



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

PERANCANGAN KAPAL GENERAL CARGO 8200 DWT UNTUK RUTE PELAYARAN JAKARTA - SAMARINDA

Yozar Rinanggara^{*}), Ari Wibawa Budi Santosa¹⁾, Hartono Yudo

¹⁾Laboratorium Teknologi Desain dan Digitalisasi Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*}e-mail [:yozargara19@gmail.com](mailto:yozargara19@gmail.com), @gmail.com,

Abstrak

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki sumber daya melimpah baik itu sumber daya alam maupun manusia. Berbagai komoditas dan produk telah dikembangkan yang membuat alur perdagangan semakin ramai, khususnya jalur laut yang merupakan keunggulan Indonesia. Indonesia memiliki beberapa komoditas antara lain produk hasil pertanian, produk perikanan dan hasil laut, bahan bangunan, alat perkantoran dan lain-lain. Untuk memasarkan produk ini diperlukan alat transportasi. Kapal general Cargo digunakan untuk memindahkan barang kemasan dalam jumlah besar dalam jumlah besar dengan efektif dan ekonomis. Desain kapal general cargo yang dirancang mempertimbangkan data kapal pembanding yang dijadikan contoh model dan rute pelayaran yang dilalui. Dari penelitian yang dilakukan di dapatkan ukuran utama kapal yang sesuai daerah pelayaran adalah LOA 113,44 m, LWL 110,67 m, B 18,45 m, T 8,4 m, cb 0,70 serta DWT 8200 Ton. Melakukan perancangan Rencana umum yang disesuaikan dengan kebutuhan ruangan dan fungsinya. Dilakukan analisa hambatan kapal dengan pendekatan Holtrop. v Dilakukan analisa stabilitas secara komputasi yang mengacu pada kriteria IMO

Kata Kunci: General Cargo, Perancangan, Stabilitas, Hambatan kapal

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya melimpah baik itu sumber daya alam maupun manusia. Berbagai komoditas dan produk telah dikembangkan yang membuat alur perdagangan semakin ramai, khususnya jalur laut. Hal itu menimbulkan potensi ekonomi tersendiri, khususnya di dalam negeri. Seperti yang diketahui Indonesia memiliki proyek pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) di Kalimantan Timur yang memungkinkan arus perputaran barang semakin ramai. Tak terkecuali Kota Samarinda yang merupakan ibu kota Provinsi Kalimantan Timur. Pelabuhan Kota Samarinda adalah salah satu pelabuhan teramai di Kalimantan Timur. Dengan adanya proyek pembangunan IKN barang-barang dari luar borneo akan semakin banyak mengingat efek dari proyek pembangunan IKN. Barang-barang seperti bahan makanan, bahan bangunan, alat tulis kantor dan sebagainya yang

tentu memerlukan angkutan yang bisa mengemas barang-barang tersebut sampai tujuan dengan aman.

Salah satu alat angkut dan sarana transportasi yang sering digunakan untuk mengangkut muatan dalam kemasan adalah kapal General Cargo. Kapal general Cargo digunakan untuk memindahkan barang kemasan dalam jumlah besar. Kapal ini memiliki peran penting dalam menghubungkan rantai pasokan yang ada dengan membawa barang dari suatu tempat ke tempat lain dengan jumlah yang besar dalam satu kali perjalanan sehingga mampu menghemat biaya dan waktu pengiriman, [2] Potongan melintang berbentuk segitiga dari tangki-tangki topside yang berada langsung dibawah dek utaranya serta tangki tangki dasar ganda dan tangki-tangki hopper di lambung bawah kapal menambah kekuatan badan/lambung

kapal, yang memungkinkan ruang-ruang palkanya dibuat lebih besar. Selanjutnya, struktur palkanya memungkinkan muatan termuat tanpa diatur-atur lagi (trimming) sehingga memungkinkan kapal memuat dalam jumlah yang banyak dengan efisien. Serta dilengkapi alat crane yang mampu mempermudah pembongkaran muatan.

