

Perencanaan Desain Kapal Wisata Catamaran di Taman Nasional Bunaken Provinsi Sulawesi Utara

Andrew Julio Peter Kaeng^{1,*}, Augustinus Kindangen Pusaka¹

¹*Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Perkapalan, Universitas Darma Persada, Jakarta Timur, Indonesia*

*Email: andrewkaeng31@gmail.com

Abstrak

Pariwisata bahari merupakan sektor strategis yang membutuhkan dukungan sarana transportasi laut yang aman, nyaman, dan ramah lingkungan, sehingga penelitian ini bertujuan merancang kapal wisata tipe katamaran dengan fasilitas observasi bawah air (glass-bottom) untuk meningkatkan pengalaman wisata tanpa aktivitas menyelam. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, pengumpulan data lapangan, serta analisis teknis yang mencakup penentuan dimensi utama, perhitungan hidrostatis, analisis stabilitas, dan hambatan kapal. Hasil perancangan menunjukkan bahwa kapal memiliki panjang keseluruhan (LOA) 20 m, panjang garis air (Lwl) 19,44 m, lebar 10 m, sarat 1,5 m, dan tinggi lambung 3 m, dengan kebutuhan daya mesin sebesar 531,642 HP pada kecepatan layanan 9 knot menggunakan mesin tipe DF 325 ATX. Kapal ini direncanakan beroperasi pada rute wisata pendek dengan frekuensi perjalanan harian yang tinggi. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa desain kapal memenuhi kriteria teknis dan operasional termasuk standar stabilitas multihull sesuai regulasi yang berlaku, di mana konfigurasi katamaran memberikan stabilitas transversal yang baik, sarat rendah, serta area dek yang luas untuk kenyamanan penumpang. Integrasi fasilitas observasi bawah air turut meningkatkan nilai daya tarik wisata tanpa mengganggu ekosistem laut, sehingga kapal yang dirancang berpotensi mendukung pengembangan pariwisata bahari berkelanjutan di kawasan Taman Nasional Bunaken.

Abstract

Design Planning of a Catamaran Tourist Vessel for Bunaken National Park, North Sulawesi Province. Marine tourism is a strategic sector that requires safe, comfortable, and environmentally friendly maritime transportation systems. This study aims to design a catamaran-type tourist vessel equipped with an underwater observation (glass-bottom) facility to enhance the tourist experience without requiring diving activities. The design methodology involves literature review, field data collection, and technical analyses, including principal dimension determination, hydrostatic calculations, stability assessment, and resistance analysis. The vessel is designed with a length overall (LOA) of 20 m, waterline length (Lwl) of 19.44 m, breadth of 10 m, draft of 1.5 m, and depth of 3 m. At a service speed of 9 knots, the required propulsion power is 531.642 HP using DF 325 ATX engines. The vessel is planned to operate on short-distance tourism routes with high daily trip frequency. The results indicate that the proposed design satisfies technical and operational requirements, including multihull stability criteria in accordance with applicable regulations. The catamaran configuration provides high transverse stability, shallow draft, and a spacious deck that enhances passenger comfort. In addition, the integration of underwater viewing facilities increases tourism value while minimizing environmental impact. Consequently, the proposed vessel demonstrates strong potential to support sustainable marine tourism development in Bunaken National Park.

Kata Kunci: Wisata Taman Nasional Bunaken; kapal penumpang katamaran; kapal wisata glass-bottom; sistem propulsi kapal; analisis stabilitas multihull; analisis hambatan kapal; pariwisata bahari berkelanjutan; fasilitas observasi bawah air

1. Pendahuluan

Taman Nasional Bunaken merupakan kawasan konservasi laut tropis yang memiliki karakteristik perairan dangkal hingga menengah dengan kontur dasar laut yang bervariasi, mulai dari zona terumbu karang pada kedalaman 5–25 meter hingga drop-off curam yang dapat mencapai lebih dari 50 meter dalam jarak horizontal yang relatif pendek. Aktivitas wisata bahari di kawasan ini didominasi oleh penyelaman

dan snorkeling [1], sementara moda transportasi laut yang digunakan masih berupa kapal monohull konvensional berukuran kecil. Hingga saat ini belum terdapat kapal wisata tipe glass-bottom dengan konfigurasi katamaran yang dirancang secara khusus berdasarkan parameter oseanografi lokal perairan Bunaken [2]. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan pengembangan desain kapal yang tidak hanya mendukung aktivitas wisata, tetapi juga

memenuhi aspek keselamatan, stabilitas, dan perlindungan lingkungan laut [3].

