener, main frame, deck beam})$$

$$P_{o3} = 13,626 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk web, stringer, girder})$$

BEBAN SISI DI BAWAH GARIS AIR MUAT



z = Jarak tengah antara pusat beban ke base line

$$= \frac{1}{3} \times T = \frac{1}{3} \times 7,00$$

$$= 2,333 \text{ m}$$

$$C_{F1} = 1,0 + \frac{5}{C_b} \left[0,2 - \frac{X}{L}\right] \quad (\text{buritan kapal})$$

TUGAS AKHIR KM “ROCKWELL” CONTAINER 6700 BRT

$$= 1,0 + \frac{5}{0,69} [0,2 - 0,1]$$

$$= \mathbf{1,667}$$

$$CF_2 = 1,0 \text{ untuk } 0,2 \leq \frac{x}{L} \leq 0,7 \quad (\text{tengah kapal})$$

$$CF_3 = 1,0 + \frac{20}{Cb} \left[\frac{x}{L} - 0,7 \right]^2 \quad (\text{haluan kapal})$$

$$= 1,0 + \frac{20}{0,69} [0,93 - 0,7]^2$$

$$= \mathbf{2,533}$$

1) Beban sisi kapal di bawah garis air muat untuk pelat sisi

a) Untuk buritan kapal

$$\begin{aligned} Ps_1 &= 10 \times (T - Z) + Po_1 \times C_{F1} \left(1 + \frac{Z}{T} \right) \\ &= 10 (7,00 - 2,333) + 22,709 \times 1,667 \left[1 + \frac{2,333}{7,00} \right] \\ &= \mathbf{97,132 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

b) Untuk midship kapal

$$\begin{aligned} Ps_2 &= 10 \times (T - Z) + Po_1 \times C_{F2} \left(1 + \frac{Z}{T} \right) \\ &= 10 (7,00 - 2,333) + 22,709 \times 1,0 \left[1 + \frac{2,333}{7,00} \right] \\ &= \mathbf{76,946 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

c) Untuk haluan kapal

$$Ps_3 = 10 \times (T - Z) + Po_1 \times C_{F3} \left(1 + \frac{Z}{T} \right)$$

TUGAS AKHIR KM “ROCKWELL” CONTAINER 6700 BRT

$$= 10 (7,90 - 2,333) + 22,709 \times 2,533 \left[1 + \frac{2,333}{7,00} \right]$$

$$= \mathbf{132,374 \text{ KN/m}^2}$$

2) Beban sisi kapal di bawah garis air muat untuk main frame

a) Untuk buritan kapal

$$P_{S1} = 10 \times (T - Z) + P_{O2} \times C_{F1} \left(1 + \frac{Z}{T} \right)$$

$$= 10 (7,000 - 2,333) + 17,032 \times 1,667 \left[1 + \frac{2,333}{7,00} \right]$$

$$= \mathbf{84,516 \text{ KN/m}^2}$$

b) Untuk midship kapal

$$P_{S2} = 10 \times (T - Z) + P_{O2} \times C_{F2} \left(1 + \frac{Z}{T} \right)$$

$$= 10 (7,00 - 2,333) + 17,032 \times 1,0 \left[1 + \frac{2,333}{7,00} \right]$$

$$= \mathbf{69,376 \text{ KN/m}^2}$$

c) Untuk haluan kapal

$$P_{S3} = 10 \times (T - Z) + P_{O2} \times C_{F3} \left(1 + \frac{Z}{T} \right)$$

$$= 10 (7,90 - 2,633) + 17,032 \times 2,533 \left[1 + \frac{2,333}{7,00} \right]$$

$$= \mathbf{104,197 \text{ KN/m}^2}$$

3) Beban sisi kapal di bawah garis air muat untuk web frame dan stringers

a) Untuk buritan kapal

$$P_{S1} = 10 \times (T - Z) + P_{O3} \times C_{F1} \left(1 + \frac{Z}{T} \right)$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$\begin{aligned} &= 10 (7,00 - 2,333) + 13,626 \times 1,667 \left[1 + \frac{2,333}{7,00} \right] \\ &= \mathbf{76,946 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

b) Untuk midship kapal

$$\begin{aligned} P_{S2} &= 10 \times (T - Z) + P_{O3} \times C_{F2} \left(1 + \frac{Z}{T} \right) \\ &= 10 (7,00 - 2,333) + 13,626 \times 1,0 \left[1 + \frac{2,333}{7,00} \right] \\ &= \mathbf{64,834 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

c) Untuk haluan kapal

$$\begin{aligned} P_{S3} &= 10 \times (T - Z) + P_{O3} \times C_{F3} \left(1 + \frac{Z}{T} \right) \\ &= 10 (7,00 - 2,333) + 13,626 \times 2,533 \left[1 + \frac{2,333}{7,00} \right] \\ &= \mathbf{92,691 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

b. Beban sisi kapal di atas garis air muat tidak boleh kurang dari

rumus sebagai berikut :

