

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 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 :

$$P_{o1} = 25,590 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk plat geladak dan geladak cuaca})$$

$$P_{o2} = 19,192 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk stiffener, main frame, deck beam})$$

$$P_{o3} = 15,354 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{untuk web, stringer, girder})$$

z = Jarak tengah antara pusat beban ke base line

$$= \frac{1}{3} \times T = \frac{1}{3} \times 7,85$$

$$= 2,616 \text{ m}$$

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

$$= 1,0 + \frac{5}{0,70} [0,2 - 0,1]$$

$$= 1,714$$

$$C_{F2} = 1,0 \text{ untuk } 0,2 \leq \frac{X}{L} \leq 0,7 \quad (\text{tengah kapal})$$

$$C_{F3} = 1,0 + \frac{20}{C_b} \left[\frac{X}{L} - 0,7\right]^2 \quad (\text{haluan kapal})$$

$$= 1,0 + \frac{20}{0,70} [0,85 - 0,7]^2$$

$$= 1,642$$

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

a) Untuk buritan kapal

$$\begin{aligned} P_{S_1} &= 10 \times (T - Z) + P_{O_1} \times C_{F1} \left(1 + \frac{Z}{T}\right) \\ &= 10 (7,85 - 2,616) + 25,590 \times 1,714 \left[1 + \frac{2,616}{7,85}\right] \\ &= \mathbf{110,82 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

b) Untuk midship kapal

$$\begin{aligned} P_{S_2} &= 10 \times (T - Z) + P_{O_1} \times C_{F2} \left(1 + \frac{Z}{T}\right) \\ &= 10 (7,85 - 2,616) + 25,590 \times 1,0 \left[1 + \frac{2,616}{7,85}\right] \\ &= \mathbf{86,45 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

c) Untuk haluan kapal

$$\begin{aligned} P_{S_3} &= 10 \times (T - Z) + P_{O_1} \times C_{F3} \left(1 + \frac{Z}{T}\right) \\ &= 10 (7,85 - 2,616) + 25,590 \times 1,642 \left[1 + \frac{2,616}{7,85}\right] \\ &= \mathbf{108,39 \text{ KN/m}^2} \end{aligned}$$

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 :

$$P_{O_1} = 25,590 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk plat kulit dan geladak cuaca}$$

$$T = 7,85 \text{ m}$$

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

$$Z = 7,85 + \frac{1}{2} (10,20 - 7,85)$$

$$= 9,025 \text{ m}$$

$$Cf_1 = 1,714 \quad \text{Untuk Buritan Kapal}$$

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

$$Cf_3 = 1,642 \quad \text{Untuk Haluan Kapal}$$

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

a) Untuk Buritan kapal

$$\begin{aligned} P_{s1} &= P_{o1} \times CF_1 \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 25,590 \times 1,714 \left[\frac{20}{10+9,025-7,85} \right] \\ &= 78,51 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

b) Untuk Midship kapal

$$\begin{aligned} P_{s2} &= P_{o1} \times CF_2 \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 25,590 \times 1,0 \times \left[\frac{20}{10+9,025-7,85} \right] \\ &= 45,80 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

c) Untuk haluan kapal

$$\begin{aligned} P_{s3} &= P_{o1} \times CF_3 \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 25,590 \times 1,642 \times \left[\frac{20}{10+9,025-7,85} \right] \\ &= 75,24 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

c. Beban sisi kapal di atas Garis air muat pada bangunan atas (Superstructure Decks).

Beban geladak pada bangunan atas dihitung berdasarkan formula sbb:

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

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

Dimana :

$P_{o1} = 25,590 \text{ KN/m}^2$ untuk plat kulit dan geladak cuaca

$P_{o2} = 19,192 \text{ KN/m}^2$ untuk untuk main frame dan deck beam

$P_{o3} = 15,354 \text{ KN/m}^2$ untuk web frame

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

$H = 10,20 \text{ m}$

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

a) Untuk menghitung Plat kulit :

Dimana :

