

PERANCANGAN *FLOATING DOCK* UNTUK DAERAH PERAIRAN PELABUHAN KOTA TEGAL

Kiryanto¹, Wilma Amiruddin², Dwi Winanto Hari Fantio³
Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia
dwixsearch@yahoo.com

Abstrak

Floating dock merupakan bangunan air sebagai tempat reparasi kapal yang dinilai cukup efisien dalam pembangunannya karena tidak membutuhkan dana yang terlalu mahal. Di sektor industri perkapalan kota tegal sudah memiliki galangan dan dock reparasi kapal yang cukup berkembang. Ide perancangan *floating dock* ini dirancang sebagai alternatif baru pelayanan reparasi kapal. Perancangan *floating dock* ini juga memperhatikan dengan detail kapasitas kapal – kapal yang pernah melakukan reparasi di sekitar galangan di Kota Tegal agar ditemukan ukuran utama *floating dock* yang tepat.

Dari Kapasitas kapal yang ada dan berdasarkan metode perbandingan ukuran beberapa *floating dock*, maka ditemukan ukuran utama yang tepat untuk menampung kebutuhan pelayanan reparasi kapal yaitu LOA = 136,37 m, Lpt = 114,80 m, Bmax = 36,40 m, Bmd: 30,80 m, Tmin = 0,86 m, Tmax = 1,58 m, Hpt = 2,10 m, HOA = 9,60 m. Berdasarkan perhitungan ditemukan juga *Ton Lifting Capacity* (TLC) sebesar 3000 ton. Perancangan menggunakan software perkapalan yaitu dengan menggunakan *AutoCad, Delftship, Maxsurf dan Hidromax*. Dengan analisa stabilitas menggunakan *software Hidromax* diketahui bahwa *floating dock* ini mampu memiliki stabilitas yang baik dengan 4 kondisi yang semua memenuhi kriteria *International Maritime Organisation* (IMO). Perancangan *floating dock* ini juga menghitung analisa ekonomis dan investasi. Dari rekapitulasi dana investasi pembangunan *floating dock* yaitu sebesar Rp.136.622.888.000,00 dengan nilai kembali atau *break even point* selama 10 tahun dengan modal sendiri, 14 tahun dengan 50% modal sendiri dan 50 % pinjaman bank, dan *break event point* 18 tahun untuk dana pembangunan *floating dock* yang berasal dari 100 % pinjaman bank.

Kata kunci : *Floating dock*, Reparasi kapal, Stabilitas, *floating dock*, Investasi dan BEP

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Tegal disebut juga Kota Bahari, karena Kota Tegal merupakan Kota yang sedang mengalami perkembangan pesat dalam bidang kelautan dan perikanan serta angkutan perhubungan laut. Dengan kedalaman sarat air laut sekitar 4 – 6 m, sektor industri perkapalan kota termasuk cukup potensial. Di Tegal sudah terdapat beberapa galangan dan dock kapal yang cukup berkembang. Dalam hal dock kapal sudah terdapat dock dengan sistem *graving dock, slip way*, dan air bag. Namun belum terdapat *floating dock*. Alasan ide perancangan *floating dock* ini sebagai

alternative dalam pelayanan reparasi kapal, *Floating dock* juga memiliki keunggulan yaitu tidak memakan lahan sehingga tidak perlu sewa lahan dan juga pembuatannya lebih murah dibanding pembuatan *graving dock*. *Floating dock* juga memiliki kelemahan yaitu terdapatnya biaya perawatan jika terjadi korosi atau deformasi pada konstruksi *floating dock* tersebut. Tingkat produktivitas pelayanan reparasi kapal di setiap galangan di Kota Tegal termasuk cukup tinggi. Namun pada beberapa waktu beberapa tertentu galangan bisa mengalami over load antrian yang cukup menumpuk di alur pelabuhan khususnya pada saat menjelang akhir tahun sehingga pelayanan reparasi kapal harus dilimpahkan ke

galangan lain. Seperti pada tahun 2009 – 2011 Galangan Citra Bahari Shipyard melakukan kerjasama manajemen perawatan kapal dengan galangan Sarana Bahtera Shipyard, PT. Perikanan Nusantara dan Tegal Shipyard Utama untuk mempercepat proses reparasi kapal. Berikut adalah data kapasitas repair dari sample 2 galangan dock PT. Sarana Bahtera Shipyard dan PT. Citra Bahari Shipyard kota Tegal. Data yang diambil dari tahun 2009 – 2011 :

Tabel 1. Kapasitas reparasi kapal

No	Jenis Kapal	Kapasitas Repair per Tahun			GRT (Ton)
		2009	2010	2011	
1	Tugboat	30	38	25	20 - 300
2	General Cargo	34	32	30	500- 4000
3	Tongkang	33	34	31	700 - 4500
4	Tanker	0	4	1	300 - 1200
5	LCT	0	2	1	650 - 1000

1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan ukuran utama *floating dock* .
2. Menentukan daya angkat atau Ton Lifting Capacity (TLC) *floating dock*.
3. Menentukan Stabilitas *floating dock*
4. Menentukan total investasi pembangunan *floating dock* dan nilai ekonomis serta *break event point* pembangunan *floating dock*

