

Perencanaan Peletakan *Dock Block* untuk *Docking Plan* KM. XXX di PT. XYZ

Annisa Hamidah Dwiyanti¹, Aang Wahidin²

¹Program Studi D3-Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal, Jurusan Teknik Bangunan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya (60111)

²Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya (60111), Indonesia

E-mail : annisahd000@gmail.com

Abstrak

Umumnya setiap kapal yang akan melakukan *docking* atau pendedokan telah memiliki dokumen *docking plan* untuk mengetahui penempatan *dock block* yang sesuai dengan BKI Volume II Rules For Hull 2022 section 8 E, namun pada kenyataannya *dock block* yang ada disetiap galangan memiliki bentuk dan kekuatan yang berbeda-beda sehingga *docking plan* tidak dapat digunakan di semua galangan. Oleh karena itu diperlukan perencanaan peletakan *dock block* yang sesuai BKI Volume II Rules For Hull 2022 section 8 E untuk memastikan tidak adanya deformasi saat kapal naik dok, untuk perencanaan peletakan *dock block* menggunakan *docking calculation* yang ada di rules BKI 2022. Pernah terjadi insiden lambung kapal mengalami deformasi pada KM. XXX saat pendedokan yang penyebabnya kemungkinan dari kesalahan penempatan *dock block* yang jaraknya tidak sesuai dengan distribusi berat kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berat kapal sebelum naik dok, untuk mengetahui berapa jarak dan jumlah *dock block* yang sesuai dengan rules BKI dan gambar peletakannya. Sebelumnya telah diketahui kekuatan kapasitas maksimal *dock block* sebesar 28 ton namun masih ada *reduction factor*. Pada perhitungan berat kapal kosong diperoleh nilai 2.477,68 ton. Jumlah *dock block* yang sesuai dengan distribusi berat kapal adalah 103 buah namun digunakan 118 *dock block* karena memperhatikan faktor keamanannya, dan untuk jarak antar *dock block* tidak lebih dari 3 frame.

Keyword : *Dock Block*, *Docking Plan*, BKI, Distribusi Berat Kapal

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Suatu kapal melakukan pendedokan karena ada beberapa sebab. Pertama, karena regulasi Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) mengharuskan kapal melakukan survei setiap satu tahun sekali atau *annual survey*, survey pembaharuan kelas setiap 4 atau 5 tahun sekali, survey antara 2 pembaruan kelas atau *intermediate survey*, dan jenis survey lain yang dianggap perlu. Kedua, karena adanya kerusakan pada kapal sehingga menyebabkan kapal harus melakukan pendedokan untuk direparasi atau *emergency docking*.

Docking Plan adalah sebuah gambar yang menjelaskan mengenai perencanaan dan prosedur pendedokan pada kapal yang akan melakukan aktivitas pendedokan. *Docking Plan* merupakan bagian yang paling penting karenan berhubungan dengan keselamatan kapal saat pendedokan. Dalam setiap *docking* atau pendedokan seharusnya sebuah kapal memiliki dokumen *docking plan* untuk mengetahui peletakan *dock block* saat *docking*, namun *dock block* di setiap galangan memiliki kekuatan yang berbeda-beda dan penempatan *dock block* tidak bisa disamaratakan menggunakan *docking plan* dari kapal.

PT. XYZ menggunakan fasilitas dok tarik (*slipway*) untuk proses pendedokan, fasilitas dok tarik (*slipway*) memerlukan banyak komponen yang perlu diperhitungkan juga kekuatannya untuk memastikan proses pendedokan berjalan dengan lancar. Komponen-komponen yang digunakan seperti mesin *winch*, *airbag*, *dock block*, *wire rope*, *crane*, dan lain-lain. Pernah terjadi insiden lambung kapal mengalami deformasi pada KM. XXX saat pendedokan yang penyebabnya kemungkinan dari kesalahan penempatan *dock block* yang jaraknya tidak sesuai dengan distribusi berat kapal. Peletakan *dock block* sendiri harus direncanakan dengan perhitungan yang sudah diatur dalam BKI Volume II Rules For Hull 2022 Section 8 E.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa berat KM. XXX saat akan dinaikkan ke darat untuk pendedokan?
2. Berapa jumlah dan jarak antar *dock block* yang dibutuhkan KM. XXX untuk *docking* di PT. XYZ sesuai dengan BKI?
3. Bagaimana penggambaran peletakan *dock block* untuk *docking plan* alternatif KM. XXX di PT. XYZ?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui berat KM. XXX saat akan dinaikkan ke darat untuk proses pendedokan.
2. Untuk menentukan jumlah dan jarak antar *dock block* yang dibutuhkan untuk KM. XXX untuk *docking* di PT. XYZ sesuai dengan BKI.
3. Untuk menentukan *docking plan* alternatif KM. XXX di PT. XYZ.