Secara teknis, kondisi lingkungan operasi di perairan Bunaken menunjukkan tantangan rekayasa yang signifikan. Tinggi gelombang signifikan (H_s) pada kondisi normal berkisar antara 0,5–1,0 meter, dengan potensi peningkatan pada musim tertentu. Kecepatan arus maksimum tercatat mencapai 0,5–1,5 knot, yang dapat mempengaruhi manuverabilitas kapal, terutama pada kecepatan rendah saat aktivitas observasi bawah air. Pola pasang surut bertipe diurnal dengan fluktuasi elevasi muka air laut yang mempengaruhi sarat efektif kapal pada zona dangkal. Jarak operasi harian relatif pendek, sekitar 0,03 nautical mile per perjalanan dengan frekuensi 5–8 trip per hari, sehingga karakteristik operasional kapal lebih dominan pada kondisi low-speed displacement dibandingkan high-speed transit [4]. Parameter-parameter tersebut menuntut desain kapal dengan sarat rendah, stabilitas transversal tinggi, respons gerak minimal terhadap gelombang pendek, serta distribusi beban yang aman pada area observasi bawah air [5].

Konfigurasi katamaran dipilih karena memiliki stabilitas transversal yang lebih tinggi dibandingkan monohull pada displacement yang sama, sarat relatif lebih rendah, serta luas geladak yang lebih besar untuk distribusi penumpang. Namun demikian, konfigurasi ini juga memiliki kompleksitas teknis berupa interferensi gelombang antar lambung, peningkatan viscous resistance akibat wetted surface area yang lebih besar, serta sensitivitas terhadap rasio jarak antar lambung (hull spacing ratio) [6].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kapal pemandang.

Adapun data kapal yang menjadi acuan ditunjukkan pada Gambar 1 dengan data seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data kapal pemandang

Jenis Kapal	Speed Boat
LOA	12,5 m
B	3,2 m
H	1,50 m
T	0,6 m
Kapasitas	25 orang



Gambar 1. Kapal pemandang

2.1. Mesin utama

Mesin utama berfungsi sebagai tenaga utama untuk menggerakkan kapal [7]. Untuk mesin utama yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.

Model	DF 325 ATX
Weight	330 Kg
Engine Type	DOHC 24
Bore x Stroke	98 x 97
Gear Ratio	2,29 : 1
Max Power	329 HP



Gambar 2. Mesin utama Suzuki DF 325 ATX

2.2. Generator

Generator berfungsi sebagai sumber listrik utama atau cadangan memenuhi kebutuhan energi listrik kapal [8]. Untuk generator yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.

Merk	Tsuzumi
Type	TG5700A
Rate Power	3200 Watt



Gambar 3. Generator

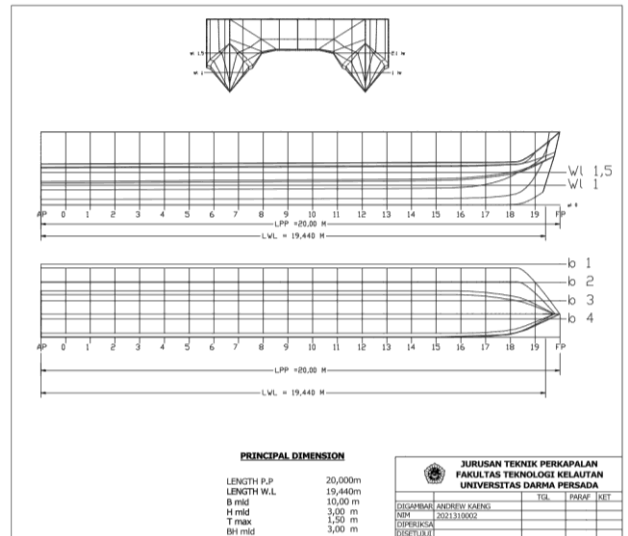
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data utama kapal rancangan

