

PERANCANGAN FLOATING DOCK DI GALANGAN PT. X DI MADURA

Arica Dwi Susanto¹, Ahmad Fasiol²

Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut, SESKOAL.

Email: aricadsusanto@gmail.com¹

Abstrak - Galangan PT. X Di madura saat ini memiliki bengkel bangunan kapal yang mempunyai sebuah alat dock kapal jenis slip way dengan kapasitas 75 Ton Lifting Capacit (TLC). Ini berarti hanya kapal kecil ukuran 36 meter sampai 80 meter saja yang bisa dilayani oleh slip way yang ada. Tujuan Untuk meningkatkan kemampuan docking Galangan PT. X dibutuhkan sebuah alat dock yang ukuran panjang dan lebar disesuaikan dengan kapal-kapal yang ada di Indonesia, serta daya angkatnya sesuai dengan kapal yang paling berat, sehingga alat dock tersebut dapat digunakan untuk seluruh kapal yang ada di Indonesia. Dari hasil perhitungan permasalahan dan preliminary design, ukuran utama floating dock dapat disimpulkan dimensi ukuran utama floating dock 1500 TLC untuk Galangan PT. X adalah: Panjang total (LOAD) : 93,00 m, Panjang dock (LD) : 81,00 m, Panjang tiap pontoon (LP) : 9,60 m, Lebar dock terbesar (Be) : 20,48 m, Lebar antara dinding samping (Bi) : 15,48 m, Lebar dinding samping (b) : 2,50 m, Dalam total/tinggi dock (HD) : 10,64 m, Tinggi dinding dari balok lunas : 7,64 m, Dalam pontoon pada centreline : 3,00 m, Dalam pontoon di samping dock : 2,65 m, Sarat maksimum pada dinding : 9,14 m, Berat dock termasuk draining : 2861,87 Ton, Berat dock tanpa draining : 2482,77 Ton, Jarak antar pontoon : 0,60 m. Kedalaman laut yang dibutuhkan untuk perancangan floating dock di dermaga PT. X adalah 12 meter. Kemampuan docking PT. X yang semula 75 TLC meningkat menjadi 1500 TLC sedangkan kebutuhan mesin pembangkit tenaga listrik saat pelaksanaan pengedockan adalah sebesar 859,5 KW (1152,61 HP), sedangkan saat reparasi adalah sebesar 474,28 KW (636,02 HP). Maka dipergunakan tiga buah diesel generator dengan kapasitas masing-masing 750 HP (559,3 KW).

Kata Kunci : *Galangan, Docking, Preliminary Design, Floating dock.*

Abstract - Shipyard PT. X Currently, Madura has a ship building workshop which has a slip way type ship dock with a capacity of 75 Ton Lifting Capacit (TLC). This means that only small ships measuring 36 meters to 80 meters can be served by the existing slip way. Objective To improve the docking capabilities of PT. X needed a docking tool whose length and width were adjusted to the ships in Indonesia, and the lifting capacity was in accordance with the heaviest ships, so that the docking tool could be used for all ships in Indonesia. From the results of problem calculations and preliminary design, the main dimensions of the floating dock can be concluded that the main dimensions of the floating dock are 1500 TLC for the PT. X are: Total length (LOAD) : 93.00 m, Length of dock (LD) :

81.00 m, Length of each pontoon (LP) : 9.60 m, Width of the largest dock (Be) : 20.48 m, Width between side walls (Bi) : 15.48 m, Width of side walls (b) : 2.50 m, In total/dock height (HD) : 10.64 m, Wall height from keel beam : 7.64 m, In pontoon at centreline : 3.00 m, Inside pontoon next to dock : 2.65 m, Maximum draft on wall : 9.14 m, Weight of dock including drain : 2861.87 Tons, Weight of dock without drain : 2482.77 Tons, Distance between pontoons: 0.60 m. The depth of the sea required for the design of the floating dock at the PT. X is 12 meters. PT. X, which was originally 75 TLC, increased to 1,500 TLC, while the need for power generating machines during the docking was 859.5 KW (1,152.61 HP), while during repairs, it was 474.28 KW (636.02 HP). Then three diesel generators are used with a capacity of 750 HP (559.3 KW) each.

Keywords: Shipyard, Docking, Preliminary Design, Floating dock.

PENDAHULUAN

Galangan PT. X Di madura saat ini memiliki bengkel bangunan kapal yang mempunyai sebuah alat dock kapal jenis slip way dengan kapasitas 75 Ton Lifting Capacit (TLC). Ini berarti hanya kapal kecil ukuran 36 meter sampai 80 meter saja yang bisa dilayani oleh slip way yang ada.

Perusahaan kapal di Indonesia hingga saat ini memiliki armada yang tidak kurang dari 40 buah kapal dari berbagai jenis dan ukuran yang beragam. Apabila setiap kapal memerlukan waktu perawatan rutin *bottom cleaning* di atas dock selama 14 atau 15 hari dan dalam satu tahun memiliki 311 hari kerja, maka dalam setahun dapat dilaksanakan perawatan di atas dock sebanyak 20 kapal. Dengan demikian baru setiap dua tahun sekali setiap kapal yang ada bisa melaksanakan perawatan rutin di atas dock. Hal ini berarti belum sesuai dengan ketentuan jadwal pemeliharaan kapal untuk melaksanakan perawatan di atas dock yang seharusnya satu tahun sekali untuk setiap kapal.

