

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perencanaan Kontruksi Tongkang Abadi menjadi *Cutter Suction Dredger (CSD)* di PT. Adiluhung Sarana Sagara Indonesia

Dalam perencaan ini menggunakan *software autocad* yang berguna untuk mempercepat pengerjaan proses pembangunan *cutter suction dredger (CSD)*. Perubahan yang terjadi di tongkang abadi menjadi *cutter suction dredger (CSD)* antara lain:

1. Navigasi dirubah posisinya menjadi di tengah kapal karena untuk mempermudah proses *access* ke depan dan belakang. Perubahan yang dilakukan agar stabilitas kapal dapat baik karena posisinya berada di tengah *cutter suction dredger*. Selain itu posisi di buritan kapal sudah isi oleh penggerak kapal yaitu dua spud.
2. Terjadi penambahan dua alat penggerak (*spud*) yang berguna untuk menumpu agar kapal dapat bergerak ke depan saat beroperasi. Dua spud dipasang di bagian buritan kapal. *Spud* ini dapat dinaikkan dan diturunkan secara hidrolik, dan dapat dilaksanakan secara manual ditarik dengan crane yang berada di sisi kapal. Spud dilengkapi dengan pin pengunci di setiap 750 mm. untuk kedalaman maxsimal spud 8275 mm. panjang keseluruhan *spud* 9400 mm. diatas *spud* di lakukan penambahan kupingan ditujukan apabila *spud* tersebut rusak atau sulit untuk dicabut dari dasar laut maka tinggal mencabut *spud* melalui kupingan itu lalu ditarik dengan *crane*.

3. Penambahan pipa *access* dibagian belakang berfungsi sebagai out put pengeruk material lumpur yang akan diteruskan ke *floating pipeline* lalu dibuang ke daratan. Pertimbangan penambahan pipa *access* tersebut adalah apabila pengerukan dilakukan di dekat pantai maka hasil pengerukan dapat langsung di buang ke darat melalui pipa *access* tersebut. Apabila dilakukan pengerukan di tengah laut maka harus disiapkan tongkang lagi untuk tempat hasil material pengerukan.
4. Penambahan *winch ladder dan swing winch* . *winch ladder* yang berfungsi sebagai menarik *cutter ladder* ke atas saat selesai pengerukan dan menurunkan *cutter ladder* saat kapal melakukan operasi. Sedangkan *swing winch* berfungsi sebagai penggerak kapal ke kanan dan ke kiri dibantu dengan jangkar kanan kiri. Yang dihubungkan di *ladder* kapal.
5. Penambahan posisi pompa *slurry* yang berfungsi sebagai penyedot hasil dari pengerukan, kemudian dihubungkan dengan *shaft* terus ke mesin yang berguna untuk memutar pompa *slurry*. Untuk penempatan pompa dalam design ini di tempatkan di tengah-tengah kapal agar stabilitas kapal lebih baik.
6. Penambahan *ladder dan cutter* dengan posisi di haluan kapal. Fungsi dari pada *ladder* untuk penghubung hasil material pengerukan yang disedot oleh pompa *slurry* lalu di buang keluar. Sedangkan fungsi *cutter* adalah untuk memotong tanah. Dilengkapi dengan motor yang berfungsi untuk memutar *cutter* tersebut. Kedalaman maximum *cutter* 11000 mm.

#### **4.2 Ukuran Utama *Cutter Suction Dredger* (CSD)**

Tipe	: Kapal Keruk
Lpp	: 24 meter
B	: 7,62 meter
H	: 1,82 meter
T	: 1,4 meter
Cb	: 0,9
Tipe Mesin	: Caterpillar
Rpm & bhp	: 2600 Rpm 125 bhp
D Pipa Hisap	: 300 mm
D Pipa out	: 400 mm
Pelayaran	: Perairan Sungai dan dekat dermaga.
Jumlah ABK	: 6 orang

Untuk ukuran utama kapal yang tertera diatas merupakan ukuran dari gambar *general arrangement* PT.ASSI, tongkang abadi yang berada di PT. ASSI belum ada mesinnya sama sekali. Maka untuk perubahan kontruksi tongkang abadi menjadi *cutter suction dredger* perlu dilakukan penambahan mesin yang sesuai dengan spesifikasi (CSD). Masalah pemilihan jenis mesin ini saya mengutip dari PT yang spesifik masalah (CSD). Namun dengan ukuran dan bentuk yang sama. Keluaran pipa hisap berdiameter 300 mm sedangkan pipa out berdiameter 400 mm.

### 4.3 Perhitungan Ukuran Konstruksi (CSD)

Perhitungan ukuran konstruksi yang terjadi di perubahan konstruksi tongkang abadi terhadap cutter suction dredger adalah perhitungan sebelum tongkang abadinya belum dilakukan perhitungan konstruksi maka dari perubahan *design* ini maka dilakukan perhitungan konstruksi yang baru. Perhitungan ini menggunakan *software* perhitungan konstruksi yang mengacu pada ( BKI Rule for Hull ). Maka dapat di lihat dibawah ini langkah-langkah perhitungan konstruksi yang berada di *cutter suction dredger*(CSD).

#### 4.3.1 Perubahan Displacement dan Draft Kapal

Displacement Tongkang Abadi adalah

$$\Delta 1 = L \times B \times T \times C_b \times \gamma$$

Dimana :

$$L = 24 \text{ m (Panjang Kapal)}$$

$$B = 7,62 \text{ m (Lebar Kapal)}$$

$$T_1 = 1,4 \text{ m (Draft Tongkang Kapal)}$$

$$C_b = 0,9 \text{ (Coefisien Block tongkang)}$$

$$\gamma = 1,025 \text{ (Berat Jenis Air laut)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \Delta 1 &= L \times B \times T_1 \times C_b \times \gamma \\ &= 24 \times 7,62 \times 1,4 \times 0,9 \times 1,025 \\ &= \underline{236,9 \text{ ton}} \end{aligned}$$

Displacement CSD

$$\Delta 2 = L \times B \times T \times C_b \times \gamma$$

Dimana :

$$L = 24 \text{ m (Panjang Kapal CSD)}$$

$$B = 7,62 \text{ m (Lebar Kapal CSD)}$$

$$\begin{aligned}T2 &= \underline{1,474 \text{ m (Draft Kapal CSD)}} \\ Cb &= 0,9 \text{ (Coefisien Block CSD)} \\ y &= 1,025 \text{ (Berat Jenis Air laut)}\end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}\Delta 2 &= L \times B \times T \times Cb \times y \\ &= 24 \times 7,62 \times 1,474 \times 0,9 \times 1,025 \\ &= \underline{248,67 \text{ ton}}\end{aligned}$$

Dari data diatas terjadi perubahan displacement tongkang abadi sebesar 236,9 ton menjadi 248,67 ton, dan draft kapal tongkang abadi 1,4 m menjadi 1,474 m

#### **4.3.2 Perhitungan Jarak gading (*Frame Spacing*)**

Pada Rule BKI for Hull-2014 tentang kontruksi lambung, maka jarak gading normal / main frame (ao) untuk daerah 0,1 dari sekat tubrukan dan sekat buritan, untuk  $L < 100\text{m}$  adalah

oa = jarak gading normal (Main freme)

L = Panjang kapal

$$ao = L / 500 + 0,48 \text{ (m)}$$

$$24 / 500 + 0,48 \text{ (m)}$$

$$ao = 0,528 \text{ (m)}$$

Actual yang ada single bottom dengan jarak gading = 0,5 meter

#### **4.3.3 Perencanaan Letak Sekat Tubrukan (*collision bulkhead*) , Sekat Buritan dan Haluan**

Syarat minimum letak sekat tubrukan di belakang FP untuk kapal dengan  $L < 200 \text{ m}$  adalah  $0,05 L$ .  
maka  $L = \text{Panjang kapal}$

$$0,05 L = 0,05 ( 24)$$

$$= 1,2 \text{ m}$$

#### 4.3.4 Perhitungan beban pada deck

Beban yang berada pada atas kapal terdiri dari beban bangunan atas, beban penyangga *spud*, beban kamar mesin, beban penyangga *ladder*, beban pada 3 *winch* yang ada d depan kapal.

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

(BKI Rule for Hull section 4 - design loads)

Dimana :

- $P_o$  = baban pada semua deck
- $C_b$  = koefisien block
- $C_o$  = koefisien gelombang
- $C_{RW}$  = koefisien jarak pelayaran  
= 1 untuk peleyaran tidak terbatas
- $F$  = 1,0 (plat kulit dan geladak)

maka dari rumus yang berada di atas dapat dihitung berapa beban deck yang ada.

$$\begin{aligned} C_o &= \text{koefisien gelombang} \\ &= L / 25 + 4,1 \text{ untuk } L < 90 \text{ m} \\ &= 24 / 25 + 4,1 \\ &= 5,06 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_L &= \sqrt{\frac{L}{90}} = \text{untuk } L < 90 \text{ m} \\ &= \sqrt{\frac{24}{90}} = 0,51 \end{aligned}$$

$$F = 1,0 \text{ (plat kulit dan geladak)}$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} C_b &= 0,9 \\ C_o &= 5,06 \text{ kN/m}^2 \\ C_l &= 0,51 \\ f &= 1 \\ CRW &= 1 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} P_o &= 2,1 \times (C_b + 0,7) \times C_o \times C_l \times f \times CRW \\ &= 2,1 \times (0,9 + 0,7) \times 5,06 \times 0,51 \times 1 \times 1 \\ &= 7,9 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Berikut merupakan table koefisien geladak yang ada di daerah *After*, *Mindship*, dan *forepeak*.

