BAB II
LANDASAN TEORI

II.1. Pengertian dan Jenis-jenis dok

Dok adalah sebuah tempat di darat maupun di air yang dibatasi oleh dinding (dermaga) atau dua buah dinding yang di dalamnya terdapat sebuah kapal yang mula-mula terapung lalu akan dapat duduk terletak di atas bantalan yang sudah disiapkan sebelumnya. Klasifikasi dok bedasarkan perbedaan karakterisik lebar dan fungsinya dalam 3 kelas utama : *[Cornick Henry F, 1968]*

a. Dry or graving dock and slip docks or slipways

Dry dock adalah sebuah kolam sempit atau tempat yang dapat digenangi air sehingga kapal dapat terapung di dalamnya, kemudian melalui saluran yang ada, air dibuang keluar sehingga *platform* menjadi kering. *Dry dock* dipergunakan untuk membangun, memperbaiki atau memelihara kapal-kapal.

b. Floating dock

Floating dock adalah suatu bangunan konstruksi yang dipasang dari sebuah atau beberapa *pontoon* yang kedap air pada sisi-sisinya dan terbuka pada kedua ujungnya. Dapat ditenggelamkan dengan mengisi *pontoon* tersebut dengan air dan kapal akan memasukinya pada saat bangunan tersebut tenggelam. Dan akan naik ke permukaan lagi dengan jalan memompa air keluar dari *pontoon-pontoon*. Pada umumnya dok apung ini dibuat dengan konstruksi baja berbentuk *pontoon* sehingga dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain dengan ditarik *tug boat*. Ukuran dok ini bervariasi, mulai dari kapasitas ratusan ton sampai ribuan ton. Di banding dengan *dock* galian / kolam , biaya pembuatan dok ini relatif lebih rendah, tetapi biaya operasi dan pemeliharaan lebih tinggi.

Kelebihan dari *floating dock* ini adalah lebih fleksibel dalam pengoperasiannya, dapat dipindah-pindahkan, waktu pembuatan konstruksi lebih cepat dan tidak tergantung pada struktur tanah. Sedangkan kelemahannya adalah

banyaknya persyaratan yang membatasi operasi suatu dok apung dan membutuhkan pengetahuan khusus dalam perawatannya.

Sejarah penggunaan *air bags* dibidang non-militer khususnya peluncuran kapal pertama kali dimulai pada tanggal 20 Januari 1981. Saat itu sebuah perusahaan reparasi dan pembangunan kapal China berhasil meluncurkan kapal dengan bobot 60 DWT menggunakan *air bags*. *Air bags* pada saat itu, terbuat dari kanvas karet yang dicelup sebagai bahan penguat dan ujungnya berbentuk kerucut. Penggunaan *air bags* pada saat itu diharapkan dapat mengembangkan metode peluncuran kapal yang selalu terbatas pada areal peluncuran.

Selama tiga puluh terakhir, perkembangan *air bags* sangat signifikan dalam pembuatan dan penggunaannya. *Air bags* yang diproduksi saat ini sudah mempunyai kemajuan teknologi 15 kali dari *air bags* generasi pertama dengan spesifikasi yang sama.

Saat ini salah satu perusahaan pembuat *air bags* di China telah memproduksi *air bags* sesuai dengan *standard* ISO 9001 dan memenuhi persyaratan dari CB/T 3837-1998 *Shipbuilding Standards*. *Air bags* yang digunakan saat ini mampu meluncurkan kapal dengan kapasitas 1000 DWT sampai 55000 DWT karena mempunyai kekuatan bantalan yang cukup handal. Selain itu, untuk menaikkan kapal ke areal *docking* dengan menggunakan kapasitas *winch* minimal 50 ton menggunakan *roll block* dapat menarik kapal seberat 1400 ton.

Dok dengan *air bags system* ini merupakan salah satu pengembangan teknologi baru dalam proses *docking – undocking* dan peluncuran kapal. Sekarang ini perkembangan teknologi peluncuran dengan *air bags* banyak memperhitungkan seperti mempersingkat waktu, mengurangi jumlah pekerjaan, mengurangi investasi, fleksibel, lebih aman. Dalam satu sistem peluncuran dengan *air bags* yang tidak memerlukan tempat peluncuran kapal yang dibuat secara tradisional. Dengan demikian hal tersebut dapat menghemat waktu, investasi, lahan pembangunan dan lain-lain.