$Z_1 = 12,4 \text{ m}$

$C_{F1} = 1,714$

$P_{o1} = 25,590 \text{ KN/m}^2$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{o1} \times C_{F1} \times \left(\frac{20}{10 + Z - T} \right) \\ &= 25,590 \times 1,714 \times \left[\frac{20}{10 + 12,4 - 7,85} \right] \\ &= 60,300 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

2) Beban sisi di atas garis air muat untuk menghitung Geladak Akil (Fore Castle deck)

a) Untuk menghitung Plat kulit :

Dimana :

$$Z_5 = Z_1 = 12,4 \text{ m}$$

$$C_{F3} = 1,642$$

$$P_{O1} = 25,590 \text{ KN/m}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{O1} \times C_{F3} \times \left(\frac{20}{10+Z-T} \right) \\ &= 25,590 \times 1,642 \times \left[\frac{20}{10+12,4-7,85} \right] \\ &= 57,787 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

A.2. 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 :

$$T = 7,85 \text{ m}$$

$$P_{O1} = 25,590 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk plat kulit dan geladag cuaca}$$

$$P_{O2} = 19,192 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk untuk frame, deck beam dan bottom}$$

$$P_{O3} = 15,354 \text{ KN/m}^2 \quad \text{untuk web frame}$$

$$C_{f1} = 1,714 \quad \text{untuk buritan kapal}$$

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

$$C_{f3} = 1,642 \quad \text{untuk Haluan kapal}$$

a. Beban alas kapal untuk menghitung plat Alas

1). Untuk Buritan kapal

$$\begin{aligned} P_{B1} &= 10 \times T + P_{O1} \times C_{f1} \\ &= 10 \times 7,85 + 25,590 \times 1,714 \\ &= 122,365 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

2). Untuk Midship kapal

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

$$= 10 \times 7,85 + 25,590 \times 1,0$$

$$= 104,090 \text{ KN/m}^2$$

3). Untuk haluan kapal

$$P_{B3} = 10 \times T + P_{O1} \times C_{f3}$$

$$= 10 \times 7,85 + 25,590 \times 1,642$$

$$= 120,540 \text{ KN/m}^2$$

B. PERHITUNGAN KETEBALAN PELAT

B.1. 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}	= 110,82	KN/m ²	untuk buritan kapal
P_{S2}	= 86,45	KN/m ²	untuk midship kapal
P_{S3}	= 108,39	KN/m ²	untuk haluan kapal

a = jarak antar gading

$$= 0,6 \text{ m (pada AP – fr 190)}$$

$$= 0,55 \text{ m (pada fr. 190 – fr. 192)}$$

k = 1,0 faktor bahan

t_k = 1,5 untuk t_B ≤ 10 mm

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

$$t_{s1} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{110,82 \times 1} + 1,5$$

$$= \mathbf{9,143 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}}$$

2) Tebal plat sisi pada daerah midship

$$t_{s2} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{86,45 \times 1} + 1,5$$

$$= \mathbf{8,250 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}}$$

3) Tebal plat sisi pada daerah haluan kapal

Tebal plat sisi haluan untuk $a = 0,6$ m (fr. 177 – fr. 190) :

$$\begin{aligned} ts_3 &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{108,39 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{9,058 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Tebal plat sisi haluan untuk $a = 0,55$ m (fr. 190 – FP) :

$$\begin{aligned} ts_3 &= 1,21 \times 0,55 \times \sqrt{108,39 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{8,428 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}} \end{aligned}$$

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

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

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

Dimana :

P_{S1}	$= 78,51 \text{ KN/m}^2$	untuk buritan kapal
P_{S2}	$= 45,80 \text{ KN/m}^2$	untuk midship kapal
P_{S3}	$= 75,24 \text{ KN/m}^2$	untuk haluan kapal
a	$=$ jarak antar gading	
	$= 0,6 \text{ m}$ (pada AP –fr 190)	
	$= 0,55 \text{ m}$ (fr. 190 – FP)	
k	$= 1,0$	faktor bahan
tk	$= 1,5$	untuk $t_B \leq 10 \text{ mm}$

jadi :