Hasil data utama kapal rancangan yang telah dilakukan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data kapal rancangan

Jenis Kapal	KATAMARAN
Radius Pelayaran	0,03 Mil Laut
LOA	20,00 m
LWL	19,440 m
B	10,00 m
H	3,00 m
T	1,50 m
CB	0,349
CM	0,378
CW	0,662
CP	0,926
Displacement	74,12 Ton
Vs	9 Knot
Passenger	20 Orang
ABK	2 orang



Gambar 4. Lines plan kapal rancangan

3.2. Lines plan

Rencana garis merupakan gambar Teknik yang menggambarkan bentuk geometris badan kapal secara menyeluruh, dilihat dari berbagai arah, dan digunakan sebagai dasar untuk perencanaan serta penghitung kapal [9]. Hasil perencanaan garis dapat dilihat pada Gambar 4.

3.3. Hidrostatik

Untuk analisa hidrostatik kapal rancangan dihitung menggunakan software maxsurf dengan pembagian 10 garis seperti berikut [10] yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisa hidrostatik

Draft A midships m	0,000	0,167	0,333	0,500	0,667	0,833	1,000	1,167	1,333	1,500
Displacement t	0,0000	0,9404	3,792	8,568	15,27	24,05	35,23	47,28	60,17	74,12
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,000	0,167	0,333	0,500	0,667	0,833	1,000	1,167	1,333	1,500
Draft at AP m	0,000	0,167	0,333	0,500	0,667	0,833	1,000	1,167	1,333	1,500
Draft at LCF m	0,000	0,167	0,333	0,500	0,667	0,833	1,000	1,167	1,333	1,500
Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
WL Length m	0,000	18,801	19,102	19,346	19,405	19,464	19,523	19,583	19,642	19,714
Beam max extents on WL m	0,000	5,535	5,849	6,162	6,475	6,986	7,001	7,001	7,001	7,001
Wetted Area m ²	0,000	16,624	33,709	51,081	68,668	90,261	107,501	122,721	138,393	155,813
Waterpl. Area m ²	0,000	11,076	22,311	33,594	44,896	60,722	68,193	72,882	78,224	85,861
Prismatic coeff. (Cp)	0,000	0,929	0,921	0,913	0,913	0,907	0,912	0,918	0,923	0,926
Block coeff. (Cb)	0,000	0,053	0,099	0,140	0,178	0,207	0,251	0,288	0,320	0,349
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,000	0,057	0,108	0,154	0,195	0,229	0,277	0,315	0,348	0,378
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,000	0,106	0,200	0,282	0,357	0,447	0,499	0,532	0,569	0,622
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	4,990	9,027	9,086	9,119	9,142	9,170	9,172	9,195	9,223	9,247
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	4,990	9,066	9,125	9,158	9,179	9,273	9,222	9,299	9,344	9,336
KB m	-1,500	0,111	0,223	0,334	0,445	0,558	0,672	0,777	0,879	0,980
KG m	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
BMt m	0,000	82,356	41,253	27,630	20,864	18,166	13,677	10,500	8,470	7,072
BML m	0,000	325,042	164,819	110,777	83,496	69,785	56,930	46,198	39,466	35,551
GMt m	-2,300	81,668	40,676	27,164	20,510	17,924	13,549	10,477	8,549	7,253
GML m	-2,300	324,354	164,241	110,311	83,141	69,543	56,802	46,175	39,545	35,731
KMt m	-1,500	82,468	41,476	27,964	21,310	18,724	14,349	11,277	9,349	8,053
KML m	-1,500	325,154	165,041	111,111	83,941	70,343	57,602	46,975	40,345	36,531
Immersion (TPc) tonne/cm	0,000	0,114	0,229	0,344	0,460	0,622	0,699	0,747	0,802	0,880
MTc tonne.m	0,000	0,156	0,319	0,484	0,651	0,857	1,025	1,118	1,219	1,357
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0,000	1,340	2,692	4,062	5,467	7,523	8,331	8,645	8,977	9,381
Max deck inclination deg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tabel 4. Hasil analisa tambahan