Dengan fakta tersebut, teknologi ini menjadi teknologi yang fleksibel, menjanjikan, aman dan menjadi teknologi yang matang. Selain itu, *air bags* ini

diperbanyak penggunaannya untuk menaikkan kapal semua ukuran. *[Qingdao Yongtai Shipping Suplies Co. Ltd]*

II.2 Dok Dengan *Air Bag System*

II.2.1 Tata Letak Dok

Layout atau tata letak merupakan satu keputusan yang menentukan efisiensi sebuah operasi dalam jangka panjang. Banyak dampak strategis yang terjadi dari hasil keputusan tentang *layout*, diantaranya kapasitas, proses, fleksibilitas, biaya, kualitas lingkungan kerja, kontak konsumen dan citra perusahaan. *Layout* yang efektif membantu perusahaan mencapai strategi bisnis yang telah ditetapkan diantaranya intensifikasi dan ekstensifikasi produksi.

Dalam perancangan sebuah galangan kapal baru maupun untuk reparasi kapal, fasilitas produksi merupakan salah satu faktor kunci yang dapat menentukan produktifitas. Efektifitas dan efisiensi proses produksi, disamping manajemen proses produksi, sangat ditentukan oleh bentuk tata letak (*layou*) dari fasilitas ini, khususnya *layout* dari tempat-tempat bagian proses produksi. *Layout* ini dapat menggambarkan peletakkan peralatan-peralatan produksi, gudang termasuk kebutuhan areal untuk landasan dalam pembangunan kapal baru maupun areal untuk reparasi kapal. Khusus untuk keperluan landasan untuk reparasi kapal, landasan harus sesuai dengan dimensi maksimum kapal yang akan dilayani.

Pada areal dok *air bags system* terdapat landasan *rampway* sebagai tempat pengaturan awal *air bags* sebelum kapal ditarik ke areal landasan *dock*. *Rampway* tersebut mempunyai lebar yang cukup besar dari lebar kapal dan panjang *air bags* yang digunakan. Peletakan *air bags* yang lain mengikuti tahapan penarikan kapal, karena pada saat kapal sudah mulai ditarik, selanjutnya *air bags* tersebut dimasukkan ke alas kapal satu persatu. Selain penempatan *air bags*, salah satu yang penting untuk diperhatikan adalah peletakkan perlengkapan keselamatan selama proses pekerjaan dalam menaikkan kapal. Peletakan pipa pemadam kebakaran dan pipa O_2 disepanjang sisi areal landasan untuk mengantisipasi kemungkinan kecelakaan kerja, seperti kebakaran dan lain-lain.

Secara keseluruhan, peletakkan perlengkapan dok *air bags system* harus sesuai dengan kebutuhan pekerjaan selama proses menaikkan dan menurunkan kapal untuk mendukung proses pengerjaan tersebut.
[Minhu dan Pingzhong, 1998]

II.2.2 Permukaan Landasan Dok *Air Bag*

Kondisi landasan, lantai dari tanah, batu, split dan pasir yang dipadatkan dengan mesin giling (*roller*), dengan kepadatan minimal 2 kali tekanan kerja (*working pressure*) *air bags* sesuai dengan spesifikasi dan *table performance*, maka cukup dengan *test* menempatkan *ballast* dengan berat 26 ton dan luas tanah 1 m^2, tidak mengalami penurunan, maka sudah dapat digunakan atau dapat dilakukan dengan pengecoran *cement concrete*.

Kemiringan sudut landasan *rampway* (α) umum digunakan untuk peluncuran 3° (tg α > koefiien gesek statis) dan maksimum $\frac{1}{7}$ atau 8,2°, dengan panjang *water edge* ke ujung *rampway* (*level water edge*) bawah garis air 6 - 8 meter, sebagai tempat untuk *setting airbags* posisi pertama. *Leveling* kanan dan kiri secara melintang tidak lebih dari 8 cm. Adapun landasan *rampway* dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Landasan *dock air bags, [Sumber: Dok Pribadi]*

II.2.3 Mesin Derek (*Winch*)

Winch adalah mesin yang digunakan untuk merubah gaya listrik menjadi gaya tarik sehingga dapat berfungsi sebagai alat untuk menarik atau mengulur dan juga dapat digunakan untuk mengatur tegangan (*tension*) tali. Pada *winch* yang paling sederhana terdiri dari *spul* dan *crank* (engkol).