Melihat kondisi di atas, tidak seluruh kapal yang ada di Indonesia dapat melaksanakan kegiatan docking di Galangan PT. X di Madura. Sedangkan kondisi sekarang, Apabila kapal akan melaksanakan kegiatan naik dock untuk perbaikan bagian kapal bawah air, harus dilaksanakan di galangan kapal swasta yang lain ada di Jakarta atau bahkan di dock Surabaya.

Dengan keadaan tersebut, saat ini sangat dibutuhkan sebuah fasilitas dock yang dimiliki galangan PT. X yang berada di Madura. Nantinya diharapkan akan

mampu melayani kebutuhan docking seluruh kapal yang ada di Indonesia. Penulis akan merancang sebuah alat dock di galangan PT. X, sedangkan lokasi yang akan direncanakan adalah di dermaga Pulau Madura yang lain. Sebelum hal ini dilaksanakan, di tempat yang akan dirancang alat dock tersebut harus dilaksanakan pengerukan dasar laut terlebih dahulu sampai kedalaman 12 meter, disesuaikan dengan kedalaman alur masuk ke dermaga Madura yang lain yaitu 11 sampai 12 meter.

Di tempat baru inilah nantinya akan dikembangkan dermaga baru PT. X untuk mendukung operasional pemeliharaan dan perbaikan perusahaan kapal. Tetapi untuk saat ini belum bisa disandari kapal karena perairannya masih dangkal dan belum dibangun penahan ombak (*water brake*) sehingga pengaruh ombak sangat terasa pada saat kapal sandar. Dalam waktu ke depan hal tersebut akan menjadi program perencanaan yang akan segera dilaksanakan oleh PT. X Surabaya. Dalam kurun waktu ke depan dermaga tersebut yang saat ini dijadikan tempat bersandarnya kapal direncanakan untuk lokasi tempat perbaikan bagi kapal yang tidak siap melaksanakan operasi karena mengalami kerusakan maupun dalam kondisi perawatan. Dalam hal ini galangan PT. X yang mengemban tugas tersebut sesuai fungsinya sebagai fasilitas pemeliharaan dan perbaikan bagi kapal yang tidak siap untuk melaksanakan operasi. Tujuan Untuk meningkatkan kemampuan docking Galangan PT. X dibutuhkan sebuah alat dock yang ukuran panjang dan lebar disesuaikan dengan kapal-kapal yang ada di Indonesia, serta daya angkatnya sesuai dengan kapal yang paling berat, sehingga alat dock tersebut dapat digunakan untuk seluruh kapal yang ada di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Pipa

Beberapa sistem pipa yang diperlukan oleh floating dock untuk pengoperasian serta keperluan pelayanan crew antara lain:

1. Sistem ballast (flooding and dewatering system)
2. Sistem pemadam kebakaran (fire main system)
3. Sistem air tawar (fresh water system)

4. Sistem air laut (sea water system)
5. Sistem pembuangan air (drainage system)
6. Sistem pipa udara

Kapasitas Tangki Ballast (WBT)

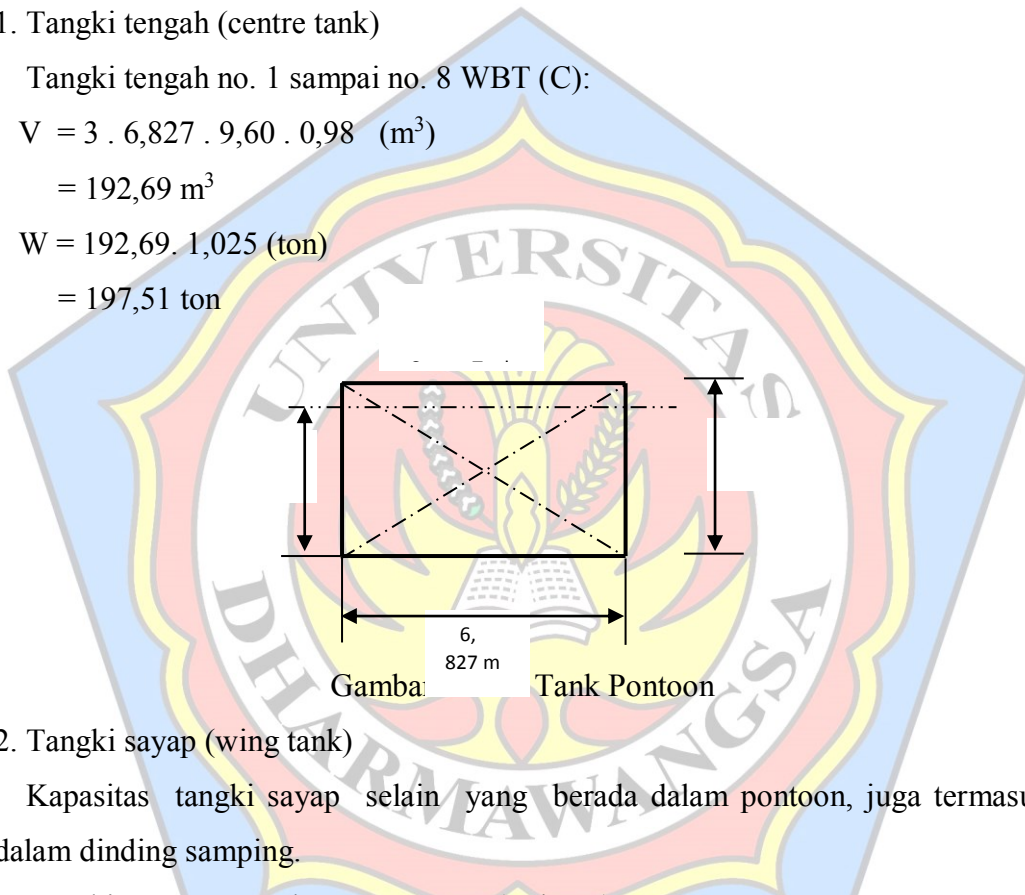
Kapasitas tangki ballast dihitung sesuai dengan gambar rencana umum sebagai berikut:

1. Tangki tengah (centre tank)

Tangki tengah no. 1 sampai no. 8 WBT (C):

$$V = 3 \cdot 6,827 \cdot 9,60 \cdot 0,98 \text{ (m}^3\text{)}$$
$$= 192,69 \text{ m}^3$$

$$W = 192,69 \cdot 1,025 \text{ (ton)}$$
$$= 197,51 \text{ ton}$$



2. Tangki sayap (wing tank)

Kapasitas tangki sayap selain yang berada dalam pontoon, juga termasuk dalam dinding samping.

a. Tangki sayap No. 1 dan No. 8 WBT (P dan S)

$$V = ((2,65 \cdot 6,827 \cdot 9,60) + (0,2 \cdot 2,5 \cdot 9,60) - (0,5 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 9,6)) \cdot 0,98 + (2,5 \cdot 4,64 \cdot 9,60 \cdot 0,98)$$

$$= ((173,68 + 4,8 - 7,2) \cdot 0,98) + 109,133$$

$$= 167,85 + 109,133 = 276,99 \text{ m}^3$$

$$W = 276,99 \cdot 1,025 \text{ (ton)} = 283,91 \text{ ton}$$

b. Tangki sayap No. 2 sampai No. 8 WBT (P dan S)

$$V = 167,85 + (2,5 \cdot 4,64 \cdot 10,8 \cdot 0,98)$$

$$= 167,85 + 122,774 = 290,62 \text{ m}^3$$

$$W = 290,62 \cdot 1,025 = 292,89 \text{ ton}$$

3. Total volume WBT

Tabel Kapasitas Tangki Tengah (Centre Tank)

Nama Tangki	V Ballast (m³)	W Ballast (ton)
No. 1 WBT (C)	192,69	197,51
No. 2 WBT (C)	192,69	197,51
No. 3 WBT (C)	192,69	197,51
No. 4 WBT (C)	192,69	197,51
No. 5 WBT (C)	192,69	197,51
No. 6 WBT (C)	192,69	197,51
No. 7 WBT (C)	192,69	197,51
No. 8 WBT (C)	192,69	197,51
Jumlah	1541,52	1580,08

Tabel Kapasitas Tangki Sayap (Wing Tank)

Nama Tangki	V Ballast (m³)	W Ballast (ton)
No. 1 WBT (S)	276,99	283,91
(P)	276,99	283,91
No. 2 WBT (S)	290,62	297,89
	290,62	297,89

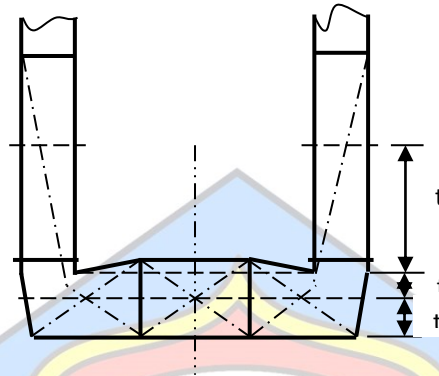
(P)		
No. 3 WBT	290,62	297,89
(S)	290,62	297,89
(P)		
No. 4 WBT	290,62	297,89
(S)	290,62	297,89
(P)		
No. 5 WBT	290,62	297,89
(S)	290,62	297,89
(P)		
No. 6 WBT	290,62	297,89
(S)	290,62	297,89
(P)		
No. 7 WBT	290,62	297,89
(S)	290,62	297,89
(P)		
No. 8 WBT	276,99	283,91
(S)	276,99	283,91
(P)		
Jumlah	4595,4	4710,32

Tabel Total Kapasitas Tangki Tengah Dan Tangki Sayap

Nama Tangki	V Ballast (m³)	W Ballast (ton)
WBT (C)	1541,52	1580,08
WBT (P dan S)	4595,4	4710,32
Jumlah	6136,92	6290,4

Pengaruh Kapasitas Tangki Ballast Terhadap Sarat Dock (T)

Untuk menentukan kapasitas tangki ballast yang diperlukan untuk mencapai sarat tertentu, perhitungan akan dilakukan dalam tiga tahap berdasarkan tinggi air ballast dalam tangki sebagai berikut:



Gambar Tahap Perhitungan Sarat Air

Tahap 1 : Perhitungan sampai tinggi air ballast dalam pontoon (t_1) Menyebabkan sarat air $T = 2,65$ meter.

