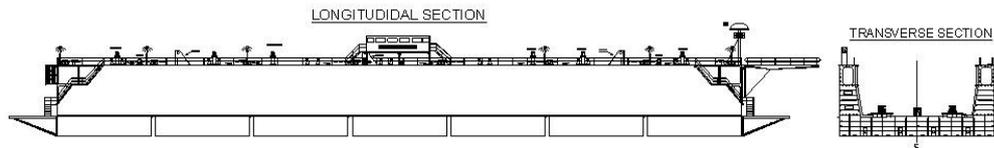


## BAB IV PEMBAHASAN

Dok apung 1 PT. Dok dan Perkapalan Surabaya memiliki daya angkat 3500 *TLC*, dengan 7 buah ponton.

### Dok Apung 1 PT. Dok dan Perkapalan Surabaya



Gambar 4.1 Dok Apung 1 PT. Dok dan Perkapalan Surabaya

#### IV.1 Analisa Data

Ketika terjadi kebocoran ponton pada dok apung yang saat itu juga dalam melakukan pendedokan kapal. Dikhawatirkan terjadi tegangan yang melebihi tegangan yang diijinkan oleh BKI.

#### IV.2 Perhitungan *LWT* Ponton dan *Side Wall*

Perhitungan berat ponton digunakan untuk mengetahui berat ponton dan daya angkat ponton tersebut, dari perhitungan maka diperoleh total berat per ponton adalah 186,98 ton. Perhitungan berat *side wall* digunakan untuk mengetahui berat *side wall* dan daya angkat ponton tersebut, dari perhitungan maka diperoleh total berat dinding samping (*side wall*) adalah 767,29 ton.

#### IV.3 Perhitungan Titik Berat

##### IV.3.1 *Side Wall*

$$\text{Total Luas} \times \text{Jarak dari bawah} = 1058975650 \text{ mm}^3$$

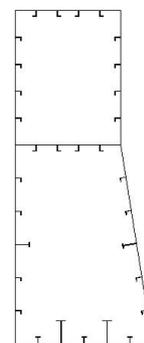
$$\text{Total Luas} = 306630 \text{ mm}^2$$

$$\text{Titik berat} = \frac{(\text{Total Luas} \times \text{Jarak dari bawah})}{\text{Total Luas}}$$

$$= \frac{1058975650 \text{ mm}^3}{306630 \text{ mm}^2}$$

$$= 3453,59 \text{ mm}$$

$$= 3,453 \text{ m}$$



Gambar 4.2 Penampang melintang *side wall*

### IV.3.2 Ponton

$$\text{Total Luas x Jarak dari bawah} = 426109056 \text{ mm}^3$$

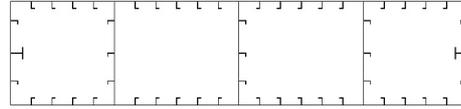
$$\text{Total Luas} = 365600 \text{ mm}^2$$

$$\text{Titik berat} = \frac{(\text{Total Luas x Jarak dari bawah})}{\text{Total Luas}}$$

$$= \frac{426109056 \text{ mm}^3}{365600 \text{ mm}^2}$$

$$= 1217,44 \text{ mm}$$

$$= 1,217 \text{ m}$$



Gambar 4.3 Penampang melintang ponton

### IV.4 Perhitungan Modulus

#### IV.4.1 Side Wall

$$\text{Total Inersia} = 1,941 \text{ m}^4$$

$$\text{Titik berat (dari bottom)} = 3,453 \text{ m}$$

$$\text{Titik berat (dari deck)} = 3,946 \text{ m}$$

$$\text{Modulus (pada bottom)} = \text{Inersia} / \text{Titik Berat} = 0,562 \text{ m}^3$$

$$\text{Modulus (pada deck)} = \text{Inersia} / \text{Titik Berat} = 0,491 \text{ m}^3$$

#### IV.4.2 Ponton

$$\text{Total Inersia} = 0,518 \text{ m}^4$$

$$\text{Titik berat (dari bottom)} = 1,217 \text{ m}$$

$$\text{Titik berat (dari deck)} = 1,382 \text{ m}$$

$$\text{Modulus (pada bottom)} = \text{Inersia} / \text{Titik Berat} = 0,426 \text{ m}^3$$

$$\text{Modulus (pada deck)} = \text{Inersia} / \text{Titik Berat} = 0,375 \text{ m}^3$$

## IV.5 Distribusi Beban

### IV.5.1 Dok Apung

Pendistribusian beban pada dok apung terdiri dari gaya angkat ponton, gaya berat ponton dan sidewall, serta gaya berat kapal.