2. METODE

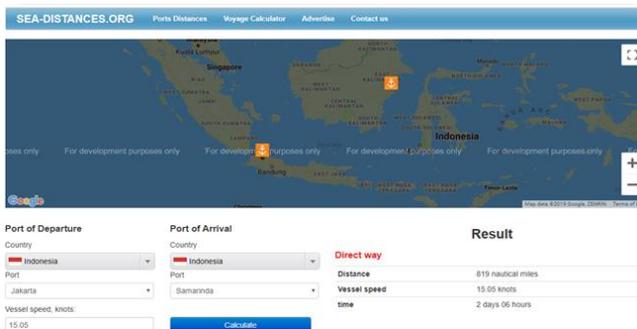
2.1 Objek Penelitian

Perancangan kapal General Cargo untuk kegiatan angkutan barang dilakukan dengan menggunakan data primer, sekunder, dan sumber literatur. Data primer didapatkan melalui studi literasi dengan mempertimbangkan lokasi pelayaran kapal.

Tabel 1 Data Kapal Pembanding

No	Ukuran Utama	Dimensi (m)
1	<i>Length Over All (LOA)</i>	113,44
2	<i>Breadth (B)</i>	18,45
3	<i>Height (H)</i>	11,45
4	<i>Draft (T)</i>	8,4

Hal yang perlu diperhatikan dalam merancang kapal adalah karakter perairan dari rute pelayaran yang akan dilalui serta kapasitas pelabuhan, seperti kedalaman, ukuran dermaga dan kapasitas alat bongkar muat.



Gambar 1. Rute pelayaran

Tabel 2 Kapasitas Pelabuhan Soekarno Hatta

No	Data Pelabuhan	Dimensi
1	Luas	2720 m ²
2	Panjang	1360 m
3	Kapasitas	729495 Ton/m ³
4	Draft (T)	9 m

Tabel 3 Kapasitas Pelabuhan Guangzhou

No	Data Pelabuhan	Dimensi
1	Luas	2960 m ²
2	Panjang	876 m
3	Kapasitas	1776 Ton/m ³
4	Draft (T)	15 m



Gambar 2. Pelabuhan Guangzhou

2.2 Perlakuan Pada Objek

Setelah mengamati data yang diperoleh mengenai kondisi perairan pada rute pelayaran yang menjelaskan karakteristik air laut dan kedalaman yang dilalui oleh kapal. Data yang diperoleh digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal general cargo yang dirancang. Data ini digunakan untuk menentukan batas ekstrim kapasitas maksimum yang dapat digunakan oleh kapal untuk berlayar maupun bersandar di pelabuhan dan mendapatkan kapasitas ukuran utama kapal yang mampu menampung muatan dengan tetap mempertahankan kemampuan olah gerak kapal yang baik. Tahapan pengolahan data sebagai berikut :

1. Menentukan ukuran utama kapal
2. Perancangan lines plan
3. Pembuatan model lambung dengan menggunakan *software maxsurf*
4. Perancangan rencana umum
5. Melakukan analisa Hambatan
6. Melakukan analisa hidrostatik
7. Menganalisa stabilitas kapal untuk mengetahui keamanan saat berlayar

2.3 Hambatan Kapal

Hambatan kapal merupakan kondisi dimana kapal menerima gaya hambat (*resistance*) ketika kapal sedang bergerak yang mana gaya hambat tersebut berlawanan dengan arah gerak kapal. Hambatan pada kapal dipengaruhi oleh kecepatan gerak kapal (V_s), bentuk badan kapal, dan berat air yang dipindahkan melalui badan kapal (*displacement*). Nilai hambatan total kapal dari metode Holtrop memiliki peran penting dalam menentukan daya mesin yang diperlukan pada kapal.

2.4 Rencana Umum

Rencana umum dari sebuah kapal dapat didefinisikan sebagai perancangan atau penyusunan atau dapat dikatakan sebagai penentuan atau penandaan dari semua ruangan yang dibutuhkan, ruangan yang dimaksud seperti ruang muat dan ruang kamar mesin dan akomodasi. Di samping itu juga direncanakan penempatan peralatan-peralatan dan beberapa sistem dan perlengkapan lainnya.

2.5 Stabilitas Kapal

Stabilitas merupakan kemampuan kapal untuk dapat kembali pada posisi semula dari posisi miring setelah mendapatkan pengaruh dari gaya-gaya eksternal seperti angin, gelombang, arus dan lain-lain. Stabilitas lambung kapal dianalisis berdasarkan perbedaan muatan yang dialami kapal pada kondisi tertentu. Selanjutnya untuk apakah kapal ini dapat dikatakan stabil akan mengacu pada IMO (A749).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Ukuran Utama Kapal