2. METODE PENELITIAN

Pada proses penyusunan penelitian maka diperlukan langkah – langkah sistematis dan terarah sehingga menghasilkan penelitian yang tepat sasaran sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu studi teoritis terkait dengan *dock block*, melakukan pengumpulan data, perhitungan jumlah dan jarak *dock block*, serta perencanaan peletakan *dock block*. Berikut ini adalah mengenai uraian mengenai langkah-langkah proses penelitian :

1. Identifikasi Masalah, Studi Lapangan, dan Studi Literatur
Identifikasi masalah dan studi lapangan dilaksanakan saat penulis melakukan pengamatan di lapangan langsung yakni saat *On the Job Training* di galangan kapal (jenis pendedokan *slipway*), untuk studi literatur dengan mencari jurnal dengan jurnal yang berkaitan dengan judul.
2. Pengumpulan Data
Pengumpulan data dilakukan dengan survey secara langsung di galangan, studi literatur, dan wawancara lapangan. Data yang dibutuhkan antara lain ; spesifikasi *dock block*, *ship particular* (ukuran utama kapal), sarat depan dan belakang kapal saat akan naik dok, *docking plan* aktual KM. XXX, *linesplan* , *General Arrangement*.
3. Perhitungan Berat Kapal
Perhitungan berat kapal menggunakan perhitungan pendekatan dengan menggunakan rumus displacement kapal.
4. Menghitung Jumlah *Dock Block*
Perhitungan jumlah *dock block* saat pendedokan dimulai dengan analisa perhitungan kekuatan *dock block*, lalu dilanjutkan dengan perhitungan berat kapal yang nantinya diaplikasikan pada kekuatan *dock block*.
5. Menghitung Jarak *Dock Block*
Perhitungan jarak *dock block* menyesuaikan dengan perhitungan jarak *airbags*, karena peletakan *dock block* ada pada sela-sela peletakan *airbags*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan Berat Kapal

Untuk menentukan kebutuhan jumlah *dock block* yang akan digunakan KM.. XXX untuk pendedokan maka penting untuk diketahui terlebih dahulu berat kapal saat akan naik ke dok. Perhitungan berat kapal sangat dibutuhkan saat kapal melakukan *docking*, berat kapal yang dimaksudkan disini adalah berat kapal kosong / LWT (*Light Weight Tonage*) karena kapal yang akan melakukan *docking* harus dalam keadaan kosong. Untuk perhitungan berat kapal menggunakan perhitungan pendekatan yakni menggunakan rata-rata *draft* kapal depan dan belakang sebelum kapal naik ke dok. Data utama KM. XXX yang diperoleh saat kapal akan naik dok adalah sebagai berikut;

~ <i>Length Over All</i> (LOA)	: 97,53 m
~ <i>Length Between Perpendicular</i> (LBP)	: 95,32 m
~ <i>Breadth Moulded</i> (B)	: 24,38 m
~ <i>Draft Moulded</i> (T)	: 4,29 m
~ <i>Depth</i> (H)	: 6,06 m
~ <i>Coefficient Block</i> (Cb)	: 0,80

Dari data ukuran utama KM. XXX tersebut dapat dilakukan perhitungan berat kapal kosong atau LWT (*Light Weight Tonnage*), perhitungan tersebut mengacu pada kondisi terakhir kapal sebelum naik ke dok. Data kapal yang perlu diperoleh saat KM. XXX akan naik dok yakni sarat belakang (*draft after before docking*) dan sarat depan kapal (*draft fore before docking*), rata-rata sarat depan dan sarat belakang inilah yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan berat kapal kosong atau LWT (*Light Weight Tonnage*). Untuk mendapatkan nilai sarat depan dan belakang dilakukan survey ke laut dengan melihat berapa sarat air kapal tersebut sesaat sebelum naik ke dok. Berikut hasil survey sarat depan dan belakang KM. XXX saat akan naik dok :

~ <i>Draft fore before docking</i> (Tf)	: 0,9 m
~ <i>Draft after before docking</i> (Ta)	: 1,7 m
~ <i>Draft when docking</i> [T = (Tf+Ta)/2]	: 1,3 m