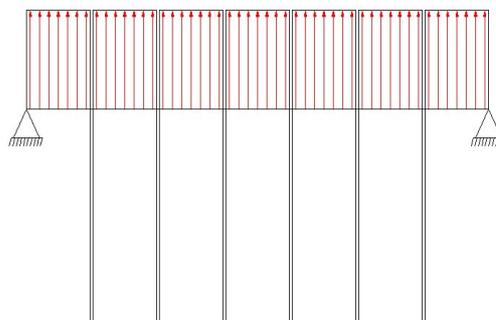
Gambar 4.4 Gaya Angkat Dok Apung



Gambar 4.5 Gaya Berat Dok Apung



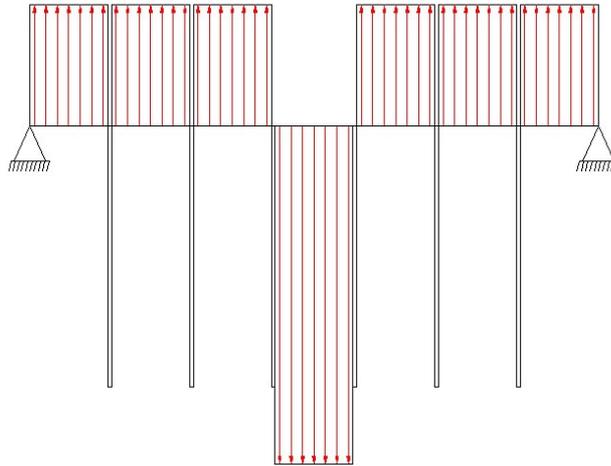
Gambar 4.6 Gaya Berat Kapal



Gambar 4.7 Distribusi Beban

#### IV.5.2 Dok Apung (Bocor 1 Ponton)

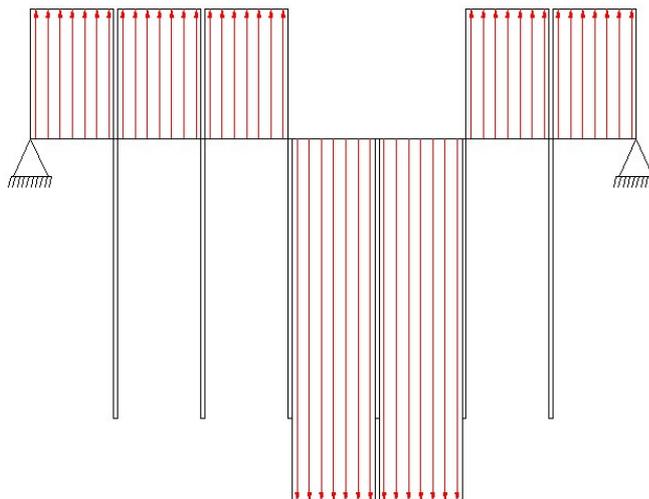
Pendistribusian beban pada dok apung yang bocor 1 pontonnya, untuk gaya berat dok apung dan gaya berat tetap, yang berubah adalah gaya angkat dari dok apung yang hilang 1 kompartemen pontonnya.



Gambar 4.8 Distribusi Beban Dok Apung Bocor 1 Ponton.

#### IV.5.3 Dok Apung (Bocor 2 Ponton)

Pendistribusian beban pada dok apung yang bocor 2 pontonnya, untuk gaya berat dok apung dan gaya berat tetap, yang berubah adalah gaya angkat dari dok apung yang hilang 2 kompartemen pontonnya.