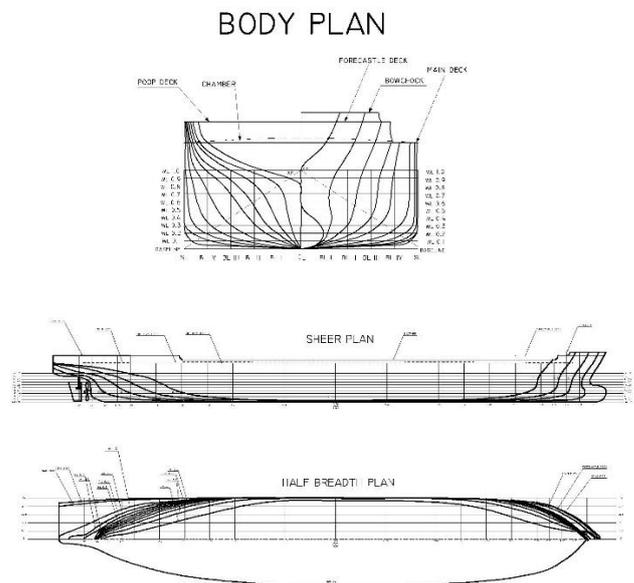
Menentukan Ukuran Utama Kapal General Cargo yang dirancang dilakukan dengan metode regresi. Analisis regresi adalah analisis yang mempelajari hubungan yang ada diantara variabel-variabel, sehingga dari hubungan yang diperoleh kita dapat menaksir variabel yang satu apabila variabel yang lain diketahui. Metode ini diambil dengan tujuan untuk mendapatkan kapal dengan kapasitas yang optimum. Data kapal acuan pada table 1 lalu disesuaikan dengan data rute pelayaran pada table 2 dan 3. Berdasarkan data kapasitas pelabuhan yang ada dan batasan *class* terhadap standar konstruksi kapal, diperoleh data ukuran utama kapal bulk carrier pada table 4.

Tabel 4 Data Ukuran Utama

No	Ukuran Utama	Dimensi (m)
1	<i>Length Over All (LOA)</i>	113,44
2	<i>Breadth (B)</i>	18,45
3	<i>Height (H)</i>	11,45
4	<i>Draft (T)</i>	84
5	<i>Coefficient Block (Cb)</i>	0,70
6	<i>Length Water Line (LWL)</i>	110.67

3.2 Lines Plan

Pada perancangan lines plan kapal general cargo ini menggunakan *software* pemodelan *AutoCad*. Lines Plan ditampilkan dalam bentuk 3 proyeksi badan kapal antara lain : body plan, half breadth plan dan sheer plan

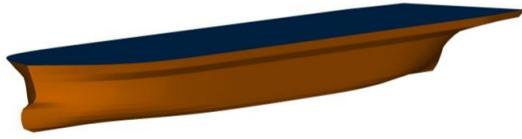


Gambar 3 Lines Plan

Hasil *Lines Plan* kapal Bulk Carrier dibagi dalam 20 *station* dengan jarak yang bervariasi, 10 *water lines*.

3.3 Model Lambung Kapal

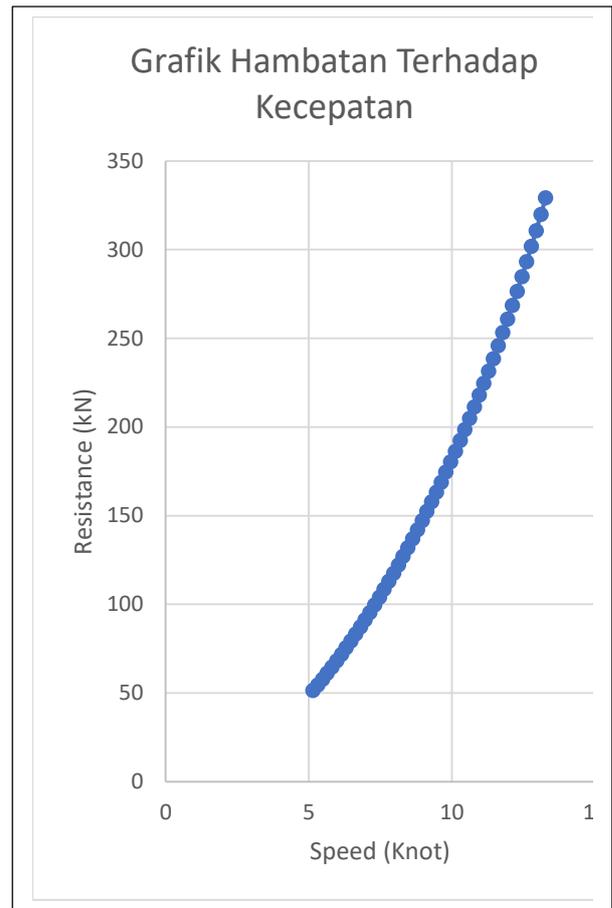
Pada tahapan ini dilakukan pemodelan lambung kapal menggunakan *software* Maxsurf. Model lambung kapal General Cargo berjenis *monohull streamline* ini dirancang menggunakan *software* pemodelan dengan data kapal yang diambil dari hasil perancangan *Lines Plan*. Lambung kapal di modelkan secara 3D dengan tujuan menganalisa lebih lanjut karakteristik badan kapal.