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

(Ref : BKI Th.2006 Vol. II Sec. 4.B.2.1.2)

Dimana :

$$P_{O1} = 22,709 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk plat kulit dan geladak cuaca}$$

$$T = 7,00 \text{ m}$$

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

$$Z = 7,00 + \frac{1}{2} (10,30 - 7,00)$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$= 8,65 \text{ m}$$

$$Cf_1 = 1,667 \quad \text{Untuk Buritan Kapal}$$

$$Cf_2 = 1,0 \quad \text{Untuk Midship}$$

$$Cf_3 = 2,533 \quad \text{Untuk Haluan Kapal}$$

1) **Beban sisi kapal di atas garis air muat untuk menghitung ketebalan plat sisi :**

a) Untuk Buritan kapal

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O1} \times CF_1 \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 22,709 \times 1,667 \left[\frac{20}{10 + 8,65 - 7,00} \right] \\ &= \mathbf{64,997 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

b) Untuk Midship kapal

$$\begin{aligned} P_{S2} &= P_{O1} \times CF_2 \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 22,709 \times 1,0 \times \left[\frac{20}{10 + 8,65 - 7,00} \right] \\ &= \mathbf{38,986 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

c) Untuk haluan kapal

$$\begin{aligned} P_{S3} &= P_{O1} \times CF_3 \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 22,709 \times 2,533 \times \left[\frac{20}{10 + 8,65 - 7,00} \right] \\ &= \mathbf{98,765 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

TUGAS AKHIR KM “ROCKWELL” CONTAINER 6700 BRT

2) Beban sisi kapal di atas garis air muat untuk menghitung ketebalan main frame, stiffner, deck beam :

a) Untuk Buritan kapal

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O2} \times CF_1 \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 17,032 \times 1,667 \left[\frac{20}{10+8,65-7,00} \right] \\ &= \mathbf{48,733 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

b) Untuk Midship kapal

$$\begin{aligned} P_{S2} &= P_{O2} \times CF_2 \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 17,032 \times 1,0 \times \left[\frac{20}{10+8,65-7,00} \right] \\ &= \mathbf{29,240 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

c) Untuk haluan kapal

$$\begin{aligned} P_{S3} &= P_{O2} \times CF_3 \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 17,032 \times 2,533 \times \left[\frac{20}{10+8,65-7,00} \right] \\ &= \mathbf{74,259 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

3) Beban sisi kapal di atas garis air muat untuk menghitung ketebalan web frame, girder, stringer :

a) Untuk Buritan kapal

$$P_{S1} = P_{O3} \times CF_1 \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right)$$

TUGAS AKHIR KM “ROCKWELL” CONTAINER 6700 BRT

$$= 13,626 \times 1,667 \left[\frac{20}{10 + 8,65 - 7,00} \right]$$

$$= \mathbf{38,986 \text{ KN/m}^2}$$

b) Untuk Midship kapal

$$Ps_2 = Po_3 \times CF_2 \times \left(\frac{20}{10 + Z - T} \right)$$

$$= 13,626 \times 1,0 \times \left[\frac{20}{10 + 8,65 - 7,00} \right]$$

$$= \mathbf{23,392 \text{ KN/m}^2}$$

c) Untuk haluan kapal

$$Ps_3 = Po_3 \times CF_3 \times \left(\frac{20}{10 + Z - T} \right)$$

$$= 13,626 \times 2,533 \times \left[\frac{20}{10 + 8,65 - 7,00} \right]$$

$$= \mathbf{59,259 \text{ KN/m}^2}$$

c. Beban sisi kapal di atas Garis air muat pada bangunan atas (Superstructure Deck) dan rumah geladak (Deck Houses)

Beban geladak pada bangunan atas dan rumah geladak dihitung berdasarkan formula sbb :

$$Ps = Po \times Cf \times \left[\frac{20}{10 + Z - T} \right] \quad [\text{KN/m}^2]$$

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 2.1.2)

Dimana :