Range	Factor $c_D$	Factor $c_F$
$0 \leq x/L < 0.2$ <b>A</b> $x = 0.1 \cdot L_{pp}$ $= 2.4$ $x/L = 0.100$	$1.2 - x/L$ <b>1.100</b>	$1.0 + 5/C_b \cdot [0.2 - x/L]$ <b>1.556</b>
$0.2 \leq x/L < 0.7$ <b>M</b> $x = 0.5 \cdot L_{pp}$ $= 12$ $x/L = 0.500$	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
$0.7 \leq x/L \leq 1.0$ <b>F</b> $x = 0.9 \cdot L_{pp}$ $= 21.6$ $x/L = 0.900$	$1.0 + c/3 \cdot [x/L - 0.7]$ $c = 0.15 \cdot L - 10$ $L_{min} = 100 \text{ m}$ diambil $L = 100 \text{ m}$ maka $c = 0.15 \cdot L - 10$ $c = 5$ Shg $c_D =$ <b>1.333</b>	$1 + 20/C_b \cdot [x/L - 0.7]^2$ <b>1.889</b>

Keterangan :

A pada station 2 = 2,4 m

M pada station 24 = 12 m

F pada station 44 = 21,6 m

#### 4.3.5 Beban pada Deck

Beban yang berada di area belakang sampai berada di area depan kapal

$$PD = p_o \frac{20 * T * CD}{(10 + Z - T) * H}$$

(BKI Rule for Hull section 4 - design loads)

Dimana :

PD = beban deck area *After, Midship, Fore peak*

Po = beban pada semua deck

T = sarat kapal

CD = koefisien pada deck

H = tinggi kapal

Diket : B pada bagian A = 7620 m  
B pada bagian M = 7620 m  
B pada bagian F = 7620 m  
( dihitung dari belakang sampai depan kapal )

Untuk daerah Belakang kapal (*After*)

$$\begin{aligned} ZA &= H + 1/3 \times [ 1/50 \times B' ] \\ &= 1,82 + 1/3 \times 1/50 \times 7620 \\ &= 1871 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk daerah Tengah kapal (*Midship*)

$$\begin{aligned} ZM &= H + 1/3 \times [ 1/50 \times B' ] \\ &= 1,82 + 1/3 \times 1/50 \times 7620 \\ &= 1871 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk daerah Depan kapal (*Forepeak*)

$$\begin{aligned} ZF &= H + 1/3 \times [ 1/50 \times B' ] \\ &= 1,82 + 1/3 \times 1/50 \times 7620 \\ &= 1871 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga

Beban yang berada di area *deck* posisi *After*

$$\begin{aligned} PDA &= p_o \frac{20 \times T \times CDA}{(10+Z-T) \times H} \\ PDA &= 7,902 \frac{20 \times 1,4 \times 1,1}{(10 + 1871 - 1,4) \times 1.82} \end{aligned}$$



$$PDA = 12771 \text{ kN/m}^2$$

Beban yang berada di area deck posisi *Midship*

$$PDM = p_0 \frac{20 \times T \times CDM}{(10 + Z - T) \times H}$$
$$PDM = 7,902 \frac{20 \times 1,4 \times 1}{(10 + 1871 - 1,4) \times 1,82}$$

$$PDM = 11,61 \text{ kN/m}^2$$

Beban yang berada di area deck posisi *Forepeak*

$$PDF = p_0 \frac{20 \times T \times CDF}{(10 + Z - T) \times H}$$
$$PDF = 7,902 \frac{20 \times 1,4 \times 1,333}{(10 + 1871 - 1,4) \times 1,82}$$

$$PDF = 15,480 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.3.6 Beban pada sisi kapal

Untuk daerah A ( Diambil pada *frame no.8* )

Rencana lebar plat (kapal tidak ada tinggi plat bilga)

Direncanakan

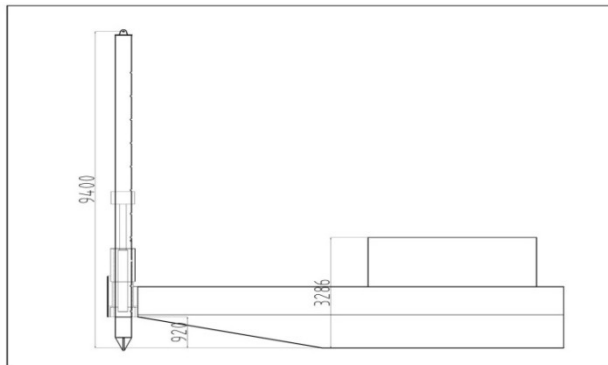
Plat 1 lebar = 1800 mm

Plat 2 lebar = 1500 mm

Plat 3 lebar = 1500 mm

Plat 4 lebar = 1800 mm (plat 4 *side shell*)

Jika pusat beban dibawah garis air :



Gambar 4.1 Pusat beban dibawah garis air (*after*)

Sumber : *Design sendiri 14/06/2014*

$$Z1 = 0,920 \text{ m}$$

$$Z2 = 3,286 \text{ m}$$

$$Z3 = 9,400 \text{ m}$$

(Dihitung dari baseline kapal)

Beban dibawah garis air untuk daerah A (*Frame No.08*)

$$Ps1A = 10(T-Z1) + po \times CFA (1+Z1/T)$$

$$= 10 (1,4 - 0,920) + 7,902 \times 1,556 (1 + 0,920/1,4)$$

$$= 25,125 \text{ kN/m}^2$$

$$Ps2A = 10(T-Z2) + po \times CFA (1+Z2/T)$$

$$= 10 (1,4 - 3,286) \times 7,902 \times 1,556 (1 + 3,286/1,4)$$

$$= 22,281 \text{ kN/m}^2$$

$$Ps3A = 10(T-Z3) + po \times CFA (1+Z3/T)$$

$$= 10 (1,4 - 9,400) \times 7,902 \times 1,556 (1 + 9,400/1,4)$$

$$= 14,820 \text{ kN/m}^2$$

Dimana : Ps1A = beban dibawah garis air

T = sarat kapal

CFA = koefisien geladak pada area *After*

Rencana lebar plat (kapal tidak ada tinggi plat *bilga*)

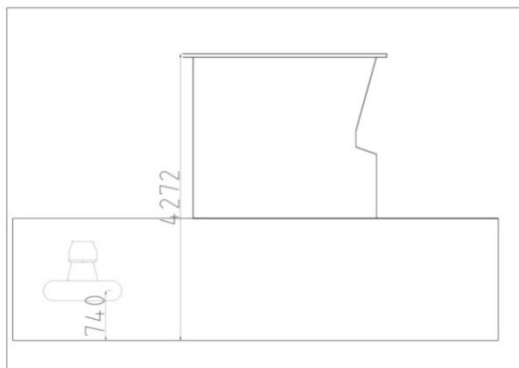
Direncanakan Plat 1 lebar = 1800 mm

Plat 2 lebar = 1500 mm

Plat 3 lebar = 1500 mm

Plat 4 lebar = 1800 mm (side shell)

Jika pusat beban dibawah garis air :



Gambar 4.2 Pusat beban dibawah garis air (*Midship*)  
*Sumber : Design sendiri 14/06/2014*

$$Z1 = 0,740 \text{ m}$$

$$Z2 = 4,272 \text{ m}$$

Beban dibawah garis air untuk daerah M (*Frame No.24*)

$$\begin{aligned} \text{Ps1M} &= 10(T-Z1) + p_o \times \text{CFM} (1+Z1/T) \\ &= 10 (1,4 - 0,740) \times 7,902 \times 1 ( 1 + 0,740/1,4) \\ &= 18.678 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ps2M} &= 10(T-Z2) + p_o \times \text{CFM} (1+Z2/T) \\ &= 10 (1,4 - 4,272) \times 7,902 \times 1 ( 1 + 4,272/1,4) \\ &= 3,293 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Dimana : Ps1M = beban dibawah garis air

T = sarat kapal

CFM = koefisien geladak pada area *Midship*

Direncanakan Plat 1 lebar = 1800 mm

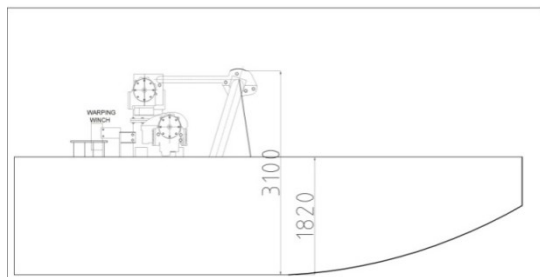
Rencana lebar plat

Plat 1 lebar = 1800 mm

Plat 2 lebar = 1500 mm

Plat 3 lebar = 1500 mm

Jika pusat beban dibawah garis air :



Gambar 4.3 Pusat beban dibawah garis air (*forepeak*)

*Sumber : Design sendiri 14/06/2014*

$$Z1 = 1,820 \text{ m}$$

$$Z2 = 3,100 \text{ m}$$

Beban dibawah garis air untuk daerah F (*Frame No.38*)

$$\begin{aligned} Ps1F &= 10(T-Z1) + po \times CFF (1+Z1/T) \\ &= 10 (1,4 - 1,820) \times 7,902 \times 1,889 ( 1 + 1,820/1,4) \\ &= 30,128 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ps2F &= 10(T-Z2) + po \times CFF (1+Z2/T) \\ &= 10 (1,4 - 3,100) \times 7,902 \times 3,100 ( 1 + 1,878/1,4) \\ &= 30,974 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Dimana : Ps1F = beban dibawah garis air

T = sarat kapal

CFF = koefisien geladak pada area *Midship*

#### 4.3.7 Beban pada alas kapal

Beban pada alas kapal dirumuskan sebagai berikut:

$$PB = 10 T + po \times cf$$

Dimana :

