



JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Perancangan Kapal General Cargo 22200 DWT Untuk Rute Pelayaran Surabaya - Balikpapan

Muhammad Farhan Naufal¹, Kiryanto²), Tuswan³)

¹)Laboratorium Desain dan Digitalisasi Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

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

^{*})e-mail : muhammadfarhannaufa@students.undip.ac.id, kiryanto@lecturer.undip.ac.id,

tuswan@lecturer.undip.ac.id

Abstrak

Pembangunan IKN serta pemerataan pembangunan di pulau Kalimantan mendorong kebutuhan pengangkutan muatan kargo melalui transportasi laut sebagai konektivitas antar pulau. Kapal General cargo dirancang untuk menunjang proses distribusi berbagai jenis muatan. Penelitian ini bertujuan merancang kapal kargo yang mempermudah dalam pengiriman muatan barang melalui jalur laut dan tentunya sesuai dengan karakteristik rute perairan wilayah Surabaya – Balikpapan. Perancangan kapal general cargo mengambil pendekatan regresi linear menggunakan 10 data kapal yang telah ada sebagai pembandingan untuk menentukan ukuran utama kapal. Kemudian dilakukan pembuatan lines plan, rencana umum, perhitungan hambatan, analisa hidrostatik dan analisa stabilitas. Perancangan kapal menggunakan metode perbandingan untuk mendapatkan ukuran utama kapal, software Maxsurf untuk pemodelan dan analisa karakteristik kapal. Ukuran utama kapal didapatkan yaitu $L_{pp} = 162,31$ m, $B = 25,47$ m, $H = 14,33$ m, $T = 10,2$ m, $V_s = 13,6$ knot, dengan displacement 33652 ton dan $C_b = 0,75$. Nilai hambatan kapal didapatkan dengan perhitungan manual dan divalidasi dengan software maxsurf sebesar 375,4 KN dan power sebesar 2626 Hp pada kecepatan 13,6 knot. Dalam pengujian hidrostatik dan stabilitas kapal diperoleh kesimpulan bahwa kapal lah memenuhi kriteria stabilitas IMO Is Code 2008 A.749 (18) pada 4 kondisi muatan berbeda.

Kata Kunci : General Cargo, Perancangan, Rencana Garis, Hidrostatik

1. PENDAHULUAN

Indonesia sedang dalam proses pemindahan Ibukota pemerintahan dari DKI Jakarta menuju IKN di Pulau Kalimantan. Namun salah satu tantangan yang dihadapi adalah kurangnya jumlah kapal kargo yang memadai untuk memenuhi kebutuhan logistik dalam pembangunan IKN melalui jalur pelayaran domestik dan internasional. Kekurangan kapal kargo ini menyebabkan inefisiensi logistik dan biaya transportasi yang lebih tinggi, sehingga berdampak pada terhambatnya pembangunan wilayah Kalimantan Timur serta perekonomian Indonesia secara keseluruhan[1].

Upaya untuk mengatasi kekurangan kapal kargo di Indonesia perlu mencakup kolaborasi

antara pemerintah, sektor swasta, dan mitra internasional untuk berinvestasi dalam pembangunan dan modernisasi kapal kargo[2]. Hal ini tidak hanya akan meningkatkan infrastruktur transportasi tetapi juga berkontribusi terhadap pembangunan ekonomi Indonesia secara keseluruhan.

Surabaya dan Balikpapan adalah dua kota penting di Indonesia dengan perekonomian dan komoditas yang berbeda[3]. Surabaya, sebagai ibu kota Jawa Timur, merupakan kota pelabuhan utama dan pusat industri. Perekonomiannya didorong oleh ekspor produk seperti tekstil, barang elektronik, dan hasil pertanian seperti kopi dan gula. Di sisi lain, Balikpapan, yang terletak di provinsi Kalimantan Timur yang kaya sumber daya, merupakan pusat utama industri

pertambangan, minyak bumi, dan energi. Perekonomiannya sangat bergantung pada ekspor batu bara, minyak, dan gas alam. Memahami komoditas spesifik dan aktivitas ekonomi kedua kota ini sangat penting dalam perancangan dan pengoperasian kapal kargo umum untuk rute pelayaran Surabaya-Balikpapan[4].