Dalam bentuk yang lebih besar, *winch* terpasang pada pusat mesin yang berfungsi sebagai derek, dan *lift*. *Spul* juga dapat disebut sebagai *drum winch*. Desain yang lebih rumit mempunyai *gear* yang digerakkan dengan menggunakan daya motor listrik, tekanan hidrolik ataupun pembakaran *internal*. *Winch* dilengkapi rem untuk menghentikan penarikan beban. Untuk menarik sebuah beban, *winch* menggunakan *steel wire rope* yang langsung terlilit pada *drum winch*, seperti terlihat pada gambar 2.

Gambar 2. Mesin Derek *(winch). [Sumber: Dok Pribadi]*

Kemampuan maksimum *winch* diukur berdasarkan satuan ton. contoh, dalam Tugas Akhir ini kemampuan *winch* yang dipakai adalah sebesar 90 ton. Artinya, *winch* ini dapat menarik beban (Z) sebesar 90 ton. Namun, untuk mendapatkan gaya tarik aktual yang ada di lapangan diperlukan perhitungan lebih detail sesuai formula persamaan 9 halaman 15.

Hasil yang didapatkan untuk mengukur gaya tarik aktual maksimum di lapangan, perlu dikalikan dengan *safety factor* (angka keamanan) yang artinya angka untuk menjamin hasil perhitungan dapat terlaksana pada kondisi aktual di lapangan dengan aman.

Safety factor dapat berfungsi untuk :

1. Mencengah *over load* (kelebihan beban) yang terjadi di sistem *winch* pada saat penarikan beban.
2. Menjamin kemampuan *winch* tetap stabil selama usia pakai yang telah direncanakan. Misalnya, sebuah sistem *winch* direncanakan untuk dapat menarik beban kapal maksimum sebesar 5500 ton tanpa *safety factor* selama 15 tahun. Jika sistem tersebut tidak menggunakan *safety factor*, kemampuan *winch* dikhawatirkan sudah berkurang dari kemampuan desain maksimum *winch* awal ketika umur *winch* sudah mendekati batas akhir usia yang direncanakan.

Angka *safety factor* biasanya diambil antara 1,5 – 2,0. Pada Tugas Akhir ini, angka yang diambil adalah 1,5. Artinya gaya tarik maksimum sistem *winch* untuk menarik kapal dari hasil perhitungan dibagi dengan 1,5, sehingga setelah dibagi dengan angka tersebut, gaya tarik sistem *winch* untuk menarik kapal terkoreksi sebesar formula dibawah ini :

$$F_{sf} = \frac{F_{awal}}{1,5}$$

$$F_{sf} = \frac{F_{awal}}{\frac{3}{2}}$$

$$\boxed{F_{sf} = \frac{2\,F_{awal}}{3}}$$

$$\frac{2\,F_{awal}}{3} = \frac{3\,F_{awal}}{3} - koreksi$$

$$\text{Koreksi} = \frac{3\,F_{awal}}{3} - \frac{2\,F_{awal}}{3} = \boxed{\frac{1}{3}\,F_{awal}}$$

Dimana :

F_{sf} = gaya tarik setelah dikali dengan *safety factor*

F_{awal} = gaya tarik sebelum dikali dengan *safety factor*

II.2.4 Tali Baja (*Steel Wire Rope*)

Salah satu komponen utama yang paling penting dalam sistem *docking-undocking* menggunakan *air bag* dan *winch* adalah tali yang digunakan untuk menarik dan mempertahankan posisi kapal. Tali tersebut harus mampu menahan bobot kapal yang akan ditarik ke atas landasan. Oleh karena itu dipergunakanlah tali yang terbuat dari baja atau lazim dikenal dengan *steel wire rope*. *Steel wire rope* adalah tali yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat-serat baja (*steel wire*). Mula-mula proses pembuatannya, berupa beberapa serat *steel wire* dipintal hingga menjadi suatu jalinan (*strand*), kemudian beberapa *strand* dijalin ulang menjadi suatu inti (*core* = *kern*) sehingga membentuk tali baja (*steel wire rope*). *[Syamsir Muin, 1987]*

Keuntungan dari *steel wire rope* adalah sebagai berikut ini, *[Syamsir Muin, 1987]* :

- Konstruksi ringan
- Tali baru lebih baik terhadap tegangan, bila beban terbagi rata pada semua jalinan (*strand*)
- Lebih fleksibel.
- Lebih tahan terhadap *fatique* (kelelahan akibat beban yang berulang-ulang) dan *internal wear*.
- Tidak mudah terbelit/kusut.
- Lebih aman pada saat mengangkat beban yang sangat berat juga tidak akan merusak *wire* yang berdekatan.

