

ANALISIS PENGEMBANGAN GALANGAN DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM AIRBAG DI MALUKU

E. R. de Fretes¹,

¹Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon 97233

E-mail: defretesera@gmail.com

Abstrak. Tahun 2019 jumlah kapal yang tiba di 32 (tiga puluh dua) pelabuhan di Provinsi Maluku sebanyak 17.529 kapal/tahun atau rata-rata kapal tiba sebanyak 1.460 kapal/bulan, sedangkan kapal yang berangkat 17.503 kapal/tahun atau rata-rata kapal berangkat sebanyak 1.458 kapal/bulan. Koleksi data yang lain diperoleh jumlah kapal yang beroperasi di perairan Maluku sekitar 500 unit dengan bobot yang bervariasi, di mulai dari kapal-kapal dengan bobot 200 TLC, 1500 TLC hingga 2500 TLC atau lebih. Dari kondisi geografis dan populasi kapal yang ada, maka galangan kapal (dock) menjadi salah satu infrastruktur penting karena keberadaannya dapat mendukung keberlangsungan transportasi laut yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ukuran galangan yang optimal di Maluku. Metodologi yang digunakan dalam mendesain ini adalah dengan menggunakan data statistik yang dianalisis dengan menggunakan teori desain yang ada untuk mendapatkan ukuran galangan yang efisien. Hasil perhitungan untuk kapasitas *winch* ataupun daya elektomotor adalah sebesar 848,1 Hp dengan kapasitas 3000 *Gross Tonnage* atau $\geq 1470,79$ TLC

Kata kunci: *Airbag*, galangan, infrastruktur, ton lifting capacity,

Abstract In 2019 the number of ships arriving at 32 (thirty-two) ports in Maluku Province was 17,529 ships / year or an average of 1,460 ships arriving / month, while ships departing 17,503 ships / year or an average of 1,458 ships departing / month. Another data collection obtained the number of ships operating in Maluku waters around 500 units with varying weights, ranging from ships with a displacement of 200 TLC, 1500 TLC to 2500 TLC or more. From the existing geographical conditions and ship population, the shipyard (dock) is one of the important infrastructures because its existence can support the sustainability of the sea transportation used. This study aims to determine the optimal size of the shipyard in Maluku. The methodology used by da-lam designing this is to use statistical data that is analyzed by using existing design theories to obtain an efficient shipyard size. The calculation result for the winch capacity or electomotor power is 848.1 Hp with a capacity of 3000 Gross Tonnage or ≥ 1470.79 TLC.

Keywords: *Airbags*, dockyards, infrastructure, tons of lifting capacity

1. PENDAHULUAN

Kapal merupakan sarana transportasi yang sangat penting pada provinsi Maluku. Menurut data BPS (Badan Pusat Statistik) jumlah kapal yang tiba di 32 (tiga puluh dua) pelabuhan di Provinsi Maluku sebanyak 17.529 kapal/tahun atau rata-rata kapal tiba sebanyak 1.460 kapal/bulan. Sementara, kapal yang berangkat 17.503 kapal/tahun atau rata-rata kapal berangkat sebanyak 1.458 kapal/bulan. Koleksi data yang lain diperoleh jumlah kapal yang beroperasi di perairan Maluku sekitar 500 unit

dengan bobot yang bervariasi, di mulai dari kapal-kapal dengan bobot 200 TLC, 1500 TLC hingga 2500 TLC atau lebih.

Melihat dari kondisi geografis dan populasi kapal yang ada, maka galangan kapal (*dock*) menjadi salah satu infrastruktur penting karena keberadaannya dapat mendukung keberlangsungan bisnis pada industri khusus yang proses bisnisnya berkaitan dengan aktifitas logistik (barang, *cargo vessel*, penumpang, *passenger vessel*, *tugboat*) [1], [2].