Jalur pelayaran Surabaya-Balikpapan berperan penting dalam menghubungkan kedua pusat perekonomian ini dan memperlancar perdagangan antar keduanya[5]. Mengingat beragamnya komoditas yang diangkut antara Surabaya dan Balikpapan, maka penting untuk merancang kapal yang dapat menampung berbagai jenis kargo. Kapal tersebut harus dilengkapi untuk menangani barang-barang curah seperti batu bara dan hasil pertanian serta bahan-bahan yang berpotensi berbahaya seperti minyak bumi dan gas alam. Selain itu, desain kapal harus mempertimbangkan fasilitas dan infrastruktur pelabuhan spesifik yang tersedia di kedua kota untuk memastikan operasi bongkar muat yang efisien [5].

2. METODE

2.1. Alur Penelitian

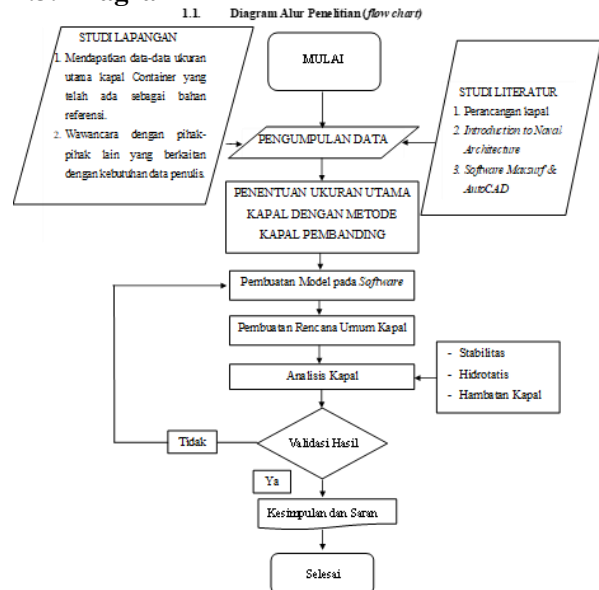
Hasil Penyusunan penelitian ini didasarkan pada metode sistematis yang diuraikan berdasarkan urutan diagram alir atau *flow chart* yang menggambarkan proses dari awal mulai penelitian hingga selesainya penelitian. Penelitian ini dimulai dengan tahap identifikasi masalah dan kemudian dilanjutkan dengan pengembangan model dan dibawa ke tahap analisis untuk mendapatkan output yang sesuai dengan tujuan awal tugas akhir, sehingga diperoleh kesimpulan akhir dari penelitian.

2.2. Metode Perancangan Kapal

Metode dalam proses perancangan kapal, merupakan salah satu faktor yang cukup signifikan untuk dipertimbangkan adalah penetapan metode perancangan sebagai salah satu upaya untuk menghasilkan output rancangan yang optimal dan memenuhi berbagai kriteria yang disyaratkan. Beberapa metode perancangan kapal yang banyak digunakan dalam Teknik perkapalan antara lain:

- Metode Perbandingan (Comparison Method)
 - Metode Statistik (Statistical Method)
 - Metode Iterasi / trial and error (Iteration Method)
 - Metode Spiral (Spiral Method)
- Metode Kompleks (Complex Solutions) atau Metode Matematis (Mathematical Method)

2.3. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

Hasil Penyusunan penelitian ini didasarkan pada metode sistematis yang diuraikan berdasarkan urutan diagram alir atau *flow chart* yang menggambarkan proses dari awal mulai penelitian hingga selesainya penelitian. Penelitian ini dimulai dengan tahap identifikasi masalah dan kemudian dilanjutkan dengan pengembangan model dan dibawa ke tahap analisis untuk mendapatkan output yang sesuai dengan tujuan awal tugas akhir, sehingga diperoleh kesimpulan akhir dari penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Ukuran Utama Kapal