Gambar 4 Model 3D lambung Kapal

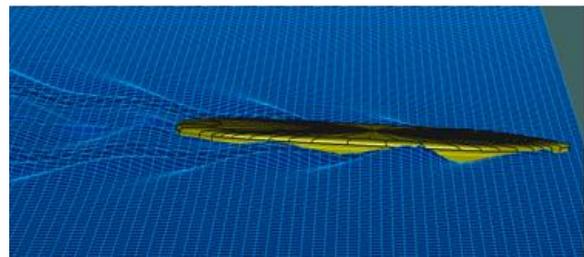
3.4 Analisa Hambatan

Hambatan sangat berperan penting dalam menentukan kebutuhan mesin dan bahan bakar minimum yang diperlukan suatu kapal dalam memenuhi operasionalnya. Hambatan juga mempengaruhi kapasitas dan ukuran *main engine* yang digunakan. Perhitungan hambatan kapal ini menggunakan metode *holtrop*. Dalam menghitung tahanan kapal dengan menggunakan metode *holtrop* dianalisa dengan menggunakan bantuan software khusus berupa Maxsurf Resistance. Untuk mengetahui seberapa besar hambatan yang dialami kapal analisa hambatan dilakukan dengan membandingkan nilai hambatan yang didapat dalam bentuk grafik terhadap variable kecepatan kapal dengan kecepatan sebesar 15,05 knot.



Gambar 5 Grafik Hambatan kapal

Hasil analisa data hambatan dari model kapal General Cargo dengan koefisien blok (C_b) sebesar 0,70 menghasilkan hambatan maksimal sekitar 278,9 kN dengan kecepatan maksimal sebesar 15,05 knot



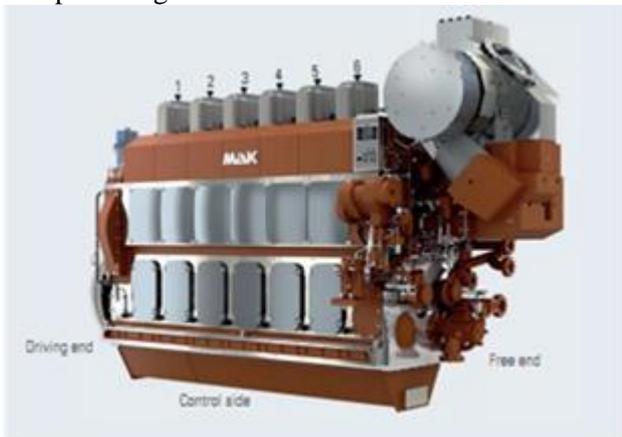
Gambar 6 Proses Running Analisa Resistance pada Model

3.5 Kebutuhan Daya Mesin

Untuk kebutuhan minimum daya mesin yang dibutuhkan untuk mengoperasikan kapal di dapatkan dari hasil analisa nilai hambatan. Nilai hambatan dalam perhitungan daya minimum mesin kapal ini memiliki berbanding lurus dengan kecepatan kapal, Sehingga dengan

mengalikan kecepatan kapal yang dirancang dengan..nilai hambatan hasil analisa bisa diketahui kebutuhan minimum daya mesin. Dengan hasil analisa hambatan yang dibutuhkan oleh kapal untuk bergerak dengan kecepatan 13,28 knot dan hambatan maksimal sekitar 329,2 kN maka nilai daya mesin yang dibutuhkan.

Dari perhitungan ini dapat diketahui bahwa nilai EHP (*Effective Horse Power*) kapal yang dirancang sebesar 2895,25 HP. Setelahnya mencari nilai SHP (*Shaft Horse Power*) yang merupakan perbandingan antara EHP dengan PC (*Propulsive Coeficient*). Dari perhitungan didapatkan nilai SHP sebesar 3618,05 HP. Dilanjutkan dengan mencari nilai BHP (*Break Horse Power*) dari data SHP yang diketahui dengan menjumlahkan SHP dan 3% SHP. Didapatkan nilai akhir BHP sebesar 4341 HP dari perhitungan.