speed	Fround No. LWL	Froude No. Vol.	Slender Body Resist. (kN)	Slender Body Power (Hp)
2,100	0,078	0,211	2,3	5,096
2,400	0,089	0,241	5,8	14,872
2,700	0,101	0,271	9,4	26,811
3,000	0,112	0,301	12,6	40,181
3,000	0,123	0,331	15,9	55,693
3,300	0,134	0,361	19,4	74,125
3,600	0,145	0,391	23,1	95,549
3,900	0,156	0,421	26,7	118,880
4,200	0,168	0,452	30,1	143,632
4,500	0,179	0,482	33,5	170,433
4,800	0,19	0,512	36,2	195,973
5,100	0,201	0,542	39	223,612
5,400	0,212	0,572	41,5	250,870
5,700	0,224	0,602	43,7	278,362
6,000	0,235	0,632	46,2	308,738
6,300	0,246	0,662	47,8	334,923
6,600	0,257	0,692	49,4	361,657
6,900	0,268	0,723	50,8	388,393
7,200	0,279	0,753	53,3	423,973
7,500	0,291	0,783	52,9	437,783
7,800	0,302	0,813	54,8	471,179
8,100	0,313	0,843	57,1	508,799
8,700	0,324	0,873	56,4	521,15
9,000	0,335	0,903	55,7	531,642

3.4. Analisis Hambatan

Penelitian mengenai hambatan kapal dikerjakan dengan bantuan perangkat lunak software maxsurf

dengan metode Holtrop pada beberapa variasi kecepatan [11]. Untuk kecepatan kapal rancangan di ambil 9 knot dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

3.5. Analisis stabilitas kapal rancangan

Perhitungan stabilitas kapal dilakukan menggunakan perangkat lunak Maxsurf Stability untuk mengetahui karakteristik stabilitas kapal katamaran wisata pada berbagai kondisi pembebanan [12]. Analisis stabilitas mengacu pada standar International Maritime Organization IMO A.749 (18) Chapter 3 mengenai intact stability criteria untuk kapal penumpang dan kapal multihull [13]. Parameter yang dianalisis meliputi nilai metacentric height (GM), kurva lengan penegak (GZ curve), trim, sudut oleng, serta kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak setelah mengalami gangguan dari luar. Simulasi dilakukan pada beberapa kondisi operasional, seperti kondisi kosong, kondisi muatan penuh penumpang, dan variasi pembebanan bahan bakar. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapal memenuhi kriteria stabilitas yang dipersyaratkan sehingga dinyatakan aman untuk dioperasikan sebagai kapal wisata di perairan Taman Nasional Bunaken. Hasil analisa dapat dilihat pada Tabel 5.

