



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

PERANCANGAN KAPAL KATAMARAN UNTUK PENYEBRANGAN LOMBOK - BALI

Wahyu Alfian¹, Deddy Chrismianto¹), Ari Wibawa Budi Santosa¹)

¹)Laboratorium Perencanaan dibantu Komputer

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*)}e-mail : alfianwahyu87@gmail.com, deddychrismianto@yahoo.co.id,

Arikapal75@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang desain kapal katamaran untuk penyeberangan antara Pulau Bali dan Pulau Lombok. Desain kapal dilakukan dengan menggunakan metode parametric study dan mempertimbangkan data kapal pemanding serta rute operasional kapal. Selain itu, analisis hambatan kapal juga dilakukan menggunakan metode Slender Body. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran utama kapal yang sesuai adalah panjang 75.3 meter, lebar 19.9 meter, dan draft 3.1 meter. Rencana umum kapal juga telah dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan ruangan dan fungsi kapal. Selanjutnya, analisis stabilitas kapal dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak khusus dan mengacu pada kriteria stabilitas IMO A.749. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapal memenuhi kriteria stabilitas yang ditentukan. Dengan demikian, desain kapal katamaran ini diharapkan dapat meningkatkan minat masyarakat untuk menggunakan transportasi laut dalam penyeberangan antara Pulau Bali dan Pulau Lombok.

Kata Kunci : Kapal Penyeberangan, Katamaran, Ukuran Utama, Perancangan Kapal

1.1. Pendahuluan

Indonesia sebagai salah satu negara di dunia mengandalkan pariwisata sebagai sumber devisa negara, memiliki berbagai daerah sebagai tujuan wisata bagi wisatawan di dunia. Bali sebagai salah satu wilayah Indonesia, sebagai pulau yang memiliki daya tarik dan keunikan tersendiri terkenal dengan pulau surga dengan Pura, sebagai tempat Suci untuk pemujaan [1].

Pulau Lombok dan Bali merupakan salah satu destinasi wisata Indonesia yang banyak dikunjungi wisatawan, baik wisatawan domestic maupun wisatawan internasional. Pulau Bali yang memiliki luas sekitar 5.700 km. Pulau Lombok menjadi salah satu destinasi wisata karena keindahan alam serta banyaknya objek wisata yang ada di Pulau Lombok seperti wisata alam, wisata pantai, wisata budaya, dan wisata kuliner. Salah satu destinasi wisata yang disukai wisatawan adalah objek wisata pantai, beberapa pantai di Pulau Lombok yang cukup terkenal antara lain Pantai Senggigi, Pantai Kuta Lombok, dan Pantai Pink. Selain pantai, wisata alam seperti Gunung Rinjani yang merupakan gunung tertinggi ke-3 di Indonesia juga merupakan salah satu destinasi wisatawan.

Beberapa objek wisata yang ada di Pulau Lombok antara lain Gili Trawangan, Gili Meno, Gili Air, Gili Kendis, Gili Nanggu, Gunung Rinjani, Air Terjun Benang Kelambu, Air Terjun Tiu Kelep, dan lain-lain[2].

Penyeberangan dari Pulau Bali ke Pulau Lombok disediakan oleh PT. ASDP Indonesia Ferry yang memiliki kurang lebih 155 armada kapal yang melayani setidaknya 34 pelabuhan ferry di Indonesia. Penyeberangan Bali – Lombok yang melalui Selat Lombok yang terbentang sepanjang 38 mil laut atau sekitar 70 kilometer dan dengan kedalaman 800 – 1000 meter [3], membutuhkan waktu kurang lebih 4-7 jam.