Penentuan ukuran utama didapatkan melalui metode perbandingan dengan menggunakan metode regresi linier, langsung dengan yakni kapal perbandingan pembanding Dan didapatkan ukuran utama kapal sebagai berikut :

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama	Dimensi	Satuan
Ship Type	General Cargo	
Length of perpendicular	162,31	m
Breadth	25,47	m
Draught	10.20	m
Speed	13,60	Knots

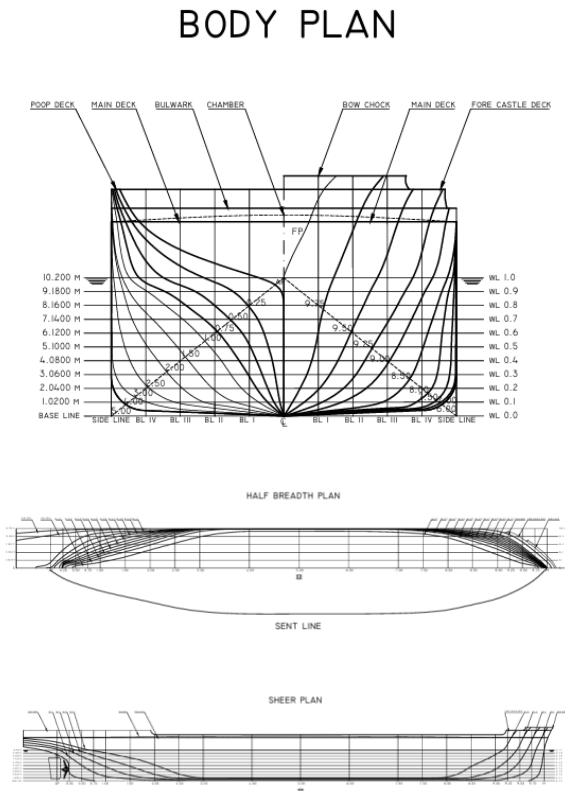
3.2. Gambaran Umum Rute Pelayaran

Rute pelayaran adalah arah serta jarak yang harus ditempuh oleh angkutan perairan dari suatu pelabuhan ke pelabuhan lain dengan mempertimbangkan aspek kenavigasian, kepelabuhanan, perkapalan, aspek keamanan dan keselamatannya. Panjangnya rute pelayaran menentukan daya mesin yang digunakan serta

kapasitas volume tangki ballast dan bahan bakar yang diperlukan. Pada perancangan ini rute pelayarannya adalah Surabaya – Balikpapan.

3.3. Rencana Garis

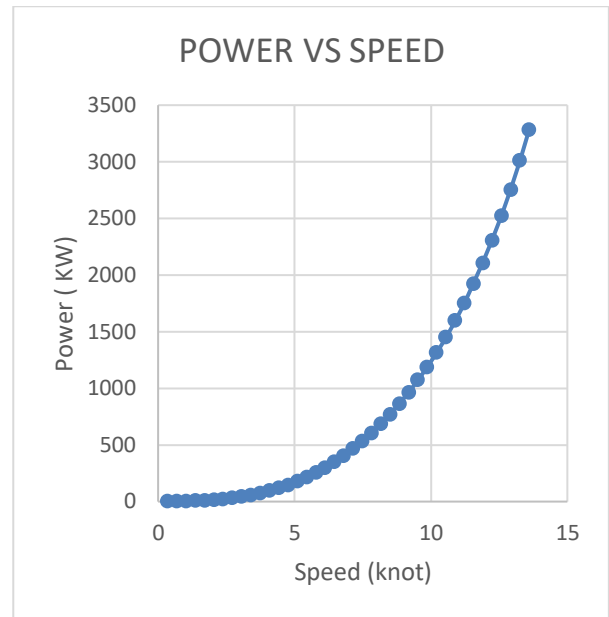
Rencana Garis dan Permodelan Pembuatan rencana garis untuk berupa garis irisan - irisan kapal ditinjau dari beberapa arah yaitu tampak depan, samping, dan atas kapal. Lambung kapal menggunakan pemodelan dibantu perangkat lunak CAD. Berikut rencana garis kapal *general cargo*:



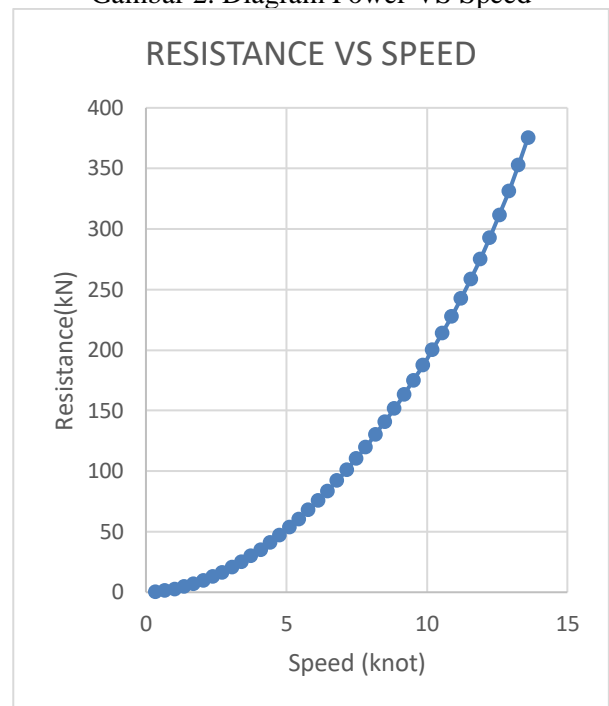
Gambar 2. Rencana Garis

3.4. Hambatan Kapal

Berikut ini merupakan nilai hambatan dan power (BHP) pada model kapal general cargo dengan menggunakan metode Holtrop dari paket perhitungan pada program maxsurf resistance dengan kecepatan maksimum sampai dengan 13.60 knot. Kecepatan ini diambil dari harga kecepatan maksimum yang direncanakan untuk kapal ini. Setelah running dengan nilai efisiensi 100% diketahui bahwa besarnya hambatan yang dialami kapal pada kecepatan maksimum sebesar 375.4 kN dan membutuhkan daya sebesar 2626.354 HP.



Gambar 2. Diagram Power VS Speed



Gambar 3. Diagram Resistance VS Speed

3.5. Kurva Hidrostatik

Lengkungan Hidrostatik merupakan sebuah gambar kurva yang menggambarkan sifat-sifat badan kapal yang tercelup dalam air atau untuk mengetahui sifat-sifat carene. Lengkungan hidrostatik digambarkan sampai sarat penuh dan tidak dalam kondisi trim (even keel). Gambar hidrostatik mempunyai lengkungan yang masing-masing menggambarkan sifat-sifat atau karakteristik badan kapal yang terbenam dalam air. Berikut gambar dari kurva hidrostatik berdasarkan analisis menggunakan stability 20 v8i. software maxsurf

Tabel 2 Hasil Perhitungan Hidrostatik

No	Draft Amidship (m)	10,919
1	Displacement t	34868
2	Heel deg	0,0
3	Draft at FP m	9,449
4	Draft at AP m	12,389
5	Draft at LCF m	11,010
6	Trim (+ve by stern) m	2,940
7	WL Length m	173,492
8	Beam max extents on WL m	25,470
9	Wetted Area m ²	6291,935
10	Waterpl. Area m ²	3866,294
11	Prismatic coeff. (Cp)	0,723
12	Block coeff. (Cb)	0,634
13	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,938
14	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,875
15	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	79,126
16	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	76,166
17	KB m	6,090
18	KG m	8,321
19	BMt m	5,427
20	BML m	230,194
21	GMt m	3,195
22	GML m	227,963
23	KMt m	11,515
24	KML m	236,246
25	Immersion (TPc) tonne/cm	39,630
26	MTc tonne.m	489,714
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1944,350
28	Max deck inclination deg	1,0377
29	Trim angle (+ve by stern) deg	1,0377

Dengan :

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

Berat total kapal dipengaruhi oleh berat badan kapal dan muatan pada kapal tersebut. LWT 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 tentunya berat cargo.