$Po_1 = 22,709 \text{ KN/m}^2$ untuk plat kulit dan geladak cuaca

$Po_2 = 17,032 \text{ KN/m}^2$ untuk untuk main frame dan deck beam

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$Po_3 = 13,626 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk web frame}$$

$$h_1, h_2, h_3 = 2,4 \text{ m}$$

$$H = 10,30 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Z_1 &= H + \frac{1}{2} \cdot h_1 \\ &= 10,30 + \frac{1}{2} \cdot 2,4 = \mathbf{11,50 \text{ m}} \quad \text{untuk Poop Deck} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_2 &= Z_1 + \frac{1}{2} \cdot h_1 \\ &= 11,50 + \frac{1}{2} \cdot 2,4 = \mathbf{12,70 \text{ m}} \quad \text{untuk Boat Deck} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_3 &= Z_2 + \frac{1}{2} \cdot h_1 \\ &= 12,70 + \frac{1}{2} \cdot 2,4 = \mathbf{13,90 \text{ m}} \quad \text{untuk Navigation Deck} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_4 &= Z_3 + \frac{1}{2} \cdot h_1 \\ &= 13,90 + \frac{1}{2} \cdot 2,4 = \mathbf{15,10 \text{ m}} \quad \text{untuk Compass Deck} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_5 &= H + \frac{1}{2} \cdot h \\ &= 10,30 + \frac{1}{2} \cdot 2,4 = \mathbf{11,50 \text{ m}} \quad \text{untuk Fore Castle Deck} \end{aligned}$$

1) Beban sisi di atas garis air muat pada Geladak Kimbul (Poop Deck)

a) Untuk menghitung Plat kulit :

Dimana :

$$Z_1 = 11,50 \text{ m}$$

$$C_{F1} = 1,667$$

$$Po_1 = 22,709 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= Po_1 \times C_{F1} \times \left(\frac{20}{10 + Z - T} \right) \\ &= 22,709 \times 1,667 \times \left[\frac{20}{10 + 11,50 - 7,00} \right] \end{aligned}$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM “ROCKWELL” CONTAINER 6700 BRT

$$= 52,205 \text{ KN/m}^2$$

b) Untuk menghitung Main Frame :

Dimana :

$$Z_1 = 11,50 \text{ m}$$

$$C_{F1} = 1,667$$

$$P_{O2} = 17,032 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O2} \times C_{F1} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 17,032 \times 1,667 \times \left[\frac{20}{10+11,50-7,00} \right] \\ &= 39,154 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

c) Untuk menghitung Web Frame :

Dimana :

$$Z_1 = 11,50 \text{ m}$$

$$C_{F1} = 1,667$$

$$P_{O3} = 13,626 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O3} \times C_{F1} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 13,626 \times 1,667 \times \left[\frac{20}{10+11,50-7,00} \right] \\ &= 31,323 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

2) Beban sisi di atas garis air muat pada Geladak Sekoci (Boat Deck)

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

a) Untuk menghitung Plat sisi :

Dimana :

$$Z_2 = 12,70 \text{ m}$$

$$C_{F1} = 1,667$$

$$P_{O1} = 22,709 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O1} \times C_{F1} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 22,709 \times 1,667 \times \left[\frac{20}{10+12,70-7,00} \right] \\ &= \mathbf{48,215 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

b) Untuk menghitung Main Frame :

Dimana :

$$Z_2 = 12,70 \text{ m}$$

$$C_{F1} = 1,667$$

$$P_{O2} = 17,032 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O2} \times C_{F1} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 17,032 \times 1,667 \times \left[\frac{20}{10+12,70-7,00} \right] \\ &= \mathbf{36,161 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

c) Untuk menghitung web frame :

Dimana :

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$Z_2 = 12,70 \text{ m}$$

$$C_{F1} = 1,667$$

$$P_{O3} = 13,626 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O3} \times C_{F1} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 13,626 \times 1,667 \times \left[\frac{20}{10+12,70-7,00} \right] \\ &= \mathbf{28,929 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

3) Beban sisi di atas garis air muat pada Deck Kemudi

(Navigation Deck)

a) Untuk menghitung Plat sisi :

Dimana :

$$Z_3 = 13,90 \text{ m}$$

$$C_{F1} = 1,667$$

$$P_{O1} = 22,709 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O1} \times C_{F1} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 22,709 \times 1,667 \times \left[\frac{20}{10+13,90-7,00} \right] \\ &= \mathbf{44,792 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

b) Untuk menghitung Main Frame :

Dimana :

$$Z_3 = 13,90 \text{ m}$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$C_{F1} = 1,667$$

$$P_{O2} = 17,032 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O2} \times C_{F1} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 17,032 \times 1,667 \times \left[\frac{20}{10 + 13,90 - 7,00} \right] \\ &= \mathbf{33,594 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

c) Untuk menghitung web frame :

Dimana :

$$Z_3 = 13,90 \text{ m}$$

$$C_{F1} = 1,667$$

$$P_{O3} = 13,626 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O3} \times C_{F1} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 13,626 \times 1,667 \times \left[\frac{20}{10 + 13,90 - 7,00} \right] \\ &= \mathbf{26,875 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