Tahap 2: Perhitungan dilakukan pada tinggi air ballast t_2 , sampai $t_1 + t_2 = 2,65$ meter.

Tahap 3: Perhitungan pada tinggi air ballast t_3 sampai menyebabkan sarat air $T = 8,89$ meter.

Sebelum dilakukan perhitungan sesuai tahap-tahap di atas, beberapa hal yang harus diperhitungkan terlebih dahulu C_b (koefisien balok) dari pontoon.

$$C_b \text{ pontoon} = \frac{\text{Volume.pontoon}}{L_p \cdot B_e \cdot t_p}$$

$$C_b \text{ pontoon} = \frac{(8.173,68) + (16.171,88)}{76,8 \cdot 20,48 \cdot 2,65}$$

$$= \frac{4139,52}{4168,1} = 0,99$$

Dari perhitungan penentuan ukuran utama, diketahui bahwa berat konstruksi dan perlengkapan dock ditambah berat kapal sesuai TLC serta ditambah berat ballast akan menyebabkan sarat air $T = 3$ meter.

Displacement (Δ) dock dalam keadaan lifting capacity:

$$\Delta = L_p \cdot B_p \cdot T \cdot C_b \cdot \gamma \quad (\text{ton})$$

$$= 76,8 \cdot 20,48 \cdot 3 \cdot 0,99 \cdot 1,025 = 4788,19 \text{ ton}$$

Berat kapal = 1500 ton

Berat ballast = 210 ton

Maka berat konstruksi dan perlengkapan dock:

$$= 4788,19 - 1500 - 210$$

$$= 3078,19 \text{ ton}$$

Volume air ballast dalam tangki-tangki ballast (dalam pontoon maupun dalam side wall) dikoreksi sebesar 2% pengurangan volume, karena konstruksi di dalam tangki-tangki ballast tersebut, sehingga:

$$\text{Berat ballast} = \text{Volume ballast} \cdot 0,98 \cdot 1,025 \text{ (ton)}$$

Sedangkan volume air ballast didapat dari hasil perkalian ukuran tangki ballast yang ditinjau.

Perhitungan tahap 1

$$W_{kp} + W_b = W_d$$

di mana: W_{kp} = berat konstruksi dan perlengkapan dock (ton)

W_b = berat air ballast (ton)

W_d = berat displacement dock (ton)

$$3078,19 + (76,8 \cdot 20,48 \cdot t_1 \cdot 0,99 \cdot 0,98 \cdot 1,025) = (81 \cdot 20,48 \cdot T \cdot 1,025) - (7 \cdot 0,6 \cdot T \cdot 20,48 \cdot 1,025) - (16 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot T \cdot 9,60 \cdot 1,025)$$

$$3078,19 + 1564,14 t_1 = 1700,4 T - 88,2 T - 39,36 T$$

$$3078,19 + 1564,14 t_1 = 1572,84 T$$

$$1564,14 t_1 = 1572,84 T - 3078,19$$

$$t_1 = \frac{1572,84 T - 3078,19}{1564,14}$$

Sehingga tinggi air ballast dalam pontoon, untuk:

$$T = 2,0 \Rightarrow t_1 = \frac{1572,84 \cdot 2 - 3078,19}{1564,14} = 0,043 \text{ m}$$

$$T = 2,5 \Rightarrow t_1 = \frac{1572,84 \cdot 2,5 - 3078,19}{1564,14} = 0,546 \text{ m}$$

$$T = 2,65 \Rightarrow t_1 = \frac{1572,84 \cdot 2,65 - 3078,19}{1564,14} = 0,697 \text{ m}$$

Perhitungan tahap 2

$$W_{kp} + W_{b1} + W_{b2} = W_d$$

di mana: W_{kp} = Berat konstruksi dan perlengkapan dock = 3078,19 ton

W_{b1} = Berat air ballast pada tinggi air ballast dalam pontoon 0,952 meter

$$= 0,952 \cdot 76,8 \cdot 20,48 \cdot 0,99 \cdot 1,025 \cdot 0,98$$

$$= 1489,06 \text{ ton}$$

W_{b2} = Berat air ballast di daerah t_2 sampai

$$t_2 = 1,698 \text{ m } (t_1 + t_2 = 2,65 \text{ m})$$

W_d = Berat displacement dock (ton)

$$3078,19 + 1489,06 + (76,8 \cdot 20,48 \cdot t_2 \cdot 0,99 \cdot 0,98 \cdot 1,025) = (81 \cdot 20,48 \cdot T \cdot$$

$$1,025) - 16(0,5 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 9,60 \cdot 0,952) - 7(0,6 \cdot 2,65 \cdot 9,60 \cdot 0,952) - (81 \cdot 15,48 \cdot$$