Struktur geografis suatu negara merupakan salah satu factor penting dalam penentuan moda transportasi yang digunakannya (Özpeynirci, n.d.). Karena kondisi wilayah Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau, keberadaan kapal penyeberangan merupakan komoditas yang sangat penting untuk mendorong kebersatuan antar pulau-pulau yang ada di Indonesia. Kapal penyeberangan adalah kapal yang kegunaannya untuk mendukung aktivitas transportasi antar pulau. Dalam program Tol Laut yang dirancang pemerintah, kapal

penyeberangan juga termasuk dalam salah satu aspek yang akan terus dikembangkan dan ditingkatkan seiring berjalannya waktu. Akan tetapi, dalam pelaksanaannya moda transportasi laut masih belum menjadi prioritas karena pertimbangan waktu yang dibutuhkan dan biaya [4].

Salah satu metode efektif dalam desain perancangan kapal adalah dengan menggunakan parametric study, yaitu suatu metode desain kapal dengan menggunakan beberapa data kapal yang sudah ada atau yang mirip sebagai dasar untuk menentukan parameter utama dari kapal yang diinginkan meliputi ukuran utama kapal, koefisien bentuk, displacement maupun berat kapal (Santoso, 2015). Untuk mendapatkan parameter kapal yang sesuai dengan kapal yang akan dirancang, ada beberapa metode yang bisa digunakan, antara lain menggunakan regresi dari data kapal yang sudah ada (multiple linear regression analysis) atau dengan metode artificial neural network [5].

Kapal katamaran memiliki kelebihan misalnya pada kapal dengan lebar yang sama tahanan gesek katamaran lebih kecil [6]. Sehingga pada tenaga dorong yang sama kecepatannya relatif lebih besar, luas geladak dari katamaran lebih luas dibandingkan dengan monohull, volume benaman dan luas permukaan basah kecil, stabilitas yang lebih baik karena memiliki dua lambung, dengan tahanan yang kecil maka biaya operasional menjadi kecil, image yang terkesan adalah keamanan yang terjamin dari faktor kapal terbalik sehingga penumpang merasa lebih aman. Oleh karena itu untuk mendapatkan desain yang sesuai dengan kondisi Selat Lombok, maka kapal ini dirancang dengan desain katamaran (double hull) asimetris bagian luar lurus.

Kapal katamaran sangat terkenal sebagai moda transportasi bukan hanya karena luas area dok nya, tetapi juga karena kenyamanan dan tingkat keamanan dari stabilitas katamaran itu sendiri [7].

Dalam upaya meningkatkan minat untuk menggunakan transportasi laut untuk keperluan penyeberangan antara Pulau Bali dan Pulau Lombok, penulis akan merancang desain kapal katamaran untuk penyeberangan Pulau Bali – Lombok.

1.2. Objek Penelitian

Dalam Penelitian ini didasarkan dalam objek penelitian meliputi data primer, sekunder serta literatur. Pada penelitian ini menggunakan data kapal pembanding sebagai data primer serta pendekatan sebagai acuan perancangan desain kapal dengan tipe lambung *Catamaran* dengan

mempertimbangkan rute operasional kapal. Data kapal pembanding dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kapal Pembanding

N o	Nama Kapal	Passenger (orang)	Lpp (m)	B (m)	T (m)
1	Farasan & Jazan	650	61.8	17.65	3
2	Spirit of Ontario 1	774	74.2	23.8	3.2
3	Jonahan Swift	800	74.2	23.8	3.2

1.3. Hambatan Kapal

Hambatan kapal merupakan faktor penting dalam merancang sebuah kapal. Dari perhitungan hambatan total yang diterima lambung kapal akan mempengaruhi daya mesin yang dibutuhkan oleh kapal untuk berlayar dengan kecepatan tertentu [8].

Dalam penelitian ini hambatan kapal dianalisa menggunakan perangkat lunak khusus hambatan kapal. Analisa hambatan kapal menggunakan metode *slender body*.

Jika dibandingkan dengan kapal monohull, kompleksitas hambatan kapal katamaran jauh lebih tinggi karena bagian lambung yang tercelup air sangat mempengaruhi karakteristik aliran fluida di sekitar kapal, yang bisa meningkatkan atau mengurangi hambatan yang akan dialami kapal katamaran [9].