Dari perhitungan sarat rata-rata kapal sebelum naik dok diatas, diperoleh nilai sarat sebesar 1,3 m. Nilai sarat 1,3 m diperoleh dari perhitungan nilai rata-rata sarat depan dan belakang dari hasil survey. Sarat inilah yang digunakan untuk perhitungan berat kapal kosong atau LWT (*Light Weight Tonnage*) selanjutnya. Perhitungan berat kapal kosong atau LWT (*Light Weight Tonnage*), menggunakan rumus berikut;

$$\begin{aligned} \text{LWT} &= L \times B \times T \times C_b \times \rho_{\text{air}} \\ &= 95,32 \text{ m} \times 24,38 \text{ m} \times 1,3 \text{ m} \times 0,8 \times 1,025 \text{ Ton/m}^3 \\ &= 2.477,279 \text{ Ton} \end{aligned}$$

3.2. Kekuatan Kapasitas Dock Block di PT. XYZ

Selain perhitungan berat kapal, hal penting yang harus diketahui untuk menentukan kebutuhan jumlah *dock block* adalah kekuatan kapasitas *dock block* yang digunakan. Data kekuatan kapasitas *dock block* bertujuan untuk mengetahui berapa beban yang dapat ditampung oleh *dock block* tersebut. Untuk *dock block* yang digunakan di PT. XYZ adalah berbentuk balok dengan kerangka plat siku (*angle bar*) ukuran 100 mm x 100 mm x 10 mm. Setiap perusahaan memiliki bentuk dan dimensi *dock block* yang berbeda-beda, PT. XYZ menggunakan *dock block* berbentuk balok dan memiliki dimensi sebagai berikut :

- *Material size* : 100 mm x 100 mm x 10 mm (*Angle bar*)
- *Dock block size* : 750 mm (*length*) x 400 mm (*width*) x 400 mm (*height*)

Dalam analisa dan perhitungan kekuatan kapasitas *dock block* yang ada di PT. XYZ diperoleh hasil bahwa kekuatan kapasitaas maksimal *dock block* yakni 28 ton. Perusahaan melakukan pengujian menggunakan *software multiframe* dengan memberi beban 40 ton, dapat dilihat pada lampiran 9. Namun dari kapasitas maksimal masih ada *reduction faktor* sebesar 15% sehingga kekuatan kapasitas *dock block* yang dipakai yakni 23,8 ton. Berikut data kapasitas kekuatan *dock block* yang ada di PT. XYZ.

- *Dock block capacity (max)* : 28 Ton
- *Reduction factor* : 15%
- *Dock block capacity* : 23,8 Ton
-

3.3. Perhitungan Perencanaan Jumlah Dock Block yang Digunakan KM. XXX untuk Docking

Perencanaan jumlah *dock block* tidak dijelaskan secara langsung pada BKI *Volume II Rules For Hull 2022 section 8 E* mengenai perhitungan pengedokan, namun perencanaan jumlah *dock block* dapat juga diketahui dengan membagi antara *displacement* kapal dengan kekuatan kapasitas *dock block*. Dari perhitungan berat kapal kosong / LWT (*Light Weight Tonnage*) dan data kekuatan kapasitas *dock block* sebelumnya dapat dilakukan perhitungan perencanaan jumlah *dock block*. Berikut perhitungan perencanaan jumlah *dock block* :

$$\begin{aligned} \Sigma &= \text{LWT} / \text{dock block capacity} \\ &= 2.477,28 / 23,8 \\ &= 104 \end{aligned}$$

Hasil dari pembagian berat kapal kosong / LWT (*Light Weight Tonnage*) dengan kekuatan kapasitas *dock block* diperoleh nilai 104, nilai inilah yang akan menjadi perencanaan jumlah *dock block* yang akan digunakan KM. XXX untuk pengedokan.

Pada BKI *Volume II Rules for Hull 2022 section 8 E Docking Calculation* dijelaskan perhitungan pengedokan dimana harus dilakukan perhitungan beban nominal *dock block* per meter, sehingga saat pengedokan bisa diaplikasikan dengan jarak peletakan *dock block* dan kondisi di *slipway*. Pada

perhitungan pengedokan sederhana (*Simplified docking calculation*) merupakan salah satu metode yang dicantumkan dalam BKI *Volume II Rules for Hull 2022 section 8 E* mengenai perhitungan pengedokan (*docking calculation*). Pada perhitungan pengedokan ini dijelaskan gaya balok lunas bekerja pada konstruksi alas dapat dihitung dengan cara yang sederhana dengan menggunakan beban nominal balok lunas (q_0). Berdasarkan gaya tersebut seluruh bagian konstruksi alas yang mungkin terpengaruh oleh gaya balok lunas harus ditunjukkan atas kecukupan kekuatannya.