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan umum *Floating dock*

Floting dock merupakan suatu bangunan konstruksi yang dipasang dari beberapa kompartemen yang kedap air pada sisi – sisinya dan terbuka pada kedua ujungnya. Dapat ditenggelamkan dengan mengisi kompartemen tersebut dengan air dan kapal akan memasukinya pada saat bangunan tenggelam sesuai sarat air yang diperlukan. Dan akan mencul kepermukaan lagi dengan jalan memompa air keluar dari kompartemen – kompartemen tersebut. Pada umumnya *floating dock* dibuat dengan konstruksi

baja yang berupa bangunan berbentuk ponton, sehingga dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain dengan ditarik tarik. Kedudukan dock apung pada permukaan air dapat berubah sesuai kebutuhan. Hal ini berarti adanya system pontoon yang merupakan ciri khusus dari *floating dock*. Ukuran bervariasi dari yang kecil (ratusan ton) sampai yang besar (ribuan ton). Dibanding dock lain biaya pembuatan dock apung lebih rendah. Tetapi biaya perawatan dan pemeliharanya lebih tinggi.

2.2 Metode Perancangan *Floating dock*

Dalam proses perancangan *floating dock*, salah satu faktor yang cukup signifikan untuk dipertimbangkan adalah penetapan metode rancangan sebagai salah satu upaya untuk menghasilkan output rancangan yang optimal dan memenuhi berbagai kriteria yang disyaratkan. Metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah menggunakan **Metode Perbandingan (*comparasion method*)** Merupakan metode perancangan yang mensyaratkan adanya *floating dock* pembanding dengan type yang sama dan telah memenuhi criteria rancangan dan mengusahakan hasil yang lebih baik dari *floating dock* yang telah ada. Ukuran-ukuran pokok *floating dock* dihasilkan dengan cara mengalikan ukuran pokok *floating dock* pembanding dengan faktor skala (*scale factor*).

1. dibandingkan metode perhitungan lainnya. Dengan kata lain *error factor* dari metode *Slender body* akan lebih kecil dibandingkan dengan metode lainnya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah simulasi komputasi yang menggunakan bantuan komputer untuk perhitungan dari *floating dock* rancangan ini. Adapun ringkasan metodologi dari penelitian ini dapat dilihat pada lampiran.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Menentukan ukuran utama *floating dock*

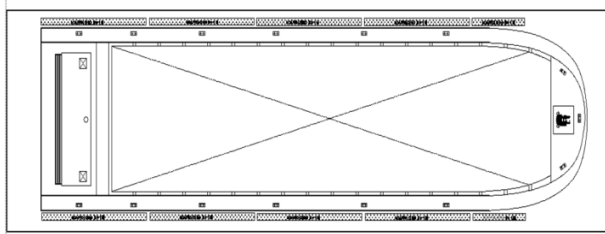
Floating dock yang direncanakan ini adalah berdasarkan data kapal – kapal yang pernah direparasi di galangan – galangan yang ada di

Kota Tegal. Berikut adalah skenario yang direncanakan berdasarkan data kapal yang pernah repair di galangan Sarana Bahtera Shipyard dan Citra Bahari Shipyard:

1. Floating dock dengan kapasitas formasi kapal tongkang

Tabel 2. Beberapa ukuran kapal tongkang

No	Nama Kapal	L	B	H	T	GT	LWT
1	TK. Pulau Tiga 3456	100,85	25,80	6,40	-	4408 Ton	1796,67 Ton
2	TK. Box Enam	73,15	23,50	4,27	-	2013 Ton	747,44 Ton
3	TK. Tirta Mas 1	62,43	18,00	3,88	-	1102 Ton	428,88 Ton

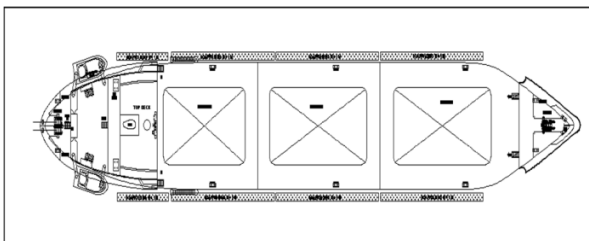


Gambar 1. Kapasitas floating dock

2. Floating dock dengan kapasitas formasi kapal General Cargo

Tabel 3. Beberapa ukuran kapal General Cargo

No	Nama Kapal	L	B	H	T	GT	LWT
1	KM. Dewi Pertiwi	98,60	16,33	8,40	6,80	3824 Ton	2683,36 Ton
2	KM. Dana Bahari	86,60	14,00	7,80	5,29	3824 Ton	2199,88 Ton
3	KM. Pantai Mas	71,16	11,50	7,00	4,50	1549 Ton	1157,86 Ton