$$(T - 3)) \cdot 1,025)$$

$$4567,25 + 1564,14 t_2 = 1700,35 T - 219,34 - 101,72 - 1285,23 T + 3855,68$$

$$1564,14 t_2 = 415,12 T + 3855,68 - 4888,31$$

$$1564,14 t_2 = 415,12 T - 1032,63$$

$$t_2 = \frac{415,12 T - 1032,63}{1564,14}$$

$$T = 2,65 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 2,65 - 1032,63}{1564,14} = 0,043 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 0,043 = 0,995 \text{ m}$$

$$T = 2,75 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 2,75 - 1032,63}{1564,14} = 0,070 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 0,070 = 1,022 \text{ m}$$

$$T = 3,0 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 3 - 1032,63}{1564,14} = 0,136 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 0,136 = 1,088 \text{ m}$$

$$T = 3,5 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 3,5 - 1032,63}{1564,14} = 0,269 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 0,269 = 1,221 \text{ m}$$

$$T = 4,0 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 4 - 1032,63}{1564,14} = 0,401 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 0,401 = 1,353 \text{ m}$$

$$T = 4,5 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 4,5 - 1032,63}{1564,14} = 0,534 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 0,534 = 1,486 \text{ m}$$

$$T = 5,0 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 5 - 1032,63}{1564,14} = 0,667 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 0,667 = 1,619 \text{ m}$$

$$T = 5,5 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 5,5 - 1032,63}{1564,14} = 0,800 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 0,800 = 1,752 \text{ m}$$

$$T = 6,0 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 6 - 1032,63}{1564,14} = 0,932 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 0,932 = 1,884 \text{ m}$$

$$T = 6,5 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 6,5 - 1032,63}{1564,14} = 1,065 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 1,065 = 2,017 \text{ m}$$

$$T = 7,0 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 7 - 1032,63}{1564,14} = 1,198 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 1,198 = 2,150 \text{ m}$$

$$T = 7,5 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 7,5 - 1032,63}{1564,14} = 1,330 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 1,330 = 2,282 \text{ m}$$

$$T = 8,0 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 8 - 1032,63}{1564,14} = 1,463 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 1,463 = 2,415 \text{ m}$$

$$T = 8,5 \Rightarrow t_2 = \frac{415,12 \cdot 8,5 - 1032,63}{1564,14} = 1,596 \text{ m}$$

$$t = 0,952 + 1,596 = 2,548 \text{ m}$$

Sampai di sini terlihat bahwa pada saat sarat air $T = 8,5 \text{ m}$, tinggi air ballast di dalam pontoon (t) hampir mendekati 2,65 meter. Karena perhitungan tahap 2 ini hanya sampai $t = 2,65 \text{ meter}$, maka pada saat itu sarat air yang dicapai adalah:

$$\begin{aligned} t_2 = 1,698 \text{ m} \Rightarrow T &= \frac{(1564,14 \cdot t_2) + 1032,63}{415,12} \\ &= \frac{(1564,14 \cdot 1,698) + 1032,63}{415,12} \\ &= 8,885 \text{ meter} \end{aligned}$$

Perhitungan tahap 3

$$W_{kp} + W_{b2} + W_{b3} = W_d$$

di mana: W_{kp} = Berat konstruksi dan perlengkapan dock = 3078,19 ton

W_{b2} = Berat air ballast dalam pontoon sampai tinggi air ballast 2,65 m = 76,8

$$.20,48 \cdot 2,65 \cdot 0,99 \cdot 1,025 \cdot 0,98 = 4144,98 \text{ ton}$$

Wb_3 = Berat air ballast dalam kedua dinding samping (ton) = $2 \cdot 81 \cdot 2,5 \cdot t_3 \cdot 0,98 \cdot 1,025 = 406,823 \cdot t_3$ ton

Wd = Berat displacement dock dalam ton, mempunyai bentuk persamaan yang sama seperti pada perhitungan tahap 2.

$$= 3078,19 + 4144,98 + 406,823 \cdot t_3$$

$$= 447,35 T + 3543,88$$

$$7223,17 + 406,823 \cdot t_3 = 447,35 T + 3543,88$$

$$406,823 \cdot t_3 = 447,35 T - 3679,29$$

$$t_3 = \frac{447,35 \cdot T - 3679,29}{406,823}$$

$$T = 8,5 \Rightarrow t_3 = \frac{447,35 \cdot 8,5 - 3679,29}{406,823} = 0,303 \text{ m}$$

$$t = 2,65 + 0,303 = 2,953 \text{ m}$$

$$T = 9,0 \Rightarrow t_3 = \frac{447,35 \cdot 9 - 3679,29}{406,823} = 0,853 \text{ m}$$

$$t = 2,65 + 0,853 = 3,503 \text{ m}$$

$$T = 9,14 \Rightarrow t_3 = \frac{447,35 \cdot 9,14 - 3679,29}{406,823} = 1,007 \text{ m}$$

$$t = 2,65 + 1,007 = 3,657 \text{ m}$$

Perhitungan dihentikan pada sarat air $T = 9,14$ m, agar freeboard yang minimal 1,0 meter tidak dilewati (menjadi kurang dari 1,0 meter).