4) Beban sisi di atas garis air muat pada Deck Kompas (Compass Deck)

a) Untuk menghitung Plat sisi :

Dimana :

$$Z_4 = 15,10 \text{ m}$$

$$C_{F1} = 1,667$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$P_{O1} = 22,709 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O1} \times C_{F1} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 22,709 \times 1,667 \times \left[\frac{20}{10+15,10-7,00} \right] \\ &= \mathbf{41,822 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

b) Untuk menghitung Main Frame :

Dimana :

$$Z_4 = 15,10 \text{ m}$$

$$C_{F1} = 1,667$$

$$P_{O2} = 17,032 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O2} \times C_{F1} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 17,032 \times 1,667 \times \left[\frac{20}{10+15,10-7,00} \right] \\ &= \mathbf{31,367 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

c) Untuk menghitung web frame :

Dimana :

$$Z_4 = 15,00 \text{ m}$$

$$C_{F1} = 1,667$$

$$P_{O3} = 13,626 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}P_{S1} &= P_{O3} \times CF_1 \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\&= 13,626 \times 1,667 \times \left[\frac{20}{10+15,00-7,00} \right] \\&= \mathbf{25,093 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

5) Beban sisi di atas garis air muat untuk menghitung Geladak

Akil (Fore Castle Deck)

a) Untuk menghitung Plat kulit :

Dimana :

$$Z_5 = Z_1 = 11,50 \text{ m}$$

$$C_{F3} = 2,533$$

$$P_{O1} = 22,709 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}P_{S1} &= P_{O1} \times C_{F3} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\&= 22,709 \times 2,533 \times \left[\frac{20}{10+11,50-7,00} \right] \\&= \mathbf{79,352 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

b) Untuk menghitung Main Frame:

Dimana :

$$Z_5 = Z_1 = 11,50 \text{ m}$$

$$C_{F3} = 2,533$$

$$P_{O2} = 17,032 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O2} \times C_{F3} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 17,032 \times 2,533 \times \left[\frac{20}{10+11,50-7,00} \right] \\ &= \mathbf{59,514 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

c) Untuk menghitung web frame :

Dimana :

$$Z_5 = Z_1 = 11,50 \text{ m}$$

$$C_{F3} = 2,533$$

$$P_{O3} = 13,626 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O3} \times C_{F3} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 13,626 \times 2,533 \times \left[\frac{20}{10+11,50-7,00} \right] \\ &= \mathbf{47,611 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

6) Beban sisi di atas garis air muat untuk menghitung Winch Deck

a) Untuk menghitung Plat sisi :

Dimana :

$$Z_6 = Z_1 = 11,50 \text{ m}$$

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

$$P_{O1} = 22,709 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$\begin{aligned}P_{S1} &= P_{O1} \times C_{F3} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\&= 22,709 \times 1,0 \times \left[\frac{20}{10+11,50-7,00} \right] \\&= \mathbf{31,323 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

b) Untuk menghitung Main Frame :

Dimana :

$$Z_6 = Z_1 = 11,50 \text{ m}$$

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

$$P_{O2} = 17,032 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}P_{S1} &= P_{O2} \times C_{F3} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\&= 17,032 \times 1,0 \times \left[\frac{20}{10+11,50-7,00} \right] \\&= \mathbf{23,492 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

c) Untuk menghitung web frame :

Dimana :

$$Z_6 = Z_1 = 11,50 \text{ m}$$

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

$$P_{O3} = 13,626 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$P_{S1} = P_{O3} \times C_{F3} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right)$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$\begin{aligned} &= 13,626 \times 1,0 \times \left[\frac{20}{10 + 11,50 - 7,00} \right] \\ &= \mathbf{18,794 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

A.4 Beban Alas Kapal

Beban luar pada alas / dasar kapal adalah dihitung menurut formula sebagai berikut :

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

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec.4. B.3)

Dimana :

$$T = 7,00 \text{ m}$$

$$P_{o1} = 22,709 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk plat kulit dan geladak cuaca}$$

$$P_{o2} = 17,032 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk untuk frame, deck beam, dan bottom}$$

$$C_{f1} = 1,667 \quad \text{untuk buritan kapal}$$

$$C_{f2} = 1,0 \quad \text{untuk Midship kapal}$$

$$C_{f3} = 2,533 \quad \text{untuk Haluan kapal}$$

a. Beban alas kapal untuk menghitung plat kulit & geladak cuaca

1). Untuk Buritan kapal

$$\begin{aligned} P_{B1} &= 10 \times T + P_{o1} \times C_{f1} \\ &= 10 \times 7,00 + 22,709 \times 1,667 \\ &= \mathbf{107,849 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