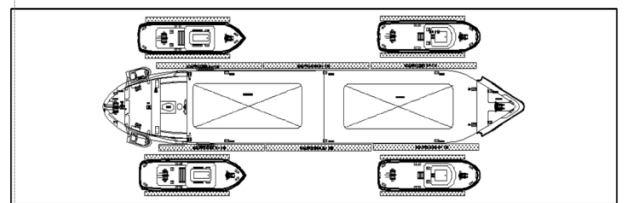


Gambar 2. Kapasitas floating dock

3. Floating dock dengan kapasitas formasi 1 General Cargo dan 4 Tugboat

Tabel 4. Beberapa ukuran kapal General Cargo dan Tugboat

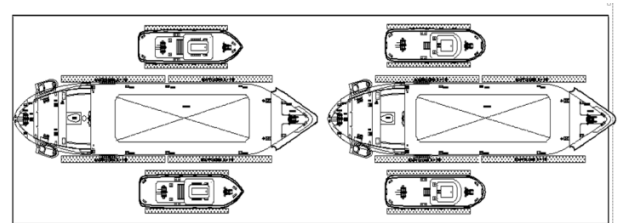
No	Nama Kapal	L	B	H	T	GT	LWT
1	KM. Pantai Mas	71,16	11,50	7,00	4,50	1549 Ton	1157,86 Ton
2	Tb. Young Tat 9	16,6	5,20	4,00	2,50	56 Ton	45,19 Ton



Gambar 3. Kapasitas floating dock

4. Floating dock dengan kapasitas formasi 2 General Cargo dan 4 Tugboat

Tabel 5. Beberapa ukuran kapal General Cargo dan Tugboat



Gambar 4. Kapasitas floating dock

Berdasarkan data kapasitas kapal yang pernah repair di galangan Kota Tegal maka Lebar kerja dock yang direncanakan disesuaikan Lebar kapal terbesar yaitu Tongkang Pulau Tiga 3456 dengan lebar 25,80 m ditambahkan 2,5 m x 2 = 5 m sebagai lebar ruang kerja maka Lebar kerja floating dock adalah **30,80 m**. Dengan Lebar 30,80 m dijadikan sebagai acuan untuk dilakukan perhitungan regresi maka di dapat ukuran floating dock sebagai berikut:

Ukuran utama floating dock

- Panjang dok (Ldok) = 114,80 m
- Lebar eksternal dok = 36,40 m
- Lebar internal dock = 30,80 m

Sarat kosong	= 0,86 m
Tinggi dok	= 9,60 m
Tinggi pontoon	= 2,01 m
Jumlah pontoon	= 5 pontoon
Jarak antar pontoon	= 0,70 m

4.2 Menentukan Ton Lifting Capacity (TLC)

Dari tabel 2 - 5 di atas maka bisa diperhitungkan *floating dock* memiliki kapasitas maksimal sekitar 2683,36 Ton. Untuk titik amannya maka diambil *floating dock* memiliki kapasitas maksimal **3000 Ton** maka diperoleh Sarat.

Berat *floating dock* pada keadaan kosong :

$$(5 \times (L \times B)) \times 0,86 \times 1,025 \text{ kg/m}^3 = 3609,74 \text{ Ton}$$

Jika berat maksimal yang direncanakan 3000 ton Berarti displacement dari *floating dock* ini adalah 6609,74Ton

Maka ditemukan sarat penuh dari *floating dock* adalah:

$$(5 \times (L \times B)) \times T \times 1,025 \text{ kg/m}^3 = 6609,74 \text{ Ton}$$

$$T_{\max} = 1,58 \text{ meter}$$

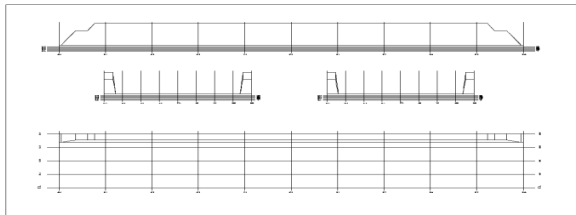
Maka $T_{\max} - T_{\min} = 1,58 \text{ m} - 0,86 \text{ m} = 0,72 \text{ m}$

Maka TLC *floating dock* adalah:

$$(5 \times (L \times B)) \times 0,72 \times 1,025 \text{ kg/m}^3 = 3000 \text{ Ton}$$

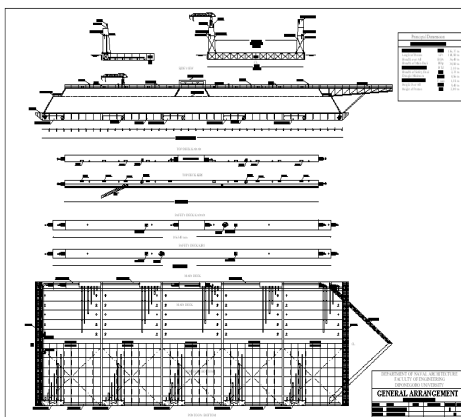
Maka TLC *floating dock* adalah: = **3000 Ton**

4.2.1 Rencana Garis



Gambar 5. Rencana Garis

4.2.2 Rencana Umum Floating dock



Gambar 6. Rencana umum

Gambar di atas menunjukkan bahwa posisi *floating dock* pada saat ditenggelamkan. Dengan kedalaman air lut **6 meter**. *floating dock* tidak kandas saat mencoba melakukan penenggelaman untuk docking kapal KM Dewi Pertiwi yang memiliki nilai LWT terbesar yaitu **2683,36 ton** dan Sarat kapal kosong tertinggi yaitu **1,35 meter**. Disini juga menentukan ketinggian antara lunas *floating dock* hingga mencapai tinggi *floating dock* yaitu **5,04 meter**. Selisih antara batas keel block dengan lunas kapal pada sarat kosong direncanakan sekitar **0,75 meter** dan selisih antara lunas *floating dock* dengan dasar air laut sedalam **0,93 meter**.