Pada saat proses pengumpulan data telah didapatkan beberapa data kapal yang dapat digunakan untuk perhitungan pengedokan sesuai BKI *Volume II Rules for Hull 2022 section 8 E* pada persamaan berikut;

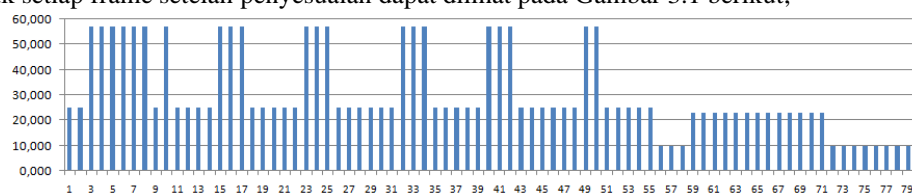
$$q_0 = \frac{G_s \cdot C}{L_{KB}} [\text{kN/m}] \quad 3.1$$

Data-data yang telah diperoleh diantaranya yaitu *ship particular* dan sarat kapal saat akan naik ke dok, data-data tersebut digunakan untuk mengetahui nilai G_s (Total berat kapal dalam satuan KN selama pengedokan termasuk muatan, balas, dan bahan habis pakai). Panjang balok lunas atau panjang lunas datar (L_{KB}) di peroleh dari gambar *general arrangement*. Data lain seperti jarak wrang plat, sekat melintang, jarak frame dan lainnya diperoleh dari gambar konstruksi dan gambar rencana umum (*general arrangement*).

L_{kb} atau panjang balok lunas atau panjang lunas datar diukur dari gambar *general arrangement*. Dari data *general arrangement* diperoleh data jarak frame, KM. XXX memiliki 78 frame dengan jarak frame 1,524 m untuk frame 0 sampai 54 dan jarak frame 0,6096 m untuk frame 55 sampai 78. Dari gambar *general arrangement* didapatkan data panjang L_{kb} atau panjang lunas datar senilai 88,7026 m. Untuk hasil survey kapal sebelum naik ke dok diperoleh data sarat kapal bagian depan dan belakang, yakni sarat depan (T_f) = 0,9 m, sarat belakang (T_a) = 1,7 m, sehingga diperoleh nilai sarat rata-rata yakni $T = (T_a + T_f) / 2 = 1,3$ m. Setelah diketahui nilai sarat rata-rata dan data *ship particular* maka dapat dilakukan perhitungan G_s (Total berat kapal (KN) selama pengedokan termasuk muatan, balas, dan bahan habis pakai). Nilai G_s diperoleh $G_s = 24.281,32$ kN.

Nilai q_0 atau beban nominal dikelompokkan menjadi dua yakni q_0 untuk daerah tertentu dan q_0 untuk daerah umum. Untuk daerah tertentu misalnya pada daerah sekat melintang, dibawah *main engine*, dan di daerah 0,075 m dari kedua ujung lunas kapal ($0,075 \cdot L_{kb}$). Untuk mengetahui distribusi beban kapal mari coba kita pahami dahulu persamaan 3.1, hasil dari persamaan tersebut adalah distribusi berat kapal per meter atau dalam satuan kN/m. Artinya adalah ada berat kapal sebesar q_0 dalam panjang kapal 1 meter. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan nilai q_0 pada umumnya untuk jarak frame 0,096 m adalah 21,054 ton/0,696 m, nilai q_0 pada daerah tertentu untuk jarak frame 0,696 m adalah 33,687 ton/0,696 m, nilai q_0 pada umumnya untuk jarak frame 1,524 m adalah 52,636 ton/1,534 m, nilai q_0 pada daerah tertentu untuk jarak frame 1,534 m adalah 84,218 ton/1,524 m. Nilai q_0 dikonversikan dari kN/m ke ton/0,696 m dan ton/1,524 m untuk menyesuaikan jarak frame pada KM. XXX agar mempermudah pengaplikasiannya dilapangan.

