



# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Perancangan Kapal Katamaran untuk Menunjang Pariwisata di Waduk Cacaban Kabupaten Tegal Jawa Tengah

Muhamad Iman Khoirulloh<sup>1)\*</sup>, Imam Pujo Mulyatno<sup>1)</sup>, Ocid Mursid<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Laboratorium Desain dan Digitalitas Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

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

\*e-mail : [muhamad.iman.k@gmail.com](mailto:muhamad.iman.k@gmail.com)

### Abstrak

Waduk Cacaban Kabupaten Tegal memiliki luas permukaan 982,07 Ha dan kapasitas air 90 juta m<sup>3</sup>. Berfungsi sebagai saluran irigasi dan rekreasi wisata air. Pengadaan kapal wisata modern katamaran memerlukan desain untuk mendukung keselamatan sesuai IMO. Penelitian ini bertujuan untuk merancang Lines Plan, General Arrangement, Analisa Resistance, Hidrostatik, Stability menggunakan software serta analisa biaya ekonomis pembuatan kapal. Metode Parent Design Approach menghasilkan LOA 13,5 m, LWL 13,1 m, lebar 2,95 m, sarat 0,75 m dan cb 0,47 serta ukuran kapal katamaran ini sebesar 28GT atau 8 DWT dapat mengangkut 32 penumpang dan 2 ABK. Pemilihan mesin utama yang digunakan jenis mesin outboard Yamaha F70LA berjumlah 2 unit dengan tenaga 70 HP, analisa hidrostatik yang menghasilkan LCB sebesar 5,93 m. Pembuatan model 3D kapal pariwisata katamaran ini telah didukung oleh penggunaan perangkat lunak, dan analisis stabilitasnya telah mematuhi kriteria IMO sesuai dengan standar yang ditetapkan. Analisa ekonomi pembuatan kapal menunjukkan biaya sebesar Rp. 454.566.645,00 dan titik impas terjadi setelah 1 tahun. Dari tugas akhir ini menyatakan bahwa kapal katamaran 28 GT dapat digunakan untuk kegiatan wisata di Waduk Cacaban Kabupaten Tegal.

Kata Kunci : Waduk Cacaban, Perancangan Katamaran, Analisa Biaya

### 1. PENDAHULUAN

Waduk Cacaban merupakan waduk yang berada di Kabupaten Tegal lebih tepatnya di Kecamatan Kedungbanteng. Pada tahun 1952 Waduk Cacaban dibangun. Waduk ini memiliki luas permukaan 982,07 Ha dengan kapasitas tampung 90 juta m<sup>3</sup> serta ukuran Bendungan Waduk Cacaban ini memiliki lebar bendungan 6,00 m dan tinggi 38,00 m serta 3.367 Ha lahan irigasi disediakan oleh Waduk Cacaban [1]. Kawasan wisata Waduk Cacaban memang cukup menarik untuk melepas penat. Lingkungannya satu kesatuan sistem kawasan hutan, habitat perairan, dan suaka margasatwa dengan pemandangan yang menakjubkan [2]. Destinasi wisata ini memiliki berbagai fasilitas dan infrastruktur diantaranya perahu tradisoanal, kano, dermaga, gardu pandang, kolam pemancingan, tempat informasi, mushola,

toilet, dan area parkir yang cukup besar. Selain itu, ada wisata hutan dan mainan ramah anak di kawasan ini, selain makanan dan minuman yang ditawarkan di warung-warung yang sudah ada di sana. Kehadiran pulau di tengah Waduk Cacaban menambah kualitas dan keistimewaan tersendiri. Waduk yang indah ini dikelilingi oleh perbukitan lingkungan yang hijau. Perkembangan jumlah pengunjung objek wisata waduk cacaban yakni fluktuatif atau naik turun, namun jumlah kenaikan dengan penurunan lebih tinggi tingkat kenaikan [3]. Selain itu, kondisi Waduk Cacaban yang sedang direnovasi diperkirakan jumlah pengunjung akan meningkat seiring dengan perbaikan dan pengadaan sarana rekreasi.