Dari masing-masing tinggi air ballast yang diperoleh dari perhitungan di atas dapat ditentukan bahwa volume dan berat air ballast pada masing-masing tangki ballast sesuai dengan sarat air (T) yang dicapai.

Tangki Ballast Pada Pontoon

Volume air ballast tiap pontoon

$$V_{tp} = \frac{4144,98}{1,025 \cdot 8} = 505,485 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{WBT (C)} : V &= 173,68 \text{ m}^3 \\ &= 0,344 V_{tp} \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{WBT (W)} : V &= \frac{(V_{tp} - 0,344 V_{tp})}{2} \\ &= 0,328 V_{tp} \end{aligned}$$

Sehingga volume dan berat air ballast untuk $T = 2,0$; $t = 0,043$ m

$$\begin{aligned}\text{Volume tiap pontoon} &= \frac{76,8,20,48 \cdot 0,99 \cdot 0,98}{8} \\ &= \frac{1525,99 \cdot 0,043}{8} \\ &= 65,618 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Weight tiap pontoon} &= 65,618 \cdot 1,025 \\ &= 67,258 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WBT (C)} : V &= 0,344 \cdot 65,618 = 22,573 \text{ m}^3 \\ W &= 22,573 \cdot 1,025 = 23,137 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WBT (W)} : V &= 0,328 \cdot 65,618 = 21,523 \text{ m}^3 \\ W &= 21,523 \cdot 1,025 = 22,061 \text{ ton}\end{aligned}$$

Untuk $T = 2,5$ m ; $t = 0,546$ m

$$\begin{aligned}\text{Volume tiap pontoon} &= \frac{4144,98 \cdot 0,546}{8} \\ &= 282,895 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Weight tiap pontoon} &= 282,895 \cdot 1,025 \\ &= 289,967 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WBT (C)} : V &= 0,344 \cdot 282,895 = 97,316 \text{ m}^3 \\ W &= 97,316 \cdot 1,025 = 99,749 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WBT (W)} : V &= 0,328 \cdot 282,895 = 92,790 \text{ m}^3 \\ W &= 92,790 \cdot 1,025 = 95,109 \text{ ton}\end{aligned}$$

Untuk $T = 2,65$ m ; $t = 0,697$ m

$$\begin{aligned}\text{Volume tiap pontoon} &= \frac{4144,98 \cdot 0,697}{8} \\ &= 361,131 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Weight tiap pontoon} &= 361,131 \cdot 1,025 \\ &= 370,160 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WBT (C)} : V &= 0,344 \cdot 361,131 = 124,229 \text{ m}^3 \\ W &= 124,229 \cdot 1,025 = 127,335 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WBT (W)} : V &= 0,328 \cdot 361,131 = 118,451 \text{ m}^3 \\ W &= 118,451 \cdot 1,025 = 121,412 \text{ ton}\end{aligned}$$

Untuk $T = 3,0$ m ; $t = 1,088$ m

$$\begin{aligned}\text{Volume tiap pontoon} &= \frac{4144,98.1,088}{8} \\ &= 563,717 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Weight tiap pontoon} &= 563,717 \cdot 1,025 \\ &= 477,810 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WBT (C) : } V &= 0,344 \cdot 563,717 = 193,919 \text{ m}^3 \\ W &= 193,919 \cdot 1,025 = 198,767 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WBT (W) : } V &= 0,328 \cdot 563,717 = 184,899 \text{ m}^3 \\ W &= 184,899 \cdot 1,025 = 189,522 \text{ ton}\end{aligned}$$

Untuk T = 4,0 m ; t = 1,353 m

$$\begin{aligned}\text{Volume tiap pontoon} &= \frac{4144,98.1,353}{8} \\ &= 701,020 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Weight tiap pontoon} &= 701,020 \cdot 1,025 \\ &= 718,545 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WBT (C) : } V &= 0,344 \cdot 701,020 = 241,151 \text{ m}^3 \\ W &= 241,151 \cdot 1,025 = 247,180 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WBT (W) : } V &= 0,328 \cdot 701,020 = 229,935 \text{ m}^3 \\ W &= 229,935 \cdot 1,025 = 235,683 \text{ ton}\end{aligned}$$

Untuk T = 5,0 m ; t = 1,619 m

$$\begin{aligned}\text{Volume tiap pontoon} &= \frac{4144,98.1,619}{8} \\ &= 838,840 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Weight tiap pontoon} &= 838,840 \cdot 1,025 \\ &= 859,811 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WBT (C) : } V &= 0,344 \cdot 838,840 = 288,561 \text{ m}^3 \\ W &= 288,561 \cdot 1,025 = 295,775 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WBT (W) : } V &= 0,328 \cdot 838,840 = 275,140 \text{ m}^3 \\ W &= 275,140 \cdot 1,025 = 282,018 \text{ ton}\end{aligned}$$