Pemeriksaaan terhadap *steel wire rope* dibagi menjadi dua, yaitu :

- Pemeriksaan secara *visual*, biasanya dilaksanakan setiap kali *steel wire rope* akan digunakan/setelah selesai digunakan dan akan disimpan. Pemeriksaan visual antara lain permeriksaan terhadap ada tidaknya bagian *steel wire rope* yang putus, bengkok, aus, cacat dan berkarat.

- Pemeriksaan terhadap daya tahan atau kekuatan *steel wire rope* untuk menahan beban. Cara unutk menentukan tali baja telah dikembang oleh Hammer and Sickle works antara lain, tali dari berbagai diameter diuji pada tiga mesin khusus untuk mendapatkan faktor-kaktor metalurgis, produksi, rancangan dan operasional yang memberi efek kepada kekuatan dan umur tali baja.

II.2.5 Berat Kapal dan Gaya Tarik

Berat kapal yang dimaksud dalam menaikkan kapal ke *dock air bags system* merupakan berat kapal kosong (LWT). Berat kapal ini disesuaikan dengan kemampuan tarik winch yang menggunakan sistem *steel wire rope* dan *roll block.*

Dalam proses *docking-undocking* dan peluncuran dengan fasilitas *air bags*, kombinasi antara *winch*, *steel wire rope*, *roll block* dan *sheave* dapat menarik kapal dengan berat bervariasi dan menghasilkan gaya tarik yang sangat besar. Sebagai contoh, dengan kapasitas *winch* 50 ton relatif kecil, kecepatan tarik kapal kurang dari 6 meter/menit, power 70-95 HP (50-70 kW) dengan menggunakan *roll* dan *sheave block* mampu menarik tongkang 300 ft (1400 ton) pada kemiringan standar sudut luncur *rampway*. Dengan kekuatan *winch* yang tersedia, kecepatan *winch* untuk menaikan kapal F = s/d 200 ton 6 meter/menit (0,1 m/s) dan untuk kapal kecil 9 ~ 13 meter/menit (0.15 ~ 0.22 m/s). *[Minhu dan Pinzhong, 1998]*

Untuk menguraikan sistem gaya yang bekerja pada saat menaikkan kapal ke landasan dok dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Gaya yang bekerja pada proses *docking*. *[Sumber: Dok Pribadi]*

Berdasarkan gambar diatas, maka gaya-gaya untuk menaikkan kapal dapat diuraikan untuk mendapatkan persamaan dalam menentukan berat kapal yang dapat dilayani sebagai berikut :

Hukum *Newton* I : *[Tim Pengajar Fisika Dasar ,2003,]*

$\Sigma F > 0$, karena pada saat dinaikkan, kapal tidak mengalami percepatan

$F - W \sin \alpha - fs > 0$

Dimana : $fs = \mu.W.\cos \alpha$

$F - W.\sin \alpha - \mu.W.\cos \alpha > 0$

$F > W.\sin \alpha + \mu.W.\cos \alpha$

$F > W.(\sin \alpha + \mu.\cos \alpha)$

Sehingga, $W < F / (\mu.\cos \alpha + \sin \alpha)$ (persamaan 1)

Dimana : F = gaya tarik yang dihasilkan oleh sistem *steel wire rope* (ton)

W = Berat kapal (ton)

μ = koefisien gesek *rolling* antara *air bags* dengan landasan = 0,035 (landasan beton) dan 0,065 (landasan pasir) *[Wikipedia, 2012]*

α = Sudut kemiringan landasan *rampway*

II.2.6 Katrol dan *Roll Block*

Gaya tarik yang diperlukan untuk menaikkan kapal ke landasan *dock air bags system* merupakan gaya yang dihasilkan dari sistem *steel wire rope* yang terhubung oleh *winch* dengan kekuatan tarik tertentu, sehingga gaya yang dihasilkan oleh sistem *steel wire rope* ini akan lebih besar dengan menggunakan kombinasi sistem katrol yang tergabung dalam sebuah *roll block.*