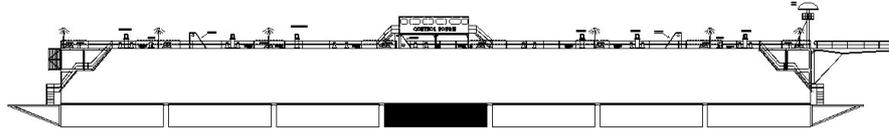


Gambar 4.9 Distribusi Beban Dok Apung Bocor 2 Ponton.

## IV.6 Momen

### IV.6.1 Kebocoran 1 Ponton (Perhitungan Tegangan di SideWall)

Momen kapal diambil 0,7 dari *TLC* dok apung, sedangkan momen ponton diambil dari *LWT* ponton tersebut.

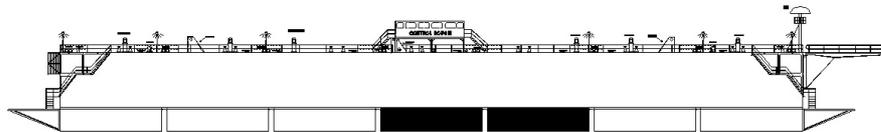


Gambar 4.10 Dok Apung Bocor 1 Ponton

Total Momen = 4.984,53 Ton.m

### IV.6.2 Kebocoran 2 Ponton (Perhitungan Tegangan di SideWall)

Momen kapal diambil 0,7 dari *TLC* dok apung, sedangkan momen ponton diambil dari *LWT* ponton tersebut.

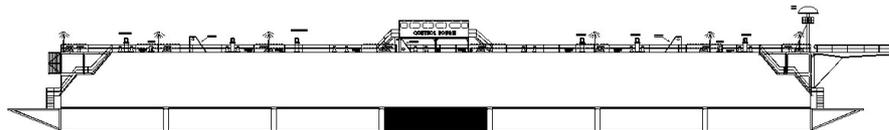


Gambar 4.11 Dok Apung Bocor 2 Ponton.

Total Momen = 24.264,60 Ton.m

### IV.6.3 Kebocoran 1 Ponton (Perhitungan Tegangan di Ponton)

Momen kapal diambil 0,7 dari *TLC* dok apung, sedangkan momen ponton diambil dari *LWT* ponton tersebut.



Gambar 4.12 Dok Apung Bocor 1 Ponton.

Total Momen = 4.153,76 Ton.m

## IV.7 Perhitungan Tegangan

### IV.7.1 Side Wall

$$\text{Modulus (pada } bottom) = 0,562 \text{ m}^3$$

- Tegangan pada dok apung bocor 1 ponton :

$$\text{Momen} = 4.984,53 \text{ Ton.m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan (pada } bottom) &= \text{Momen} / \text{Modulus} \\ &= (4.984,53 / 2) / 0,562 \\ &= 4.434,40 \text{ ton/m}^2 = 44,34 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Modulus (pada } deck) = 0,491 \text{ m}^3$$

- Tegangan pada dok apung bocor 1 ponton :

$$\text{Momen} = 4.984,53 \text{ Ton.m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan (pada } deck) &= \text{Momen} / \text{Modulus} \\ &= (4.984,53 / 2) / 0,491 \\ &= 5.067,17 \text{ ton/m}^2 = 50,17 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Modulus (pada } bottom) = 0,562 \text{ m}^3$$

- Tegangan pada dok apung bocor 2 ponton :

$$\text{Momen} = 24.264,60 \text{ Ton.m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan (pada } bottom) &= \text{Momen} / \text{Modulus} \\ &= (24.264,60 / 2) / 0,562 \\ &= 21.675,52 \text{ ton/m}^2 = 216,76 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Modulus (pada } deck) = 0,491 \text{ m}^3$$

- Tegangan pada dok apung bocor 2 ponton :

$$\text{Momen} = 24.264,60 \text{ Ton.m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan (pada } deck) &= \text{Momen} / \text{Modulus} \\ &= (24.264,60 / 2) / 0,491 \\ &= 24.768,52 \text{ ton/m}^2 = 247,68 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

#### IV.7.2 Ponton

$$\text{Modulus (pada bottom)} = 0,426 \text{ m}^3$$

- Tegangan pada dok apung saat ponton bocor :

$$\text{Momen} = 4.153,76 \text{ Ton.m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan (pada bottom)} &= \text{Momen} / \text{Modulus} \\ &= 4.153,76 / 0,426 \\ &= 9.748,11 \text{ ton/m}^2 = 97,48 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Modulus (pada deck)} = 0,375 \text{ m}^3$$