Karena adanya faktor pembebanan pada perhitungan pengedokan sederhana dari BKI, berat kapal menjadi lebih berat dari yang sebenarnya. Berat kapal menjadi 4.271,05 ton, lebih berat 1.793,37 ton. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyesuaian agar perhitungan tidak jauh berbeda dari yang sebenarnya. Penyesuaian dilakukan dengan membagi 1.793,37 ton ke semua frame untuk kemudian dikurangkan dengan berat kapal sesuai nilai q_0 . Didapatkan nilai 28,021 ton/1.524 m untuk dikurangkan di setiap frame yang berjarak 1,524 m dan nilai 11,205 ton/ 0.6096 m untuk dikurangkan di setiap frame yang berjarak 0,6096 m., untuk perhitungan beban nominal q_0 dapat dilihat di lampiran 1. Distribusi berat kapal untuk setiap frame setelah penyesuaian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut;



Gambar 3.1 Perencanaan Peletakan Airbags (dokumen pribadi)

Dari gambar diatas, berat kapal sebesar 2.460,873 ton. Nilai ini memiliki koreksi 0,006 dari berat kapal secara aktual. Adapun nilai q0 yang baru secara umum yakni q0 pada daerah umum untuk jarak frame 1,524 m yakni 25,154 ton, nilai q0 pada daerah tertentu untuk jarak frame 1,524 m yakni 57,059 ton, nilai q0 pada daerah umum untuk jarak frame 0,696 m yakni 10,062 ton, dan nilai q0 pada daerah tertentu untuk jarak frame 0,696 m yakni 22,824 m. Dapat diambil kesimpulan bahwa adanya faktor pembebanan untuk menunjukkan perbedaan berat kapal pada daerah tertentu secara sederhana atau pendekatan. Sehingga saat perencanaan peletakan *dock block* dapat dilakukan dengan tepat dan tidak area yang kekurangan *dock block*.

Untuk hasil perhitungan dari distribusi berat kapal diperoleh tiga bagian kapal dengan berat masing-masing yang sudah dibagi dan hasil jumlah perencanaan *dock block* sesuai berat bagian masing-masing, bagian-bagian tersebut yakni kamar mesin, ruang muat, dan haluan. Hasil perhitungan jumlah perencanaan *dock block* dijelaskan pada Tabel 3.1 berikut;

Tabel 3.1 Perhitungan Jumlah *Dock Block*

No	Bagian	Frame	Berat (Ton)	Kebutuhan <i>Dock Block</i>
1.	<i>Engine Room</i>	0 - 11	525, 186	22
2.	<i>Cargo Hold</i>	12 - 53	1.503, 146	63
3.	Haluan	54 - 78	432,541	18

Sumber : dokumen pribadi

Pembagian kapal menjadi 3 bagian sesuai tabel diatas dikarenakan adanya perbedaan yang signifikan diantara ke-tiga bagian tersebut. Kamar mesin memiliki sistem permesinan di dalamnya dan *superstructure* diatasnya, *cargo hold* cenderung kosong ketika naik dok, dan haluan berisi perlengkapan kapal seperti jangkar dan *winch*. Tabel diatas digunakan untuk mempermudah penentuan jumlah kebutuhan *dock block* sekaligus peletakannya berdasarkan bagian kapal. Hasil akhir menunjukkan jumlah *dock block* minimal sebanyak 103 *dock block*.

3.4. Perencanaan Peletakan *Dock Block* yang Digunakan KM. XXX untuk *Docking*

3.4.1. Perencanaan *Airbags*

Untuk aktivitas pendedokan di PT. XYZ menggunakan jenis pendedokan *slipway* yang menggunakan *airbags*. Sehingga *airbags* ini sangat berpengaruh dalam perencanaan peletakan *dock block*, terutama dalam penentuan jarak antar *dock block*. Untuk menentukan jumlah *airbags* yang dipakai dapat menggunakan perhitungan sesuai dengan regulasi pada regulasi *CB/T 3795-1996 Shipbuilding Industry Standard, PRC*. Dimana perhitungan jumlah *airbags* dipengaruhi oleh berat kapal saat naik dok, spesifikasi *airbags* yang dipakai, dan panjang kontak antara *airbags* dengan lunas kapal di *parallel middle body*.

