

STUDI PERHITUNGAN DAN IMPLEMENTASI AIRBAG PADA PELUNCURAN KAPAL TONGKANG 330 FEET BERDASARKAN STANDAR CB/T 3837-1998

Mohamad Alif Dzulfikar¹⁾, Nur Fitri Pujo²⁾, Nurman Pamungkas³⁾, Husen⁴⁾, Mufti Fathonah Mufariz⁵⁾, Nurul Fadhilah⁶⁾

^{1,2,3,4,5,6} Jurusan Mesin, Politeknik Negeri Batam

email: mohamadalif@polibatam.ac.id¹⁾, nurfitriapujo@polibatam.ac.id²⁾, nurman@polibatam.ac.id³⁾, husen@polibatam.ac.id⁴⁾, mufti@polibatam.ac.id⁵⁾, nurulfadilah@polibatam.ac.id⁶⁾

ABSTRACT

Ship launching is a crucial stage in shipbuilding, and the airbag launching method has become widely adopted due to its flexibility, cost efficiency, and better safety compared to conventional methods. The ship launching stage is a crucial part of the ship's transition from land to sea, representing a significant innovation in the maritime field. Among the various methods available, the use of airbags has become one of the most effective and widely applied techniques. The approach taken is a quantitative approach to ensure accurate calculations in the process of launching ships using airbags. The quantitative approach aims at calculating the right number and distance between airbags to ensure the safety and efficiency of ship launching, in accordance with the industry standard C/B T 3837-1998. CB/T 3837-1998 standard can be applied to ensure stability and safety during the launching process, as well as minimize the risk of damage to the ship and ensure the launching process runs smoothly. This research aims to calculate the number and distance between airbags used in the launching of a 330-foot barge. The main ship dimensions and airbag specifications were obtained through field interviews to support accurate calculations. The results show that 18 airbags are required, with a distance between airbags ranging from 6.66 to 11.78 meters using a crossover arrangement configuration. This calculation is based on the main dimensions of the ship and the specifications of the airbags used. This study provides guidelines for determining the optimal number and spacing of airbags to ensure safety and smooth operation during the barge launching process.

Keywords: Airbag, Ship Launching, Barge, CB/T 3837-1998, Airbag Calculation, Airbag Distance

Riwayat Artikel :

Tanggal diterima : 19-11-2024

Tanggal revisi : 28-11-2024

Tanggal terbit : 05-12-2024

DOI :

<https://doi.org/10.31949/jensitec.v11i01.11541>

1. PENDAHULUAN

Peluncuran kapal adalah salah satu tahap krusial dalam proses pembuatan kapal, baik untuk kapal kecil maupun besar (Huang, 2011). Metode peluncuran kapal tradisional, seperti peluncuran gravitasi dan *slipway*, sering kali memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas, biaya, serta keselamatan operasional. Juga bertujuan untuk menghindari kemungkinan risiko yang tidak terhindarkan bagi operasional perusahaan seperti

risiko keuangan, operasional, dan keselamatan kerja (S. R. Salim, 2024). Kemajuan teknologi, metode peluncuran kapal menggunakan *airbag* telah muncul sebagai solusi yang lebih efisien dan aman, mengatasi beberapa keterbatasan metode konvensional tersebut (Min-h, 2007).

Tahap peluncuran kapal merupakan bagian penting dalam transisi kapal dari darat ke laut yang merepresentasikan inovasi signifikan di bidang maritim. Di antara berbagai metode

This is an open access article under the CC BY-4.0 license.



yang tersedia, penggunaan *airbag* telah menjadi salah satu teknik yang efektif dan banyak diterapkan. Pertama kali diperkenalkan di Tiongkok pada tahun 1981 dan telah diterapkan secara luas untuk peluncuran kapal dengan bobot hingga 70.000 ton, sehingga menjadikannya salah satu metode paling efisien dan inovatif dalam industri peluncuran kapal (Ren, 2009) (A.Timothy, 2023). Keunggulan metode *airbag* terletak pada penghematan tenaga kerja, biaya, serta fleksibilitas yang lebih tinggi. *Airbag* kapal laut terdiri dari lapisan kord ban sintetis dan karet yang mampu menahan tekanan tinggi serta menopang lambung kapal. Ukuran dan kapasitas *airbag* disesuaikan dengan dimensi dan berat kapal. Namun, dalam proses peluncuran, beberapa kegagalan dapat terjadi, seperti pecahnya *airbag*, daya dukung yang tidak memadai, hilangnya daya apung, ketinggian air yang tidak mencukupi, serta kegagalan sistem jalur peluncuran dan penahan, yang berisiko terhadap keselamatan kapal dan personel (A.Timothy, 2023) (Yu, 2015) (Liang, 2012).