4.2.3 Perhitungan Safety Dock

Perhitungan *safety dock* sangat penting dalam perancangan *floating dock* khususnya pada saat pengopersian *floating dock* agar pada saat *floating dock* diturunkan bangunan *floating dock* tidak kandas atau tenggelam. Perhitungan *floating dock* menggunakan hukum *Archimedes* yang merupakan perbandingan volume ruang yang terisi udara harus lebih besar dibandingkan berat *floating dock* pada sarat kosong.

Berat *floating dock* pada sarat kosong

Massa jenis air laut = $1,025 \text{ kg/m}^3$

$$L \times B \times T \times M_j = (22,5 \times 5) \times 36,4 \times 0,86 \times 1,025 = 3609,74 \text{ ton}$$

berat ruang yang terisi udara

$$\text{Side wall} = 1285,67 \text{ ton}$$

$$\text{Pontoon} = (22,5 \times 2,8 \times 2,1 \times 5 \times 1,2) = 793,8 \times 3 = 2381,4 \text{ ton}$$

$$\text{Berat side wall} + \text{berat pontoon} = 3667,07 \text{ Ton}$$

$$\text{berat floating dock sarat kosong} = 3609,74 \text{ Ton}$$

$$\text{berat ruang yang terisi udara} = 3667,07 \text{ Ton}$$

Bisa dilihat bahwa berat ruang yang terisi udara lebih besar dibanding berat *floating dock* maka *floating dock* aman saat melakukan penenggelaman karena sudah dilakukan perhitungan *safety dock*.

4.2.4 Sistem Perpompaan

Kapasitas pompa = V / t

dimana t adalah jam kerja pompa, yang direncanakan bekerja selama 6 jam

$$Q = V \cdot A$$

Dengan : V adalah kecepatan arus air dalam satuan m/detik.

A = Harga V dapat diambil 2 – 2,5 m/detik

A adalah luas penampang pipa

(m^3)

$$\text{Maka : Volume} = 8017,471 \text{ m}^3$$

$$t = 2,5 \text{ jam}$$

$$Q = V/t$$

$$= 8017,471 / 2,5$$

$$= 3206,9884 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

Kecepatan fluida diambil = 2,5 m/detik = 9000 m/jam

Maka $Q = V \cdot A$

$$3206,9884 = 9000 A$$

$$A = 3206,9884 / 9000$$

$$A = 0,356 \text{ m}^2$$

$$A = \pi r^2$$

$$r = \sqrt{0,356 / 3,14} = 0,334 \text{ m}$$

Jadi diameter pipa (d) = 2 r

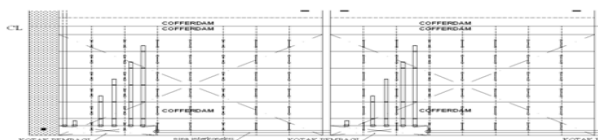
$$= 2 \cdot (0,334)$$

$$= 0,674 \text{ m} = 67,4 \text{ cm}$$

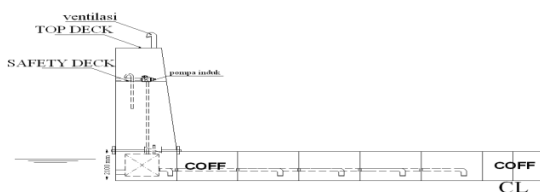
Pompa direncanakan : 2 unit

Dengan pompa cadangan 2 unit.

Dengan kapasitas pompa 3206,9884 m³ / jam maka 1 pompa dapat bekerja dengan waktu 2,5 jam. Disertai juga dengan sistem pipa interkoneksi yang dimaksudkan untuk membantu jalannya proses pengeluaran air apabila dalam satu ruang terjadi kesalahan misalnya pipa macet tidak bisa difungsikan.



Gambar 8. Pipa Interconnection



Gambar 9. Pipa Interconnection

4.3.1 Analisa Stabilitas Floating dock

Salah satu otoritas di bidang maritim yang telah diakui adalah *International Maritime Organisation (IMO)*. Standart stabilitas yang ditetapkan IMO adalah mengenai lengan stabilitas (GZ). Berikut ini adalah kriteria IMO yang digunakan :

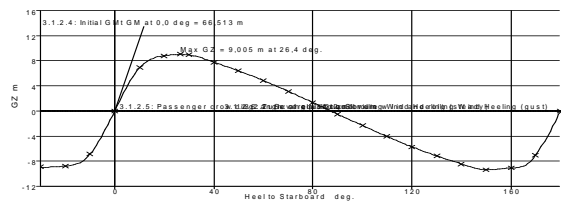
1. *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.1 :*
 - a. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0°– 30° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 3,151 m.deg.
 - b. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0°– 40° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 5,157 m.deg.

- c. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 30°– 40° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719 m.deg.
2. *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.2 :* nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut 30°– 180° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,2m.
3. *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.3 :* sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang atau sama dengan 25° (deg)
4. *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.4 :* nilai GM awal pada sudut 0° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,15 m.