Gambar 7 Engine Propulsi Komersial M 32 E

Dari perhitungan daya yang dibutuhkan diambil mesin Engine Propulsi Komersial M 32 E yang digunakan sebagai penggerak utama kapal bulk carrier ini.

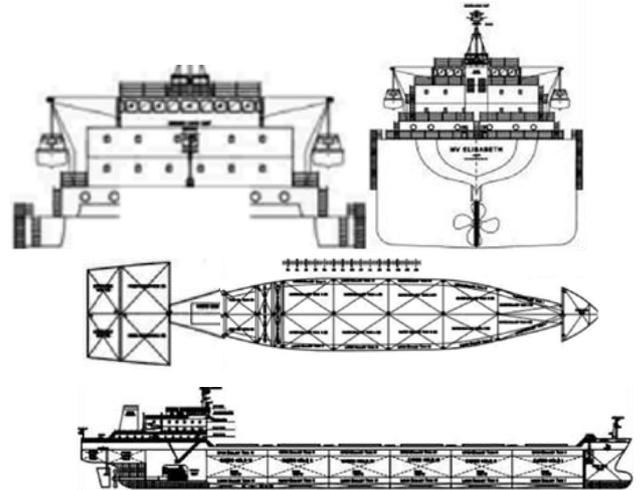
Tabel 5 Data Spesifikasi *Main Engine*

No	Data Mesin	Dimensi
1	Daya Mesin	4425 BHP
2	RPM	720 rpm
3	Panjang	6055 mm
4	Lebar	2195 mm
5	Tinggi	3862 mm
6	<i>Cylinders</i>	8 <i>cylinders</i>
7	Berat	37.500 kg

3.6 General Arrangement

General Arrangement kapal General Cargo ini dibuat berdasarkan Lines Plan yang telah dirancang sebelumnya. Rencana umum dari sebuah kapal merupakan gambaran penyusunan ruangan-ruangan, peralatan-peralatan serta pintu-pintu yang

tepat. Dapat dikatakan bahwa penyusunan ruangan-ruangan yang baik akan dapat meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomis dari sebuah kapal. Hal ini mempengaruhi pada konstruksi dan biaya operasional kapal tersebut.



Gambar 8 Rencana Umum

3.7 Perhitungan Berat Kapal

Berat Kapal atau *displacement* merupakan total berat pada kapal yang terdiri dari LWT (*Lightweight Tonnage*) dan DWT (*Deadweight Tonnage*). Untuk menghitung berat total kapal dapat dilakukan dengan perhitungan :

$$\Delta = LWT + DWT \dots \dots \dots (1)$$

atau

$$\Delta = L \times B \times T \times C_b \times \rho \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

- Δ : Displacement kapal (ton)
- LWT : *Lightweight Tonnage*
- DWT : *Deadweight Tonnage*
- L : Panjang Kapal (m)
- B : Lebar Kapal(m)
- T : Sarat Kapal (m)
- C_b : Koefisien blok per lambung
- ρ : Massa jenis air tawar (ton/m³)

Berat total kapal dipengaruhi oleh berat badan kapal dan muatan pada kapal tersebut. LWT yang merupakan berat kapal dipengaruhi oleh berat konstruksi kapal, berat permesinan, berat outfit dan lain sebagainya. Sedangkan untuk DWT yang merupakan berat muatan kapal dipengaruhi oleh berat bahan bakar, berat minyak pelumas, berat air tawar, berat bagasi berat Crew, berat bahan makanan dan berat cargo.

Tabel 6 Komponen LWT Kapal

No	Komponen Berat	Berat (Ton)
1	Konstruksi	2038,23
2	<i>Outfitting & Equipment</i>	777,85
3	Permesinan Kapal	237,18
4	Cadangan	99,97
Jumlah		3422,97

Dari table di atas didapatkan total berat LWT dari komponen – komponennya adalah 7195,39 Ton

Tabel 7 Komponen DWT Kapal

No	Komponen Berat	Berat (Ton)
1	<i>Fuel Oil dan Diesel oil</i>	67,49
2	<i>Lubricant Oil</i>	0,77
3	<i>Fresh Water</i>	20,16
4	Berat bahan Makanan	0,29
5	Berat Crew	3,46
6	<i>Payload</i>	8662,06
7	Berat Cadangan	301,42
Jumlah		8877,02