Meskipun metode peluncuran kapal dengan *airbag* terbukti efektif, ada beberapa tantangan yang harus di atasi, terutama terkait perhitungan jumlah, distribusi, dan tekanan udara dalam *airbag*. Ketidakcocokan jumlah atau tekanan, serta jarak antar *airbag* yang tidak tepat, dapat mengganggu peluncuran dan menyebabkan kerusakan pada lambung kapal atau bahkan kegagalan yang merugikan galangan dan pemilik kapal. Tekanan udara yang tidak sesuai juga dapat membuat posisi kapal tidak stabil selama peluncuran, sehingga pengawasan ketat sangat penting untuk mencegah kondisi kritis seperti tipping atau dropping yang berisiko pada keselamatan kapal (Liang, 2012) (Yusim, 2021) (De Fretes, 2022).

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas penggunaan *airbag* untuk peluncuran kapal. Misalnya, Ren et al. meneliti tentang kekakuan non-linier *airbag* dan pengaruhnya terhadap keselamatan peluncuran. Namun, penelitian tersebut lebih berfokus pada peluncuran kapal besar dan tidak secara spesifik membahas kapal tongkang dengan ukuran tertentu (Ren, 2009). Rashkovskiy dan Rashkovskiy (A. Timothy, 2023) juga melakukan studi tentang gaya gesekan selama peluncuran menggunakan *airbag* di *slipway*, tetapi kurang memberikan panduan praktis tentang bagaimana menentukan jarak antar

airbag yang optimal untuk kapal tongkang (A.S. Rashkovskiy, 2014). Selain itu, pada penelitian Sugeng et al. lebih fokus pada analisis ekonomi peluncuran kapal dan belum memberikan perhatian khusus pada aspek teknis terkait perhitungan distribusi *airbag* pada kapal tongkang (Sunarso Sugeng*, 2020). Dengan demikian, terdapat celah penelitian terkait perhitungan kebutuhan dan jarak antar *airbag* untuk peluncuran kapal tongkang berukuran 330 *feet* yang masih memerlukan perhatian lebih. Penelitian ini akan berfokus pada perhitungan tersebut untuk memberikan panduan jumlah *airbag* yang tepat. Perhitungan yang tepat sangat penting untuk memastikan kelancaran dan keamanan peluncuran kapal, serta meminimalkan risiko kerugian bagi galangan kapal dan pemilik kapal (A. Timothy, 2023). Tujuannya adalah untuk menghitung kebutuhan dan jarak antara *airbag* saat proses peluncuran kapal tongkang 330 *feet* berdasarkan standar CB/T 3837-1998

2. METODE PENELITIAN

Pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan kuantitatif untuk memastikan perhitungan yang akurat dalam proses peluncuran kapal menggunakan *airbag*. Pendekatan kuantitatif bertujuan pada penghitungan jumlah dan jarak antar *airbag* yang tepat untuk menjamin keamanan dan efisiensi peluncuran kapal, sesuai dengan standar industri C/B T 3837-1998.

Ukuran kapal yang menjadi objek penelitian terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal

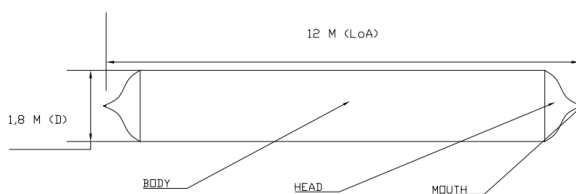
<i>Length Over All (LOA)</i>	<i>Breadth (B)</i>	<i>Depth (H)</i>	LWT	LD
100,584 Meter	27 Meter	6 Meter	3.655,2 Ton	23 Meter

Airbag terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu *mouth*, *head*, dan *body*, yang masing-masing memiliki peran spesifik dalam struktur keseluruhan *airbag*. Untuk memastikan perhitungan yang akurat, diperlukan data spesifikasi teknis *airbag* yang digunakan selama

peluncuran meliputi diameter, jumlah lapisan, berat, serta nilai kekuatan dari *airbag* yang digunakan. Data spesifikasi *airbag* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi *Airbag*