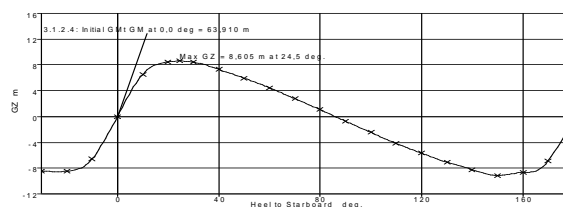
1. Kondisi 1 *Floating dock* memuat kapal tongkang
2. Kondisi 2 *Floating dock* memuat kapal *General Cargo*
3. Kondisi 3 *Floating dock* memuat 1 *General Cargo* dan 4 *Tugboat*
4. Kondisi 4 *Floating dock* memuat 2 *General cargo* dan 4 *tugboat*

Tabel 6. Hasil analisa stabilitas floating dock

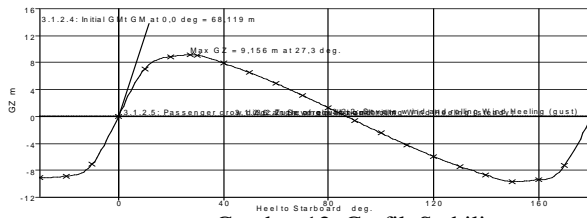
No.	Criteria IMO	Required	I	II	III	IV	status
1	Area 0° to 30°	31.510	199,3	208,5	212,3	213,8	Pass
2	Area 0° to 40°	5.16	278,5	292,7	298,2	300,6	Pass
3	Area 30° to 40°	1.719	79,24	84,18	85,87	86,77	Pass
4	GZ at 30° or greater	0.2	8,433	8,918	9,096	9,183	Pass
5	Angle of Gz max	25	24,5	26,4	27,3	27,3	Pass
6	GM	0.15	63,91	66,51	68,12	68,73	Pass



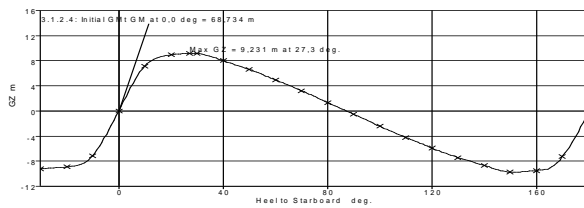
Gambar 10. Grafik Stabilitas



Gambar 11. Grafik Stabilitas



Gambar 12. Grafik Stabilitas



Gambar 13. Grafik Stabilitas

Dari Grafik kondisi 1 sampai dengan 4 menunjukkan nilai GZ untuk *floating dock* pada semua kondisi. Dengan adanya kurva lengan stabilitas (GZ) tersebut maka dapat diketahui besarnya nilai momen pada tiap-tiap sudut oleng. Nilai GZ maksimum *floating dock* terjadi pada kondisi III diikuti pada kondisi I. Hal ini dikarenakan *floating dock* pada kondisi ini memiliki momen kopel (*righting moment*) yang cukup besar pula.

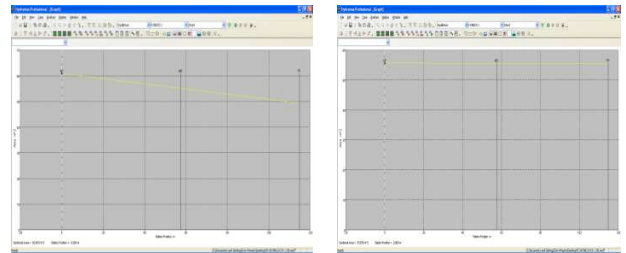
4.3.2 Pengaturan volume ponton *floating dock*

Pada saat *floating dock* melakukan pengedokan kapal tentunya harus ada pengaturan ballast pada ponton *floating dock*. Hal ini berguna agar *floating dock* tidak mengalami trim buritan maupun haluan karena itu dapat menyebabkan kondisi yang fatal pada saat pengedokan.

1. Skenario 1 *Floating dock* memuat kapal tongkang

Tabel 7. Pengaturan pengisian ponton

Item Name	Pengisian ballast Sebelum trim	Pengisian ballast Setelah trim
Lightship	1	1
TONGKANG	1	1
PONTON 1 KANAN	20%	20%
PONTON 1 KIRI	20%	20%
PONTON 2 KANAN	20%	20%
PONTON 2 KIRI	20%	20%
PONTON 3 KANAN	20%	20%
PONTON 3 KIRI	20%	20%
PONTON 4 KANAN	20%	25%
PONTON 4 KIRI	20%	25%
PONTON 5 KANAN	20%	40%
PONTON 5 KIRI	20%	40%

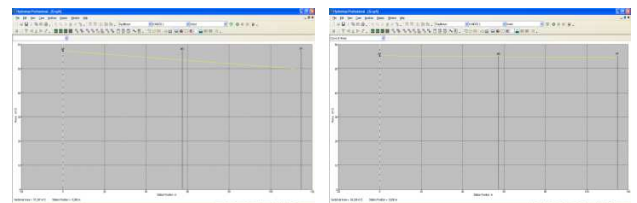


Gambar 14. Grafik perbandingan selisih sarat *floating dock* setelah pengaturan pengisian ponton.