Tabel 3 Komponen LWT Kapal

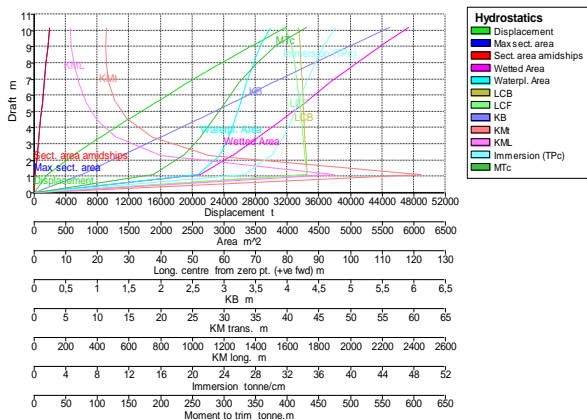
No	Komponen Berat	Berat (Ton)
1	Konstruksi	6286,58
2	<i>Outfitting & Equipment</i>	1653,61
3	Permesinan Kapal	363,22
4	Cadangan	243,58
Jumlah		8546,99

Dari tabel di atas didapatkan total berat LWT dari komponen – komponennya adalah 8546,99 Ton

Tabel 4 Komponen DWT Kapal

No	Komponen Berat	Berat (Ton)
1	<i>Fuel Oil</i>	54,66
2	<i>Lubricant Oil</i>	0,759
3	<i>Fresh Water</i>	18,3
4	Berat bahan Makanan	0,16
5	Berat Crew	4,15
6	<i>Payload</i>	24863,91
7	Berat Cadangan	336,52
Jumlah		25289,4035

LWT = 8546,99 ton
DWT = 25289 ton



Gambar 3. Kurva Hidrostatik

3.6. Perhitungan Berat Kapal

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

$$\Delta = LWT + DWT$$

atau

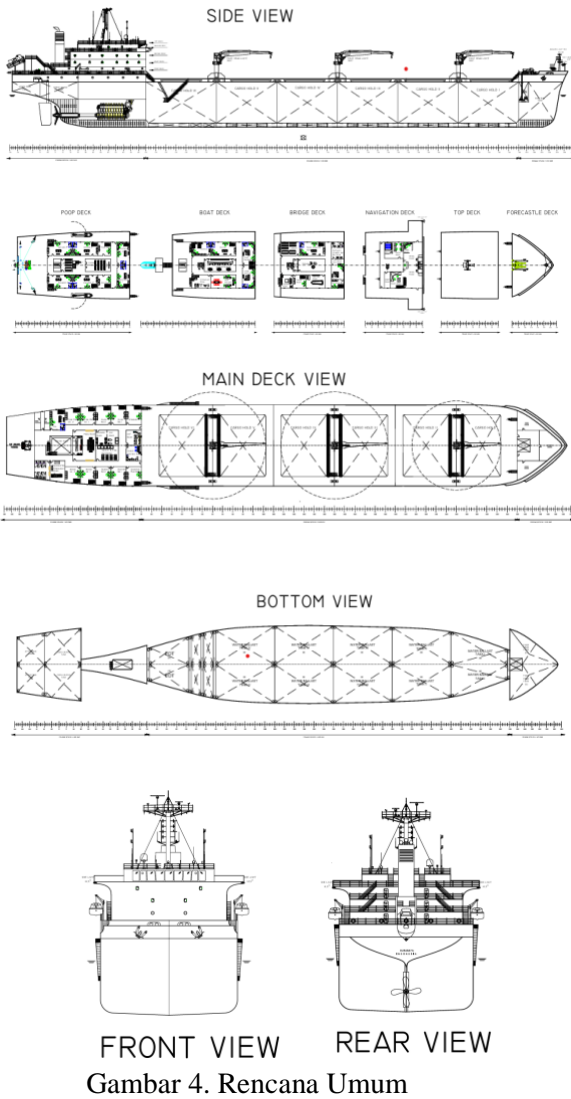
$$\Delta = L \times B \times T \times C_b \times \rho$$