Dari table di atas didapatkan total berat DWT dari komponen – komponennya adalah 22947,025 Ton

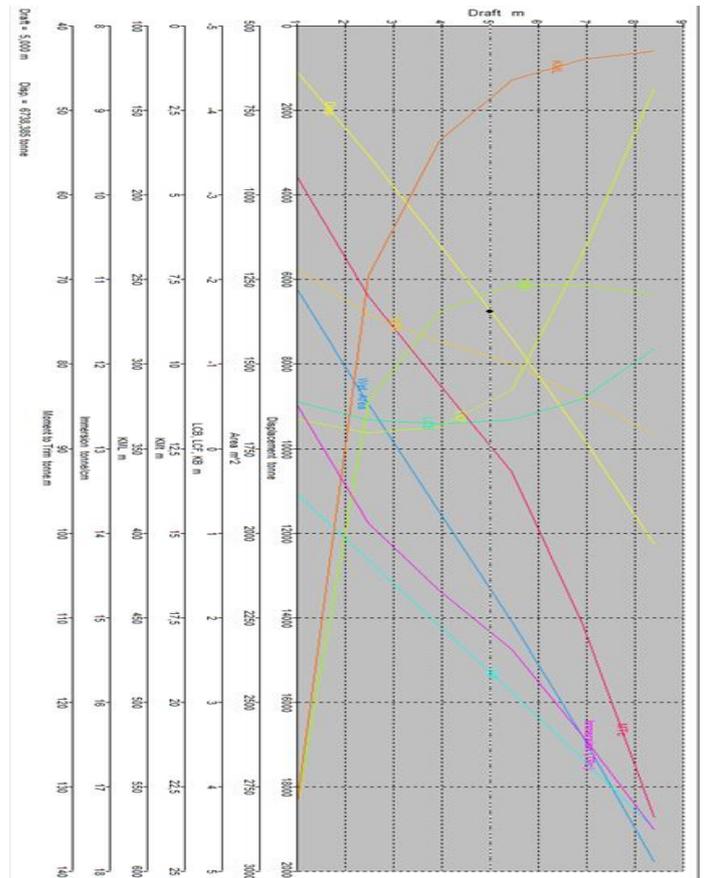
$$\begin{aligned} \Delta &= \text{LWT} + \text{DWT} \\ &= 2422,97 + 8877,02 \\ &= 4299,99 \text{ ton} \end{aligned}$$

3.8 Analisa Hidrostatik Kapal

Fungsi lengkung hidrostatik adalah untuk mengetahui sifat-sifat badan kapal yang tercelup kedalam air. Perhitungan Hidrostatik ini dilakukan analisa pada model kapal pada sarat penuh dengan trim 0 atau netral, Selanjutnya didapatkan kurva hidrostatik yang merupakan hasil running software Maxsurf. Selanjutnya didapatkan kurva hidrostatik yang merupakan hasil *running software* Maxsurf setelah perhitungan Hidrostatik. Dengan menggunakan model kapal yang telah dibuat, hasil grafik hidrostatik dapat dibaca pada gambar 11.

Tabel 8 Hasil Perhitungan Hidrostatik

	Draft Amidsh. m	1,000	2,480	3,960	5,440	6,920	8,400
1	Displacement tonne	1089	3058	5176	7400	9745	12268
2	Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Draft at FP m	1,000	2,480	3,960	5,440	6,920	8,400
4	Draft at AP m	1,000	2,480	3,960	5,440	6,920	8,400
5	Draft at LCF m	1,000	2,480	3,960	5,440	6,920	8,400
6	Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	WL Length m	100,237	101,653	101,881	102,530	106,421	110,512
8	WL Beam m	17,889	18,442	18,450	18,450	18,450	18,450
9	Wetted Area m ²	1277,898	1616,894	1937,630	2261,099	2602,446	2974,040
10	Waterpl. Area m ²	1217,844	1354,299	1431,968	1499,733	1600,253	1708,414
11	Prismatic Coeff.	0,625	0,654	0,679	0,700	0,721	0,745
12	Block Coeff.	0,563	0,619	0,656	0,682	0,706	0,733
13	Midship Area Coeff.	0,901	0,945	0,966	0,975	0,980	0,984
14	Waterpl. Area Coeff.	0,646	0,697	0,736	0,771	0,823	0,878
15	LCB from Amidsh. (+ve fwd)	-0,554	-0,342	-0,292	-0,338	-0,588	-1,185
16	LCF from Amidsh. (+ve fwd)	-0,349	-0,189	-0,253	-0,698	-2,314	-4,271
17	KB m	0,536	1,319	2,100	2,833	3,678	4,499
18	KG m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19	BMT m	22,476	9,798	6,341	4,784	3,983	3,451
20	BML m	559,467	246,819	165,729	129,285	116,341	110,324
21	GMLt m	23,012	11,118	8,441	7,666	7,661	7,950
22	GML m	560,003	248,138	167,828	132,167	120,019	114,823
23	KMLt m	23,012	11,118	8,441	7,666	7,661	7,950
24	KML m	560,003	248,138	167,828	132,167	120,019	114,823
25	Immersion (TPC) tonne/cm	12,485	13,884	14,681	15,375	16,406	17,515
26	MTC tonne.m	57,854	71,985	82,408	92,782	110,956	133,642
27	RII at 1deg = GMT.Disp.sin(1)	437,335	593,306	762,445	990,012	1302,829	1702,193
28	Max deck inclination deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	Trim angle (+ve by stern) deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Gambar 9 Kurva Hidrostatik