Katrol merupakan salah satu alat yang dapat meringankan pekerjaan dalam mengangkat maupun menarik beban. Hal ini disebabkan adanya keuntungan mekanis yang dapat diperoleh dalam penggunaan katrol. Katrol terdiri dari 2 jenis yaitu: *[Peck, 1983]*

1. Katrol tetap

Gambar 4. Katrol Tetap *[Sumber: Syamsir Muin, 1987]*

Pada katrol tetap titik tumpu terletak pada sumbu katrol artinya jarak antara titik beban (F) ke titik tumpu sama dengan jarak antara gaya (Z) ke titik tumpu dengan demikian maka panjang lengan beban (F) sama dengan panjang lengan gaya (Z), sehingga beban (F) sama dengan gaya tariknya (Z). Beban (F) = Gaya (Z)

2. Katrol Bergerak

Gambar 5. Katrol Bergerak *[Sumber: Syamsir Muin, 1987]*

Pada katrol bergerak titik tumpu terletak pada tali yang terikat pada tempat tertentu, sedangkan titik beban terletak pada pusat (poros) katrol dan titik gaya terletak pada tali yang ditarik dengan gaya tertentu. Oleh sebab itu maka panjang lengan gaya (Z) adalah 2 kali panjang lengan beban (F), sehingga berat beban yang dapat ditarik menjadi 2 kali lipat dari gaya tariknya.

$F = 2\,Z$ (persamaan 2)

Dimana : Z = Gaya tarik

F = Beban

Roll block merupakan penggabungan beberapa katrol yang membentuk sebuah sistem puli yang terhubung ke *winch* untuk mendapatkan gaya tarik yang lebih besar dari pada kekuatan tarik *winch* sebelumnya. Pada prinsipnya, *roll block* mengadopsi prinsip kerja sistem puli dengan tali penarik dari arah puli bergerak. Dalam sebuah *roll block* terdapat beberapa katrol/puli yang dapat menghasilkan gaya yang besar dalam proses penarikan beban. Sistem puli dirancang dengan menggabungkan puli sederhana dengan kedua ujung tali diikat pada *drum* atau pada dua buah *drum* dengan alur heliks kiri dan kanan. Tali melewati sebagian dari sistem puli kebagian lainnya dengan menggunakan puli kompensasi, yang bersamaan meratakan panjang bagian tali ketika ditarik secara tak merata. Untuk memahami perhitungan sistem puli, dapat dilihat pada Gambar 6 *[Syamsir Muin, 1987]*

Gambar 6. Sistem Puli *[Sumber: Syamsir Muin, 1987]*

Berdasarkan Gambar 6 di atas, maka untuk menghitung gaya F dapat mengikuti prinsip kerja sistem puli dengan penarik dari arah puli bergerak. *[Syamsir Muin, 1987]* menjelaskan prinsip kerja tersebut seperti pada Gambar 5.

Gambar 7. Jumlah Puli
[Sumber: Syamsir Muin, 1987]

Gambar 8. Penjabaran Tegangan Pada Sistem Puli *[Sumber: Syamsir Muin, 1987]*

Untuk menghitung gaya F yang dihasilkan dari gaya tarik Z, (berat katrol dan tahanan diabaikan) *[Syamsir Muin, 1987]* dapat diuraikan sebagai berikut:

Dari Gambar 7 dan 8 dapat dicatat bahwa jumlah puli z terdapat gantungan sejumlah z + 1 dengan tegangan masing-masing S1, S2, S3 dan seterusnya...Sz, sehingga dapat ditulis sebagai berikut :

$S1 = Z$ (persamaan 3)

$S2 = \frac{Z}{e}$ (persamaan 4)

$S3 = \frac{Z}{e^2}$ (persamaan 5)

Dan seterusnya .... $Sz = \frac{Z}{e^z}$ (persamaan 6)

Dalam keadaan stabil, maka diperoleh persamaan sebagai berikut :

$F = S1 + S2 + S3 .... + Sz$ (persamaan 7)