2. Skenario 2 *Floating dock* memuat kapal general cargo

Tabel 8. Pengaturan pengisian ponton

Item Name	Pengisian ballast Sebelum trim	Pengisian ballast Setelah trim
Lightship	1	1
General Cargo	1	1
PONTON 1 KANAN	20%	20%
PONTON 1 KIRI	20%	20%
PONTON 2 KANAN	20%	20%
PONTON 2 KIRI	20%	20%
PONTON 3 KANAN	20%	20%
PONTON 3 KIRI	20%	20%
PONTON 4 KANAN	20%	25%
PONTON 4 KIRI	20%	25%
PONTON 5 KANAN	20%	40%
PONTON 5 KIRI	20%	40%



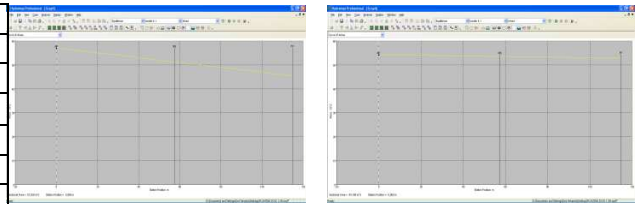
Gambar 15. Grafik perbandingan selisih sarat *floating dock* setelah pengaturan pengisian ponton.

3. Skenario 3 *Floating dock* memuat 1 kapal *general cargo* dan 4 *tugboat*

Tabel 9. Pengaturan pengisian ponton

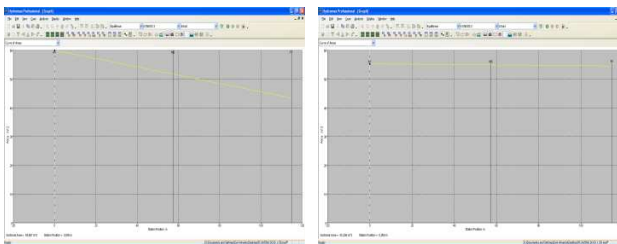
Item Name	Pengisian ballast Sebelum trim	Pengisian ballast Setelah trim
Lightship	1	1
General Cargo	1	1
General Cargo	1	1
Tugboat	1	1

Tugboat	1	1
Tugboat	1	1
Tugboat		
PONTON 1 KANAN	20%	20%
PONTON 1 KIRI	20%	20%
PONTON 2 KANAN	20%	20%
PONTON 2 KIRI	20%	20%
PONTON 3 KANAN	20%	20%
PONTON 3 KIRI	20%	20%
PONTON 4 KANAN	20%	25%
PONTON 4 KIRI	20%	25%
PONTON 5 KANAN	20%	40%
PONTON 5 KIRI	20%	40%



Gambar 16. Grafik perbandingan selisih sarat *floating dock* setelah pengaturan pengisian ponton

5. Skenario ekstrim *Floating dock* memuat 1 kapal *general cargo* dengan keadaan salah satu ponton tidak berfungsi



Gambar 16. Grafik perbandingan selisih sarat *floating dock* setelah pengaturan pengisian ponton.

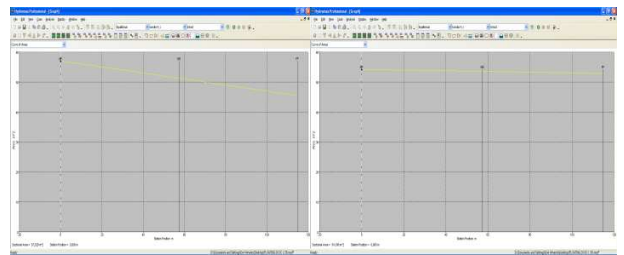
4. Skenario 4 *Floating dock* memuat 2 kapal *general cargo* dan 4 *tugboat*

Tabel 10. Pengaturan pengisian ponton

Item Name	Pengisian ballast Sebelum trim	Pengisian ballast Setelah trim
Lightship	1	1
General Cargo	1	1
Tugboat	1	1
Tugboat	1	1
Tugboat	1	1
Tugboat	1	1
PONTON 1 KANAN	20%	20%
PONTON 1 KIRI	20%	20%
PONTON 2 KANAN	20%	20%
PONTON 2 KIRI	20%	20%
PONTON 3 KANAN	20%	20%
PONTON 3 KIRI	20%	20%
PONTON 4 KANAN	20%	25%
PONTON 4 KIRI	20%	25%
PONTON 5 KANAN	20%	40%
PONTON 5 KIRI	20%	40%

Tabel 11. Pengaturan pengisian ponton

Item Name	Pengisian ballast Sebelum trim	Pengisian ballast Setelah trim
Lightship	1	1
General Cargo	1	1
PONTON 1 KANAN	20%	10%
PONTON 1 KIRI	20%	10%
PONTON 2 KANAN	20%	20%
PONTON 2 KIRI	20%	20%
PONTON 3 KANAN	20%	20%
PONTON 3 KIRI	20%	20%
PONTON 4 KANAN	20%	70%
PONTON 4 KIRI	20%	70%
PONTON 5 KANAN	00%	00%
PONTON 5 KIRI	00%	00%



Gambar 16. Grafik perbandingan selisih sarat *floating dock* setelah pengaturan pengisian ponton

Tabel 12. Hasil analisa equilibrium

Skenario	LCB	KB	TPC	Selisih draft AP- FP
1	54,829	0,96	42,840	0,235 m
2	57,851	0,767	42,840	0,227 m
3	55,240	0,748	42,840	0,375 m
4	57,165	0,74	42,840	0,318 m
5	57,275	0,76	42,840	0.456