3.9 Stabilitas Kapal

Tujuan melakukan analisa stabilitas kapal yaitu untuk menguji tingkat keamanan berlayar. Analisa ini dilakukan dengan menggunakan software. pada penelitian ini dianalisa dengan menggunakan Software. Pengujian stabilitas dilakukan dengan standar IMO (Intemasional Maritime Organization) Is Code 2008 A.749 (18) Ch 3-desain kriteria yang berlaku untuk semua kapal.

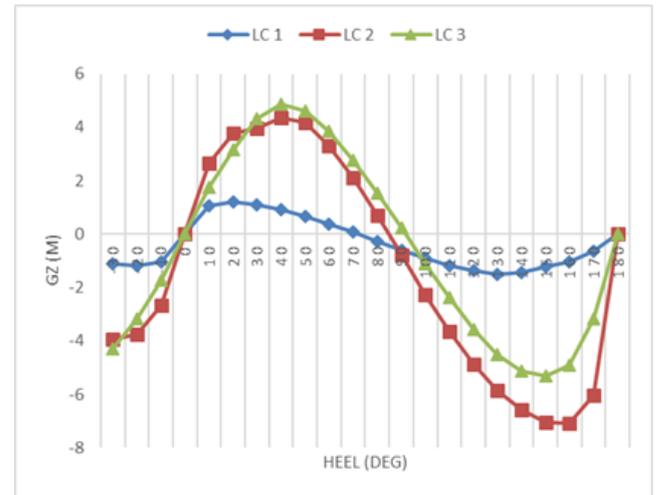
Tabel 9 Kondisi *Loadcase*

No	Item	LC 1	LC2	LC 3
1	Lightship	3266,9 5	3266, 95	3266,95
2	lot	100%	0%	100%
3	dot	100%	0%	100%
4	fot	100%	0%	100%
5	water ballast 1	0%	0%	100%
6	water ballast 2	0%	0%	100%
7	water ballast 3	0%	0%	100%
8	water ballast 4	0%	0%	100%
9	water ballast 5	0%	0%	100%
10	after peak	100%	0%	100%
11	fresh water	100%	0%	100%
12	fore peak	100%	0%	100%
13	cargo hold I	100%	0%	0%
14	cargo hold II	100%	0%	0%
15	cargo hold III	100%	0%	0%
16	cargo hold IV	100%	0%	0%
17	cargo hold V	100%	0%	0%
18	cargo hold VI	100%	0%	0%

Tabel 10 Analisa Stabilitas Berdasarkan IMO

Kreteria	IMO minimum	LC 1	LC 2	LC 3
Area 0 to 30 (>)	3,151 m.deg	26,52	86,26	71,45
Area 0 to 40 (>)	5,157 m.deg	34,47	127,7 3	117,91
Area 30 to 40 (>)	1,719 m.deg	7,94	41,46	46,45
Max GZ at 30 or Greater (>)	0,20 m	0,92	4,37	4,871
Angle of maximum GZ (>)	25,0 deg	26,4	43,7	41,8
Initial GMt (>=)	0,15 m	7,198	16,87	10,025
Status		Pass	Pass	Pass

Tabel di atas menunjukkan bahwa rancangan kapal bulk carrier dalam 3 kondisi telah memenuhi persyaratan IMO.