PB = beban pada alas kapal

T = sarat kapal

Po = beban pada semua *deck*  
CFA = koefisien geladak posisi *after*  
CFM = koefisien geladak posisi *midship*  
CFF = koefisien geladak posisi *forepeak*

$$\begin{aligned}\text{Sehingga PBA} &= 10 \times T + p_o \times \text{CFA} \\ &= 10 \times 1,4 + 7,902 \times 1,556 \\ &= 26,29 \text{ kN/m}^2 \\ \text{PBM} &= 10 \times T + p_o \times \text{CFM} \\ &= 10 \times 1,4 + 7,902 \times 1 \\ \text{PBF} &= 10 \times T + p_o \times \text{CFF} \\ &= 10 \times 1,4 + 7,902 \times 1,889 \\ &= 28,925 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

#### 4.3.8 Perencanaan tebal plate yang akan digunakan

##### 1. Tebal plate dasar (*Bottom Plate*)

Tebal plat dasar pada daerah 0,14L *Amidship*,  
untuk  $L < 90$  m :

$$t_B = 1,9 \times n_f \times a_o \times \sqrt{p_{BM} \times k + t_k} \text{ (mm)}$$

( *BKI- Rule for Hull 2014 section 6 shell plating* )

Dimana :

$$\begin{aligned}p_{BM} &= 21,902 \\ n_f &= 1 \\ k &= 0,91 \\ t_k &= 1,5 \text{ mm (untuk } t' < 10 \text{ mm)} \\ a_o &= 0,6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t_{BM} &= 1,9 \times 1 \times 0,6 \times \sqrt{21,902 \times 0,91 + 1,5} \\ &= 6,355 \text{ mm}\end{aligned}$$

untuk actual di kapal tebal plate dasar 8 mm jadi  
masih memenuhi secara rule BKI tentang tebal  
*plate bottom*

Tebal plat dasar pada daerah 0,1 I dari AP dan  
0,05 L

$$t_{BF} = 1,21 \times a_0 \times \sqrt{p_{BF} \times k + t_k} \text{ (mm)}$$

Dimana :

$$p_{BF} = 28,93$$

$$n_f = 1$$

$$k = 0,91$$

$$t_k = 1,5 \text{ mm (untuk } t' < 10 \text{ mm)}$$

$$a_0 = 0,6$$

$$\begin{aligned} t_{BF} &= 1,21 \times a_0 \times \sqrt{p_{BF} \times k + t_k} \text{ (mm)} \\ &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{28,93 \times 0,91 + 1,5} \\ &= 5,05 \text{ mm} \sim 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$t_{BF} = 1,21 \times a_0 \times \sqrt{p_{BF} \times k + t_k} \text{ (mm)}$$

Dimana :

$$p_{BF} = 28,93$$

$$n_f = 1$$

$$k = 0,91$$

$$t_k = 1,5 \text{ mm (untuk } t' < 10 \text{ mm)}$$

$$a_0 = 0,6$$

$$\begin{aligned} t_{BF} &= 1,21 \times a_0 \times \sqrt{p_{BF} \times k + t_k} \text{ (mm)} \\ &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{26,29 \times 0,91 + 1,5} \\ &= 4,88 \text{ mm} \end{aligned}$$

untuk actual di kapal tebal plate dasar daerah  
0,1 dari AP adalah 6 mm jadi masih memenuhi  
secara rule BKI tentang tebal *plate bottom*

2. Tebal plate lunas (*Keel*) untuk daerah 0,7 L  
*Amidship*

$$t_k = t + 2 \text{ (mm)}$$

t = tebal plat alas

$$= t_{BM} 8 \text{ mm}$$

$$\text{maka } t_k = 8+2= 10 \text{ mm}$$

Tebal plate Untuk daerah 0,15 L dari AP  
dan FP

Tebal keel boleh dikurangi 10%

$$t_k = 10 - (10 \times 10/100)$$

= 9 mm untuk actual di kapal tebal plate  
*keel* daerah 0,1 dari AP adalah 10 mm jadi  
masih memenuhi secara rule BKI tentang tebal  
*plate keel*.

3. Tebal plat sisi Daerah 0,5 L tengah kapal  
(daerah M)

Untuk kapal dengan  $L \leq 90 \text{ m}$

$$p_{sm1} = 19,07 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{s1} = 1,9 \times n_f \times a_0 \times \sqrt{p_{sm1} \times k + t_k}$$

$$= 1,9 \times 1 \times 0,6 \times \sqrt{19,07 + 0,91 + 1,5}$$

$$= 6,03 \text{ mm} \text{ jadi untuk actual yang ada}$$

di kapal untuk plate sisi daerah 0,5 L  
tengah kapal adalah 8 mm

$$t_{s2} = 1,9 \times n_f \times a_0 \times \sqrt{p_{sm2} \times k + t_k}$$

$$= 1,9 \times 1 \times 0,6 \times \sqrt{3,293 + 0,91 + 1,5}$$

$$= 3,38 \text{ mm}$$

jadi untuk actual yang ada di kapal untuk  
plate sisi daerah 0,5 L adalah 8 mm

4. Tebal plat Daerah 0,8 L dari FP (haluan)

Diketahui

$$p_{s1f} = 30,16 \text{ kN/m}^2$$

$$n_f = 1$$

$$k = 0,91$$

$$t_k = 1,5 \text{ mm (untuk } t' < 10 \text{ mm)}$$

$$a_0 = 0,6$$

$$\begin{aligned}ts_1 &= 1,21 \times n_f \times a_0 \times \sqrt{ps_{1f} \times k + t_k} \\ &= 1,21 \times 1 \times 0,6 \times \sqrt{30,16 + 0,91 + 1,5} \\ &= 5,129 \text{ mm untuk actual di kapal} \\ &\text{tebal plate dasar daerah 0,8 L dari FP adalah 8} \\ &\text{mm jadi masih memenuhi secara rule BKI}\end{aligned}$$

Diketahui

$$ps_{2f} = 30,97 \text{ kN/m}^2$$

$$n_f = 1$$

$$k = 0,91$$

$$t_k = 1,5 \text{ mm (untuk } t' < 10 \text{ mm)}$$

$$a_0 = 0,6$$

$$\begin{aligned}ts_2 &= 1,21 \times n_f \times a_0 \times \sqrt{ps_{1f} \times k + t_k} \\ &= 1,21 \times 1 \times 0,6 \times \sqrt{30,97 + 0,91 + 1,5} \\ &= 5,177 \text{ mm jadi untuk actual} \\ &\text{yang ada di kapal untuk plate sisi daerah} \\ &\text{0,8 L dari FP adalah 8 mm}\end{aligned}$$

#### 5. Tebal plat Daerah 0,15 L dari AP (Buritan)

Diketahui

$$Ps_{1A} = 25,125 \text{ kN/m}^2$$

$$N_f = 1$$

$$K = 0,91$$

$$T_k = 1,5 \text{ mm (untuk } t' < 10 \text{ mm)}$$

$$A_0 = 0,6$$

$$\begin{aligned}ts_1 &= 1,21 \times n_f \times a_0 \times \sqrt{ps_{1A} \times k + t_k} \\ &= 1,21 \times 1 \times 0,6 \times \sqrt{25,125 \times 0,91 + 1,5} \\ &= 4,8 \text{ mm untuk actual di kapal tebal} \\ &\text{plate keel/ daerah 0,15 L dari AP adalah 8 mm} \\ &\text{jadi masih memenuhi secara rule BKI tentang} \\ &\text{tebal plate.}\end{aligned}$$

Diketahui

$$Ps_{2A} = 22,28 \text{ kN/m}^2$$

$$n_f = 1$$



$$\begin{aligned}k &= 0,91 \\tk &= 1,5 \text{ mm (untuk } t' < 10 \text{ mm)} \\ao &= 0,6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}ts2 &= 1,21 \times nf \times a0 \times \sqrt{ps2A \times k+tk} \\&= 1,21 \times 1 \times 0,6 \times \sqrt{22,28 \times 0,91+1,5} \\&= 4,619 \text{ mm}\end{aligned}$$

dari hasil yang ada di kapal tebal plate 0,15 L dari AP adalah 8 mm maka dari hasil tersebut tebal plate masih memenuhi standart.

Diketahui

$$\begin{aligned}Ps3A &= 14,82 \text{ kN/m}^2 \\nf &= 1 \\k &= 0,91 \\tk &= 1,5 \text{ mm (untuk } t' < 10 \text{ mm)} \\ao &= 0,6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}ts3 &= 1,21 \times nf \times a0 \times \sqrt{ps3A \times k+tk} \\&= 1,21 \times 1 \times 0,6 \times \sqrt{14,82 \times 0,91+1,5} \\&= 4,034 \text{ mm}\end{aligned}$$

dari hasil yang ada di kapal tebal plate 0,15 L dari AP adalah 8 mm maka dari hasil tersebut tebal plate masih memenuhi standart.

#### 6. Tebal plat sisi pada bangunan atas

Semua bangunan atas terletak diluar daerah 0,4 L tengah kapal =  $0,4 \times 24 = 9,6$  m tengah kapal. Maka bangunan atas termasuk dalam *Non Effective*

*Superstructures*

Untuk *Non Effective superstructures* tebal plat sisinya diambil yang terbesar.

$$\begin{aligned}ta &= 1,26 \times a \times \sqrt{ps} \times k+tk \\&\text{atau } tb = 0,8 \times t2\end{aligned}$$

dengan  $L = L_{max} = 12 \times H$   
 $= 12 \times 1,82 = 21,8 \text{ m}$   
Dimana  $t_2 = t_{min} = \sqrt{L \times K} = 4,253$   
 $t_b = 0,8 \times t_2$   
 $= 0,8 \times 4,253$   
 $= 3,4$  jadi untuk actual yang ada di kapal untuk plate sisi pada bangunan atas adalah 8 mm

7. Tebal plat pada *spud* dan engsel tumpuan pipa hisap.

Dengan tebal plat sisi terbesar 0,4 L tengah kapal. Jadi  $t = 9,6 \text{ mm}$  hal ini merupakan dari perhitungan yang ada untuk actualnya belum ada maka untuk tebal platnya 10 mm.