2). Untuk Midship kapal

$$\begin{aligned} P_{B2} &= 10 \times T + P_{o1} \times C_{f2} \\ &= 10 \times 7,00 + 22,709 \times 1,0 \\ &= \mathbf{92,709 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

3). Untuk haluan kapal

$$\begin{aligned}P_{B3} &= 10 \times T + P_{O1} \times C_{f3} \\&= 10 \times 7,00 + 22,709 \times 2,533 \\&= \mathbf{127,530 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

b. Beban alas untuk menghitung bottom frame

1). Untuk Buritan kapal

$$\begin{aligned}P_{B1} &= 10 \times T + P_{O2} \times C_{f1} \\&= 10 \times 7,00 + 17,032 \times 1,667 \\&= \mathbf{98,387 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

2). Untuk Midship kapal

$$\begin{aligned}P_{B2} &= 10 \times T + P_{O2} \times C_{f2} \\&= 10 \times 7,00 + 17,032 \times 1,0 \\&= \mathbf{87,032 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

3). Untuk haluan kapal

$$\begin{aligned}P_{B3} &= 10 \times T + P_{O2} \times C_{f3} \\&= 10 \times 7,00 + 17,032 \times 2,533 \\&= \mathbf{113,148 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

A.5. Beban Alas Dalam (Load on inner bottom)

Beban alas dalam dihitung dengan formula sebagai berikut :

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

(Ref : BKI Th. 2006 Vol. II Sec. 4.C.2.1)

Dimana :

$$G = \text{Berat muatan bersih} = \mathbf{6186,28 \text{ Ton}}$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$V = \text{Volume muatan kapal} = 10520,58 \text{ m}^3$$

$$H = H - h_{DB \text{ KM}} \quad \text{untuk buritan, kamar mesin}$$

$$= 10,30 - 1,44$$

$$= \mathbf{8,86 \text{ m}}$$

$$H = H - h_{db} \quad \text{untuk midship dan haluan}$$

$$= 10,30 - 1,20$$

$$= \mathbf{9,1 \text{ m}}$$

$$a_v = F \times m$$

$$F = 0,11 \times \frac{V_o}{\sqrt{L}} \quad \text{dimana } V_o = 15,60 \text{ Knots}$$

Sehingga :

$$F = 0,11 \times \frac{15,60}{\sqrt{117,60}}$$

$$= \mathbf{0,158}$$

$$m_o = 1,5 + F$$

$$= 1,5 + 0,158$$

$$= \mathbf{1,658}$$

$$m_1 = m_o - 5 [m_o - 1] X/L \quad \text{untuk Buritan kapal}$$

$$= 1,658 - 5 [1,658 - 1] 0,1$$

$$= \mathbf{1,329}$$

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

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

$$= 1 + \frac{1,658 + 1}{0,3} \times (0,8 - 0,7)$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$= 1,886$$

sehingga :

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

$$= 0,158 \times 1,329$$

$$= 0,209$$

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

$$= 0,158 \times 1,0$$

$$= 0,158$$

$$av_3 = F \times m_3 \quad \text{untuk Haluan kapal}$$

$$= 0,158 \times 1,886$$

$$= 0,297$$

Jadi beban alas dalam (P_B) :

a). Untuk Buritan kapal

$$\begin{aligned} P_B &= 9,81 \times \frac{G}{V} \times h (1 + av_1) \\ &= 9,81 \times \frac{6186,28}{10520,58} \times 10,30 (1 + 0,209) \\ &= 71,832 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

b). Untuk Midship kapal

$$\begin{aligned} P_B &= 9,81 \times \frac{G}{V} \times h (1 + av_2) \\ &= 9,81 \times \frac{6186,28}{10520,58} \times 10,30 (1 + 0,158) \\ &= 68,802 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

c). Untuk haluan kapal

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$\begin{aligned}P_B &= 9,81 \times \frac{G}{V} \times h (1 + av_3) \\&= 9,81 \times \frac{6186,28}{10520,58} \times 10,30 (1 + 0,297) \\&= \mathbf{77,061 \text{ KN/m}^2}\end{aligned}$$

B. 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 :

$$P_{D1} = 25,529 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk buritan kapal}$$

$$P_{D2} = 23,208 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk midship kapal}$$

$$P_{D3} = 32,105 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk haluan kapal}$$

a = jarak antar gading

$$= 0,6 \text{ m (pada fr. 1 – fr. 196)}$$

k = 1,0 faktor bahan

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

tk = 0,5 untuk $t_B \geq 10 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}t_{G_{\min}} &= (4,5 + 0,05L) \sqrt{k} \quad (\text{Haluan \& Buritan}) \\&= (4,5 + 0,05 \times 117,60) \sqrt{1} \\&= \mathbf{10,38 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}}\end{aligned}$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$\begin{aligned}t_{G_{\min}} &= (5,5 + 0,02L)\sqrt{k} \quad (\text{Midship}) \\ &= (5,5 + 0,02 \times 118,10)\sqrt{1} \\ &= \mathbf{7,85 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}}\end{aligned}$$