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

Tebal plat sisi pada $0,1L$ buritan

$$\begin{aligned} ts_1 &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{78,51 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{7,933 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Tebal plat sisi pada daerah midship

$$\begin{aligned} ts_2 &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{45,80 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{6,413 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

2) Tebal plat sisi pada daerah haluan kapal

Tebal plat sisi haluan untuk a = 0,6 m (fr. 177 – fr. 190) :

$$\begin{aligned} t_{S_3} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{75,24 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{7,797 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Tebal plat sisi haluan untuk a = 0,55 m (fr. 190 – FP) :

$$\begin{aligned} t_{S_3} &= 1,21 \times 0,55 \times \sqrt{75,24 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{7,272 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}} \end{aligned}$$

c. Tebal Plat Sisi Bangunan Atas

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

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

1) Tebal plat sisi geladak kimbul (poop deck)

Tebal plat sisi pada geladak kimbul untuk a = 0,6 m (AP – fr. 45) :

$$\begin{aligned} t_{S_1} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{60,30 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{7,14 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

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

Tebal plat geladak akil untuk a = 0,6 m (fr. 177 – fr. 190) :

$$\begin{aligned} t_{S_2} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{57,787 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{7,02 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Tebal plat geladak akil untuk a = 0,6 m (fr. 190 – FP) :

$$\begin{aligned} t_{S_2} &= 1,21 \times 0,55 \times \sqrt{57,787 \times 1} + 1,5 \\ &= \mathbf{6,558 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}} \end{aligned}$$

B.2. Menentukan Tebal Plat Alas Kapal (Bottom Plate)

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

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

Dimana :

P_{B1}	= 122,368	KN/m ²	untuk buritan kapal
P_{B2}	= 104,090	KN/m ²	untuk midship kapal
P_{B3}	= 120,540	KN/m ²	untuk haluan kapal

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "MARTINS" GC 5960 BRT

$$n_f = 1,0$$

$$a = \text{jarak antar gading} \\ = 0,55 \text{ m (pada fr. 190 - FP)} \\ = 0,6 \text{ m (pada AP - fr 190)}$$

$$k = 1$$

$$t_k = 1,5$$

1) Tebal plat alas pada daerah buritan kapal

Tebal plat alas pada buritan untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (AP - fr. 10) :

$$t_{B_1} = 1,21 \times 1,0 \times 0,6 \times \sqrt{122,368 \times 1} + 1,5 \\ = \mathbf{9,53 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm}} \quad (\text{diambil tebal minimum})$$

2) Tebal plat alas pada daerah midship

$$t_{B_1} = 1,21 \times 1,0 \times 0,6 \times \sqrt{104,090 \times 1} + 1,5 \\ = \mathbf{8,91 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}} \quad (\text{diambil tebal minimum})$$

3) Tebal plat alas pada daerah haluan kapal

Tebal plat alas pada haluan untuk $a = 0,6 \text{ m}$ (fr. 177 - fr. 190) :

$$t_{B_1} = 1,21 \times 1,0 \times 0,6 \times \sqrt{120,540 \times 1} + 1,5 \\ = \mathbf{9,47 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm}} \quad (\text{diambil tebal minimum})$$

$$t_{B_1} = 1,21 \times 1,0 \times 0,55 \times \sqrt{120,540 \times 1} + 1,5 \\ = \mathbf{8,806 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}} \quad (\text{diambil tebal minimum})$$

$$t_{\min} = \sqrt{L \times k} \quad \text{Untuk } L \geq 50 \text{ m} \\ = \sqrt{115,1 \times 1,0} \\ = \mathbf{10,728 \text{ mm}}$$

Sehingga tebal plat alas minimum :

$$t_{\min} + 1,5 = 10,78 + 1,5 \\ = 12,28 \text{ mm diambil } \mathbf{12 \text{ mm}} \quad (\text{tebal minimum})$$

B.3. Menentukan Tebal Plat Lajur Bilga

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

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

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

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

b. Lebar lajur bilga tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} b &= 800 + 5 L \\ &= 800 + 5 (115,1) \\ &= 1375 \text{ mm} \approx 1400 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

B.4. Menentukan Pelat Lajur Atas (Sheer Strake)