1.4. Rencana Umum

Rencana umum atau sering disebut dengan *general arrangement* merupakan gambaran dalam penyusunan peralatan serta pintu yang tepat. Penysyan ruangan yang dimaksud adalah ruang akomodasi, ruang muat, ruang kamar mesin serta ruang fungsional kapala lainnya agar memenuhi kebutuhan kapal dalam menunjang fungsi utama kapal tersebut. Dalam penelitian ini, rencana umum kapal dirancang dengan menggunakan perangkat lunak *Computer Aided Design (CAD)*.

1.5. Stabilitas Kapal

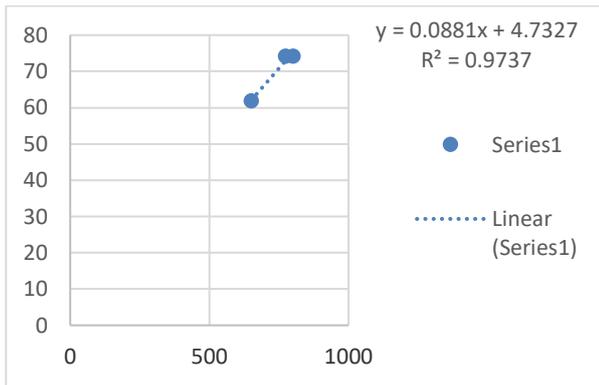
Stabilitas kapal merupakan kemampuan kapal untuk kembali ke posisi awal kapal saat kapal terjadi oleng . Olengnya kapal dapat disebabkan oleh beberapa faktor luar kapal seperti gelombang dan angin serta faktor dalam kapal seperti terjadinya perpindahan muatan. Kriteria stabilitas kapal yang digunakan dalam analisis performa kapal penelitian ini yaitu IMO A.749 *section 3* untuk kaal secara umum [10].

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

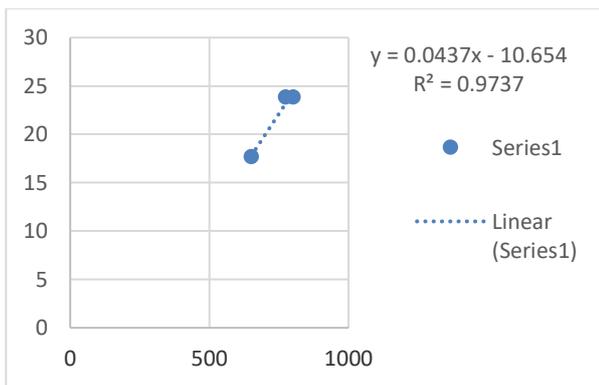
2.1. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Penentuan utama kapal menggunakan metode regresi dari beberapa data kapal pembanding dengan fungsi kapal yang sama [11]. Dari data pada

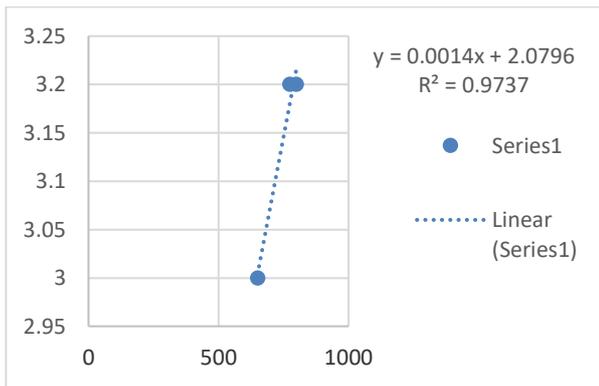
tabel 1, dapat didapatkan diagram regresi pada gambar 1-3.