Jadi :

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

$$t_{G_1} = 1,21 \times a \sqrt{P_D \times k} + t_k \quad (\text{mm})$$

Tebal plat geladak pada buritan untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (AP – fr. 19) :

$$\begin{aligned}t_{G_1} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{25,529 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{5,17 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}} \quad (\text{diambil tebal minimum})\end{aligned}$$

- 2) Tebal plat geladak pada daerah midship untuk $a = 0,6 \text{ m}$

$$\begin{aligned}t_{G_2} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{23,208 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{5,00 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}} \quad (\text{diambil tebal minimum})\end{aligned}$$

- 3) Tebal plat geladak pada daerah haluan kapal

Tebal plat geladak pada haluan untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. 181 – fr. 196) :

$$\begin{aligned}t_{G_3} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{32,105 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{5,61 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}} \quad (\text{diambil tebal minimum})\end{aligned}$$

b. Tebal plat geladak Bangunan Atas

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

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

Dimana :

$$P_{D1} = 19,402 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk geladak kimbul}$$

$$P_{D2} = 13,275 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk geladak sekoci}$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$P_{D3} = 12,765 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk geladak navigasi}$$

$$P_{D4} = 12,765 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk geladak kompas}$$

$$P_{D5} = 24,400 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk geladak akil}$$

$$P_{D6} = 17,638 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk geladak derek}$$

$$\begin{aligned} a &= \text{jarak antar gading} \\ &= 0,6 \text{ m (pada fr. 1 – fr. 196)} \end{aligned}$$

$$k = 1,0 \text{ faktor bahan}$$

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

$$t_k = 0,5 \text{ untuk } t_B \geq 10 \text{ mm}$$

Jadi :

- 1) Tebal plat geladak kembang (Poop Deck)

Tebal plat geladak kembang untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (AP – fr. 49) :

$$\begin{aligned} t_{G1} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{19,402 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{4,43 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

- 2) Tebal plat geladak sekoci (Boat Deck)

Tebal plat geladak sekoci untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. 5 – fr. 49) :

$$\begin{aligned} t_{G2} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{13,275 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{4,15 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

- 3) Tebal plat geladak navigasi (Navigation Deck)

Tebal plat geladak navigasi untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. 24 – fr. 49) :

$$\begin{aligned} t_{G3} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{12,765 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{4,09 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}} \end{aligned}$$

- 4) Tebal plat geladak kompas (Compass Deck)

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM “ROCKWELL” CONTAINER 6700 BRT

Tebal plat geladak kompas untuk a = 0,6 m (fr. 34 – fr. 49) :

$$\begin{aligned}t G_4 &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{12,765 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{4,09 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}}\end{aligned}$$

5) Tebal plat geladak akil (Fore Castle Deck)

Tebal plat geladak akil untuk a = 0,6 m (fr. 179 – fr. 196) :

$$\begin{aligned}t G_5 &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{24,400 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{5,09 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}}\end{aligned}$$

6) Tebal plat geladak Derek (Winch Deck) untuk a = 0,6 m

$$\begin{aligned}t G_6 &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{17,638 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{4,55 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}}\end{aligned}$$

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 :

$$P_{S1} = 97,132 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk buritan kapal}$$

$$P_{S2} = 76,946 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk midship kapal}$$

$$P_{S3} = 123,374 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk haluan kapal}$$

$$a = \text{jarak antar gading}$$

$$= 0,6 \text{ m (pada fr. 1 – fr. 196)}$$

$$k = 1,0 \text{ faktor bahan}$$

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

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

Jadi :

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

$$t_s = 1,21 \times a \times \sqrt{P_s \times k} + t_k$$

Tebal plat sisi pada buritan untuk a = 0,6 m (fr. AP– fr. 49) :

$$\begin{aligned} t_{s1} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{97,132 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{8,655 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}} \end{aligned}$$

- 2) Tebal plat sisi pada daerah midship untuk a = 0,6 m

$$\begin{aligned} t_{s2} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{76,946 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{7,868 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}} \end{aligned}$$

- 3) Tebal plat sisi pada daerah haluan kapal

Tebal plat sisi haluan untuk a = 0,6 m (fr. 181 – fr. 196)

$$\begin{aligned} t_{s3} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{123,374 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{9,564 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}} \end{aligned}$$