8. .Tebal plat *inner bottom*

$$t = 1,1 \times a \times \sqrt{p \times k + t_k}$$

diket  $a = 0,6$   
 $k = 0,91$   
 $t_k = 1,5$

maka diambil

$$p = 10 \times t \text{ kN/m}^2, p = 10 \times 1,82 = 18,2$$

sehingga

$$t_1 = t_A = t_M = t_F = 1,1 \times 0,6 \times \sqrt{18,2 \times 0,91 + 1,5}$$
$$= 4,1 \text{ mm}$$

untuk actual yang ada di kapal untuk plate *inner bottom* adalah 8 mm

#### 4.3.9 Perhitungan ukuran kontruksi alas

Tinggi *single bottom* (dasar ganda)

Tinggi *single bottom* tidak boleh kurang dari :

$$H = 55 \times B - 45$$
$$= 55 \times 7,62 - 45$$

374,1 mm untuk actual yang ada di kapal  
tinggi single bottom 500 mm

Tebal center girder pada daerah 0,7 L tengah  
kapal untuk  $L \leq 1200$  mm adalah

$$t = (h/100+1) \times \sqrt{k}$$

$$= (1000/100+1) \times \sqrt{0,91}$$

$$= 10,49 \text{ untuk actual yang ada di}$$

kapal untuk plate *center girder* pada daerah 0,7 L  
adalah 12 mm

Pada daerah 0,15 L dari AP dan FP tebal center  
girder boleh dikurangi 10%

$t = 11 - (10/100 \times 11) = 9,9$  untuk actual yang ada  
di kapal untuk plate *center girder* pada daerah  
0,15 L dari AP dan FP adalah 10 mm

#### 4.3.10 Perhitungan side girder (penumpu samping)

Dalam satu bagian dari single bottom satu  
side girder dipasang bila jarak antara sisi kapal  
dan penumpu tengah  $> 4,5$  m. Dua side girder  
dipasang bila jarak antara sisi kapal dan center  
girder  $> 8$  m diketahui jarak antara center girder  
dan sisi kapal  $= B / 2 = 7,62 / 2 = 3,81$  m jadi  
direncanakan dipasang satu side girder disetiap  
sisi dari deck.

1. Tebal *side girder* tidak boleh kurang dari : hDB  
1000 mm

$$t = h/120 \times \sqrt{k}$$

$= 1000/120 \times \sqrt{0,91} = 7,95$  untuk actual  
yang ada di kapal untuk plate *side girder*  
adalah 8 mm

2. Perhitungan wrang plat

Jarak wrang alas penuh (*solid floor*) diambil jarak plat :  
 $= 4 \times a_0$   
 $= 4 \times 0,6 = 2,4$   
untuk tebal *wrang* plat tidak boleh kurang dari  
 $= [h/100-1] \times \sqrt{k}$   
 $= [1000/100-1] \times \sqrt{0,91}$   
 $= 8,59$  mm untuk actual yang ada di kapal  
untuk plate *side girder* adalah 10 mm

3. Penampang bilah wrang plat tidak boleh kurang dari :

$$A_u = e \times T \times l \times e \times (1-2y/l)k \text{ cm}^2$$

$$\text{Dimana : } e = 4 \times a_0 = 4 \times 0,6 = 2,4 \text{ m}$$

$$l = B = 7,62 \text{ m}$$

$$y = 0,4 \times l = 3,05 \text{ m}$$

$$e = 0,3$$

$$A_u = 0,3 \times 3,29 \times 8,23 \times 2,4 (1-2 \times 3,29 / 8,23) \times 0,91$$
$$= 3,04 \text{ cm}^2$$

4. Lubang peringan (lightening hole)

Berbentuk bulat atau elips, lebar keseluruhan tidak boleh lebih dari setengah lebar wrang alas penuh, tinggi lubang peringan tidak boleh lebih dari setengah tinggi wrang alas penuh. Didesign tinggi hole = 400 mm. Tebal minimum wrang terbuka = tebal wrang plat = 8 mm.

5. Modulus pebujur alas (bottom longitudinal)

$$W = m \times a \times l^2 \times p$$

(Rule BKI 2014 Volume II,Hull)

Dimana :

$$m = kn = 1 \times 0,7 = 0,7$$

$$L = 2,6$$

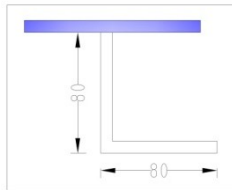
$$a = 0,65$$

$$p = 21,9$$

$$P = p_e = 21,9 \text{ kN/m}^2 \text{ maka}$$

$$W = 0,7 \times 0,65 \times (2,6)^2 \times 21,9 \\ = 76,36 \text{ cm}^2$$

untuk actual modulus pembujur alas adalah ukuran L 80 x 80 x 8 table BKI 2014 maka dipilih profil dari hasil tersebut masuh memenuhi menurut rule BKI



#### 6. Modulus pembujur *inner bottom*

$$W = m \times a \times l \times p$$

Dimana :

$$m = k \times n = 1 \times 0,55 = 0,55$$

$$l = 4 \times 0,65 = 2,6 \text{ m}$$

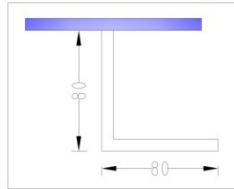
$$a = 0,65$$

$$p = p_{im} = 52,32 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{maka } W = 0,55 \times 0,65 \times (2,6)^2 \times 52,32 \\ = 126,44 \text{ cm}^2$$

untuk *actual* modulus *inner bottom* adalah profil ukuran L 130 x 65 x12 table BKI 2014

maka dipilih profil dari hasil tersebut masuh  
memenuhi menurut rule BKI



### 7. Wrang kedap (watertight Floor)

Tebal plat wrang kedap air tidak boleh kurang  
dari :

Dipilih yang terbesar antara

$$- t_1 = 1,1 \times a \times \sqrt{p_2 \times k + t_k}$$

$$- t_2 = 0,9 \times a \times \sqrt{p_2 \times k + t_k}$$

dimana

$$p = p_1 = 21,9 \times \rho \times [1 \times \cos\phi + (0,3b + y)\sin\phi] + 100 \times p_v$$

sedangkan

$$\rho = \text{berat jenis fluida} = 1 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 20^\circ \text{ (normal)}$$

$$h_1 = 1/3(H - h_{DB}) = 1/3 \times 1,82 - 1 = 0,27 \text{ m}$$

$$b = \text{lebar tanki} = \text{lebar } \textit{single bottom} \\ = 7,62 \text{ m}$$

$$y = h_1 + 1/2 \times h_{DB} = 0,27 + 0,5 \times 1 = 0,77 \text{ m}$$

$$p_v = 0,2 \text{ bar (minimum)}$$

maka :

$$p = 21,9 [1,9 \times \cos 20^\circ + (0,38 \times 7,62 + 2,4) \times \sin 20^\circ] + 100 \times 0,2$$

$$= 9,81 [2,24 + (2,37) + 20 \text{ kN/m}^2]$$

$$= 37,08 \text{ kN/mm}$$

$$p_2 = 9,81 \times h_2$$

dimana :

$h_2$  = jarak pusat beban dari titik 2,5m diatas tank top atau ke pipa limbah diambil pada plat 1 (yang terbesar), pusat beban =  $1/3h_{DB} = 1/3 \times 1 = 0,33$  m ,

maka  $h_2 = (h_{DB} + 2,5) - 0,33 = 3,17$  m

$= (H+1) - 0,33 = 8,17$  m

Jadi diambil  $h_2 = 8,17$  m

Sehingga  $p_2 = 9,81 \times 8,17 = 80,14$  kN/m<sup>2</sup>

Maka :  $t_1 = 1 \times 1 \times 0,6 \times \sqrt{37,08 \times 0,91} + t_k$

$= 3,65 + 1,5 = 5,15$  dari

keadaan actual di kapal untuk tebal wrang kedap adalah 8 mm maka dari itu tebal wrang plate masih memenuhi secara stadart.

$t_2 = 0,9 \times 0,6 \times \sqrt{80,14 \times 0,91} + t_k$

$= 6,29$  keadaan actual di kapal

untuk tebal wrang kedap adalah 8 mm maka dari itu tebal wrang plate masih memenuhi secara stadart.