Dengan meningkatkan fasilitas penunjang, seperti menambah jumlah kapal wisata penulis berharap dapat mendukung upaya menjadikan Waduk Cacaban sebagai destinasi wisata yang

menarik sehingga dapat meningkatkan minat wisatawan untuk mengunjungi Waduk Cacaban. Penulis mencoba merancang kapal pendukung pariwisata di Waduk Cacaban Kabupaten Tegal dimana desain yang digunakan yaitu jenis model lambung katamaran. Dengan mengubah struktur mono lambung menjadi dua lambung serta mengatur jarak antara lambung diharapkan dapat memperoleh karakteristik hidrodinamis yang lebih optimal [4].

Pada tahun 2021, dilakukan penelitian analisa teknis kapal pariwisata dengan menggunakan pendekatan Mollands diperoleh hasil perhitungan tahanan dengan analisis kecepatan lambung kapal maksimum 6 knot, kapal menghadapi hambatan 14,3 kN dan daya mesin yang digunakan 55 HP. Kurva GZ atau lengan penegak kapal pada kondisi 1, 2, 3, dan 4 masih berada di atas nilai standar IMO (*International Maritime Organization*), sesuai dengan temuan perhitungan kestabilan tertinggi didapatkan pada kondisi 1 [5]. Ini menunjukkan bahwa kapal wisata masih tetap stabil karena memiliki momen pembalikan yang cukup signifikan pada sudut tertentu yang dianggap mencerminkan titik potensial kapal terendam (*downflooding*), yakni pada rentang sudut antara 0-30 derajat, 0-40 derajat, dan 30-40 derajat.

Penelitian kapal pariwisata katamaran juga pernah dilakukan didapatkan ukuran utama kapal  $L = 15,53$  m,  $B = 5,4$  m,  $T = 1,0$  m,  $H = 1,8$  m, hasil menunjukkan kapal dapat mengangkut penumpang sebesar 44 penumpang [6]. Namun pada penelitian ini bahan material kapal yang digunakan yakni menggunakan material baja. Kapal ini cocok digunakan pada perairan luas yaitu di lautan serta dilakukan perawatan dan pembangunan pada galangan besar. Kapal ini tidak cocok digunakan pada daerah waduk, karena selain perairannya kecil untuk proses pembuatan dan perawatan tidak memadai. Selain itu kapal dengan material menggunakan bahan baja akan membuat biaya pembuatan sangat besar.

Pada penelitian lainya mengatakan perbandingan variasi tipe lambung kapal penyebrangan di kepulauan karimunjawa dengan desain *displacement* yang sama menunjukkan hasil tipe kapal katamaran memiliki hambatan paling kecil jika dibandingkan dengan tipe kapal monohull dan trimaran, yaitu pada kecepatan 24 knot dihasilkan hambatan sebesar 177,8 kN dengan power 3463,6 HP. Selain itu, perbandingan kondisi stabilitas antara tipe kapal monohull, katamaran, dan trimaran, menunjukkan kapal katamaran memiliki nilai stabilitas yang paling baik dan optimum [7].

Jika dibandingkan dengan *monohull*, katamaran menawarkan banyak keuntungan.

Adapun kelebihan dari kapal katamaran jika dibandingkan dengan kapal *monohull* [8] diantaranya adalah : Luas geladak kapal katamaran lebih besar daripada *monohull*, volume terendam dan luas permukaan basahanya lebih kecil, stabilitasnya lebih baik karena dua lambungnya, biaya operasionalnya rendah karena resistensi yang kecil, dan jaminan perlindungan terhadap kapal yang terbalik membuat penumpang merasa lebih aman.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini merancang kapal katamaran yang akan dilakukannya variasi bahan material dan bentuk lambung kapal sesuai dengan jumlah penumpang serta berdasarkan karakteristik daerah Waduk Cacaban dimana kapal ini akan difungsikan sebagai kapal pariwisata untuk memfasilitasi para wisatawan dalam menikmati pemandangan sekitar Waduk Cacaban. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan ukuran kapal wisata katamaran yang sesuai dengan karakteristik Waduk Cacaban dan merencanakan rancangan desain rencana umum (*general arrangement*) yang digunakan untuk kebutuhan pariwisata. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk menghitung rencana garis, stabilitas, hidrostatis dan menghitung analisa biaya pembuatan kapal serta menghitung *Break Even Point* (BEP) investasi kapal.