Berdasarkan jumlah data operasional kapal beserta jumlah galangan yang masih aktif pada perairan Maluku khususnya kota Ambon sebanyak 3 buah galangan kapal diantaranya PT. Dok & Perkapalan Waiame (Persero), PT. Pasifik Dok Maluku, dan Dok & Perkapalan Galala. Potensi pasar di sektor reparasi kapal wilayah Maluku sangat besar, sementara galangan kapal yang mampu pada setiap dok hanya dapat melakukan pengedokan untuk kapal-kapal dengan kapasitas 500 DWT hingga 1.500 DWT.

Dari latar belakang diatas, maka permasalahan yang diperoleh adalah berapakah spesifikasi peralatan sistem peluncuran/pengedokan kapal dan perlengkapan yang optimal untuk pengembangan menggunakan analisa statistik dan perhitungan-perhitungan penunjang secara teknis, dengan kemampuan galangan yang lebih besar dari 1.500 DWT.

2. BAHAN DAN METODE

Analisis pengembangan galangan harus memperhatikan jumlah armada yang beroperasi di daerah dimana galangan itu berada, maupun memperhatikan lokasi dan *layout* galangan yang hendak dibangun. Hal ini disebabkan karena untuk membangun suatu galangan, maka lahan yang dibutuhkan harus disesuaikan dengan besar kebutuhan serta regulasi yang berlaku di daerah masing-masing dimana galangan tersebut dibangun. Sekarang ini pembangunan galangan harus memperhatikan faktor teknologi yang dengan perkembangan terkini baik itu membujur atau melintang. Untuk kondisi lahan yang besarm maka peluncuran membujur dapat digunakan karena dari resio yang kecil [3]. Salah satu type galangan yang sementara berkembang adalah type galangan dengan pelimbangan dan peluncuran menggunakan *airbag*. Penyebab dari penggunaan *airbag* sebagai media pelimbangan adalah dari sisi biaya yang murah dan sisi operasional yang mudah [4].

2.1. Kantung Udara (*Airbag*)

Kantung udara harus memenuhi persyaratan ISO 14409. Menurut berat kapal yang diluncurkan, jumlah kantung udara yang diperlukan untuk operasi ini harus dihitung sesuai dengan Rumus [5], [6]:

$$N = k_1 \frac{Qg}{c_b \cdot R \cdot L_d} \quad (1)$$

dimana:

- N = jumlah kantung udara yang digunakan untuk peluncuran kapal;
- K_1 = koefisien, secara umum, $K_1 \geq 1,2$;
- Q = berat kapal (ton);

g = percepatan gravitasi (m/s^2), $g = 9,8$;

C_b = koefisien blok kapal

R = kapasitas dukung unit yang diijinkan dari kantung udara (kN/m)

L_d = panjang kontak antara bagian bawah kapal dan badan kantong udara di bagian *midship* (m).

2.2. Gaya Tarik *Roll Block* dan Bobot Kapal

Roll blok merupakan penggabungan beberapa katrol atau puli 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 blok* mengadopsi prinsip kerja sistem puli dengan tali penarik dari arah puli bergerak.

Persamaan untuk menentukan gaya keluaran dari sistem *sling* sebagai berikut:

$$F = Z \frac{e^{z+1}-1}{e^z(e-1)} \quad (2)$$

dimana :

F = Gaya keluaran dari sistem *sling* (ton)

Z = Gaya tarik *Winch* (Ton)

e = Nilai hambatan puli

= 1.02 – 1.05

z = Jumlah puli

Berdasarkan Persamaan di atas, maka bobot maksimum kapal yang dapat dilayani oleh dok sistem *airbags* dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$W < \frac{F}{\mu \cos \alpha + \sin \alpha} \quad (3)$$

dimana:

F = Gaya tarik *sling* (ton)

W = Berat kapal (ton)

M = koefisien gesek antara *airbags* dengan landasan

= 0.035 (landasan beton) dan 0..65 (landasan pasir)

α = sudut kemiringan landasan *rampway*

Dalam menentukan besarnya gaya tarik *winch*, maka sebelumnya perlu diuraikan gaya-gaya yang bekerja pada kapal saat proses pelimbangan. Besarnya gaya tarik *winch* dapat dihitung dengan menggunakan rumus [7] yaitu:

$$P = W \sin \alpha + fs \quad (4)$$

dimana:

W = berat kapal + berat air bag

α = kemiringan slipway

fs = gaya gesek

$$= \mu \cdot W \cdot \cos \alpha$$

$$\mu = \text{koefisien gesek (0.03 - 0.06)}$$

2.3. Spesifikasi Peralatan

Diameter drum *winch* dapat dihitung menurut rumus [8], [9] sebagai berikut:

$$D \geq e_1 \cdot e_2 \cdot d \quad (5)$$

dimana:

$$D = \text{diameter drum}$$

$$e_1 = \text{faktor alat penarik (20 - 30)}$$

$$e_2 = \text{faktor konstruksi sling (0.9-1.8)}$$

$$d = \text{diameter sling}$$

Tebal drum dari pendingin drum dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$W_t = 0.02 \times D + (0,6 \text{ sampai } 1.0) \quad (6)$$

Panjang drum *winch* tergantung dari panjang sling dan jarak alur sling. Panjang drum dapat dihitung dengan rumus:

$$L_{dr} = (1.1 \text{ sampai } 1.6) \times D \quad (7)$$

Tinggi flans drum tergantung dari banyaknya lilitan pada drum serta diameter pada drum tersebut, sedangkan jumlah lilitan sling pada lapisan pertama tergantung dari banyaknya alur pada drum *winch*, dimana jumlah alur dihitung sebagai berikut:

$$n_a = L_{dr} / S_1 \quad (8)$$

dimana:

$$L_{dr} = \text{panjang drum winch}$$

$$S_1 = \text{jarak alur drum winch}$$

Untuk menentukan diameter puli digunakan persamaan adalah:

$$D_1 = 0.6 \times D \quad (9)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Jumlah Airbag

Untuk menghitung kebutuhan jumlah *Airbag* sebagai berikut [10]:

$$N = K_1 \frac{Q \cdot g}{C_b \cdot R \cdot L_d} + N_1$$

$$N = 1.3 \frac{3000 \cdot 9.81}{0.726 \cdot 138.22 \cdot 52.11} + 4$$

$$N = 10 \text{ Pcs}$$

3.2. Perhitungan Panjang Terendam

Panjang blok bergerak ke kapal menggunakan tali sling tersendiri, panjangnya dapat dihitung dengan rumus [11]:

$$L_{rdm} = (T_0^2 + L_r^2)^{1/2}$$

Di mana :

$$T_0 = \text{Sarat kapal kosong} + \text{Tinggi airbag}$$

$$= 6,48 + 1,8$$

$$= 8,28 \text{ m}$$

Panjang L_r adalah panjang horisontal pada saat air pasang maksimum dapat dihitung sebagai berikut:

$$L_r = T_0 / \sin \beta$$

$$B = 2^0$$

$$\text{Maka } L_r = 8,28 / \sin 2^0$$

$$= 237,47 \text{ m}$$

$$L_{rdm} = \sqrt{(8,28^2 + 237,47^2)^{1/2}}$$

$$= 237,62 \text{ m}$$

3.3. Perhitungan Kapasitas Winch

Besarnya gaya Tarik winch dapat dihitung dengan:

$$F = W \sin \alpha + f_s$$

dimana:

$$W = \text{berat kapal} + \text{Berat air bag}$$

$$= 3000 + (10 \cdot 0.732)$$

$$= 3000 + 7,87$$

$$= 3007,95 \text{ Ton}$$

$$\alpha = \text{kemiringan landasan } 2^0$$

$$\mu = \text{koefisien gesek} = 0,33$$

$$f_s = \text{gaya gesek}$$

$$= \mu \cdot W \cdot \cos 2^0$$

$$= 0.33 \times 3007,95 \times 0.9994$$

$$= 992,03$$

Sehingga diperoleh:

$$F = 3007,95 \times \sin 2^0 + 992.03$$

$$= 1097 \text{ Ton}$$

Besarnya gaya luncur *winch* (bila *winch* digunakan untuk meluncurkan kapal) dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$F = f_s - W \sin \alpha$$