#### 8. Modulus penegar wrang kedap

$$W_1 = 0,55 \times a \times l^2 \times p \times k$$

dimana

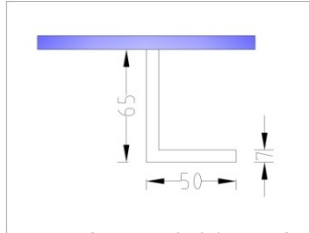
$$l = h_{DB} = 1 \text{ mm}$$

$$W_2 = 0,44 \times a \times l^2 \times p_2 \times k$$

$$\text{Maka } W_1 = 0,55 \times 0,6 \times (1)^2 \times 37,08 \times 0,91 \\ = 11,14 \text{ cm}^3$$

$$W_2 = 0,44 \times 0,6 \times (1)^2 \times 80,14 \times 0,91 \\ = 19,25 \text{ cm}^3$$

Untuk simply supported ditambah 50%  $w = 20,79 + (50/100 \times 20,79) = 31,185 \text{ cm}^3$   
Berdasarkan keadaan actual yang ada di kapal profil L yang dipakai dengan ukuran = 65 x 50 x 7



Tebal wrang plat  $t = 0,035 \times L + 5$   
 $= 0,035 (23,28) + 5$   
 $= 5,8$  untuk actual di kapal  
tebal wrang plate adalah 8 mm maka masih standart ukuran plate tersebut

Tinggi wrang plat  $h = 0,06 H + 0,7$   
 $= 0,06(1,82) + 0,7$   
 $= 0,81$  untuk actual di kapal  
tinggi wrang plate adalah 1,4 mm maka masih standart ukuran plate tersebut

9. *Center girder* pada daerah 0,07 L amidship  
 $= 0,07 \times 24 + 5,5 = 7,13$

Tebal *center girder* pada ujung –ujung kapal  
boleh dikurangi 10%  
 $= 11 - [10/100 \times 11] = 9$

Sectional area plat  
 $A_f = 0,7 \times L + 12$   
 $= 0,7 (24) + 12$   
 $= 28,30 \text{ cm}^2$



Pada ujung-ujung kapal boleh dikurangi 10%

$$A_f = 28,30 = [10/100 \times 28,30] = 25,47 \text{ cm}^2$$

Side Girder pada daerah 0,7 L amidship :

$$t = 0,04L + 5$$

$$= 0,04 \times 24 + 5$$

$$= 5,9 \text{ mm}$$

9. Tebal *center girder* pada ujung –ujung kapal boleh dikurangi 10%

$$t = 5 - [10/100 \times 5] = 5,34 \text{ mm}$$

sectional area plat

$$A_f = 20,30 - [10/100 \times 20 \times 30] = 9,59 \text{ cm}^2$$

10. Tebal plat untuk *sea chest*

$$t = 12 \times a \times \sqrt{p \times k + tk}$$

dimana : a = jarak penegar = 0,6 m

(dalam hal ini penegar pada ruang mesin dipasang tiap jarak gading = 0,6 m)

p = blow out pressure = 2 bar

maka :

$$t = 12 \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 0,91 + 1,5}$$

$$= 11,21 \text{ untuk actual yang ada di}$$

kapal tebal plate *sea chest* adalah 12mm

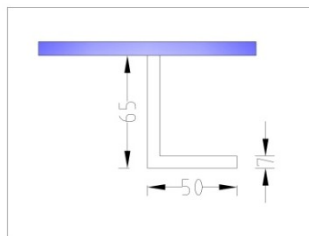
Modulus penegar *sea chest*

$$W = 56 \times a \times p \times i^2 \times k$$

$$= 56 \times 0,6 \times 2 \times 1^2 \times 0,91$$

$$= 61,152 \text{ cm}^3$$

Berdasarkan keadaan actual yang ada di kapal profil L yang dipakai dengan ukuran = 65x50x7



Pada kapal ini di kamar mesin AE dipakai kontuksi single bottom.

11. Modulus wrang plat  $W = c \times T \times a \times l^2$   
Dimana :  
 $c = 7,5$  (untuk kamar mesin)  
 $l = 0,7 B$  (minimal)  $0,7 \times 7,62 = 5,33$   
 $W = 7,5 \times 5,56 \times 0,6(5,76)^2$   
 $= 711,9 \text{ cm}^3$   
Tinggi wrang plat  
 $h = 55B - 4,5 \cdot 55 \times 7,62$   
 $= 414,6 \text{ mm}$
  
12. Tebal web wrang plat  $t = h/100 + 4$  dimana  
 $h =$  tinggi wrang plat 415mm  
  
Maka  
 $t = 738/100 + 4$   
 $= 8,146$  dari data actual di kapal  
untuk tebal web wrang plate 10 mm maka plate  
tersebut masih standart untuk digunakan.
  
13. Tebal plat bilah (*longitudinal foundation girder*)  
 $t = p/750 + 14$   
dimana :  
 $p = 1720 \text{ Kw}$   
 $= 1720/750 + 14$   
 $= 16,29$  dari data actual di kapal  
untuk tebal web wrang plate 10 mm maka plate  
tersebut harus dilakukan penggantian.
  
14. Gading utama untuk bangunan atas

$$W = 0,8 \times a \times l^2 \times ps \times f \times k$$

Untuk lower deck

$$l = 2,4 \text{ m}$$

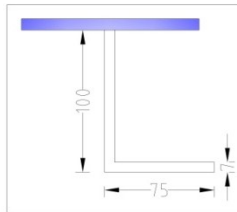
$$ps1 = 51,32 \text{ kN/m}^2$$

$$f \text{ min} = 0,75$$

maka :

$$W = 0,55 \times 0,6 \times (2,4)^2 \times 51,32 \times 0,75 \times 0,91 \\ = 69,72 \text{ cm}^3$$

Actual yang ada di kapal untuk ukuran profil  
Diperoleh ukuran profil : L100x75x7



Dari hasil perhitungan di atas dapat di aplikasikan ke dalam perencanaan *cutter suction dredger* (CSD), dapat di aplikasikan ke dalam gambar general arrangement, midship suction, dan *superstructure*. Dapat dilihat di daftar gambar.

#### 4.3.11 Resume hasil perhitungan konstruksi *cutter suction dredger* (CSD)

No.	Perhitungan Kontruksi	Hasil Perhitungan
1	Perhitungan Jarak Gading	0,5 m
2	Perencanaan Letak Sekat Trubrukan	1,2 m
3	Perhitungan Beban Tank Top	7,9 kN/m <sup>2</sup>
4	Perhitungan Beban Deck	PDA = 12,771 kN/m <sup>2</sup> PDM = 11,61kN/m <sup>2</sup>

		PDF = 15,480kN/m <sup>2</sup>
5	Beban pada Sisi Kapal	Daerah A Ps1A = 25,125 kN/m <sup>2</sup> Ps2A = 22,281 kN/m <sup>2</sup> Ps3A = 14,820 kN/m <sup>2</sup> Daerah M Ps1M = 19,07 kN/m <sup>2</sup> Ps1M = 3,293 kN/m <sup>2</sup> Daerah F Ps1F = 30,167 kN/m <sup>2</sup> Ps1F = 30,974 kN/m <sup>2</sup>
6	Beban struktur depan kapal	6,7 kN/m <sup>2</sup>
7	Beban pada Dasar Kapal	PBA 26,29 kN/m <sup>2</sup> PBF 28,925 kN/m <sup>2</sup>
<b>No.</b>	<b>Perhitungan Kontruksi</b>	<b>Hasil Perhitungan</b>
8	Perencanaan Tebal Plat yang dipakai	Plat Dasar Daerah M = 8 mm Plat Dasar Daerah F = 8 mm Plat Dasar Daerah A = 8 mm Plat Lunas Keel = 10 mm Plat Sisi Daerah M = 8 mm Plat Sisi Daerah F = 8 mm Plat Sisi Daerah A = 8 mm Plat Sisi Bangunan Atas = 8 mm Plat Sput = 10 mm Plat Engsel Pipa Hisap = 25 mm Plat Inner Bottom = 8 mm
9.	Perhitungan Single Bottom	h = 500 mm
10.	Tinggi Center Girder	t = 1000 mm
11.	Tebal Center Girder	t = 11 mm
12.	Tebal Side Girder	t = 8 mm
13.	Tebal Wrang Plat	t = 10 mm
14.	Penampang Bilah Wrang Plat	e = 2400 mm
15.	Tebal Wrang Terbuka	t = 10 mm
16.	Modulus Pembujur Inner	Wm = 126,44 cm <sup>2</sup> = 130 x 65

	Bottom	x 12
17.	Tebal Wrang Kedap	t = 8 mm
18.	Modulus Penegar Wrang Kedap	W = 31,185 cm <sup>3</sup> = 65 x 50 x 7
19.	Modulus Gading Utama Bangunan Atas	
20.	Modulus Penegar Sea Chest	W = 61,15 cm <sup>3</sup> = 65 x 50 x 7
21.	Modulus Pembujur Alas	W = 76,36 cm <sup>3</sup> = 80 x 80 x 8

Keterangan : PDA = Perhitungan beban deck after  
PDM = Perhitungan beban deck midship  
PDF = Perhitungan beban deck fore peak  
Ps1A = Beban pada sisi kapal after  
Ps1M = Beban pada sisi kapal midship  
Ps1F = Beban pada sisi kapal fore peak  
PBA = Beban pada dasar kapal after  
P.D = Plat dasar  
P.S = Plat sisi

#### 4.4 Perhitungan Stabilitas *Cutter Suction Dredger* (CSD)

##### 4.4.1 Perhitungan Berat Kapal (CSD)

Perhitungan ini meliputi : berat konstruksi kapal, mesin induk, *spud*, *winch ladder*, *swing winch*, *crane*, *ladder*, *cutter*, pipa utama, pipa isap, ABK kapal.

Berikut merupakan table perhitungan berat kapal (CSD) dari hasil penambahan dan pengurangan konstruksi dari tongkang abadi menjadi *Cutter Suction Dredger*.