- Tegangan pada dok apung saat ponton bocor :

$$\text{Momen} = 4.153,76 \text{ Ton.m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan (pada deck)} &= \text{Momen} / \text{Modulus} \\ &= 4.153,76 / 0,375 \\ &= 11.070,15 \text{ ton/m}^2 = 111,70 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

#### IV.8 Perhitungan Tegangan Ijin BKI

- Tegangan ijin maksimum oleh BKI (Vol.2, Sec.5 th.2006)

$$\sigma_p = c_s \times \sigma_{p0}$$

$$\sigma_{p0} = 175/k \quad \text{untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

$$c_s = 1,0 \quad \text{untuk } 0,30 \leq x/L \leq 0,70$$

$$k = 0,91$$

$$\sigma_p = 175 / 0,91 \times 1,0$$

$$\sigma_p = 192,308 \text{ N/mm}^2$$

#### IV.9 Beban yang mampu diangkat dok apung sebelum dan sesudah terjadi kebocoran pada ponton.

Secara logika kejadian kebocoran jarang ditemukan pada dok apung, namun jika kemungkinan tersebut terjadi, apakah dok apung tersebut masih mampu melakukan pengedokkan kapal, berikut hasil analisa jika terjadi kebocoran 1 dan 2 ponton pada dok apung :

Tabel 4.1 Beban yang mampu diang oleh dok apung.

Beban Maksimum Untuk Penedokan Kapal Pada Dok Apung						
Dok Apung	Tidak Ada Ponton Bocor		Bocor 1 Ponton		Bocor 2 Ponton	
Displacement (ton)	5.691,42		4.878,36		4.065,30	
LWT Dok Apung (ton)	2.076,13		2.076,13		2.076,13	
Desain Gaya Angkat (TLC)	3.615,29		2.802,23		1.989,17	
Gaya Angkat (TLC)	3.500		2.700		1.900	
Beban Max. Kapal (ton/m)	3.500		110		14	
Beban Dok Apung (ton/m)	20,14		20,14		20,14	
Lengan (m)	1,86		14,92		29,19	
Momen (ton.m)	6.089,13		14.484,50		14.542,68	
Posisi	<i>Bottom</i>	<i>Deck</i>	<i>Bottom</i>	<i>Deck</i>	<i>Bottom</i>	<i>Deck</i>
Modulus (m <sup>3</sup> )	0,56	0,49	0,56	0,49	0,56	0,49
Tegangan (N/mm <sup>2</sup> )	54,17	61,90	128,86	147,25	129,38	147,84

Dari tabel diatas diketahui jika tidak kebocoran maka dok apung mempunyai daya angkat sebesar 3500 *TLC*, pada saat bocor 1 pontonnya maka daya angkatnya menjadi 2700 *TLC* dan maksimal bebannya yaitu 110 ton/meter dengan tegangan mencapai  $147,25 \text{ N/mm}^2$  pada deck, sedangkan jika terjadi bocor 2 pontonnya maka daya angkatnya sebesar 1900 *TLC* dan maksimal bebannya yaitu 14 ton/meter dengan tegangan mencapai  $147,84 \text{ N/mm}^2$  pada deck, semua tegangan dibatasi  $< 150 \text{ N/mm}^2$  karena dalam perhitungan belum memasukkan faktor - faktor lainnya yang bekerja dan mempengaruhi dok apung tersebut. Beban per meter tersebut harus dibawahnya karena untuk menghindari tegangan yang berlebih sesuai dengan peraturan BKI yaitu  $192,308 \text{ N/mm}^2$ .

Sebelum terjadi kebocoran dok apung mampu memiliki daya angkat 3500 *TLC*, setelah bocor 1 pontonnya dok apung tersebut masih mampu melakukan penedokan namun dengan daya angkat 2700 *TLC* dengan beban maksimal pada kapal sebesar 110 ton/meter dan ketika bocor 2 ponton daya angkatnya menjadi 1900 *TLC* dengan beban maksimal pada kapal sebesar 14 ton/meter.