## 2. METODE

### 2.1. Objek Penelitian

Rancangan kapal katamaran untuk keperluan pariwisata dikembangkan berdasarkan penelitian yang memanfaatkan data primer, sekunder, dan literatur. Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui survei lapangan, dengan mempertimbangkan lokasi operasional kapal. Data kapal pembanding yang diambil dari survei lapangan dapat dilihat pada tabel 1.



Gambar 1. Kapal Existing di Waduk Cacaban

Tabel 1. Data Kapal *Existing* di Waduk Cacaban

No	Ukuran Utama	Dimensi(m)
1	<i>Length Over All (LOA)</i>	13,5
2	<i>Breadth (B)</i>	2,95
3	<i>Depth (H)</i>	1,2
4	<i>Draft (T)</i>	0,75

Dalam mendesain kapal juga disesuaikan dengan karakteristik perairan waduk cacaban agar kapal yang didesain nantinya tepat digunakan untuk berlayar, seperti kedalaman waduk keadaan dermaga perairan waduk cacaban kapal bersandar. Karakteristik perairan waduk cacaban dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Waduk Cacaban

No	Data Waduk	Satuan
1	Luas	982,07 ha
2	Daya Tampung	90 juta m <sup>3</sup>
3	Kedalaman pada Dermaga	1,5 m



Gambar 2. Dermaga Waduk Cacaban

## 2.2. Prosedur Penelitian

Informasi yang diperoleh dari hasil pengamatan terkait kondisi perairan di Waduk Cacaban melibatkan parameter seperti kedalaman dan karakteristik air. Aspek-aspek tersebut menjadi dasar dan panduan yang sangat penting dalam menetapkan dimensi utama kapal agar sesuai dengan kondisi perairan tersebut. Dari data yang terkumpul, dipilih data yang paling ekstrem atau maksimal untuk menentukan dimensi utama dari kapal pariwisata. Hal ini bertujuan agar ukuran utama tersebut dapat memastikan kinerja yang baik, termasuk kemampuan bergerak dengan baik yang sesuai dengan karakteristik wilayah pelayaran. Tahapan pengolahan data tersebut meliputi:

- 1) Penentuan ukuran utama kapal
- 2) Pembuatan rencana garis garis (*lines plan*)
- 3) Pembuatan model lambung kapal yang digunakan untuk menganalisa kapal pada perangkat lunak

- 4) Melakukan analisa hambatan kapal (*resistence*) untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan
- 5) Pembuatan rencana umum (*general arrangement*)
- 6) Melakukan analisa hidrostatis untuk mendapatkan karakteristik badan kapal ketika didalam air.
- 7) Melakukan analisa stabilitas untuk mengetahui kondisi kapal
- 8) Melakukan analisa biaya dari pembangunan kapal

## 2.3. Variabel Penelitian

Kapal wisata katamaran yang akan dikembangkan merupakan kapal yang berfungsi sebagai sarana rekreasi bagi wisatawan sesuai dengan letak geografis Waduk Cacaban. Sebuah kapal harus dilengkapi dengan peralatan yang mendukung fungsi utamanya.

Dalam proses perancangan kapal, parameter-parameter menjadi penting sebagai panduan agar kapal sesuai dengan tujuannya. Parameter ini akan menjadi dasar dalam menentukan dimensi utama kapal serta melakukan analisis terhadap hambatan dan stabilitas. Informasi mengenai parameter ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Komponen Parameter Perancangan

No	Komponen	Variabel
1	Bentuk Lambung	Katamaran
2	Sarat Kapal	0,75
3	Kecepatan maksimal	10 knots
4	<i>Crew</i>	2 Orang
5	Penumpang	32 Orang
6	Mesin	<i>Outboard</i>
7	Material	<i>Fiberglass</i>

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Penentuan Dimensi Kapal

Dalam penelitian ini, Menetapkan dimensi ukuran utama kapal yang akan direncanakan dengan menerapkan metode perbandingan atau Metode *Parent Design Approach* dengan kapal yang telah ada di lapangan. Kapal perbandingan yang dijadikan referensi adalah kapal tradisonal yang sudah beroperasi di Waduk Cacaban. Metode ini melibatkan pengambilan data dari kapal yang akan dijadikan acuan untuk kapal pembanding, yang seharusnya memiliki karakteristik serupa dengan kapal yang akan dirancang. Penerapan metode ini bertujuan untuk mempercepat proses perancangan dan mendapatkan dimensi kapal yang optimal. Pemilihan kapal pembanding didasarkan pada data yang diperoleh dari survei lapangan, sebagaimana