$F = Z\left(1 + \frac{1}{e} + \frac{1}{e^2} + \ldots \frac{1}{e^{z+1}}\right)$ (persamaan 8)

$F = Z\,\frac{\varepsilon^{z+1}-1}{\varepsilon^z(\varepsilon-1)}$ (persamaan 9)

$Z = F.\varepsilon\, z\frac{\varepsilon-1}{\epsilon^{z+1-1}}$ (persamaan 10)

Dimana,

F = gaya keluaran dari sistem *steel wire rope* (ton)

Z = Gaya tarik *winch* (ton)

e = nilai hambatan puli = 1,02–1,05 *[Syamsir Muin, 1987]*

z = jumlah puli

II.3 *Air Bag*

Pada dasarnya penggunaan *air bag* untuk keperluan peluncuran dan *docking* kapal hampir sama. Namun yang perlu diperhatikan adalah bagaimana memilih spesifikasi *air bag* sesuai dengan dimensi kapal yang akan menggunakannya. Adapun mekanisme pemilihan *air bag* yang akan digunakan dalam proses *docking* kapal adalah :

- *Air bag* harus lulus tes pada inspeksi menurut regulasi *CB/T 3795 1996 Ship Building Industry Standard, PRC.* Pengujian tekanan *air bag* harus selalu dilakukan sebelum digunakan untuk peluncuran ataupun *docking*, yaitu dengan pengisian udara tanpa beban yaitu 1,25 kali dari tekanan kerja.
- Untuk kapal – kapal konvensional, jumlah *air bag* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N = K_1 \frac{Q.g}{Cb.R.Ld} + N_1 \quad \text{(persamaan 11)}$$

Dimana :

N = jumlah *rolling air bag*

Kl = nilai konstanta 1,2 ~ 1,3

Q = berat kapal yang akan diluncurkan (ton)

q = akselerasi grativitasi (m/s^2)

Cb = koefisien blok kapal

R = kekuatan bantalan per meter yang diijinkan dari panjang dari *air bag* ; kN/m

Ld =panjang kontak antara *air bag* dengan alas lambung kapal pada *parallel middle body* (m)

Gambar 9. Panjang kontak antara *air bags* dan alas kapal (Ld) *[Sumber : Qingdao Evergreen Shipping Supplies Co.,Ltd]*

a. Jarak titik pusat antar *air bag* diperhitungkan untuk mendapatkan kekuatan memanjang kapal dan untuk menghindari *overlapping* dari putaran *air bag*. Sesuai pada regulasi CB/T 3795 – 1996 *Ship Building Industry Standard*, PRC., jarak sumbu antar *air bag* adalah $2{,}86 < \frac{L}{N-1} < 6$ m seperti pada persamaan berikut :

$$\frac{L}{N-1} \leq 6 \qquad \text{(persamaan 12)}$$

Dimana :

L = panjang kapal (m)

N = jumlah dari putaran *air bag (pieces)*

II.3.1 Spesifikasi *Air Bag*

Bahan dasar dari *air bag* terbuat dari material lapisan – lapisan *rubber syntetic-cord-reinforced* (lapisan tali) yang berbentuk *silindrical* dan terdapat setengah bola di kedua ujungnya. Ketiga komponen tersebut digabungkan menjadi satu dan dipompakan udara kedalamnya sampai tekanan tertentu, sehingga *air bag* tersebut dapat berputar dan menahan beban kapal di atasnya. *[Qingdao Evergreen Shipping Supplies Co.,Ltd. 2008]*

Gambar 10. Struktur *Air Bag [Sumber: Linhai Haihua Rubber bags & Plastic. Co, Ltd, 2009]*

a. Outer Rubber (Lapisan Luar *Rubber*)

Lapisan terluar dari *air bag* ini adalah terbuat dari *rubber* yang dapat melindungi lapisan tali dari abrasi (lecet/pengausan) dan segala gangguan material kasar dari luar. Campuran ini juga mempunyai tingkat regangan dan kekuatan sobek yang sangat baik untuk melawan segala kondisi cuaca.

b. Syntetic-tyre-cord reinforcement (lapisan ban serat tali)

Bahan *syntetic-tyre-cord* ini umumnya digunakan pada ban yang di rancang dengan *angle* yang ideal untuk dapat menyimpan tekanan dari dalam dan mendistribusikan tegangan, sehingga menciptakan kekuatan untuk menahan tekanan dan beban dari luar.