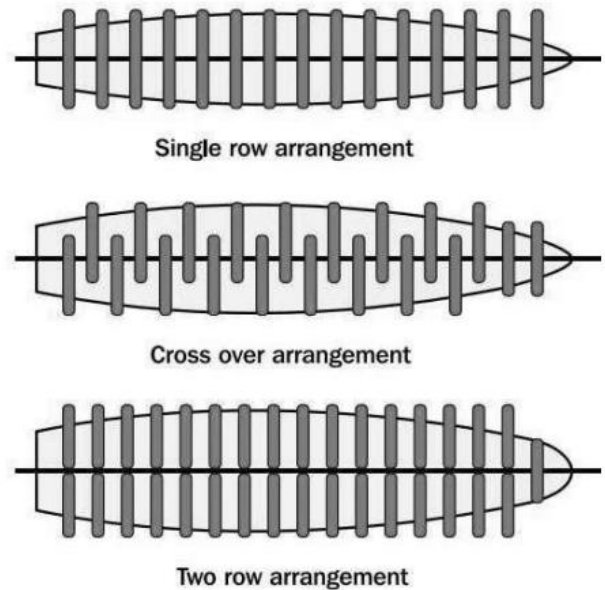
Panjang	12 m
Diameter	1.8 m
Minimal Ketinggian Kerja	1 m
Jumlah lapisan	6
Tekanan Kerja	0.11 Mpa
Berat	68 kg
Kekuatan	138,22 kN/m



Gambar 1. Struktur *Airbag*

Pemilihan *layout airbag* yang tepat sangat bergantung pada spesifikasi ukuran *airbag* dan lebar kapal (Min-h, 2007). Beberapa tipe *layout* yang umumnya digunakan dalam peluncuran kapal dengan *airbag* meliputi *Single Row Arrangement*, *Cross Over Arrangement*, dan *Two Row Arrangement*. *Layout Single Row Arrangement*, diterapkan ketika panjang *airbag* lebih panjang dari lebar kapal, di mana *airbag* diposisikan secara seimbang dan sesuai dengan garis tengah kapal untuk menjaga stabilitas. *Cross Over Arrangement* digunakan apabila panjang *airbag* lebih pendek dari lebar kapal atau lebih dari setengah lebar kapal, dengan posisi *airbag* disilang (*cross over*) untuk memastikan distribusi beban yang merata di sepanjang lambung kapal. Sementara itu, *Two Row Arrangement* diterapkan ketika panjang *airbag* lebih pendek dari setengah lebar kapal, di mana *airbag* diatur dalam dua baris untuk menjaga distribusi beban yang optimal dan stabilitas kapal (H. G. Sitepu, 2012).

Karena panjang *airbag* yang digunakan lebih dari setengah lebar kapal, maka dipilih tipe *Cross Over Arrangement* untuk memastikan stabilitas dan keamanan selama proses peluncuran kapal. *Layout* ini dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan bagaimana *airbag* ditempatkan untuk mendukung beban kapal secara merata sepanjang lambung.



Gambar 2. Tipe *Layout Airbag* (H. G. Sitepu, 2012)

Perhitungan jumlah *airbag* memerlukan data ukuran utama kapal dan spesifikasi teknis *airbag*. Setelah data mengenai dimensi kapal dan spesifikasi *airbag* diperoleh, analisis perhitungan jumlah *airbag* dapat dilakukan. Perhitungan ini mengacu pada standar industri pembuatan kapal C/B T 3837-1998, yang merupakan pedoman untuk menentukan jumlah *airbag* yang dibutuhkan untuk peluncuran kapal. Pada kapal konvensional, jumlah *airbag* dihitung menggunakan rumus yang sesuai dengan standar tersebut. Rumus ini mempertimbangkan berat kapal, kapasitas angkat *airbag*, dan distribusi beban yang optimal sepanjang lambung kapal untuk memastikan peluncuran berjalan aman dan efisien.

$$N = K_1 + \frac{Q \cdot g}{C_b \cdot R \cdot L_d} + N_1 \quad (1)$$

Dengan:

- N Jumlah *airbag* (pcs)
- K_1 Nilai konstanta 1,2~1,3
- Q Berat kapal yang akan diluncurkan (ton)
- g Percepatan gravitasi (m/s^2)
- C_b Koefisien blok
- L_d Panjang kontak antara *airbag* dengan alas lambung pada bagian tengah kapal (m)
- R Garansi kekuatan bantalan *airbag* per satuan panjang dari *airbag* (kN/m)