PT. XYZ menggunakan *airbags* dengan diameter 1,8 m dengan *working height* 1 m. Untuk macam-macam spesifikasi *airbags* dapat dilihat dari tabel 3.2 berikut;

Tabel 3.2 Spesifikasi *Airbags*

Diameter	Working Pressure	Working Height	Guaranteed Bearing Capacity per Unit Length		
			kN/m	ton	lbf/ft
D=1.0m (D=3.28 ft)	0.20 Mpa (29.01 psi)	0.6m (1.968 ft)	125.76	12.82	8617
		0.9m (2.952 ft)	157.16	16.02	10768
		0.4m (1.312 ft)	188.65	19.23	12925
		0.3m (0.984 ft)	220.04	22.43	15076
		0.2m (0.656 ft)	251.53	25.64	17233
D=1.2m (D=3.94 ft)	0.17 Mpa (24.66 psi)	0.7m (2.296 ft)	133.01	13.62	9154
		0.6m (1.968 ft)	165.3	16.74	11303
		0.5m (1.640 ft)	187.68	19.07	12818
		0.4m (1.312 ft)	213.76	21.79	14646
		0.3m (0.984 ft)	222.63	22.51	15076
D=1.5m (D=4.92 ft)	0.13 Mpa (18.85 psi)	0.3m (0.984 ft)	143.03	14.59	9800
		0.7m (2.296 ft)	163.43	16.66	11198
		0.6m (1.968 ft)	183.94	18.75	12602
		0.5m (1.640 ft)	204.34	20.83	14000
		0.4m (1.312 ft)	224.75	22.91	15398
D=1.8m (D=5.90 ft)	0.11 Mpa (15.95 psi)	1.1m (3.608 ft)	120.96	12.33	8287
		1.0m (3.280 ft)	138.22	14.09	9470
		0.9m (2.952 ft)	155.59	15.86	10660
		0.8m (2.624 ft)	172.85	17.62	11843
		0.7m (2.296 ft)	190.22	19.39	13033
		0.6m (1.968 ft)	207.48	21.15	14216
		0.5m (1.640 ft)	224.75	22.91	15398
D=2.0m (D=6.5 ft)	0.10 Mpa (14.5 psi)	0.4m (1.312 ft)	242.01	24.67	16581
		1.2m (3.936 ft)	125.76	12.82	8617
		1.1m (3.608 ft)	141.46	14.42	9246
		1.0m (3.280 ft)	157.16	16.02	10765
		0.9m (2.952 ft)	172.85	17.62	11841
0.8m (2.624 ft)	188.64	19.23	12923		

Sumber : <http://www.evergreen-maritime.com/products/Ship-Launching-Airbagsen3.html>

Dari tabel spesifikasi *airbags* diatas dapat dilihat jika *airbags* yang berdiameter 1,8 m dan memiliki *working height* 1 m maka *airbags* tersebut memiliki kekuatan atau R sebesar 138,22 kN/m. Tinggi *airbags* diambil 0,7 m dari landasan sampai alas kapal, tinggi tersebut diambil karena mengacu pada keadaan di lapangan yang memperhatikan para pekerja agar tetap bisa bergerak leluasa saat pengecekan letak wrang dan pemasangan *dock block* dan *working height airbags* harus lebih tinggi dari tinggi *dock block* itu sendiri agar *dock block* dapat diletakkan di bawah kapal. Jarak antar *airbags* sangat perlu untuk diperhitungkan untuk menentukan perencanaan peletakan *dock block* nantinya. Menurut regulasi *CB/T 3795-1996 Shipbuilding Industry Standard, PRC*, perhitungan jarak *airbags* diukur dari sumbu ke sumbu. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kekuatan memanjang kapal dan untuk menghindari *overlapping* dan putaran *airbags*.

Untuk mengetahui jumlah *airbags* yang akan digunakan dengan memakai persamaan berikut;

$$N = K1 \times \frac{Q \times g}{C_b \times R \times l_d} + N1 \quad (3.2)$$

Dimana,

N = Jumlah *airbag*

K1 = Nilai konstanta 1,2~1,3

Q = Berat kapal yang akan *docking* (ton)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

C_b = Koefisien *block* kapal

R = Kekuatan bantalan *airbag* (kN/m)

L_d = Panjang kontak antara *airbag* dengan lunas kapal pada *parallel middle body* (m)