3.7. 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.

Penentuan jumlah ABK seefisien dan seefektif mungkin dengan kinerja yang optimal pada kapal agar kebutuhan ruangan akomodasi dan keperluan lain dapat ditekan. Crew kapal berjumlah 27 orang.



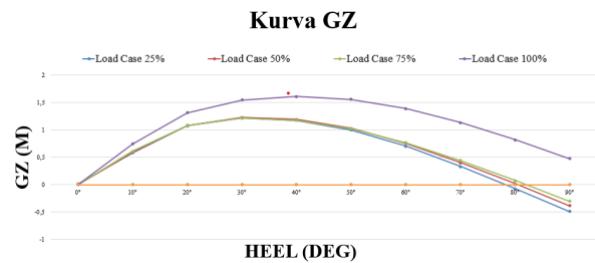
Gambar 4. Rencana Umum

3.8. Analisa Stabilitas

Dari hasil analisa software maxsurf stability menggunakan jarak GZ maksimum kapal general cargo pada semua kondisi masih diatas nilai standart IMO section A.749(18) Chapter 3.1.2.1 dimana nilai luasan GZ pada kondisi 00-300 tidak boleh kurang dari 3.15 m.deg, 00-400 tidak boleh kurang dari atau sama dengan 5.16 m.deg, 300-400 tidak boleh kurang dari 1,719 m.deg.

Tabel 6. Stabilitas Kapal terhadap kriteria IMO

Kriteria	Required	Kondisi Stabilitas			
		I	II	III	IV
Area under GZ Curve From 0 ^o -30 ^o	3,1513 m.rad	23,17	23,28	23,41	28,86
Area under GZ curve from 0 ^o -40 ^o degrees or downflooding point	5,1566 m.rad	35,25	35,46	35,43	44,73
Area under GZ curve from 30 ^o -40 ^o degrees or Downflooding point	1,7189 m.rad	12,07	12,17	12,01	15,86
Maximum GZ at the angle of heel $\theta \geq 30^{\circ}$	0,20 m	1,222	1,229	1,214	1,607
Angel of maximum GZ	25 ^o	31,8	31,8	31,8 ^o	40,0 ^o
Initial metacentric height, GMt	0,15 m	3,195	3,320	3,421	4,222



Gambar 5. Lambang Kurva GZ

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan penulis yaitu Perancangan kapal Kontainer untuk rute pelayaran Surabaya – Balikpapan, maka dapat disimpulkan hasil perhitungan diatas, maka ukuran utama yang didapat adalah $L_{pp} = 162.31$ m, $B = 25.47$ m, $H = 14.33$ m, $T = 10.20$ m, $V_s = 13,60$ knot, $C_b = 0,75$. Hasil rencana garis dibuat pada software Autocad, maxsurf dalam bentuk 3D. Displacement 33652,338 ton, LWT = 10885 ton, DWT= 25289,4035 ton, Payload 425489 ton.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Daniswari, I. W. Agustin, and S. Hariyani, "Kinerja Operasional Pelabuhan Semayang Balikpapan," 2023
- [2] R. Maulidi, & Suryani, E. Perencanaan Kapasitas Terminal General Cargo Dengan Pendekatan Sistem Dinamik. Sisfo, 5.2015.
- [3] S. Supriyono, Analisis Kinerja Terminal Petikemas Di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya (Studi Kasus Di Pt. Terminal Petikemas Surabaya) (Doctoral Dissertation, Universitas Diponegoro).2010
- [4] F. D. Siregar, A. F. Zakki, & I. P. Mulyatno, Analisa Perbandingan Desain Konstruksi

Kapal Bulk Carrier di Perairan North Atlantic Ocean dan Indonesian Waterways Dengan Menggunakan Regulasi BKI. *Jurnal Teknik Perkapalan*.2018.