N_1 Jumlah *airbag* yang diganti terus menerus biasanya dibutuhkan 2~4

Untuk menentukan jarak antar *airbag*, terlebih dahulu harus dilakukan perhitungan jumlah *airbag* yang dibutuhkan. Setelah jumlah *airbag* diketahui, perhitungan jarak antar *airbag* dapat dilakukan dengan menggunakan data-data berikut: ukuran kapal, spesifikasi *airbag*, dan jumlah *airbag* yang digunakan. Berdasarkan standar industri perkapalan C/B T 3837-1998, jarak antar *airbag* dapat dihitung menggunakan rumus berikut (STANDARD, 1998):

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

Dengan:

- L Panjang lunas kapal (m)
- N Jumlah *airbag* (pcs)
- D Diameter *airbag* (pcs)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan jumlah *airbag* yang digunakan dalam peluncuran kapal didasarkan pada data ukuran utama kapal serta spesifikasi *airbag* yang telah diperoleh. *Airbag* yang digunakan memiliki panjang 12 meter dan berdiameter 1,8 meter, dikategorikan sebagai *airbag* berukuran sedang. Pemilihan *airbag* berukuran sedang didasarkan pada beberapa keunggulan dibandingkan *airbag* berukuran lebih besar. Meskipun *airbag* berukuran besar memiliki kapasitas lebih tinggi, penggunaannya kurang ideal untuk peluncuran kapal kecil karena dapat meningkatkan biaya, menurunkan efisiensi penyimpanan, serta kurang sesuai dengan dimensi kapal yang lebih kecil. Setelah data terkait ukuran kapal dan spesifikasi *airbag* diperoleh, data tersebut digunakan dalam perhitungan berdasarkan rumus (1) untuk menentukan jumlah *airbag* yang dibutuhkan.

$$N = K_1 + \frac{Q \cdot g}{Cb \cdot R \cdot Ld} + N_1$$

Dimana:

- N = Jumlah *airbags* (pcs)
- K_1 = 1,2
- Q = 3.655,2 Ton
- g = 9,8 m/s²
- Cb = 0,9
- Ld = 23 m
- R = 138,22 (kN/m)
- N_1 = 4

$$\begin{aligned} N &= 1,2 + \frac{3.655,2 \cdot 9,8}{0,9 \cdot 138,22 \cdot 23} + 4 \\ &= 1,2 + \frac{35.820,96}{2.861,154} + 4 \\ &= 1,2 + 12,52 + 4 \\ &= 1,2 + \frac{35.820,96}{2.861,154} + 4 \\ &= 17,72 \text{ (dibulatkan 18) unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, jumlah *airbag* yang diperlukan untuk peluncuran kapal tongkang sepanjang 330 feet adalah sebanyak 18 unit. Perhitungan dilakukan dengan mengacu pada rumus yang ditentukan oleh standar industri perkapalan C/B T 3837-1998, yang memperhitungkan berat kapal, percepatan gravitasi, koefisien blok, panjang kontak antara *airbag* dan lambung kapal, serta kekuatan *airbag*. Pemilihan *airbag* ukuran sedang dipertimbangkan karena memberikan keunggulan dalam hal efisiensi biaya dan kemudahan penyimpanan, serta lebih sesuai untuk kapal dengan ukuran sedang hingga besar.

Penentuan jarak antar *airbag* dilakukan berdasarkan jumlah *airbag* yang telah dihitung, data ukuran kapal, serta spesifikasi *airbag* yang digunakan. Setelah seluruh data yang relevan diperoleh, jarak antar *airbag* dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2).

$$\begin{aligned} \frac{L}{N-1} &\geq \frac{\pi D}{2} + 0,5 \\ \text{Dimana:} \\ L &= 100 \text{ m} \\ N &= 18 \text{ pcs} \\ D &= 1,8 \text{ m} \\ \frac{100}{18-1} &\geq \frac{3,14 \cdot 1,8}{2} + 0,5 \end{aligned}$$

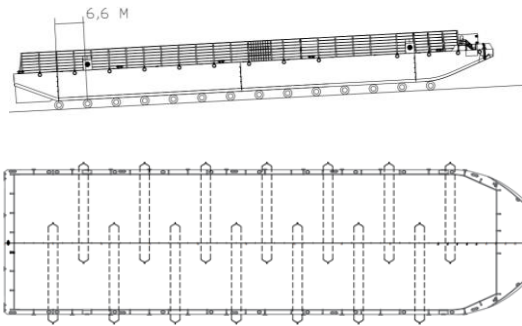
$$5,89 \geq 2,83 + 0,5$$

$$5,89 \geq 3,33 \text{ meter}$$

Untuk perhitungan jarak antar *airbag*, dengan mengacu pada rumus yang sama, diperoleh jarak antara 3,33 hingga 5,89 meter dalam konfigurasi *single arrangement*. Namun, karena peluncuran kapal ini

menggunakan tipe *crossover arrangement*, jarak tersebut dikalikan dua, sehingga diperoleh jarak akhir antara 6,66 hingga 11,78 meter. Jarak ini dipilih untuk memastikan stabilitas dan keamanan selama proses peluncuran kapal. Dari hasil menunjukkan bahwa metode perhitungan yang digunakan berdasarkan standar C/B T 3837-1998 efektif dalam menentukan kebutuhan jumlah dan jarak antar *airbag* yang optimal untuk peluncuran kapal tongkang.