Gambar 1. Diagram *Passenger-Lpp*



Gambar 2. Diagram *Passenger-B*



Gambar 3. Diagram *Passenger-T*

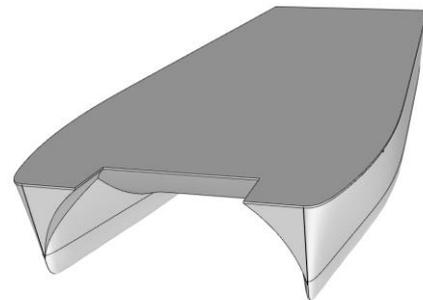
Dari gambar 1-3 dapat didapatkan ukuran utama kapal dengan target *passenger* 700 orang. Target tersebut didapatkan melalui estimasi kebutuhan selama kapal beroperasi serta rentang data banyak ditemukan. Data ukuran utama kapal dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Ukuran utama kapal

No	Ukuran Utama	Dimensi
1	<i>Length Over All</i>	75.3 m
2	<i>Length Between perpendicular</i>	65.4 m
3	<i>Breadth Over All</i>	19.9 m
4	<i>B Demihull</i>	6.37 m
5	<i>Demihull to centreline</i>	9.95 m
6	<i>S/L</i>	0.11
7	<i>Depth</i>	6.1 m
8	<i>Draft</i>	3.1 m
10	<i>Speed</i>	25 knot
11	<i>Displacement</i>	1,053 ton

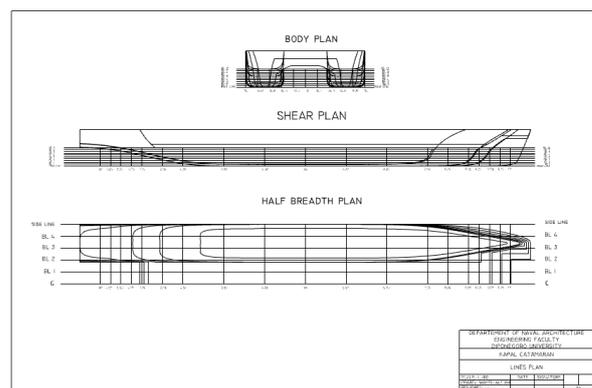
2.2. Permodelan Kapal dan Rencana Garis

Pemodelan kapal dilakukan dengan menggunakan bantuan beberapa perangkat lunak pemodelan yaitu Rhino 3D dan dengan ekstensi Orca 3D. Dalam penelitian ini digunakan acuan model awal dengan tipe lambung *monohull* yang telah disediakan dalam perangkat lunak kemudian disesuaikan dengan hasil dari penentuan ukuran utama. Bentuk lambung kapal dapat dilihat dari gambar 4.



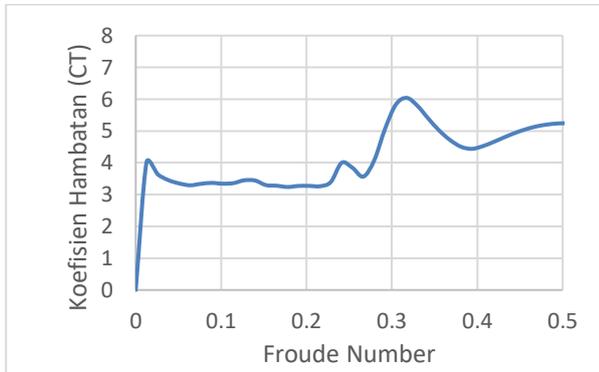
Gambar 4. Model 3D lambung kapal

Rencana garis dari model lambung kapal yang telah dibuat dan didapat dengan bantuan perangkat lunak pemodelan dapat dilihat pada gambar 5.