No.	Posisi	Plate	Panjang	Lebar	Tebal	Berat jenis	Hasil	Total	Satuan	Keterangan
1	Kell FR (0-7) lajur A	5 fit	3,520 m	1,530 m	0,01 m	7850	422,7		kg	
2	Kell FR (7-22) lajur A	5 fit	7,789 m	1,530 m	0,01 m	7850	935,5	1358,27	kg	
3	Lajur B Fr (0-7)	5 fit	3,520 m	1,530 m	0,008 m	7850	338,2		kg	
4	Lajur B Fr (7-22)	5 fit	7,789 m	1,530 m	0,008 m	7850	748,4		kg	
5	Lajur B Fr (22-40)	5 fit	9,011 m	1,379 m	0,008 m	7850	780,3		kg	
6	Lajur B Fr (40-46)	5 fit	2,684 m	1,379 m	0,008 m	7850	232,4		kg	
7	Lajur B Fr (46-48)	5 fit	1,297 m	1,379 m	0,008 m	7850	56,1	4311,15	kg	kanan kiri
8	Lajur C Fr (0-7)	5 fit	3,520 m	1,515 m	0,008 m	7850	334,9		kg	
9	Lajur C Fr (07-38)	5 fit	15,72 m	1,515 m	0,008 m	7850	1495,2		kg	
10	Lajur C Fr (38-46)	5 fit	3,882 m	1,515 m	0,008 m	7850	381,8	4023,8	kg	kanan kiri
11	Lajur D Fr (0-07)	6 fit	0,5 m	(1,820 m + 0,9)*3,4	0,008 m	7850	290,39		kg	Jajar genjang
12	Lajur D Fr (07-40)	6 fit	16,800 m	1,830 m	0,008 m	7850	1930,7		kg	
13	Lajur D Fr (40-48)		L Area 5,470 m		0,008 m	7850	343,5	5129,3	kg	kanan kiri
14	Lajur E Fr (0-40)	5 fit	19,2 m	1,515 m	0,008 m	7850	1818,6		kg	
15	Lajur E Fr (40-48)		L Area 3,640 m		0,008 m	7850	228,6	4094,5	kg	kanan kiri
16	Lajur F Fr (0-22)	5 fit	11,189 m	1,530 m	0,008 m	7850	1075,1		kg	
17	Lajur F Fr (07-40)	5 fit	11,63 m	1,379 m	0,008 m	7850	1007,3		kg	
18	Lajur F Fr (46-48)		L Area 0,93 m		0,008 m	7850	58,4	4281,5	kg	kanan kiri
19	Plate Center	5 fit	11,19 m	1,530 m	0,008 m	7850	1075	1075	kg	
20	Transom	5 fit	0,9 m	7,620 m	0,008 m	7850	430,7	430,7	kg	
21	Tempat Cutter (22-40)	6 fit	8,961 m	1,830 m	0,008 m	7850	1287,3	2574,6	kg	kanan kiri
22	Tempat Cutter (40-48)	6 fit	3,800 m	1,830 m	0,008 m	7850	545,9	1091,8	kg	kanan kiri
23	Tempat Cutter (22-23)	5 fit	1,833 m	1,830 m	0,008 m	7850	262,3	262,3	kg	
24	Bangunan Atas (Samping)	5 fit	2,672 m	0,995 m	0,008 m	7850	160,3	320,6	kg	kanan kiri
25	Bangunan Atas (Samping)		L Area 3,76 m		0,008 m	7850	236	472	kg	kanan kiri
26	Bangunan Atas (Atas)		2,672 m	4,397 m	0,008 m	7850	737,8	737,8	kg	
27	Bangunan Atas (Atas)		L Area 9,587 m		0,008 m	7850	602	1204	kg	kanan kiri
28	Pintu		2,188 m	0,7 m	0,008 m	7850	96,2	-1924	kg	kanan kiri
29	Jendela samping		1,160 m	0,825 m	0,008 m	7850	60,1	-1204	kg	kanan kiri
30	Jendela depan		0,7 m	0,84 m	0,008 m	7850	37	-74	kg	kanan kiri

Sumber : Perhitungan sendiri berat kapal (CSD) kosong 2014

No.	Posisi	Plate	Panjang	Lebar	Tebal	Berat jenis	Hasil	Total	Satuan	Keterangan
31	Web Beam (kecil atas)		2,193 m	Berat 1 kg (13kg)			114		kg	4 kali
32	Web Beam (kecil samping)		1,12 m	Berat 1 kg (13kg)			58,24		kg	4 kali
33	Breket			Berat 1 kg (5 kg)			40	1061,4	kg	5 kali
34	Main frame (atas bawah)		2894 m	Berat 1 kg (9,6 kg)			111,8		kg	4 kali
35	Main frame (kecil samping)		1,625 m	Berat 1 kg (9,6 kg)			62,8		kg	4 kali
36	Breket		Jumlah 8	Berat 1 kg (2 kg)			16		kg	20 kali
37	Sekat Kedap		1,83 m	Berat 1 kg (9,6 kg)			121,4		kg	12 kali
38	Plate sekat		2,894 m	1,820 m			661,5	1747,4	kg	2 kali
39	Web Beam (atas bawah)		3,103 m	Berat 1 kg (13 kg)			161,4		kg	4 kali
40	Web Beam (samping)		3,103 m	Berat 1 kg (13 kg)			58,3		kg	4 kali
41	Breket		Jumlah 8	Berat 1 kg (5 kg)			40		kg	4 kali
42	Main frame		3,809 m	Berat 1 kg (9,6 kg)			147,2		kg	4 kali
43	Main frame (samping)		1,625 m	Berat 1 kg (9,6 kg)			62,79		kg	4 kali
44	Breket		Jumlah 8	Berat 1 kg (2 kg)			16	4067,5	kg	18 kali
45	Sekat kedap		1,82 m	Berat 1 kg (9,6 kg)			16	246	kg	14 kali
46	Plate kedap	6 fit	7,620 m	1,820 m	0,008 m	7850	870,9	1117	kg	
47	Berat Mesin						1312	1312	kg	
48	Ruang ME (samping)	5 fit	3,11 m	1,466 m	0,008 m	7850	572,6		kg	Kanan kiri
49	Ruang ME (Dpn-Blk)	5 fit	4,393 m	1,466 m	0,008 m	7850	404,4		kg	
50	Ruang ME (atas)	5 fit	3,11 m	4,393 m	0,008 m	7850	857,9	1835	kg	
51	Ballast kanan		3,11 m	Berat 1 kg ( 78,3 kg)			228,7		kg	
52	Ruang kiri		2,921 m	Berat 1 kg ( 78,3 kg)			269,5		kg	
53	Ballast belakang kiri		7,720 m	Berat 1 kg ( 78,3 kg)			604,5		kg	
54	Ballast belakang kanan		4,014 m	Berat 1 kg ( 78,3 kg)			314,3		kg	
55	Ballast belakang		2,893 m	Berat 1 kg ( 78,3 kg)			226,5		kg	
56	Elbo		Jumlah 7	Berat 1 unit ( 50 kg)			350	2891,7	kg	
57	Pipa Hisap Kanan		10,21 m	Berat 1 kg (42,1 kg)			430		kg	
58	Pipa Hisap Kiri		10,21 m	Berat 1 kg (42,1 kg)			430		kg	
59	Pipa Hisap Belakang		7,721 m	Berat 1 kg (42,1 kg)			325		kg	
60	Elbo		Jumlah 6	Berat 1 unit (30 kg)			180	1365	kg	
	Total berat konstruksi							50191,3	kg	

Tabel 4.1 Perhitungan Berat Kapal Kosong

Sumber : Perhitungan sendiri berat kapal (CSD) kosong 2014

#### 4.4.2 Analisa stabilitas Cutter Suction Dredger(CSD) pada kondisi sebelum beroperasi

Pada Kondisi Cutter Suction Dredger (CSD) sebelum beroperasi kedua spud berada diatas , *ledger* dan *cutter* berada diatas. Kapal tersebut ditarik oleh *tugboat* apabila tempat yang akan dilakukan pengerukan sudah ditetapkan.

**Tabel 4.2 Beban dan muatan Cutter Suction Dredger**

Inputan data table ini berasal dari item yang ada di design. Mulai dari berat kapalnya sendiri dan perangkat pendukung lainnya. Berikut pengertian dari Long Arm titik berat benda atau berat kapal dihitung dimulai dari baseline kapal.

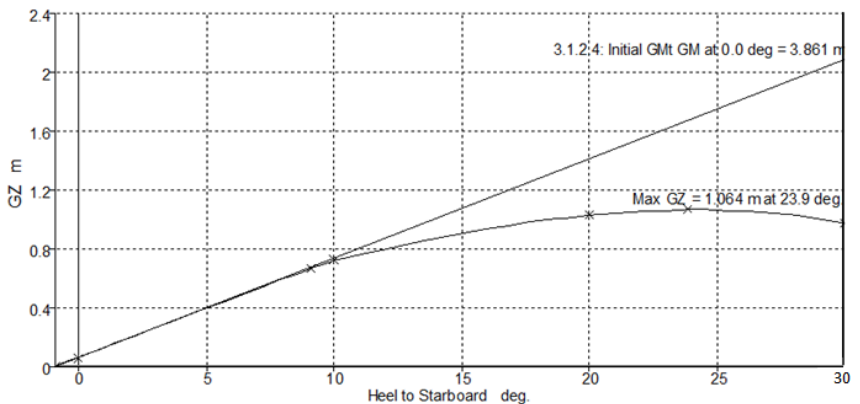
Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Ar m m	Vert. Arm m	Trans.Ar m m	FS Mom. tonne.m	FSM Type
Lightship	1	50.19	9.870	0.983	0.000	0.000	
Spud 1	1	4.999	-0.265	4.628	-1.000	0.000	
Spud 2	1	4.999	-0.265	4.628	1.000	0.000	
Crane	1	3.570	-1.678	0.933	-1.812	0.000	
Ladder Winch	1	0.9800	17.860	2.947	0.000	0.000	
Swing Winch 1	1	0.4800	18.182	2.651	1.507	0.000	
Swing Winch 2	1	0.4800	-18.182	2.651	-1.507	0.000	
Ladder	1	0.8980	19.047	1.317	0.000	0.000	
Cutter	1	1.600	23.370	1.948	0.000	0.000	
FO TANK	50%	2.521	2.156	0.735	0.839	0.399	Max
TRIMING TANK 1	50%	6.878	20.929	0.565	2.109	4.585	Max
TRIMING TANK 2	50%	6.878	20.929	0.565	-2.109	4.585	Max
BALAST TANK 1	50%	19.95	15.749	0.455	2.355	15.774	Max
BALAST TANK 2	50%	19.95	15.749	0.455	-2.355	15.774	Max
BALAST TANK 3	50%	16.53	8.250	0.455	2.605	8.969	Max
BALAST TANK 4	50%	16.53	8.250	0.455	-2.605	8.969	Max
BALAST TANK 5	50%	5.870	2.778	0.653	2.905	2.214	Max
BALAST TANK 6	50%	12.36	2.778	0.653	-1.905	20.694	Max
	<b>Total Weight=</b>	<b>175.7</b>	<b>LCG=10.269</b>	<b>VCG=0.930</b>	<b>TCG=-0.062</b>	<b>81.963</b>	
				<b>FS corr.=0.467</b>			
				<b>VCG fluid=1.397</b>			