c. End Fitting (ujung *air bag*)

Terdapat *air valve* (katup udara) dan *safety air inlet.*

d. Dimensi *Air bag*

Terdapat beberapa varian ukuran yang dapat disesuaikan pada *project* yaitu:

Diameter	= 0,8 – 2,0 m
Panjang efektif (EL)	= 6 m – 18 m
Panjang Total (TL)	= 7 m – 19,5 m

e. Standar jumlah lapisan

Sebagai bahan pertimbangan keselamatan pada tekanan kerja *air bag*, terdapat beberapa tipe *air bag* berdasarkan jumlah lapisan dari *syntetic-tyre-cord air bag*. Secara normal, Evergreen *air bag* menyediakan 4,5,6,7,8 lapisan.

Tabel 1. Kemampuan dan Tekanan *Air Bags* dengan 8 Lapisan :

(Sertifikasi ISO 9001 – 2000)

Diameter	Working Pressure	Working Height	Guaranteed Bearing Capacity per length unit		
			kN/m	t/m	lb/ft
D=1.0m (D=3.28 ft)	0.20 Mpa (29.01 psi)	0.6m (1.968 ft)	125.76	12.82	8617
		0.5m (1.640 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)	133.61	13.62	9154
		0.6m (1.968 ft)	160.3	16.34	10983
		0.5m (1.640 ft)	187.08	19.07	12818
		0.4m (1.312 ft)	213.76	21.79	14646
		0.9m (2.952 ft)	122.63	12.51	8402
D=1.5m (D=4.92 ft)	0.13 Mpa (18.85 psi)	0.8m (2.624 ft)	143.03	14.58	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
		0.3m (1.312 ft)	245.15	24.99	16798
		0.2m (1.312 ft)	267.81	27.30	18350
		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
D=1.8m (D=5.90 ft)	0.11 Mpa (15.95 psi)	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
		0.4m (1.312 ft)	242.01	24.67	16581

		1.2 m (3.936 ft)	125.76	12.82	8617
D=2.0m (D=6.5)	0.10 Mpa (14.5 psi)	1.1 m (3.608 ft)	141.46	12.42	8246
		1.0 m (3.280 ft)	157.16	16.02	10765
		0.9 m (2.952 ft)	172.85	17.62	11841
		0.8 m (2.624 ft)	188.64	19.23	12923

Sumber : Qingdao Evergreen Shipping Supplies Co.,Ltd

Keterangan tabel spesifikasi *air bags* diatas adalah sebagai berikut :

1. *Working pressure*/tekanan kerja merupakan tekanan *air bags* pada saat menopang kapal. Tekanan tersebut diisi ke dalam *air bags* pada saat *air bags* sudah diletakkan dibawah kapal sampai *air bags* tersebut menopang kapal. Tekanan *air bags* ini terdapat beberapa berdasarkan diameter *air bags* yang tercantum pada tabel diatas. *[Qingdao Evergreen Shipping Supplies Co, Ltd]*
2. *Working height*/tinggi kerja *air bag* merupakan ketinggian *air bag* pada saat bekerja/menerima beban dari kapal. Jadi tinggi kerja *air bags* diukur setelah *air bag* tersebut menerima beban dari kapal, bukan pada saat pemompaan biasa. Semakin kecil *working height air bag*, maka garansi kemampuan menerima beban tiap *air bag* semakin besar karena beban yang diterima pada saat itu besar yang menyebabkan *air bag* tertekan besar. Adapun tinggi kerja/*working height air bag* dapat dilihat pada Gambar 10.

Gambar 11. Working *height*/ketinggian kerja *air bags [Sumber: Qingdao Evergreen Shipping Supplies Co.,Ltd]*

II.4 Prosedur Teknis Menaikkan Kapal Menggunakan *Air Bag*

Prosedur dalam menaikkan kapal adalah sebagai berikut :

1. Memastikan permukaan landasan alas kapal bebas dari benda tajam/bekas *skrap replating*, siku dan bentuk jenis lainnya yang dapat merusak *air bags* (bocor/pecah).
2. Memasang plat mata pada haluan sisi kiri kanan kapal pada posisi 0,6 – 0,9 m dari *baseline* dan pada daerah 0,7 Lpp sampai 1 Lpp. Plat mata ini digunakan untuk mengaitkan *sistem wire rope* pada kapal yang terhubung dengan *winch*. Adapun pemasangan plat mata seperti pada Gambar 12.