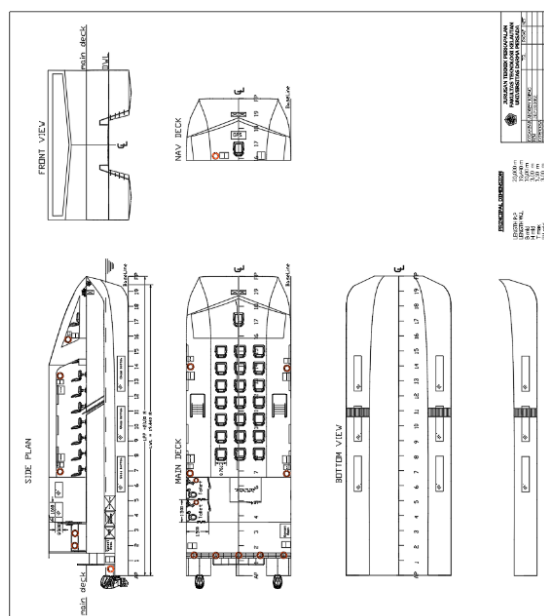
Tabel 5. Hasil analisa stabilitas

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
'LWT										
APAR	6	0,006	0,036			14,197	0,000	4,561	0,000	User Specified
Lifebouy	24	0,225	5,400			14,497	0,000	4,061	0,000	User Specified
life jacket	24	0,010	0,240			4,519	0,000	4,561	0,000	User Specified
kursi	23	0,008	0,184			15,035	0,000	4,061	0,000	User Specified
alat diving	23	0,020	0,460			6,068	0,000	4,561	0,000	User Specified
alat snorkeling	23	0,003	0,069			10,000	0,000	4,561	0,000	User Specified
lambung	1	40,000	40,000			0,000	0,000	0,000	0,000	User Specified
jangkar	1	0,120	0,120			18,933	0,000	2,657	0,000	User Specified
windlas	1	1,000	1,000			18,933	0,000	2,657	0,000	User Specified
mesin utama	2	0,330	0,660			-0,373	0,000	1,268	0,000	User Specified
pintu dan kaca	1	0,157	0,157			6,583	0,000	3,943	0,000	User Specified
alat navigasi	1	0,200	0,200			18,080	0,000	3,367	0,000	User Specified
rantai jangkar	1	0,200	0,200			18,933	0,000	2,657	0,000	User Specified
Total LWT			48,726			2,371	0,000	0,656	0,000	
'DWT										
fwt	100%	0,719	0,719	0,719	0,719	7,718	0,000	1,657	0,000	Maximum
ballast 1	100%	0,654	0,654	0,638	0,638	4,381	0,000	1,650	0,000	Maximum
ballast 2	100%	0,699	0,699	0,682	0,682	16,131	0,000	1,673	0,000	Maximum
HSD	100%	0,451	0,451	0,440	0,440	1,893	0,000	1,645	0,000	Maximum
penumpang 1	1	0,880	0,880			15,035	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 2	1	0,880	0,880			15,035	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 3	1	0,880	0,880			15,035	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 4	1	0,880	0,880			13,890	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 5	1	0,880	0,880			13,890	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 6	1	0,880	0,880			13,890	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 7	1	0,880	0,880			12,717	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 8	1	0,880	0,880			12,717	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 9	1	0,880	0,880			12,717	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 10	1	0,880	0,880			11,610	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 11	1	0,880	0,880			11,610	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 12	1	0,880	0,880			11,610	0,000	4,061	0,000	User Specified

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
penumpang 13	1	0,880	0,880			10,475	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 14	1	0,880	0,880			10,475	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 15	1	0,880	0,880			10,475	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 16	1	0,880	0,880			9,354	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 17	1	0,880	0,880			9,354	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 18	1	0,880	0,880			9,354	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 19	1	0,880	0,880			8,133	0,000	4,061	0,000	User Specified
penumpang 20	1	0,880	0,880			8,133	0,000	4,061	0,000	User Specified
captain	1	0,880	0,880			17,175	0,000	4,061	0,000	User Specified
dive master 1	1	0,880	0,880			8,133	0,000	4,061	0,000	User Specified
Total DWT			21,883			11,427	0,000	3,784	0,000	
Total Loadcase			70,609	2,479	2,479	5,178	0,000	1,626	0,000	
FS correction								0,000		
VCG fluid								1,626		

3.6. Perencanaan general arrangement kapal rancangan

General Arrangement atau Rencana Umum Kapal adalah dokumen teknis utama berupa gambar tata letak detail yang menentukan susunan ruangan, peralatan, dan sistem kapal [14]. Untuk hasil perencanaan rencana umum dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. General arrangement kapal rancangan

3.7. Hasil uji hidrostatis pressure untuk jendela bawah air menggunakan SolidWorks

Berdasarkan hasil uji menggunakan solidworks dengan pembebanan tekanan hidrostatis sebesar 30,164 kN/m², diperoleh nilai tegangan maksimum pada struktur acrylic sekitar 25 MPa. Tekanan tersebut setara dengan 0,015 MPa dan bekerja secara merata pada permukaan struktur.

Material digunakan adalah acrylic dengan tegangan luluh rata-rata sebesar 65Mpa [15]. Dengan

ukuran material panjang 800 mm, lebar 500 mm dan tebal 30 mm.

4. Kesimpulan

Desain kapal wisata berjenis katamaran yang dilengkapi fasilitas pengamatan bawah laut dirancang untuk memenuhi kebutuhan wisata bahari yang aman, nyaman. Konfigurasi dua lambung memberikan stabilitas yang lebih baik dibandingkan kapal satu lambung, sehingga mendukung kenyamanan penumpang saat melakukan aktivitas wisata dan pengamatan bawah laut tanpa menyelam.