Tabel 4.2 Beban dan Muatan Cutter Suction Dredger

Sumber : Perhitungan beban dan muatan cutter suction dredger 2014



Pada grafik dibawah, kita lihat dimana sumbu Y adalah lengan momen sedangkan sumbu X adalah sudut oleng. Mudahnya membaca grafik tersebut adalah, ketika kapal oleng sekian derajat maka momen angin (garis merah putus2) berapa dan begitu seterusnya. sarat kapal yang mau dicari berapa diketahui ditarik garis kekan pasti akan bertemu dengan garis kemiringan kapal. Untuk maximum nilai GZ yang ada di grafik ini adalah 1,064 dengan sarat kapal 1 meter sudut max 23,9°. Dari grafik stabilitas dibawah ini dapat diambil pengertian stabilitas kapal sangat baik. kriterianya pada IMO (-a749-Code on Intact Stability For All Types of Ships Covered by IMO Instruments). Kerana kapal berbentuk plat pada posisi lambungnya.



Gambar 4.4 Kurva GZ (CSD) sebelum beroperasi  
Sumber : Design sendiri 14/06/2014

Dibawah ini merupakan table derajat kemiringan kapal (CSD) pada kondisi sebelum beroperasi dengan sudut kemiringan antara 0° sampai dengan 30°.

Heel to Starboard degrees	0.0	9.1	10.0	20.0	30.0
Displacement tonne	175.7	175.7	175.7	175.7	175.7
Draft at FP m	1.474	1.490	1.501	1.800	2.303
Draft at AP m	1.474	1.490	1.501	1.800	2.303
WL Length m	23.248	23.690	23.714	23.851	23.891
Immersed Depth m	1.359	1.957	2.020	2.819	3.642
WL Beam m	7.620	7.717	7.738	5.322	3.707
Wetted Area m <sup>2</sup>	220.489	226.148	228.289	243.131	244.441
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	169.250	163.538	160.737	111.953	78.240
Prismatic Coeff.	0.712	0.698	0.698	0.692	0.690
Block Coeff.	0.712	0.479	0.462	0.479	0.541
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	10.242	10.239	10.239	10.217	10.179
VCB from DWL m	-0.534	-0.590	-0.604	-0.868	-1.197
GZ m	0.062	0.667	0.719	1.027	0.976
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	11.141	11.469	11.579	11.666	11.618
TCF to zero pt. m	0.000	0.044	0.008	-0.230	-0.055
Max deck inclination deg	1.9	9.3	10.2	20.2	30.3
Trim angle (+ve by stern) deg	1.9	2.6	1.9	3.2	6.4

Tabel 4.3 Kemiringan (CSD) sebelum beroperasi (0°- 30°)  
Sumber : *Design sendiri 14/06/2014*

#### 4.4.3 Analisa Stabilitas *Cutter Suction Dredger* pada kondisi beroperasi Spud 1 menancap dipermukaan

Pada Kondisi *Cutter Suction Dredger* (CSD) beroperasi Spud 1 menancap di Permukaan laut sedangkan Spud 2 seperti kondisi di atas, untuk *ladder* dan cutternya sudah berada dibawah permukaan laut siap untuk melakukan pengerukan.

**Tabel Beban dan muatan Cutter Suction Dredger**

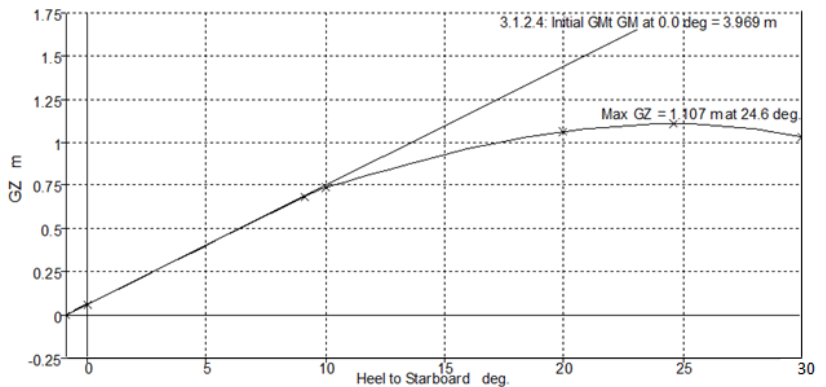
Inputan data table ini berasal dari item yang ada di design. Mulai dari berat kapal nya sendiri dan perangkat pendukung lainnya. Berikut pengertian dari Long Arm titik berat benda atau berat kapal dihitung dimulai dari baseline kapal.

Item Name	Quantity	Weight tonne	Long-Arm m	Vert. Arm m	Trans. Arm m	FS Mom. tonne.m	FSM Type
Lightship	1	50.19	9.870	0.983	0.000	0.000	
Spud 1	1	4.999	-0.265	-0.358	-1.000	0.000	
Spud 2	1	4.999	-0.265	4.628	1.000	0.000	
Crane	1	3.570	-1.678	0.933	-1.812	0.000	
Ladder Winch	1	0.9800	17.860	2.947	0.000	0.000	
Swing Winch 1	1	0.4800	18.182	2.651	1.507	0.000	
Swing Winch 2	1	0.4800	18.182	2.651	-1.507	0.000	
Ladder	1	0.8980	18.862	2.560	0.000	0.000	
Cutter	1	1.600	21.835	4.993	0.000	0.000	
FO TANK	50%	2.521	2.156	0.735	0.839	0.399	Max
TRIMING TANK 1	50%	6.878	20.929	0.565	2.109	4.585	Max
TRIMING TANK 2	50%	6.878	20.929	0.565	-2.109	4.585	Max
BALAST TANK 1	50%	19.95	15.749	0.455	2.355	15.774	Max
BALAST TANK 2	50%	19.95	15.749	0.455	-2.355	15.774	Max
BALAST TANK 3	50%	16.53	8.250	0.455	2.605	8.969	Max
BALAST TANK 4	50%	16.53	8.250	0.455	-2.605	8.969	Max
BALAST TANK 5	50%	5.870	2.778	0.653	2.905	2.214	Max
BALAST TANK 6	50%	12.36	2.778	0.653	-1.905	20.694	Max
	<b>Total Weigh</b>	<b>175.7</b>	<b>LCG=10.25</b>	<b>VCG=0.822</b>	<b>TCG=-0.062</b>	<b>81.963</b>	

	t=		4			
				FS corr.=0.4 67		
				VCG fluid=1.2 89		

Tabel 4.4 Beban dan Muatan Cutter Suction Dredger kondisi beroperasi  
Sumber : Perhitungan beban dan muatan cutter suction dredger 2014

Pada grafik dibawah, kita lihat dimana sumbu Y adalah lengan momen sedangkan sumbu X adalah sudut oleng. Mudah-mudahan membaca grafik tersebut adalah, ketika kapal oleng sekian derajat maka momen angin (garis merah putus2) berapa dan begitu seterusnya. sarat kapal yang mau dicari berapa diketahui ditarik garis kekan pasti akan bertemu dengan garis kemiringan kapal. Untuk maximum nilai GZ yang ada di grafik ini adalah 1,107 dengan sarat kapal 1,1 meter dengan derajat 24,6° maximum. Dari grafik stabilitas dibawah ini dapat diambil pengertian stabilitas kapal sangat baik. kriterianya pada IMO (-a749-Code on Intact Stability For All Types of Ships Covered by IMO Instruments). Kerana kapal berbentuk plat pada posisi lambungnya selain itu salah satu spud sudah menancap di dasar laut.



Gambar 4.5 Kurva GZ (CSD) beroperasi  
Sumber : Design sendiri 14/06/2014

Dibawah ini merupakan table derajat kemiringan kapal (CSD) pada kondisi sebelum beroperasi dengan sudut kemiringan antara 0° sampai dengan 30°.