N1 = *Airbag* yang diganti terus menerus

Untuk menentukan jarak *airbag* sendiri juga diatur dalam *CB/T 3795-1996 Shipbuilding Industry Standard, PRC*. Jarak sumbu antar *airbag* adalah $2,85m < L/N-1 < 6m$ atau dapat dihitung dengan persamaan berikut;

$$\frac{L}{N-1} \leq 6 \quad (3.3)$$

$$\frac{L}{N-1} \geq \frac{\pi D}{2} + 0,5 \quad (3.4)$$

Dimana,

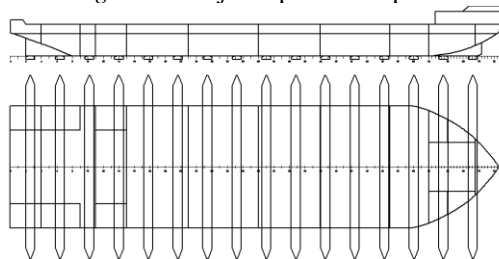
L = Panjang lunas kapal (m)

N = Jumlah *airbag*

D = Diameter *airbag* (m)

Untuk data-data yang sudah diketahui yakni konstanta menggunakan nilai 1,3, berat kapal 2.477,686 ton, gravitasi bernilai 9,81 m/s², *coeficient block* sebesar 0,8, kekuatan *airbags* sebesar 138,22 kN/m, dan panjang kontak antara *airbags* dengan lunas kapal di *parallel middle body* sepanjang 23,17 m. Dari data-data tersebut dapat digunakan untuk perhitungan jumlah *airbags* yang digunakan dan jarak antar *airbags* yang aman. Dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh jumlah *airbags* yang akan digunakan yakni 15 buah *airbags*, sedangkan jarak yang aman antar *airbags* yakni 5,8 m dengan jarak minimal 3,3 m dan jarak maximal 6 m, untuk perhitungan penentuan jumlah dan jarak *airbags* terlampir pada lampiran 3.

Perencanaan peletakan *airbags* dimulai dari frame 2 karena skeg paling belakang terletak pada frame 2 dan diakhiri di frame 69 karena skeg paling depan berada pada frame 69. Untuk posisi perencanaan peletakan *airbags* lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut;



Gambar 3.2 Perencanaan Peletakan *Airbags* (dokumen pribadi)

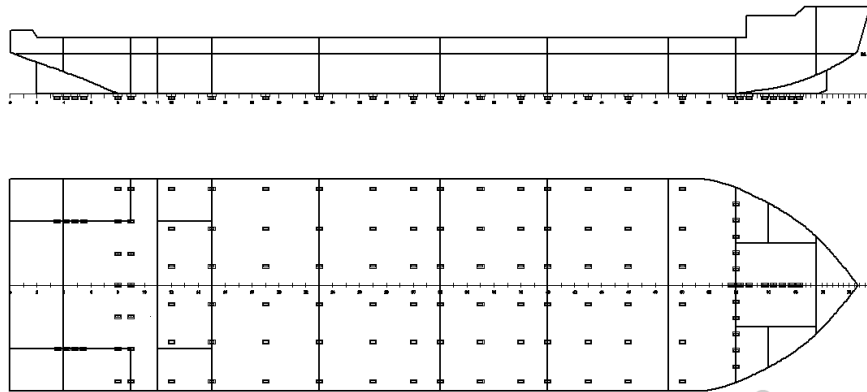
3.4.2. Perhitungan Jarak Dock Block

Perhitungan jarak *dock block* yang digunakan untuk pengedokan KM. XXX di PT. XYZ mengacu pada peletakan *airbags* pada *docking actual* sebelumnya. Jarak peletakan antar *airbags* menggunakan nilai 5,8 m atau kurang lebih 3 frame, sedangkan *airbags* sendiri memakan jarak sekitar 1,8 m atau kurang lebih 1 frame. *Dock block* nantinya akan diletakkan pada sela-sela *airbags* saat pengedokan, maka dari itu peletakan *dock block* mengacu pada peletakan *airbags*.

Jika dilihat dari *docking plan* sebelumnya jarak aman yang dapat ditampung oleh *dock block* adalah sekitar 1-3 frame, sedangkan pada daerah yang deformasi jarak antar frame nya lebih dari 3 frame dan hal itulah yang menyebabkan kapal terjadi deformasi. Kapal terdeformasi di bagian frame 51-56 dimana bagian tersebut terdapat sekat tetapi untuk jarak *dock block* nya terlalu jauh sehingga *dock block* tidak mampu untuk menopang beban di bagian tersebut. Jadi untuk perencanaan jarak yang dipakai untuk penempatan *dock block* adalah antara 1-3 frame.