Berdasarkan perhitungan kebutuhan jumlah *airbag* serta jarak antar *airbag*, diperoleh bahwa jumlah *airbag* yang diperlukan untuk peluncuran kapal tongkang sepanjang 330 feet adalah sebanyak 18 unit, dengan jarak antar *airbag* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Layout *airbag* launching barge 330 feet

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peluncuran kapal tongkang sepanjang 330 feet dengan menggunakan *airbag* berdasarkan standar CB/ T 3837-1998 memerlukan 18 unit *airbag*, dengan jarak antar *airbag* berada di antara 6,66 meter hingga 11,78 meter, menggunakan konfigurasi *crossover arrangement*. Perhitungan ini didasarkan pada ukuran utama kapal dan spesifikasi *airbag* yang digunakan. Standar CB/T 3837-1998 dapat diterapkan untuk memastikan stabilitas dan keamanan selama proses peluncuran, serta meminimalkan risiko kerusakan pada kapal dan memastikan proses peluncuran berjalan lancar.

5. REFERENSI

- [1] A.S.Rashkovskiy, S. R. a., 2014. Rolling resistance of marine *airbags* at the longitudinal inclined slipway during ship launching. *International Shipbuilding Progress*, 61(1-2), pp. 41-59.
- [2] S.R.Salim & Herlina., 2024. Analisis Manajemen Risiko Operasional Bongkar Muat Menggunakan Metode HOR
- [3] A.Timothy, M. A. A. A. R. K. I., 2023. Enhancing Safety and Reliability of Marine *Airbags* for Ship Launching: Failure Analysis and Mitigation Strategies. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 12(9), pp. 78-81.
- [4] De Fretes, E. L. H. & I. R., 2022. Analisis tekanan angin *airbag* saat peluncuran kapal. Ambon, Universitas Pattimura, pp. 25-29.
- [5] H. G. Sitepu, & L. A. F., 2012. Kajian Penggunaan Fasilitas Dok Sistem *Airbags* di PT. Dok dan Perkapalan Kodja Bahari Galangan II, Jakarta.. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK)*, pp. 181-192.
- [6] Huang, Y. Z. H. W. H. & W. X. (., 2011. Computation of longitudinal launching for a multi-purpose cargo ship. *Applied Mechanics and Materials*, pp. 783-786.
- [7] Liang, C., 2012. Influential Factors Analysis for *Airbag's* Bearing Capacity in Launching Proces. *Science & Technology of Ports..*
- [8] Min-h, Z., 2007. *Research report of safe countermeasures to apply the airbag launch and upgrade technology to large ships*, s.l.: China Shiprepair.
- [9] Ren, H. L. C. F. G. L. X. & Z. J., 2009. *Safety Assessment of Ship Launching Based on Airbags With the Nonlinear Rigidity of Airbags Being Considered*. Honolulu, s.n., pp. 147-152.
- [10] Shi-lin, H., 2010. Design Issues of *Airbag* Launching Platform and Problems Needing Attention.. *China Harbour Engineering..*
- [11] STANDARD, C. 3.-1. S. I., 1998. *TechnoLogical Requirements for Ship Upgrading or Launching Relying on Air-Bags..* PRC: s.n.
- [12] Sunarso Sugeng*, M. R. S. S. F. K., 2020. Technical and economic analysis of ship launching with slipway and *airbag* KM. Sabuk Nusantara 72. *TEKNIK*, 41(3), pp. 225-231.
- [13] Yu, L. L. Y. X. L. D. J. & Y. Q., 2015. Research on mechanics of ship-launching *airbags* I—Material constitutive relations

by numerical and experimental approaches..
Applied ocean research, Volume 52, pp. 222-233.

- [14] Yusim, A. K. A. I. F. & W. B. S., 2021.
Analisa kebutuhan *airbags* untuk docking undocking kapal tongkang Virgo Sejati 177 di PT. Yasa Wahana Tirta Samudera. *Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*, pp. 1-6.