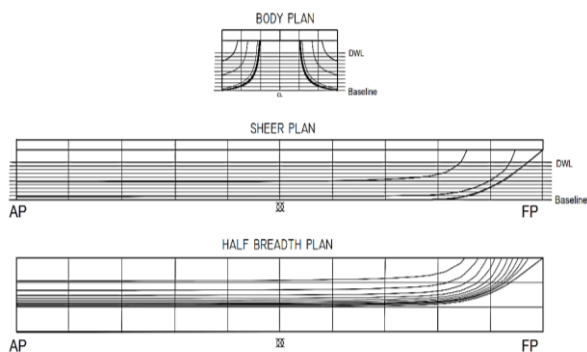
tercantum dalam tabel 1, dan disesuaikan dengan parameter yang telah ditetapkan dalam tabel 3, dengan mempertimbangkan karakteristik waduk Cacaban sebagai lokasi operasi kapal. Selanjutnya dilakukan penyesuaian terhadap parameter yang ada dengan mematuhi batasan rasio tertentu untuk memenuhi standar ketentuan. Setelah dimensi utama sesuai dengan ketentuan, diperoleh dimensi kapal pariwisata katamaran yang tercatat dalam tabel 4.

Tabel 4. Data Ukuran Utama

No	Ukuran Utama	Dimensi
1	<i>Length Over All (LOA)</i>	13,5 m
2	<i>Length Water Line (LWL)</i>	13,1 m
3	<i>Breadth (B)</i>	2,95 m
4	<i>Breadth of Demihull (B1)</i>	0,97 m
5	<i>Depth (H)</i>	1,2 m
6	<i>Draft (T)</i>	0,75 m
8	<i>Coefficient Block (Cb)</i>	0,47

### 3.2. Rencana Garis

Rencana garis untuk model lambung kapal pariwisata katamaran disusun dengan menggunakan bantuan perangkat lunak pemodelan *AutoCAD*. Hasil dari proses ini dapat ditemukan dalam gambar 3, yang terdiri dari tiga proyeksi kapal, yaitu *body plan*, *sheer plan*, dan *half breadth plan*.



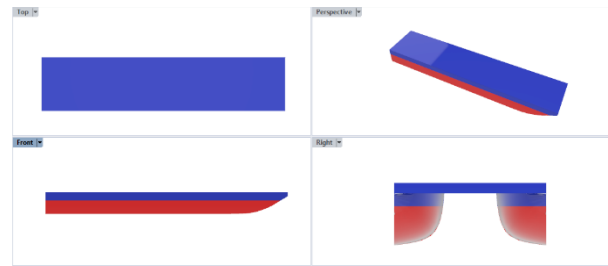
Gambar 3. Rencana Garis

Hasil dari rencana garis untuk kapal pariwisata katamaran mencakup 10 *station* dengan jarak tiap *station* 1,227 m, 10 *waterline* dengan tiap jarak *waterline* 0,075 m, dan 3 *buttockline* dengan jarak tiap *buttockline* 0,211 m.

### 3.3. Pemodelan Lambung Kapal

Proses pembuatan model lambung kapal katamaran ini melibatkan penggunaan perangkat lunak pemodelan. Pembuatan model lambung mengacu pada hasil dari rencana garis kapal. Tujuan untuk membuat pemodelan lambung yakni

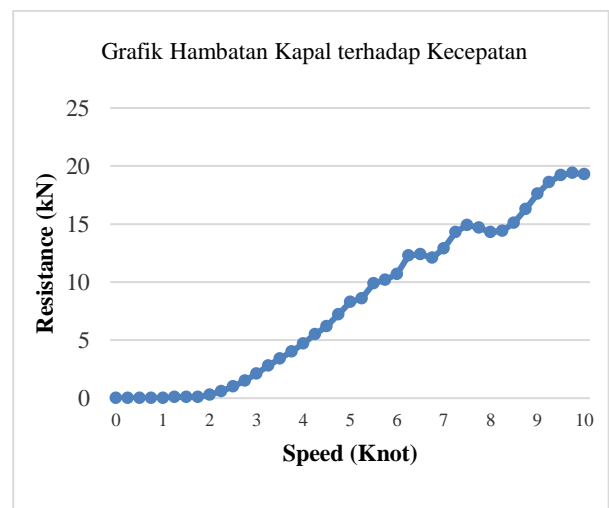
untuk memasukan desain kapal ke perangkat lunak *maxsurf* dalam menganalisa karakteristik kapal seperti menganalisa hambatan, stabilitas dan hidrostatis kapal.