$$= 992.03 - 3007,95 \sin 2^0$$

$$= 887,05 \text{ Ton}$$

Gaya tegangan yang bekerja pada masing-masing sling dihitung dengan rumus:

$$S_8 = Q \cdot \varepsilon \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon^{(J+1)} - 1}$$

dimana:

$$Q = F = \text{Gaya tarik winch}$$

$$= 1097 \text{ Ton}$$

$$J = \text{Jumlah Puli (6 buah)}$$

ε = faktor tahanan puli (1.05)

$$= 2966,4 \text{ mm}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} S_8 &= 1097 \times 1.05 \frac{1.5-1}{\frac{1.05^{(6+1)}-1}{1.5-1}} \\ &= 1097 \times 1.05 \frac{1.5-1}{1.05^{(7)}-1} \\ &= 1151,85 \times 0.123 \\ &= 148,544 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Tegangan putus sling dapat dihitung dengan rumus:

$$S_8 = P_b / K \quad (\text{Kg})$$

Dimana :

S_8 = gaya tegangan sling

$$= 148.544 \text{ Kg}$$

P_b = beban putus sling (Kg)

K = faktor keamanan (5)

Maka diperoleh :

$$\begin{aligned} P_b &= S_8 \cdot K \\ &= 148,544 \times 5 \\ &= 742,72 \text{ Ton} \\ &= 742,72 \times 9.81 \\ &= 7286,1 \text{ Kn Kg} \end{aligned}$$

Dengan beban maksimum ini, maka dipilih sling dengan tipe 6 x 19 dan 6 x 37 *rope with CWR (IWRC), Bright or Drawn Galvanised (RRL)* dengan mode EEIPS sudah distandarkan dengan kemampuan beban sebesar 7900 KN dengan diameter sebesar 115 mm atau 4-1/2 Inch atau dengan metode super titan dengan kemampuan standart 7908 KN dengan diameter standart 103 mm atau 4,0 Inch.

Diameter drum dihitung dengan persamaan:

$$D > e_1 \cdot e_2 \cdot d$$

dimana:

D = diameter Drum

e_1 = faktor ketergantungan penarik 20–30

$$e_1 = 20$$

e_2 = faktor dari konstruksi sling, 0,9–1,8

$$e_2 = 0,9$$

d = diameter sling = 103 mm

Sehingga diameter drum

$$\begin{aligned} D &= 20 \times 0,9 \times 103 \text{ mm} \\ &= 1854 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tebal dinding drum dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} T &= 0,02 D + (0,6-1,0) \text{ mm diambil} = 0,6 \\ &= 37.68 \text{ mm} \end{aligned}$$

Panjang drum sling tergantung dari panjang sling dan jarak alur sling, panjang drum dapat ditentukan dengan:

$$\begin{aligned} L_{dr} &= (1.1 - 1.6) D \\ &= 1,6 \times 1854 \end{aligned}$$

Tinggi flens drum tergantung dari banyaknya lilitan pada drum serta diameter dari drum tersebut, sedangkan jumlah lilitan pada lapisan pertama tergantung dari banyaknya alur pada drum winsh, jumlah alur dihitung dengan:

$$\begin{aligned} N_a &= L_{dr} / S_1 \\ &= 2966,4 / 42 \\ &= 71 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan pendekatan matematis dapat diperoleh panjang sling pada lapisan pertama drum sling adalah:

$$\begin{aligned} L_{sd} &= 2 \cdot \pi \cdot r \cdot N_a \\ &= 2 \times 3,14 \times 927 \times 71 \\ &= 411168 \text{ mm} \\ &= 411.168 \text{ m} \end{aligned}$$

Panjang *sling* melingkar pada drum adalah 411.168 m, merupakan panjang pada lapisan pertama, sehingga banyaknya lapisan pada *drum winch* adalah:

$$\begin{aligned} N_{tab} &= 411.168 / 517 \\ &= 795.297 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