6. Skenario performance *Rolling Floating dock*

Gerakan ini terjadi karena adanya gelombang dari sisi kiri dan kanan *Floating dock*, jadi yang ditinjau hanya 90°. Berdasarkan hasil *running* dapat kita lihat bahwa semakin kecil nilai sudut *rolling motion* yang diterima atau direspon suatu *Floating dock* maka semakin kecil momen yang dibutuhkan oleh kapal tersebut untuk kembali ke posisi semula (*Restoring moment*)

Tabel 13 Nilai Performance *Rolling Floating dock*

Item	Wave heading (deg)	velocity	Amplitudo
Rolling	0	0	0
	45	0	13,67 deg
	90	0	27,35 deg
	180	0	0

Dari analisa *rolling* di atas bisa diketahui bahwa amplitude atau nilai simpangan dari *floating dock* cukup besar mencapai 27, 35 ° dan terjadi *deck wetness*. Namun bisa diatasi dengan cara pengaturan ballast air pada pontoon *floating dock* agar posisi kembali even keel.

4.4.1 Analisa Ekonomis Pembangunan *Floating dock*

Pembangunan *floating dock* ini direncanakan akan melayani jasa reparasi kapal. Dari data teknis yang dibutuhkan oleh galangan kapal ini dapat kita hitung berapa dana yang dibutuhkan untuk investasi pembangunan *floating dock* ini adalah sebagai berikut:

Tabel 14. Investasi biaya pembangunan *floating dock*

Analisa biaya produksi pada proses penggantian pelat pada lambung kapal dimulai dari harga bahan baku pelat, harga konsumable dikalikan dengan prosentase konsumable yang digunakan (elektroda las, oksigen dan elpiji) dan estimasi biaya produksi penggunaan mesin bantu dan jasa pekerjaan. Jumlah total dari ketiga item tersebut Rp. 17455,-/kg kemudian ditambah beban overhead 20% sehingga harga pokok produksi menjadi Rp. 20946,-/kg. Dengan membandingkan harga pokok produksi dengan standart tarif penggantian pelat pada standart IPERINDO maka masih terdapat keuntungan sebesar Rp. 4,050,-/kg. Berdasarkan data dari galangan kapal pembeding bahwa keuntungan per Kg untuk pekerjaan pelat sebesar Rp. 4.050,-. Sehingga kita dapat menghitung besarnya keuntungan pada galangan ini dengan cara mengkalikan berat total pelat reparasi dengan keuntungan per Kg untuk pekerjaan pelat dari galangan pembeding. Berat pelat reparasi selama 1 tahun untuk galangan ini sebesar = 2700ton = 2.700.000 Kg

Laba pekerjaan pelat = jmlh pelat reparasi 1Th * keuntungan per Kg

$$= 2.700.000 \text{ Kg} \times \text{Rp}4050,- = \text{Rp. 10.935.000.000,-}$$

Jadi keuntungan untuk pekerjaan pelat yaitu : **Rp. 10.935.000.000,-**

Tabel 15. Estimasi Keuntungan

No	Uraian	Keuntungan 1 tahun
1	Steel Work	10935000000
2	Machinery	1500000000
3	Propeller	3500000000
4	Docking	5000000000
5	Outfitting	2500000000
6	Service	2000000000
Jumlah		25435000000

Tabel 16. Biaya Tetap Perusahaan

No	Uraian	satu tahun
1	Biaya Gaji Pegawai	3114000000
2	Biaya air, listrik, dan alat kantor	1000000000
3	Biaya Administrasi & Keuangan	500000000
4	Biaya Pengadaan Material	1150000000
5	Biaya Perawatan	1000000000
Jumlah		6314000000

Tabel 17. Total laba bersih perusahaan per tahun

No	Uraian	Keuntungan 1 tahun	Total
Jenis pendapatan			
1	Steel Work	1093500000	
2	Machinery	1500000000	
3	Propeller	3500000000	
4	Docking	5000000000	
5	Outfitting	2500000000	
6	Service	2000000000	
Total Pendapatan			25435000000
Jenis pengeluaran			
1	Biaya Gaji Pegawai	3114000000	
2	Biaya air, listrik, dan alat kantor	1000000000	
3	Biaya Administrasi & Keuangan	500000000	
4	Biaya Pengadaan Material	1150000000	
5	Biaya Perawatan	1000000000	
Total pengeluaran			6314000000
Overhead cost + 10% total pengeluaran			631400000
Laba kotor per tahun			18489600000

Setelah di dapat laba kotor Kemudian menentukan laba bersih per tahun,yaitu:

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Laba bersih} &= \text{Laba kotor} \times \text{penyusutan alat} \times \\
 &\quad \text{pajak } 15\% \\
 &= \text{Rp.18489600000} \quad \times \\
 &\quad \text{Rp.315.700.000} \quad \times \\
 &\quad \text{Rp.2.820.795.000} \\
 &= \text{Rp.15.984.505.000,-}
 \end{aligned}$$