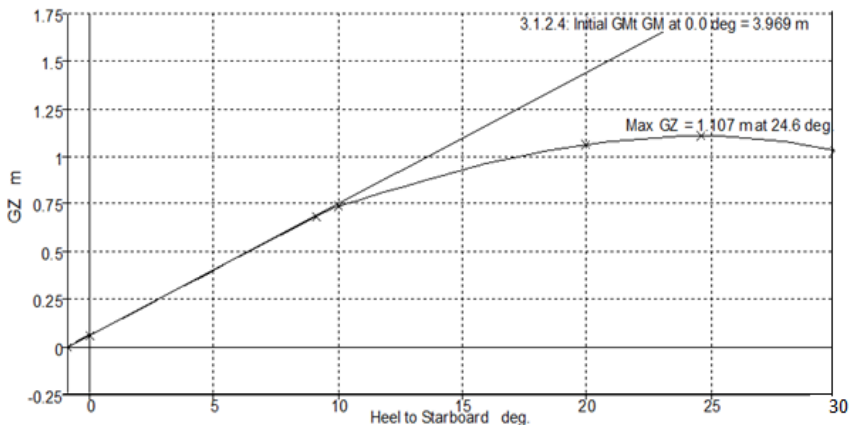
Heel to Starboard degrees	0.0	9.1	10.0	20.0	30.0
Displacement tonne	175.7	175.7	175.7	175.7	175.7
Draft at FP m	1.478	1.494	1.504	1.805	2.309
Draft at AP m	1.478	1.494	1.504	1.805	2.309
WL Length m	23.241	23.685	23.709	23.846	23.887
Immersed Depth m	1.361	1.960	2.022	2.822	3.646
WL Beam m	7.620	7.717	7.738	5.322	3.713
Wetted Area m <sup>2</sup>	220.483	226.231	228.373	243.123	244.444
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	169.239	163.398	160.595	111.889	78.238
Prismatic Coeff.	0.711	0.697	0.697	0.691	0.690
Block Coeff.	0.711	0.478	0.462	0.478	0.540
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	10.230	10.228	10.227	10.207	10.171
VCB from DWL m	-0.534	-0.590	-0.604	-0.868	-1.198
GZ m	0.062	0.683	0.738	1.063	1.028
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	11.140	11.472	11.582	11.667	11.617
TCF to zero pt. m	0.000	0.042	0.006	-0.230	-0.055
Max deck inclination deg	1.9	9.3	10.2	20.2	30.3
Trim angle (+ve by stern) deg	1.9	1.9	1.9	2.6	5.1

Tabel 4.5 Kemiringan (CSD) beroperasi(0°-30°)  
Sumber : Design sendiri 14/06/2014

#### 4.4.4 Analisa Stabilitas Cutter Suction Dredger pada kondisi beroperasi Spud 2 menancap dipermukaan laut

Pada Kondisi Cutter Suction Dredger (CSD) beroperasi Spud 2 menancap di Permukaan laut sedangkan Spud 1 seperti kondisi di atas, untuk ladder dan cutternya sudah berada dibawah permukaan laut siap untuk melakukan pengerukan.

Pada grafik dibawah, kita lihat dimana sumbu Y adalah lengan momen sedangkan sumbu X adalah sudut oleng. Mudahnya membaca grafik tersebut adalah, ketika kapal oleng sekian derajat maka momen angin (garis merah putus2) berapa dan begitu seterusnya. sarat kapal yang mau dicari berapa diketahui ditarik garis kekan pasti akan bertemu dengan garis kemiringan kapal. Untuk maximum nilai GZ yang ada di grafik ini adalah 1,074 dengan sarat kapal 1,1 meter dengan derajat 24,6° maximum. Dari grafik stabilitas dibawah ini dapat diambil pengertian stabilitas kapal sangat baik. kriterianya pada IMO (-a749-Code on Intact Stability For All Types of Ships Covered by IMO Instruments). Kerana kapal berbentuk plat pada posisi lambungnya selain itu salah satu spud sudah menancap di dasar laut.



Gambar 4.6 Kurva GZ (CSD) beroperasi  
Sumber : Design sendiri 14/06/2014

Dibawah ini merupakan table derajat kemiringan kapal (CSD) pada kondisi sebelum beroperasi dengan sudut kemiringan antara 0° sampai dengan 30°.

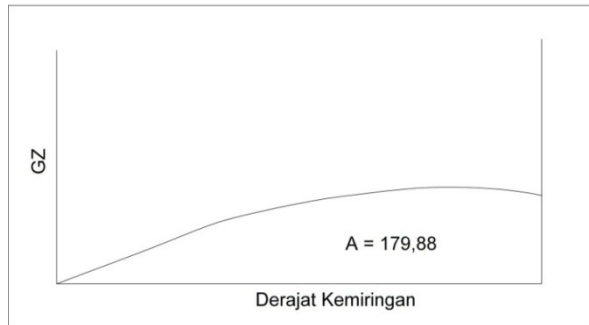
Heel to Starboard degrees	0.0	9.1	10.0	20.0	30.0
Displacement tonne	175.7	175.7	175.7	175.7	175.7
Draft at FP m	1.478	1.494	1.504	1.805	2.309
Draft at AP m	1.478	1.494	1.504	1.805	2.309
WL Length m	23.241	23.685	23.709	23.846	23.887
Immersed Depth m	1.361	1.960	2.022	2.822	3.646
WL Beam m	7.620	7.717	7.738	5.322	3.713
Wetted Area m <sup>2</sup>	220.483	226.231	228.373	243.123	244.444
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	169.239	163.398	160.595	111.889	78.238
Prismatic Coeff.	0.711	0.697	0.697	0.691	0.690
Block Coeff.	0.711	0.478	0.462	0.478	0.540
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	10.230	10.228	10.227	10.207	10.171
VCB from DWL m	-0.534	-0.590	-0.604	-0.868	-1.198
GZ m	0.062	0.683	0.738	1.063	1.028
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	11.140	11.472	11.582	11.667	11.617
TCF to zero pt. m	0.000	0.042	0.006	-0.230	-0.055
Max deck inclination deg	1.9	9.3	10.2	20.2	30.3
Trim angle (+ve by stern) deg	1.9	1.9	1.9	2.6	5.1

Tabel 4.6 Kemiringan (CSD) beroperasi (0°- 30°) Spud 2 menancap di permukaan air laut  
Sumber : Design sendiri 14/06/2014

Dari data yang tertera diatas untuk stabilitas kapal yang disyaratkan IMO (-a749-Code on Intact Stability For All Types of Ships Covered by IMO Instruments). Adalah

Intact  $(A+B) > 1.4(B+C)$  sedangkan untuk damage  
stabilitiy syaratnya  $(A+B) > (B+C)$

Untuk posisi CSD sebelum beroperasi



Gambar 4.7 Nilai stabilitas yang disyaratkan IMO  
Sebelum beroperasi  
Sumber : Design sendiri 14/06/2014

Intact  $(A + B) > 1,4 (B + C)$

Dimana  $A = 179,88$   
 $B = 0$   
 $C = 0$

Maka:

$$(179,88+0) > 1,4 (0+0)$$
$$(179,88) > ( 0 )$$

Jadi nilai Intact untuk posisi sebelum beroperasi masih  
di bawah yang disyaratkan oleh IMO  
Damage  $(A+B) > (B+C)$

Dimana  $A = 98,65$   
 $B = 95,26$   
 $C = 31,01$

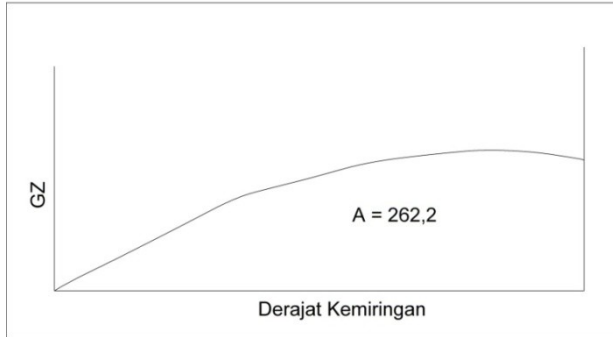
$$(179,88+0) > ( 0 + 0 )$$



$$(179,88) > (0)$$

Jadi nilai Intact untuk posisi sebelum beroperasi masih di bawah yang disyaratkan oleh IMO

Untuk Posisi CSD saat beroperasi



Gambar 4.8 Nilai stabilitas yang disyaratkan IMO saat beroperasi

Sumber : Design sendiri 14/06/2014

$$\text{Intact } (A + B) > 1,4 (B + C)$$

Dimana  $A = 262,2$

$$B = 0$$

$$C = 0$$

Maka:

$$(262,2 + 0) > 1,4 (0 + 0)$$

$$(262,2) > (0)$$

Jadi nilai Intact untuk posisi sebelum beroperasi masih di bawah yang disyaratkan oleh IMO

$$\text{Damage } (A+B) > (B+C)$$

Dimana  $A = 134,39$

$$B = 47,56$$

$$C = 9,47$$

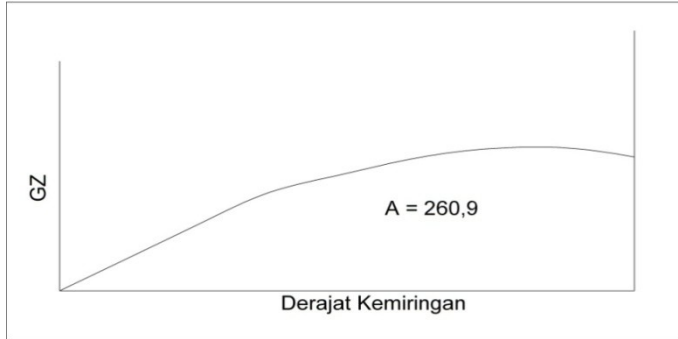
Maka:

$$(262,2 + 0) > (0 + 0)$$

$$(262,2) > ( 0 )$$

Jadi nilai Intact untuk posisi sebelum beroperasi masih di bawah yang disyaratkan oleh IMO

Untuk Posisi CSD saat beroperasi



Gambar 4.9 Nilai stabilitas yang disyaratkan IMO saat beroperasi

Sumber : Design sendiri 14/06/2014

$$\text{Intact } (A + B) > 1,4 (B + C)$$

Dimana  $A = 260,9$

$$B = 0$$

$$C = 0$$

Maka:

$$(260,9 + 0) > 1,4 (0 + 0)$$

$$(260,9) > ( 0 )$$

Jadi nilai Intact untuk posisi sebelum beroperasi masih di bawah yang disyaratkan oleh IMO

$$\text{Damage } (A+B) > (B+C)$$

Dimana  $A = 260,9$

$$B = 0$$

$$C = 0$$

Maka:

$$(260,9 + 0) > (0 + 0)$$

$$(260,9) > ( 0 )$$

Generated by Unregistered Batch DOC TO PDF Converter  
2009.1.602.1286, please register!

(260,9) > ( 0 )

Jadi nilai Intact untuk posisi sebelum beroperasi masih  
di bawah yang disyaratkan oleh IMO