Dengan demikian tinggi flens drum dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned} h_a &= N_{lab} \times D \\ &= 795.297 \times 103 \\ &= 81915.6 \text{ mm} \\ &= 81.9156 \text{ m} \end{aligned}$$

Bahan pully terbuat dari besi tuang dengan tegangan Tarik yang diijinkan sebesar 100 kg/cm². Ukuran diameter pully dihitung dengan :

$$\begin{aligned} D_p &= 0.6 \cdot D \\ &= 0.6 \cdot 1854 \\ &= 1112.4 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.4. Penentuan Daya Elektromotor

Untuk menggerakkan *winch* digunakan daya *electromotor* sebagai sumber daya.

Daya *electromotor* dapat dihitung dengan:

$$N = (F \cdot V) / 1.02 \eta$$

dimana:

F = beban maksimum Tarik = 1098.14 kg

V = kecepatan Tarik (0,03-0,3 m/dt)

η = randem motor Z(0,65-0,85)

Sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} N &= (1098.14 \cdot 0.05) / 102 \cdot 0.85 \\ &= 632,6 \text{ Kw} \\ &= 848,1 \text{ HP} \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perhitungan untuk Pengembangan galangan Type Air bag di Maluku diperoleh kapasitas kapal adalah 3000 GT atau kapasitas galangannya 1470,79 TLC dengan spesifikasi sebagai berikut:

Penentuan Drum atau Tromol :

Diameter drum	= 936 mm
Tebal drum	= 19,32 mm
Jalur alur drum	= 22 mm
Tengangan yang terjadi	= 1167,41 kg/cm ²
Tegangan Ijin	= 1600 Kg/cm ²
Panjang drum	= 1497,6 mm
Tinggi flens drum	= 20,12 m
Daya <i>electromotor winch</i> tarik	= 848,1 Hp

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Bhasin, *Airbag for safety system in automobile engineering*, International Journal of automobile engineering, Volume 10, TJPRC Pvt.Ltd., P1-6 Issue 1 Juni 2020
- [2] R. Q. Tinandri, A. Wahidin dan A. Imron, *Analisis Desain Layout Air bags Pada Peluncuran kapal Tanker 17500 LTDW Di PT Daya Radar Utama Unit Lamongan*, Conference on Design and Manufacture and Its Application Vol. 1, No. 1 2017.
- [3] Z. Ariany, *Analisa Perhitungan Ballast Pada Peluncuran Menyamping (Side Launching) Kapal Sungai 200 GT Di PT DKB (Persero) Cabang Semarang*, Gema Teknologi Vol. 19. No. 4 Periode Oktober 2017 – April 2018.
- [4] A. E. Nezhad, *Airbag-Ship launching*, Marine conference, Departemen of Mechanical Engginering, Sharif University of Technologi, Islamabat P158-166, 2017.
- [5] Z. Irianto, N. Puryantini, A. Baharudin, b. S. Prasojo. *Experimental Study on Ship Launching Using Air Bag*, MIPI Volume 13 no 1 pp 56-64, April 2019
- [6] M. Soetardjo, *Applied Technology and Computing Science Journal Vol 1 No.1*” dalam Jurnal *Perencanaan Awal Tata Letak Galangan Kapal Di Daerah Kawasan Lahan Terbuka*, 2018
- [7] B. Baxter, *Naval Architecture Example and Theory*, Charles Griffing and Company Limited, England, 1967.
- [8] Rudenko, *Mesin Pindah Bahan*, Erlangga, Jakarta, 1964.
- [9] L. S. Volenyuk, A. S. Rashkovskiy, *Ship stability analysis during launching from longitudinal sloping slipway by pneumatic airbags*, International shipbuilding Progress Vol, 64. Mo. 1-2. pp. 41-5, 2017.
- [10] S. Rudan, J. Urem and A. Zaninovic, *Comparison of Ship Launching Evaluation Methods*, XX Symposium SORTA, 2012.
- [11] Qingdao, Evergreen Shipping Supplies Co., L. (n.d). *Ship Launching Airbag Retrieved* April 13, 2019