2.3. Analisa Hambatan Kapal

Analisa hambatan kapal diperoleh dengan menggunakan bantuan perangkat lunak khusus menganalisis hambatan kapal. Metode *Slender Body* digunakan untuk mendapatkan besar hambatan dari lambung kapal dengan kecepatan 25 knot. Nilai hambatan kapal yang diperoleh sebesar 647 kN. Grafik hambatan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5. Grafik perhitungan hambatan

Berdasarkan dari nilai hambatan yang diperoleh maka dapat digunakan sebagai acuan dalam penentuan daya mesin penggerak utama. Perhitungan daya guna menentukan mesin utama dapat dilihat pada tabel berikut

Daya	Nilai
EHP	8,325 HP
SHP	10,343 HP
DHP	10,135 HP
BHP	12,006 HP

Berdasarkan tabel 3 didapatkan nilai daya yang dibutuhkan 12,006 HP atau setara 8,953 kW. Dari nilai tersebut didapatkan mesin yang sesuai dengan kebutuhan kapal. Spesifikasi mesin yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4 dan untuk memenuhi daya yang dibutuhkan maka digunakan dua buah mesin utama.

Item	Deskripsi
Merk Mesin	Caterpillar
Tipe	C280-16
Daya Mesin	4600 kW
RPM	900 RPM
Berat Mesin	28500 kg
Panjang	5685 mm
Lebar	2038 mm
Tinggi	3406 mm



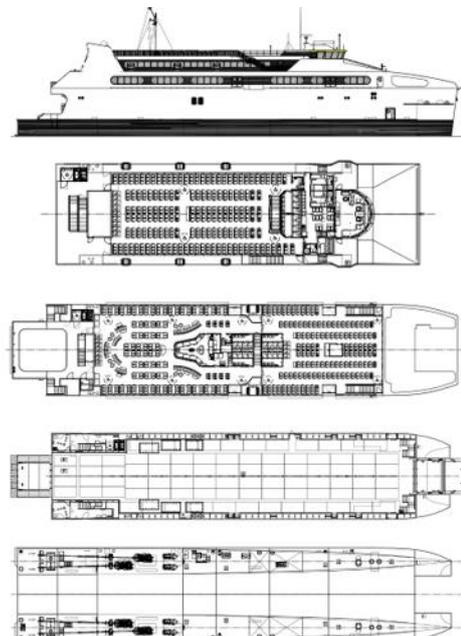
Gambar 6. Mesin Caterpillar C280-6

2.4. Rencana Umum

Rencana umum kapal ini dirancang untuk penyebrangan. Dengan lokasi operasional yang direncanakan, kapal dapat melakukan perjalanan pulang pergi tanpa harus melakukan pengisian bahan bakar. Kebutuhan ruangan juga disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsi dari kapal ini. Model 3D kapal dapat dilihat pada gambar 7 dan rencana umum kapal dapat dilihat dari gambar 8.



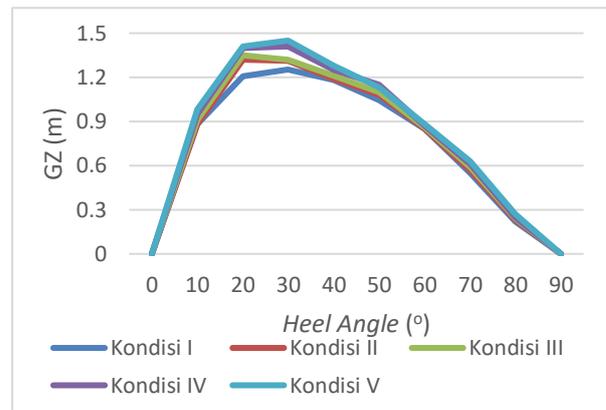
Gambar 7. Model 3D kapal



Gambar 8. Rencana umum kapal

Tabel 5. Perlengkapan kapal

Bagian	Uraian
Perlengkapan lambung	Windlass, Steering gear,
Sistem Kelistrikan	Generator utama, Generator Pelabuhan, Generator Darurat
Sistem Perpipaan	Sea Water Pump, Fresh water pump, Sewage water pump, Fuel oil pump, lubricating oil pump, water ballast pump
Navigasi	Clinometer, Chromometer, Barometer, Radar, GPS, Echo sounder