Untuk T = 6,0 m ; t = 1,884 m

$$\begin{aligned}\text{Volume tiap pontoon} &= \frac{4144,98.1,884}{8} \\ &= 976,143 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Weight tiap pontoon} = 976,143 \cdot 1,025$$

$$= 1000,546 \text{ ton}$$

$$\text{WBT (C) : } V = 0,344 \cdot 976,143 = 335,793 \text{ m}^3$$

$$W = 335,793 \cdot 1,025 = 344,188 \text{ ton}$$

$$\text{WBT (W) : } V = 0,328 \cdot 976,143 = 320,175 \text{ m}^3$$

$$W = 320,175 \cdot 1,025 = 328,179 \text{ ton}$$

Untuk T = 7,0 m ; t = 2,150 m

$$\text{Volume tiap pontoon} = \frac{4144,98 \cdot 2,150}{8}$$

$$= 1113,963 \text{ m}^3$$

$$\text{Weight tiap pontoon} = 1113,963 \cdot 1,025$$

$$= 1141,812 \text{ ton}$$

$$\text{WBT (C) : } V = 0,344 \cdot 1113,963 = 383,203 \text{ m}^3$$

$$W = 383,203 \cdot 1,025 = 392,783 \text{ ton}$$

$$\text{WBT (W) : } V = 0,328 \cdot 1113,963 = 365,380 \text{ m}^3$$

$$W = 365,380 \cdot 1,025 = 374,514 \text{ ton}$$

Untuk T = 8,0 m ; t = 2,415 m

$$\text{Volume tiap pontoon} = \frac{4144,98 \cdot 2,415}{8}$$

$$= 1251,266 \text{ m}^3$$

$$\text{Weight tiap pontoon} = 1251,266 \cdot 1,025$$

$$= 1282,547 \text{ ton}$$

$$\text{WBT (C) : } V = 0,344 \cdot 1251,266 = 430,436 \text{ m}^3$$

$$W = 430,436 \cdot 1,025 = 441,196 \text{ ton}$$

$$\text{WBT (W) : } V = 0,328 \cdot 1251,266 = 410,415 \text{ m}^3$$

$$W = 410,415 \cdot 1,025 = 420,676 \text{ ton}$$

Untuk T = 8,885 m ; t = 2,65 m

$$\text{Volume tiap pontoon} = \frac{4144,98 \cdot 2,65}{8}$$

$$= 1373,025 \text{ m}^3$$

$$\text{Weight tiap pontoon} = 1373,025 \cdot 1,025$$

$$= 1407,350 \text{ ton}$$

$$\text{WBT (C) : } V = 0,344 \cdot 1373,025 = 472,321 \text{ m}^3$$

$$W = 472,321 \cdot 1,025 = 484,129 \text{ ton}$$

$$\text{WBT (W) : } V = 0,328 \cdot 1373,025 = 450,352 \text{ m}^3$$

$$W = 450,352 \cdot 1,025 = 461,611 \text{ ton}$$

Tabel Total Volume Tangki Ballast

Sarat T (m)	Volume Ballast		Berat Ballast	
	Centre Tank (m ³)	Wing Tank (m ³)	Centre Tank (ton)	Wing Tank (ton)
2,000	22,573	21,523	23,137	22,061
2,500	97,316	92,790	99,749	95,109
2,650	124,229	118,451	127,335	121,412
3,000	193,919	184,899	198,767	189,522
4,000	241,151	229,935	247,180	235,683
5,000	288,561	275,140	295,775	282,018
6,000	335,793	320,175	344,188	328,179
7,000	383,203	365,380	392,783	374,514
8,000	430,436	410,415	441,196	420,676
8,885	472,321	450,352	484,129	461,611
9,000	472,321	493,010	484,129	506,634
9,140	472,321	500,712	484,129	513,229

Pada saat tinggi air ballast $t = 2,65$ meter, seluruh pontoon sudah penuh terisi air ballast, sehingga untuk mendapatkan sarat air T yang lebih besar, air ballast diisikan pada dinding samping, yang juga berfungsi sebagai tangki ballast.

Kapasitas Tangki Ballast Pada Dinding Samping (Side Wall)

Volume air ballast pada tiap dinding samping. Volume tiap side wall : $V_s = 81 \cdot 2,5 \cdot t_3 \cdot 0,98 = 198,45 t_3 \text{ (m}^3\text{)}$

$$\begin{aligned} \text{No. 1 dan 8 WBT : } V &= 9,6 \cdot 2,5 \cdot t_3 \cdot 0,98 \\ &= 23,52 t_3 \text{ (m}^3\text{)} \\ &= 0,119 V_s \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{No. 2 sampai 7 WBT : } V &= 10,8 \cdot 2,5 \cdot t_3 \cdot 0,98 \\ &= 26,46 \text{ (m}^3\text{)} \\ &= 0,133 V_s \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

Untuk $T = 9,0 \text{ m}$; $t = 3,503 \text{ m}$; $t_3 = 0,853 \text{ m}$

$$\begin{aligned}\text{Volume tiap side wall} &= 198,45 \cdot 0,853 \\ &= 169,278 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Weight tiap side wall} &= 169,278 \cdot 1,025 \\ &= 173,510 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{No. 1 dan 8 WBT: } V &= 0,119 \cdot 169,278 \\ &= 20,144 \text{ m}^3 \\ W &= 20,144 \cdot 1,025 \\ &= 20,648 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{No. 2 sampai 7 WBT: } V &= 0,133 \cdot 169,278 \\ &= 22,514 \text{ m}^3 \\ W &= 22,514 \cdot 1,025 \\ &= 23,077 \text{ ton}\end{aligned}$$