3.4.3. Perencanaan Peletakan Dock Block

Peletakan *dock block* untuk KM. XXX di PT. XYZ perlu memperhatikan letak *airbags* dikarenakan di PT. XYZ menggunakan jenis pengedokan *slipway* yang menggunakan media *airbags*. Dalam merencanakan peletakan *dock block*, kebebasan desain dari desainer sangat berpengaruh pada hasil perencanaan dan harus memperhatikan regulasi yang berlaku. Untuk perencanaan peletakan *dock block* KM. XXX di PT. XYZ dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini;



Gambar 3.3 *Docking Plan* KM. XXX (dokumen pribadi)

Untuk perencanaan peletakan *dock block* diatas menggunakan 118 *dock block*, lebih 15 *dock block* dari jumlah *dock block* yang telah diperhitungkan sebelumnya. Dikarenakan faktor keamanan maka jumlah *dock block* ditambah atau dilebihkan dari perhitungan jumlah *dock block* sebelumnya dengan asumsi akan lebih aman. Untuk memudahkan perencanaan peletakan *dock block*, penulis membuat perencanaan kapal dalam tiga bagian, bagian-bagian tersebut yakni bagian *engine room*, bagian *cargo hold*, dan bagian haluan. Untuk bagian *engine room* dimulai dari frame 0 sampai frame 11, bagian *cargo hold* dimulai dari frame 12 sampai frame 53, dan bagian haluan dimulai dari frame 54 sampai frame 78.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari perhitungan dan pembahasan pada bab 4 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berat kapal kosong KM. XXX yang akan naik dok seberat 2.477,279 Ton.
2. Jumlah perhitungan perencanaan *dock block* untuk pengedokan KM. XXX sejumlah 103 buah *dock block* sesuai dengan perhitungan pengedokan yang ada pada BKI *Vol.II Rules For Hull 2022 sec. 8 E*, namun karena beberapa faktor seperti keamanan dan jarak antar *dock block* maka jumlah yang aman digunakan adalah 118 buah *dock block*. Untuk jarak memanjang maksimum antar *dock block* mengacu pada jarak *airbags* berdasarkan perhitungan pada regulasi *CB/T 3795-1996 Shipbuilding Industry Standard, PRC*, jarak antar *dock block* adalah antara 5,8 m atau 3 jarak frame.

3. Untuk peletakan *dock block* dibagi menjadi 3 bagian yakni bagian haluan dengan peletakan *dock block* sejumlah 22, bagian *cargo hold* sejumlah 78 *dock block*, dan bagian *engine room* sejumlah 18 *dock block*. Untuk penjelasan penggambaran peletakan *dock block* adalah sebagai berikut :
 - Pada bagian frame 2 sampai frame 6 jarak memanjang antar *dock block* sejauh 1 m sedangkan jarak melintangnya 14,760 m.
 - Untuk frame 8 sampai frame 51 jarak memanjang antar *dock block* paling dekat 1,524 m dan jarak paling jauh 6,096 m sedangkan untuk jarak melintang antar *dock block* yakni 4,284 m dan 4,484 m, dengan jarak *dock block* dari sisi kanan dan kiri kapal masing-masing 1,281 m.
 - Di bagian frame 53 sampai frame 67 jarak memanjang antar *dock block* yang berada di *centerline* adalah 1 m dan 1,8 m, sedangkan untuk jarak melintangnya dengan jarak antar *dock block* yakni 1,843 m dan 3,686 m. Jarak *dock block* dari sisi kanan dan kiri kapal masing-masing 1,842 m.

4.2 Saran

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penelitian maupun penulisan ini. Ada beberapa saran agar penelitian sejenis berikutnya dapat lebih baik yakni dapat dilakukan analisis lebih lanjut mengenai distribusi berat menggunakan *software* untuk mengetahui bagaimana perbandingan antara menggunakan perhitungan rumus dengan analisis *software*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Biro Klasifikasi Indonesia Vol.II (2022). *Rules For Hull sec. 8 E*
- [2] Budianto. (2017). *Penentuan Ukuran Utama dan Rencana Garis Fast Ferry 150 Pax Untuk Penyebrangan Rute Gresik – Bawean.*
- [3] Febrian, Tri Utomo. (2020). *Efisiensi Penedokan Untuk Mempercepat Proses Perbaikan Kapal di PT. Janata Marina Indah.*
- [4] Ruddianto. (2006). *Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal.*