Gambar 12. Pemasangan Pelat Mata *[Sumber: Dok Pribadi]*

3. Mempersiapkan *air bag* sesuai ukuran kapal yang akan ditarik (jumlah dan ukuran) dan pastikan kondisinya siap digunakan.
4. Memasang *air bags* no.1 dan no.2 dan mengalungkan pada haluan kapal, kemudian ujung *air bags* diikat pada bodi kapal, pastikan tidak lepas pada saat kapal ditarik ke lokasi landasan. Untuk lebih jelasnya, pengaturan awal posisi *air bag* dapat dilihat seperti pada gambar

Gambar 13. Pengaturan Awal *Air Bags [Sumber: Dok Pribadi]*

5. Memasang tali tros kiri dan kanan pada kapal, kemudian dikaitkan pada *bolder* yang terdapat pada sisi – sisi landasan dok. Pemasangan tali tros ini bertujuan agar posisi kapal tetap pada *centreline winch* pada saat menaikkan kapal ke landasan dok. Adapun pemasangan tali tros seperti pada Gambar 13.

Gambar 14. Pemasangan Tali Tros pada kapal *[Sumber: Dok Pribadi]*

6. Memastikan posisi setengah panjang (L) *air bags* no.1 dan no.2 sudah tepat pada *centreline* kapal kemudian lakukan pemompaan menggunakan kompresor sampai ketinggian minimal 0.35 m kemudian kapal ditarik.

7. Memasang *air bags* no.3 di *depan air bags* no.2 dengan jarak yang sudah ditentukan, kemudian melakukan pemompaan kembali dengan menggunakan kompresor sampai ketinggian minimal 0,35 m kemudian kapal mulai ditarik. Adapun pemasangan *air bags* no. 3, 4 dan seterusnya dapat dilihat pada gambar

Gambar 15. Peletakkan *Air bags [Sumber: Dok Pribadi]*

8. Memasang *air bag* no.4 didepan *air bag* no.3 dengan jarak yang sama kemudian melakukan pemompaan sampai ketinggian minimal 0,35 m dan seterusnya memasang *air bag* sampai sepanjang *bottom* kapal tertumpu seluruhnya dengan *air bag* sampai kapal pada posisi yang ditentukan.
9. Memasang *stop block* diantara *air bag* pada ketinggian mencapai plat dasar/ alas kapal. Adapun pemasangan *stop block* dapat dilihat pada gambar

Gambar 16. Pemasangan *Stop Block [Sumber: Dok Pribadi]*

10. Melakukan pengurangan tekanan angin pada seluruh *air bag* secara bertahap sampai dengan semua *air bag* dapat dikeluarkan dari bawah kapal secara bertahap dengan kondisi tali tros tetap terikat.
11. Memastikan kapal sudah tertumpu pada *stop block* dengan aman/sesuai dengan *dock plan.*
12. Menyimpan seluruh *air bags* pada tempat penyimpanan dengan kondisi *air bags* sudah kering dan bebas dari pasir dan minyak.
13. Selesai. *[Minhu dan Pingzhong, 1998]*

Beberapa prosedur keamanan/keselamatan selama proses menaikkan kapal yang harus dilaksanakan adalah sebagai berikut :

1. *Air bags* harus dipompa secara bersamaan untuk pengangkatan pertama pada perhitungan awal gaya angkat yang tergantung pada model pemakaian *air bags*. Masing – masing model garansi kapasitas bantalan *air bags* dapat dilihat pada tabel spesifikasi *air bags*.
2. Memastikan *propeller* tidak bersentuhan dengan landasan dibawah permukaan air selama proses menaikkan kapal.
3. *Steel wire rope* harus mempunyai kekuatan tarik yang cukup dan diinspeksi serta dirawat berdasarkan aturan sebelum digunakan.
4. *Air bags* harus melewati pemeriksaan yang mengikuti regulasi CB/T 3837-1998 dimana pengisian udara harus sebesar 1,25 untuk pemeriksaan tekanan kebocoran udara yang diizinkan sebelum digunakan. *[Qingdao Yongtai Shipping Supplies Co, Ltd, 2008]*