Gambar 9. Diagram GZ/Heel Angle

2.5. Analisa stabilitas kapal

Analisa stabilitas pada kapal ini menggunakan bantuan perangkat lunak khusus. Stabilitas kapal menggunakan hasil dari perhitungan LWT serta penyusunan tangka pada kapal. Pada analisa ini performa stabilitas diuji dari sudut 0° hingga 90° dengan interval 10°. Analisa stabilitas juga mempertimbangkan beberapa kondisi saat kapal sedang beroperasi. Kondisi kapal dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kondisi stabilitas kapal

Item	I	II	III	IV	V
LOT	100%	75%	50%	25%	10%
FOT	100%	75%	50%	25%	10%
DOT	100%	75%	50%	25%	10%
FWT	100%	75%	50%	25%	10%
AP Tank	0%	0%	0%	100%	100%
FP Tank	0%	0%	0%	100%	100%
Ballast	0%	0%	0%	100%	100%

Dengan kondisi yang ada pada tabel 6 dan mengacu pada kriteria stabilitas yang telah ditentukan, didapatkan nilai GZ terhadap lima kondisi tersebut dan hasil analisa stabilitas dapat dilihat pada gambar 9. Berdasarkan grafik pada gambar 9 diketahui nilai GZ tertinggi terjadi pada kondisi IV dan V. Kondisi tersebut tangki *ballast* terisi penuh sehingga nilai KG kapal akan lebih rendah dibandingkan nilai KG pada kondisi yang lain saat kondisi tangki *ballast* kosong. Berdasarkan kondisi yang ditentukan, kapal memenuhi kriteria stabilitas yang digunakan.

Tabel 7. Hasil analisa stabilitas kapal

Criteria	IMO Ccrit eria	Kondisi				
		I	II	III	IV	V
Area 0° to 30°	3.15 m deg	12.33	12.22	13.47	14.71	14.66
Area 0° to 40°	5.15 m deg	22.78	20.73	21.12	23.97	23.99
Area 30° to 40°	1.71 m deg	10.44	9.52	9.62	11.23	11.29
GZ at 30° or greater	0.2 m	1.25	1.31	1.32	1.41	1.45
Angle of Minimum	25.0 deg	52	50.2	51.12	49.3	50.3
Initial GMt	0.15 m	2.92	2.71	2.82	2.56	2.68
Passenger Croding	10.0 deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Turn angle of equilibrium	10.0 deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
STATUS		PASS	PASS	PASS	PASS	PASS

Hasil analisa stabilitas dapat dilihat dari tabel 7. Berdasarkan lima kondisi yang direncanakan, semua kondisi memenuhi kriteria IMO yang telah ditentukan.

2.6. Estimasi Harga Kapal

Estimasi harga kapal ini didapatkan melalui acuan berat baja total yang didapatkan dari perhitungan LWT, perlengkapan serta permesinan. Seluruh harga didapatkan melalui situs jual beli daring (*E-commerce*). Estimasi biaya produksi kapal dapat dilihat dari tabel 7. Harga awal menggunakan nilai mata uang dollar amerika yang kemudian dilakukan konversi ke dalam rupiah dengan nilai kurs pada bulan Juli 2022.

Berdasarkan perhitungan tabel 8-10 dapat diketahui bahwa estimasi biaya pembangunan kapal pada penelitian ini sebesar Rp. 53.506.089.000.