4.4.2 Evaluasi Project Investasi

Kemampuan proyek menghasilkan laba diukur dengan Break event point. Untuk menyelesaikan perhitungan menggunakan bantuan Microsoft Excell untuk mempermudah proses perhitungan,.Perhitungan ini akan dijadikan dalam satu lembar perhitungan investasi pendapatan hal ini bertujuan untuk mempermudah langkah langkah perhitungan. Tingkat suku bunga atau MARR yang digunakan adalah 15%. Dalam

penyajian investasi akan disajikan dalam tiga alternatif berikut ini

- Alternatif I
 - a. Permodalan diasumsikan 100% modal sendiri.
 - b. Maka dari perhitungan yang bisa dilihat pada lampiran diketahui bahwa floating dock akan mencapai BEP pada periode operasi ke 10.
- Alternatif II
 - a. Permodalan diasumsikan 50% dari bank dan 50% modal sendiri..
 - b. Angsuran pada pihak bank 12 x per tahun dengan bunga sebesar 15%.
 - c. Maka dari perhitungan yang bisa diketahui pada lampiran bahwa floating dock akan mencapai BEP pada periode operasi ke 14
- Alternatif III
 - a. Permodalan diasumsikan 100% pinjaman dari bank.
 - b. Angsuran pada pihak bank 12 x per tahun dengan bunga sebesar 15%.
 - Angsuran per bulan Rp. 1.000.000.000,-
 - Bunga pinjaman per bulan Rp. 1.000.000.000,- x 15% = Rp. 150.000.000,-, sehingga total angsuran per bulan Rp. 1.150.000.000,-.
 - Angsuran per tahun Rp. 13.800.000.000,
 - c. Total investasi **Rp. 136.622.888.000**
 - d. Maka dari perhitungan yang bisa diketahui pada lampiran bahwa Floating dock akan mencapai BEP pada periode operasi ke 18

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan penulis yaitu Perancangan Floating dock Untuk Daerah Perairan Pelabuhan Kota Tegal, yang mana difungsikan sebagai dock reparasi kapal alternative dari ketersediaan galangan yang ada di Kota Tegal , maka dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode perancangan optimasi dari kapasitas galangan dan kapal yang direparasi tiap tahunnya maka didapatkan:

- a. Ukuran utama dari Floating dock yaitu $LOA = 136,37 \text{ m}$, $Lpt = 114,80 \text{ m}$, $BOA = 36,4 \text{ m}$, $BMD = 30,80 \text{ m}$, $BTd = 2,10 \text{ m}$, $BSd = 2,33 \text{ m}$, $HOA = 9,60 \text{ m}$, $Hpt = 2,10 \text{ m}$, $Tmax = 1,58 \text{ m}$, $Tmin = 0,86 \text{ m}$
 - b. Floating dock menggunakan jenis pontoon self docking yaitu jenis pontoon yang terdiri dari 5 kompartement yang terpisah - pisah.
 - c. Kedalaman air laut disekitar daerah perairan pelabuhan kota Tegal minimal antara 4 – 6 m , Jika pada kondisi sedimentasi kedalaman air mulai naik maka harus dilakukan pengerukan.
 - d. Kapasitas pompa dari floating dock ini adalah $8017,471 \text{ m}^3$ dengan kinerja pompa sebesar $3206,988 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan pompa yang direncanakan sebanyak 2 unit pompa utama, maka satu pompa dapat bekerja selama 2,5 jam dan 2 unit pompa cadangan.
2. Ton Lifting Capacity *Floating dock* adalah 3000 Ton, berdasarkan muatan kapal dengan $LWT = 2688,78 \text{ ton}$ dengan menghasilkan sarat penuh 1,58 m.
 3. Analisa stabilitas menggunakan criteria (*International Maritime Organisation (IMO)*). Hasil analisa stabilitas menunjukkan bahwa kapal memiliki nilai GZ maksimum terjadi pada kondisi III diikuti pada kondisi I. Dan nilai MG terbesar terjadi pada kondisi III yang menyebabkan kapal memiliki waktu tercepat untuk kembali ke posisi tegak. Sedangkan nilai MG terkecil terjadi pada kondisi II yang menyebabkan kapal memiliki waktu paling lambat untuk kembali ke posisi tegak dibandingkan pada kondisi lain.
 4. Hasil perhitungan rencana anggaran biaya pembangunan floating dock didapatkan bahwa floating dock memiliki nilai investasi sebesar **Rp. 136.622.888.000,00** dengan nilai kembali atau break event point selama 10 tahun dengan modal sendiri, 14 tahun dengan 50% modal sendiri dan 50 % pinjaman bank, dan break event point 18 tahun untuk dana pembangunan floating dock yang berasal dari 100 % pinjaman bank.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Bureau of Shipping 1982 , **Steel Floating Dry Dock**, NewYork
- [2] Biro Klasifikasi Indonesia 2006, **Rules volume II**, Jakarta
- [3] China Classification Society 2009, **Rules for Clasification of floating dock**, Beijing
- [4] Djaja Indra Kusna, 2008, ” **Teknik Konstruksi Kapal Baja Jilid 1**”, Departemen Pendidikan Nasional .
- [5] D. R. Derrett, 2001, ” **Ship Stability for Masters and Mates**”, Melbourne New Delhi
- [6] Ir. Soejitno, “ **Diktat Sistem Reparasi Kapal** “, Teknik Perkapalan FTK – ITS.
- [7] Santoso, IGM, Sudjono, YJ, 1983, ” **Teori Bangunan Kapal** “, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Indonesia.