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

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

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

Dimana :

$$P_{s1} = 64,977 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk buritan kapal}$$

$$P_{s2} = 38,986 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk midship kapal}$$

$$P_{s3} = 98,765 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk haluan kapal}$$

$$a = \text{jarak antar gading}$$

$$= 0,6 \text{ m (pada fr. 7 – fr. 191)}$$

$$k = 1,0 \text{ faktor bahan}$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM “ROCKWELL” CONTAINER 6700 BRT

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

Jadi :

- i. Tebal plat sisi pada 0,1 L pada buritan tidak boleh kurang dari :

$$t_s = 1,21 \times a \times \sqrt{P_s \times k} + t_k$$

Tebal plat sisi pada buritan untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. AP – fr. 19) :

$$\begin{aligned} t_{s1} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{64,977 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{7,352 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}} \end{aligned}$$

- ii. Tebal plat sisi pada daerah midship untuk $a = 0,6 \text{ m}$

$$\begin{aligned} t_{s2} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{38,986 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{6,033 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}} \end{aligned}$$

- iii. Tebal plat sisi pada daerah haluan kapal

Tebal plat sisi haluan untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. 182 – fr. 191) :

$$\begin{aligned} t_{s3} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{98,765 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{8,715 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}} \end{aligned}$$

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)

Dimana :

$$P_{s1} = 52,205 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk geladak kimbul}$$

$$P_{s2} = 48,215 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk geladak sekoci}$$

$$P_{s3} = 44,792 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk geladak navigasi}$$

$$P_{s4} = 41,822 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk geladak kompas}$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$P_{S5} = 79,352 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk geladak akil}$$

$$P_{S6} = 31,323 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk geladak derek}$$

$$a = \text{jarak antar gading} \\ = 0,6 \text{ m (pada fr. AP – fr. 196)}$$

$$k = 1,0 \text{ faktor bahan}$$

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

$$t_k = 0,5 \text{ untuk } t_B \geq 10 \text{ mm}$$

Jadi :

- 1) Tebal plat sisi geladak kembang (Poop Deck)

Tebal plat sisi geladak kembang untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. AP – fr. 49) :

$$t_{s1} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{52,205 \times 1} + 1,5 \\ = \mathbf{6,335 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}}$$

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

Tebal plat sisi geladak sekoci untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. 7– fr. 50) :

$$t_{s2} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{48,215 \times 1} + 1,5 \\ = \mathbf{6,130 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}}$$

- 3) Tebal plat geladak navigasi (Navigation Deck)

Tebal plat geladak navigasi untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. 20 – fr. 50) :

$$t_{s3} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{44,792 \times 1} + 1,5 \\ = \mathbf{5,948 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}}$$

- 4) Tebal plat geladak kompas (Compass Deck)

Tebal plat geladak kompas untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. 34 – fr. 50) :

$$t_{s4} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{41,822 \times 1} + 1,5$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$= 5,784 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

- 5) Tebal plat sisi geladak akil (Fore Castle Deck)

Tebal plat sisi geladak akil untuk a = 0,6m (fr. 178– fr 191) :

$$ts_5 = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{79,352 \times 1} + 1,5$$

$$= 7,556 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

- 6) Tebal plat sisi winch deck

$$ts_6 = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{31,323 \times 1} + 1,5$$

$$= 5,152 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

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

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

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

Dimana :

$$P_{B1} = 107,849 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk buritan kapal}$$

$$P_{B2} = 92,709 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk midship kapal}$$

$$P_{B3} = 127,530 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk haluan kapal}$$

a = jarak antar gading

$$= 0,6 \text{ m (pada fr. 7 – fr 191)}$$

k = 1,0 faktor bahan

$$tk = 1,5$$

$$t_{min} = \sqrt{L \times k} \quad \text{Untuk } L \geq 50 \text{ m}$$

$$= \sqrt{117,60 \times 1,0}$$

$$= 10,844 \text{ mm}$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

Sehingga tebal plat alas minimum :

$$\begin{aligned}t_{\min} + 1,5 &= 10,844 + 1,5 \\ &= \mathbf{12,344 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm}} \quad (\text{tebal minimum})\end{aligned}$$

Jadi :

- 1) Tebal plat alas pada daerah buritan kapal

Tebal plat alas pada buritan untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (AP – fr. 49) :

$$\begin{aligned}t_{B_1} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{107,849 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{8,628 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm}} \quad (\text{diambil tebal minimum})\end{aligned}$$

- 2) Tebal plat alas pada daerah midship

$$\begin{aligned}t_{B_2} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{92,709 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{8,079 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}} \quad (\text{diambil tebal minimum})\end{aligned}$$