Tabel 8. Estimasi biaya produksi awal

Item	Nilai
Badan Kapal	Rp. 43.332.660.000
Permesinan dan <i>outfitting</i>	Rp. 41.413.428.000
Total harga	Rp. 84.746.088.000

Tabel 9. Biaya koreksi keadaan ekonomi dan kebijakan pemerintah

Item	Nilai
Keuntungan galangan (5% nilai pembangunan awal)	Rp. 4.237.304.400
Biaya inflasi (2% nilai pembangunan awal)	Rp. 1.694.921.760
Biaya pajak pertambahan nilai (10% nilai pembangunan awal)	Rp. 8.474.608.800
Total biaya koreksi keadaan ekonomi	Rp. 29.661.130.800

Tabel 10. Harga akhir kapal

Item	Nilai
Biaya pembangunan awal	Rp. 84.746.088.000
Koreksi keadaan ekonomi	Rp. 29.661.130.800
Total harga	Rp. 114.407.218.800

3. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan terhadap hasil perancangan kapal untuk penyebrangan Lombok Bali dengan tipe lambung *catamaran* dan ukuran utama LOA 75.3 meter, LPP 65.4 meter, lebar 19.9 meter, sarat 3.1 meter, kecepatan 25 knot dan hambatan sebesar 647 kN.

Analisa stabilitas pada lima kondisi kapal memenuhi kriteria stabilitas IMO. Pada penelitian ini didapatkan juga estimasi biaya pembangunan kapal sebesar Rp. 114.407.218.800.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Wijaya and K. Kunci, "Masa Depan Pariwisata Bali (Perspektif Permasalahan Dan Solisinya)," *Jurnal Riset dan Ekonomi Manajemen*, vol. 15, no. 1, pp. 118–135, 2015.
- [2] P. Irfan and A. Apriani, "Analisa Strategi Pengembangan E-Tourism Sebagai Promosi Pariwisata Di Pulau Lombok," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 9, no. 3, pp. 325–330, 2017, doi: 10.33096/ilkom.v9i3.164.325-330.
- [3] Y. Pratomo *et al.*, "Potensi Energi Arus Laut Sebagai Energi Terbarukan Di Selat Lombok Berdasarkan Data INSTANT West Mooring Deployment 1 Ocean Current for

the Potential Renewable Energy in Lombok Strait Based on INSTANT West Mooring Deployment 1 Data," vol. 14, no. 2, pp. 121–128, 2016.

- [4] D. D. Andilas and L. A. Yanggana, "Pelaksanaan Program Tol Laut Pt Pelayaran Nasional Indonesia," *Jurnal Manajemen Transportasi Dan Logistik*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.25292/j.mtl.v4i1.36.
- [5] J. H. EVANS, "BASIC DESIGN CONCEPTS," *Journal of the American Society for Naval Engineers*, vol. 71, no. 4, pp. 671–678, Nov. 1959, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1559-3584.1959.tb01836.x>.
- [6] M. Santoso, "Studi Perancangan Kapal Ferry Tipe Catamaran 1000Gt," *Studi Perancangan Kapal Ferry Tipe Catamaran 1000Gt*, vol. 12, no. 2, pp. 69–77, 2015, doi: 10.12777/kpl.12.2.69-77.
- [7] M. SEIF and E. Amini, "Performance comparision between planing monohull and catamaran at high froude numbers," vol. 28, Aug. 2004.
- [8] H. Ghassemi, H. Bahrami, A. Vaezi, and M. A. Ghassemi, "Minimization of Resistance of the Planing Boat by Trim-tab "Minimization of Resistance of the Planing Boat by Trim-tab," *International Journal of Physics*, vol. 7, no. 1, pp. 21–26, 2019, doi: 10.12691/ijp-7-1-4.
- [9] M. Iqbal and Samuel, "Traditional catamaran hull form configurations that reduce total resistance," *International Journal of Technology*, vol. 8, no. 1, pp. 989–997, 2017, doi: 10.14716/ijtech.v8i1.4161.
- [10] A. Francescutto, "Intact Stability Criteria Of Ships -Past, Present And Future," *Ocean Engineering*, vol. 120, pp. 312–317, 2016, doi: 10.1016/j.oceaneng.2016.02.030.

- [11] A. Papanikolaou, “Ship Design: Methodologies Of Preliminary Design,” *Springer*, 2014.