Gambar 10 Grafik Stabilitas GZ

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian kapal General Cargo yang ditujukan untuk kegiatan angkutan barang dari Pelabuhan Soekarno Hatta ke Pelabuhan Samarinda diperoleh kesimpulan mengenai desain kapal dengan dimensi LPP 113,44 m; Lebar 18,45 m; Tinggi 11,45 m; Sarat 8,4 m; dan Cb 0,70 menghasilkan Lines Plan yang sesuai karakteristik rute pelayaran. Lines Plan ini digunakan untuk membuat General Arrangement Kapal General Cargo 8200 DWT dengan ukuran ruang akomodasi yang sesuai fungsinya beserta model 3D kapal. Mesin yang digunakan dalam kapal General Cargo ini adalah M 32 E. dengan daya mesin yang diperlukan sebesar 4425 hp untuk menghasilkan kecepatan maksimal sebesar 15,05 knot dengan nilai hambatan maksimal sekitar 278,96 kN. Beban Lighthouse Tonnage yang dialami kapal seberat 3266,95 Ton. Kapal ini telah memenuhi kriteria stabilitas IMO Is Code 2008 A.749 (18) pada 3 kondisi muatan berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [1] Septiawan, B. "Analisis Potensi Ekspor Indonesia Terhadap Negara Asean Dengan Pemanfaatan Perjanjian Masyarakat Ekonomi Asean (MEA)," *ekonomi*, vol. 15, no. 1, pp. 13, 2023.
- [2] Pamungkas, M. Fajar, "Optimalisasi Penanganan Muatan High Temperature di MV.Desert Spring Pada Saat Loading Batubara Yang Diageni PT. IDT Trans Agency," *pip*, vol. 6, no. 2, pp. 24, 2023.
- [3] Pamungkas, P. Bagio, "Perancangan Kapal Bulk Carrier 6200 Dwt Untuk Rute Pelayaran Jakarta - Palngkaraya," *kapal*, vol. 2, no. 2, pp. 1 - 2, 2014.
- [4] Direktorat Jenderal Perhubungan Laut. 2021. Jumlah Armada Kapal Niaga Nasional Berbendera Indonesia Tahun 2021. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta. 1 hal.
- [5] ---, Atlas Megazine, <https://www.atlas-mag.net/en/category/tags/focus/the-world-merchant-fleet>, 20 Februari 2024.
- [6] INTERCARGO. (2019). Bulk Carrier Casualty Report. London: International Association Of Dry Cargo Shipowners. https://www.iims.org.uk/wp-content/uploads/2020/05/INTERCARGO-Bulk-Carrier-Casualty-Report_2019.pdf.
- [7] ---, Kapaldanlogistic, <https://www.kapaldanlogistik.com/2021/03/ukuran-kapal-cargo.html>, 20 Februari 2024.
- [8] Hakim, L. "Penentuan Rute Pelayaran Terbaik Untuk Mendukung Program Tol Laut NKRI," *Geografi*, vol. 16, no. 2, pp. 2 - 3, 2016.
- [9] Djunarsjah, E. "Kajian Standar Penilaian Kelayakan Pelabuhan Makassar Dalam Mendukung Konsep Tol Laut," *Geospatial*, vol. 5, no. 2, pp. 31, 2018.
- [10] International Towing Tank Conference (ITTC), Practical guidelines for ship CFD applications, in: Proc. 26th ITTC, 2011. http://ittc.sname.org/CD2011/pdf/Procedures_2011/7.5-03-02-03.pdf.
- [11] R. Deng, D. B. Huang, G. L. Zhou, and H. W. Sun, "Investigation on some factors effecting ship resistance calculation with CFD code FLUENT," *Chuan Bo Li Xue/Journal Sh. Mech.*, vol. 17, no. 6, pp. 616–624, 2013, doi: 10.3969/j.issn.1007-7294.2013.06.004.
- [12] Shih, T.-H., et al., A new $k-\epsilon$ eddy viscosity model for high reynolds number turbulent flows. *Computers & fluids*, 1995. 24(3): p. 227-238.
- [13] Fluent, A., 12.0 Tutorial Guide. Ansys Inc, 2011.
- [14] Gharagozloo A. H., Negahdari M. R., Ebrahimi A. Numerical Study on Body Form of Flettner Sail Using Computational Fluid Dynamics. *ijmt* 2021; 16 :63-71 URL: <http://ijmt.ir/article-1-774-en.html>
- [15] J. Holtrop, A statistical re-analysis of resistance and probulsion data (1984) 272–276.