- 3) Tebal plat alas pada daerah haluan kapal

Tebal plat alas pada haluan untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. 181 – FP) :

$$\begin{aligned}t_{B_3} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{127,530 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{9,287 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm}} \quad (\text{diambil tebal minimum})\end{aligned}$$

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 :

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$\begin{aligned}b &= 800 + 5 L \\ &= 800 + 5 (117,60) \\ &= 1388 \text{ mm} \approx \mathbf{1400 \text{ mm}}\end{aligned}$$

(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 :

$$\begin{aligned}b &= 800 + 5 L \\ &= 800 + 5 (118,10) \\ &= 1388 \text{ mm} \approx \mathbf{1400 \text{ mm}}\end{aligned}$$

(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 $t = 0,5 (11 + 11)$

$$= \mathbf{11 \text{ mm}}$$

2) Pada 0,4L Midship $t = 0,5 (10 + 10)$

$$= \mathbf{10 \text{ mm}}$$

3) Pada 0,5L dari FP $t = 0,5 (11 + 11)$

$$= \mathbf{11 \text{ mm}}$$

TUGAS AKHIR KM “ROCKWELL” CONTAINER 6700 BRT

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 = tebal plat sisi pada 0,4 L tengah kapal

$$= \mathbf{10\ mm}$$

Maka :

$$t = 1,5 + 10$$

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

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

Lebar plat lunas tidak boleh kurang dari) :

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

$$b = 800 + 5 L$$

$$= 800 + 5 (117,60)$$

$$= 1388\text{mm} \approx \mathbf{1400\ mm}$$

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 :

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

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

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

Dimana :

aB = spacing of fore hooks

$$= 0,9 \text{ m}$$

$$t = (0,6 + 0,4 \cdot 0,9) \times (0,08 \cdot 117,6 + 6) \sqrt{1}$$

$$= 14,791 \approx \mathbf{15 \text{ mm}}$$

$$t_{\text{max}} = 25 \sqrt{1} \text{ mm}$$

$$= \mathbf{25 \text{ mm}}$$

B.7. Bukaan pada plat kulit

- Bukan 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 :

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

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

Dimana :

$$P = 2 Mws$$

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

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "ROCKWELL" CONTAINER 6700 BRT

$$\begin{aligned}t &= 12 \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 1} + 1,5 \\ &= 11,682 \text{ mm} \approx \text{diambil } 12 \text{ mm}\end{aligned}$$

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)

$$\begin{aligned}t &= 0,65\sqrt{L} \\ &= 0,65\sqrt{117,60}\end{aligned}$$

$$t = 7,048 \text{ m} \approx 8 \text{ mm}$$

- b. Tinggi kubu-kubu minimal = **1000 mm**

- c. Stay Bulwark

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

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

Dimana :

$$P_s = 38,986 \text{ KN/m}^2$$

e = jarak antar stay (m)

$$= 2 \times 0,6 = 1,2 \text{ m}$$

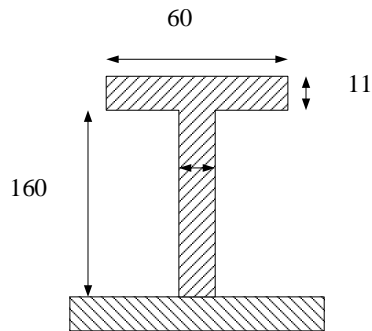
l = panjang stay (m)

$$= 1 \text{ m}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}W &= 4 \times 38,986 \times 1,2 \times (1^2) \\ &= 186,988 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Profil yang direncanakan : **T = 160 × 11 FP 50 × 11**



Koreksi modulus :

Lebar berguna $(40 - 50) = 50$

$$f = 6 \times 1,1 = 6,6 \text{ cm}^2$$

$$f_s = 16 \times 1,1 = 17,6 \text{ cm}^2$$

$$F = 50 \times 0,8 = 40 \text{ cm}^2$$

$$f/F = 0,16$$

$$f_s/F = 0,44$$

$$w = 0,29$$

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,29 \times 41 \times 16$$

$$= \mathbf{191,240 \text{ cm}^3}$$

W rencana > W perhitungan

$$\mathbf{191,240} > \mathbf{186,988} \quad (\text{memenuhi})$$

d. Freeing Ports

$$A = 0,07 L \text{ Untuk } L > 20 \text{ m} \quad (\text{BKI Th 2006 Vol II Sec 21.D.2.2})$$

Dimana :

A = panjang freeing ports (m)

L = panjang bulwark (m)

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM “ROCKWELL” CONTAINER 6700 BRT

$$= 76,8 \text{ m}$$

Sehingga :

$$A = 0,07 \times 76,8$$

$$= \mathbf{5,376 \text{ m}}$$