Referensi

- [1] J. W. A. Kamagi, R. Djarnali, R. D. Towoliu, and A. Polii, "Tingkat Kesehatan Karang berdasarkan Coral Health Chart di Tiga Daerah Penyelaman di Taman Nasional Bunaken," *J. Pengelolaan Lingkung. Berkelanjutan (Journal Environ. Sustain. Manag.*, vol. 6, no. 3, pp. 205–216, 2022, doi: 10.36813/jplb.6.3.205-216.
- [2] B. A. Adietya, A. F. Zakky, and F. Ramadhan, "Studi Pra Perancangan Kapal Monohull Katamaran Trimaran Di Perairan Bali," *Kapal J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 10, no. 1, pp. 39–47, 2013, doi: 10.14710/kpl.v10i1.4739.
- [3] S. Y. I. Pratiwi and P. Pratama, "Desain Kapal Wisata dengan Penggunaan Panel Surya di Labuan Bajo," *Ris. Sains dan Teknol. Kelaut.*, vol. 3, no. 1, pp. 63–70, 2020, doi: 10.62012/sensistek.v3i1.13242.
- [4] A. H. Adriansyah *et al.*, "Analisis Karakteristik Pasang-Surut Menggunakan Metode Kuadrat Terkecil (Studi Kasus: Dermaga Sunda, Pondok Dayung, Jakarta Utara)," *J. Komposit J. Ilmu-Ilmu Tek. Sipil*, vol. 8, no. 2, pp. 205–211, 2024, doi: 10.32832/komposit.v8i2.16021.
- [5] N. Fadillah, Asral, and A. Martin, "Analisis Tahanan, Stabilitas, Seakeeping Dan Fenomena Slamming Pada Kapal Dengan Variasi Sudut Deadrise," *J. Tek. Mesin Cakram*, vol. 7, no. 2, pp. 120–131, 2024, doi: 10.32493/jtc.v7i2.47909.
- [6] A. Jamaluddin and D. Kentjanawati, "Kajian Eksperimen Viscous Form Factor pada Hambatan Kapal Katamaran," *Wave J. Ilm. Teknol. Marit.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2013, doi: 10.29122/jurnalwave.v7i1.3193.
- [7] R. A. Putro, Mustholiq, and M. S. Heriyawan, "Analisis Penyebab Pecahnya Cylinder Liner pada Generator Engine di Kapal MV. Kali Mas," *Indones. J. Mar. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 46–52, 2024.
- [8] Rukmini, "Studi Keandalan Sistem Kelistrikan Kapal menggunakan Metode Fault Tree Analysis," *J. Teknol. Elektron.*, vol. 18, no. 1, pp. 34–43, 2021, doi: 10.31963/elekterika.v5i1.3375.

- [9] M. D. Arifin, "Modul Tugas Rencana Garis (Linesplan)," 2021.
- [10] D. B. Purwanto and I. K. A. P. Utama, "Kajian Pengembangan Kapal Wisata Berbasis Energi Alternatif: Kombinasi Layar dan Panel Surya," *Kapal J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 12, no. 1, pp. 25–30, 2015, doi: 10.14710/kpl.v12i1.8177.
- [11] M. H. D. Atabik, A. Fiveriati, C. Anam, A. Rohman, and K. Muzaka, "Analysis of the Influence of Hydrofoil Placement Variations on the Resistance of a Patrol Boat Hull Using the CFD Method," *J. Teknol. dan Ris. Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 22–30, 2015, doi: 10.30871/jatra.v7i1.9466.
- [12] A. Alam, W. Setiawan, and E. D. C., "Analisis Stabilitas Kapal Ikan Katamaran Daerah Perairan Kalimantan Timur," *JST (Jurnal Sains Ter.)*, vol. 6, no. 2, pp. 74–82, 2020, doi: 10.32487/jst.v6i2.865.
- [13] International Maritime Organization, "Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments (Resolution A.749(18))," London, 1993.
- [14] T. Yulianto, H. A. Kurniawati, S. H. Sujiatanti, F. R. Dhana, and Yuda Apri Hermawan, "Standard Operating Procedure (SOP) Pedoman Desain Konstruksi Kapal (MN 184606)," Surabaya, 2021.
- [15] ASTM D638-14, "ASTM D638-14.pdf." 2014.