- [5] S. Anwar, "The Governance of the Surabaya's West Shipping Channel," *J Econ Bus*, vol. 3, no. 4, Dec. 2020, doi: 10.31014/aior.1992.03.04.292.
- [6] R. R. Danang, Pengaruh Keamanan Dan Keselamatan Kerja Terhadap Kegiatan Bongkar Muat Di Pelabuhan Tanjung Wangi Banyuwangi. Karya Tulis.2021.
- [7] R. Fikri, B. A. arswendo, and D. Chrismianto, "Studi Perancangan Kapal General Cargo 2000 DWT untuk Rute Pelayaran Jakarta - Makassar" 2016
- [8] J. Holtrop and G. G. J. Mennen, "An Approximate Power Prediction Method."1978.
- [9] Santosa, I Gusti Made, Diktat Kuliah Perencanaan Kapal. ITS Surabaya.1999.
- [10] D. Wignar, Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Lama Waktu Tunggu (Dwelling Time) Bongkar Muat Di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya (Studi Pada Pt. Pelabuhan Indonesia Iii Persero Surabaya). Skripsi.2021.
- [11] S. R. Nainggolan, "Perancangan Kapal Container 120 Teu Untuk Rute Pelayaran Tanjung Mas - Tanjung Pinang," *Kapal*, Vol. 5, No. 4, Pp. 1 - 2, 2017.
- [12] Y. A. Pratama, Pengaruh Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Konsumen Jasa Pengurusan Transportasi (Jpt) Pt. Pelabuhan Wapnor Biak (Doctoral Dissertation, Iisip Yapis Biak).2022.
- [13] O. Gaidai, J. Sheng, Y. Cao, Urban, Planning And Transport Research.2024.
- [14] A. Yulianto, I. Purnaningratri, & Purwaningsih, I. Efektivitas Penerapan Port Waste Management System Pada Inaportnet Terhadap Pelaporan Data Limbah Di Atas Kapal Di Pelabuhan Tanjung Priok. *Journal Marine Inside*, 1-13.2021.
- [15] H. P. dan R. J. Sulaiman Ali, "Perancangan Bangunan Kapal General Cargo 17000 DWT untuk Rute Pelayaran Jakarta -Semarang," 2021.
- [16] R. P. R. Pedrason, Belt And Road Initiative Peluang Dan Tantangan. Jakad Media Publishing.2021.
- [17] A. Djamaluddin, Perencanaan Pelabuhan Dan Terminal Petikemas. Nas Media Pustaka.2023.
- [18] A. J. Karso, Implementasi Kebijakan Kesyahbandaran Dan Otoritas Pelabuhan Sebagai Kepala Pemerintahan Di Pelabuhan Guna Meningkatkan Kinerja Pelayanan Publik Secara Profesional Dan Akuntabel Dalam Rangka Mewujudkan Kesejahteraan Masyarakat Dalam Lingkungan Kepelabuhanan. Penerbit Insania.2021.
- [19] L. Hakim, Penentuan Rute Pelayaran Terbaik Untuk Mendukung Program Tol Laut NKRI (Studi Kasus: Rute Pelayaran Pelabuhan Belawan Menuju Pelabuhan Tanjung Priok). *Jurnal Geografi Gea*, 16(2), 160-168.2016.
- [20] Lewis, Edward V, "Motion In Waves and Controllability", *Principles of Naval Architecture Volume III Second Revision*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, USA.1989.