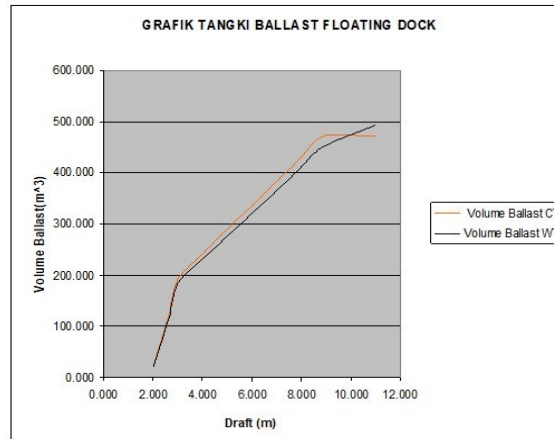
Untuk T = 9,14 m; t = 3,657 m; t₃ = 1,007 m

$$\begin{aligned}\text{Volume tiap side wall} &= 198,45 \cdot 1,007 \\ &= 199,839 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Weight tiap side wall} &= 199,839 \cdot 1,025 \\ &= 204,835 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{No. 1 dan 8 WBT: } V &= 0,119 \cdot 199,839 \\ &= 23,781 \text{ m}^3 \\ W &= 23,781 \cdot 1,025 \\ &= 24,375 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{No. 2 sampai 7 WBT: } V &= 0,133 \cdot 199,839 \\ &= 26,579 \text{ m}^3 \\ W &= 26,579 \cdot 1,025 \\ &= 27,243 \text{ ton}\end{aligned}$$



Gambar Grafik Tangki Ballast

SIMPULAN

Dari hasil perhitungan permasalahan dan preliminary design, ukuran utama floating dock dapat disimpulkan dimensi ukuran utama floating dock 1500 TLC untuk Galangan PT. X adalah: Panjang total (LOA_D) : 93,00 m, Panjang dock (L_D) : 81,00 m, Panjang tiap pontoon (L_P) : 9,60 m, Lebar dock terbesar (B_e) : 20,48 m, Lebar antara dinding samping (B_i) : 15,48 m, Lebar dinding samping (b) : 2,50 m, Dalam total/tinggi dock (H_D) : 10,64 m, Tinggi dinding dari balok lunas : 7,64 m, Dalam pontoon pada centreline : 3,00 m, Dalam pontoon di samping dock : 2,65 m, Sarat maksimum pada dinding : 9,14 m, Berat dock termasuk draining : 2861,87 Ton, Berat dock tanpa draining : 2482,77 Ton, Jarak antar pontoon : 0,60 m. Kedalaman laut yang dibutuhkan untuk perancangan floating dock di dermaga PT. X adalah 12 meter. Kemampuan docking PT. X yang semula 75 TLC meningkat menjadi 1500 TLC sedangkan kebutuhan mesin pembangkit tenaga listrik saat pelaksanaan pengedockan adalah sebesar 859,5 KW (1152,61 HP), sedangkan saat reparasi adalah sebesar 474,28 KW (636,02 HP). Maka dipergunakan tiga buah diesel generator dengan kapasitas masing-masing 750 HP (559,3 KW).

DAFTAR PUSTAKA

Amirikian, Arsham, 1957. "Analysis and Design of Floating Drydocks", The Society of Naval Architects and Marine Engineers, New York

- Anugraha, Alex, 1987. “*Perencanaan Dok Apung 5000 TLC Jenis Pontoon*”, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perkapalan – Fakultas Teknologi Kelautan ITS, Surabaya.
- BKI, 1996. “*Rules for The Classification and Construction of Sea Going Steel Ships, Volume II, Rules for Hull Construction*”, Jakarta.
- BKI, 2006. “*Rules for The Classification and Construction of Sea Going Steel Ships, Volume III, Rules for Machinery Instalation*”, Jakarta.
- Cornick, Henry F., 1968. “*Dock and Harbour Engineering*”, Volume 1 The Design of Docks, Second Edition, Charles Griffin and Company limited, London.
- Dishidros, TNI AL, 2003. “*Peta No. 85 Pelabuhan Tanjung Priok*”, Jakarta.
- Harrington, Roy L., 1992. “*Marine Engineering*”, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 601 Pavonia Avenu, Jersey City.
- Khetagurov, M., 1954. “*Marine Auxiliary Machinery and Systems*”, Peace Publishers, Moscow.
- Lloyd’s Register of Shipping, 1973. “*Floating Docks, Rules and Regulation for the Construction and Classification of Floating Docks*”, Volume II, 71 Fenchurch Street, London.
- STTAL, Teknik Mesin, 2005. “*Paket Instruksi Teori Bangunan Kapal II*”, STTAL, Surabaya.
- Susilo, Joko, 2003. “*Kalkulasi Volume Pengerukan Pada Area Rencana Pembangunan Kolam Dermaga Armabar di Pondok Dayung Tanjung Priok*”, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Hidrografi – STTAL, Jakarta .
- Taggart, Robert, 1980. “*Ship Design and Construction*”, The Society of Naval Kasus Desa Arjasa,” 2022.