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

$$\begin{aligned} b &= 800 + 5 L \\ &= 800 + 5 (115,1) \\ &= 1375 \text{ mm} \approx 1400 \text{ mm} \end{aligned}$$

(*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

$$\begin{aligned} 1) \text{ Pada } 0,5L \text{ dari AP} & \quad t = 0,5 (11 + 11) \\ & \quad = 11 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Pada } 0,4L \text{ Midship} & \quad t = 0,5 (10 + 10) \\ & \quad = 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ Pada } 0,5L \text{ dari FP} & \quad t = 0,5 (11 + 11) \\ & \quad = 11 \text{ mm} \end{aligned}$$

B.5. Plat penguat pada linggi buritan dan lunas, baling-baling dan lebar bilga

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

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

$$t = 1,5 + t_1$$

Dimana :

$$\begin{aligned} t_1 &= \text{tebal plat sisi pada } 0,4 L \text{ tengah kapal} \\ &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} t &= 1,5 + 10 \\ &= 11,5 \text{ mm maka diambil } 12 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

Lebar plat lunas tidak boleh kurang dari) :

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

$$\begin{aligned} b &= 800 + 5 L \\ &= 800 + 5 (115,1) \\ &= 1375,5 \text{ mm} \approx 1400 \text{ mm} \end{aligned}$$

- 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.
- Tebal pelat linggi haluan

Tebal plat linggi haluan tidak boleh kurang dari :

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

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

Dimana :

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

$$\begin{aligned} t &= (0,6 + 0,4 \cdot 0,9) \times (0,08 \cdot 115,1 + 6) \sqrt{1} \\ &= 16,168 \text{ mm} \approx 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

$$= 25 \text{ mm}$$

B.6. Bukaan pada plat kulit

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

B.7. Kotak laut (Sea Chest)

Tebal plat sea chest tidak boleh kurang dari :

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

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

Dimana :

$$P = 2 Mws$$

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

$$t = 12 \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 1} + 1,5$$

$$= 12,53 \text{ mm} \approx \text{diambil } 14 \text{ mm}$$

B.8. Kubu-kubu (Bulwark)

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

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

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

$$= 0,65 \sqrt{115,1}$$

$$t = 6,973 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

- Tinggi kubu-kubu minimal = 1000 mm

c. Stay Bulwark

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

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

Dimana :

$$P_s = 45,80 \text{ KN/m}^2$$

e = jarak antar stay (m)

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

l = panjang stay (m)

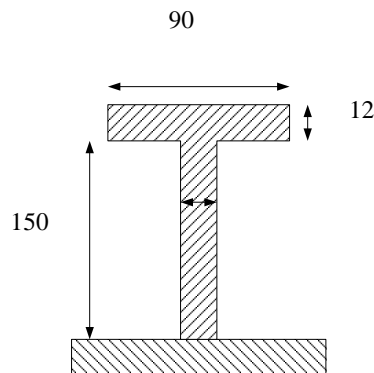
$$= 1 \text{ m}$$

Sehingga :

$$W = 4 \times 45,80 \times 1,2 \times (1^2)$$

$$= 219,84 \text{ cm}^3$$

Profil T = 150 × 12 FP 90 × 12



Koreksi modulus :

Lebar berguna (40 – 50) = 50

$$f = 9 \times 1,2 = 10,8 \text{ cm}^2$$

$$f_s = 15 \times 1,2 = 18 \text{ cm}^2$$

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

$$f/F = 0,27$$

$$f_s/F = 0,45$$

$$w = 0,37$$

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

$$= 0,37 \times 40 \times 15$$

$$= 222 \text{ cm}^3$$

SHELL EXPANSION

TUGAS AKHIR KM "MARTINS" GC 5960 BRT

W rencana > W perhitungan

$$222 > 219,84 \text{ (memenuhi)}$$

d. Freeing Ports

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

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

Dimana :

A = panjang freeing ports (m)

L = panjang bulwark (m)

$$= 70 \text{ m}$$

Sehingga :

$$A = 0,07 \times 70$$

$$= 4,9 \text{ m}$$