Gambar 4. Model Lambung kapal

### 3.4. Analisa Hambatan

Beberapa aspek penting yang harus diperhatikan dalam menganalisa hambatan yaitu ketika tingkat hambatan yang relatif rendah akan memberikan sejumlah nilai positif pada kinerja operasional kapal yang akan direncanakan [9]. Dalam penelitian ini untuk tahap analisa hambatan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak khusus analisa hambatan yaitu *maxsurf resistance*. Analisa hambatan dilakukan dengan memperhatikan nilai hambatan yang tersaji dalam bentuk grafik untuk mengevaluasi seberapa besar atau kecilnya.. Metode Molland digunakan untuk melakukan analisis hambatan kapal dengan kecepatan maksimal sebesar 10 knot. Hasil dari analisis hambatan dengan menggunakan analisis *slender body* dapat dilihat dalam Gambar 5.

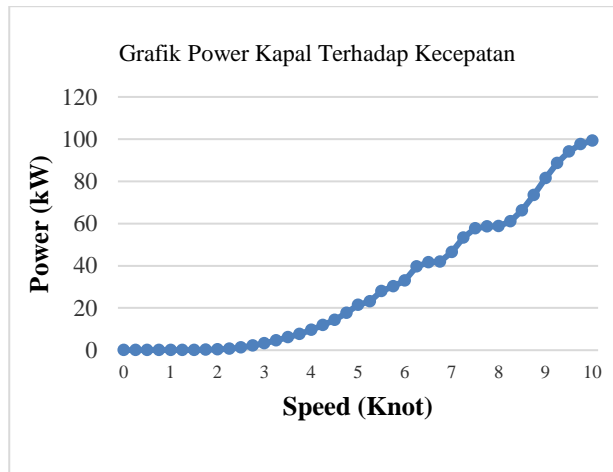


Gambar 5. Grafik hasil analisa hambatan kapal

Hasil analisis hambatan dimana model kapal yang memiliki koefisien blok ( $C_b$ ) sebesar 0,469 menghasilkan hambatan maksimal sekitar 19,3 kN dengan kecepatan maksimal sebesar 10 knot.

### 3.5. Pemilihan Mesin

Besarnya daya mesin yang diperlukan, bergantung pada hasil analisis dari nilai hambatan kapal. Nilai daya atau *power* diperoleh dengan mengkalikan kecepatan dinas dalam satuan m/s dengan nilai hambatan dalam satuan kN.



Gambar 6. Grafik hasil analisa *power* kapal

Gambar 6 menunjukkan perhitungan nilai *power* terbesar pada kapal yakni 99,3 kW sehingga nilai EHP (*Effective Horse Power*) sebesar 133,17 HP. Dalam mencari BHP (*Brake Horse Power*) pada mesin *outboard* nilai daya yang dibutuhkan sama dengan nilai EHP. Berdasarkan data tersebut, mesin tempel yang direncanakan berjumlah 2 unit dengan masing-masing tenaga sebesar 70 HP.



Gambar 7. Yamaha F70LA  
(Sumber: <https://yamahaoutboards.com/>)

Gambar 7 menampilkan mesin tempel ganda yang digunakan sebagai penggerak utama kapal wisata ini, yakni mesin tempel Yamaha F70LA.

Tabel 5. Spesifikasi Mesin

Item	Spesifikasi
Tipe Mesin	F70LA i4
Tenaga (PK)	70 HP
RPM Mesin	5300 ~ 6300
Cylinders	4 Cly
Steering	Remote Mechanical

<i>Starter</i>	<i>Electric</i>
Berat Mesin	118 Kg

Tabel 5 menyajikan data spesifikasi dari mesin yang digunakan pada kapal wisata ini, yang juga akan digunakan untuk analisa selanjutnya. Mesin bantu (*auxiliary engine*) menggunakan aki kapal *Marine/Genset Zeus N200* yang spesifikasinya tercantum pada tabel 6 dipilih untuk memenuhi kebutuhan kelistrikan kapal wisata katamaran di Waduk Cacaban.



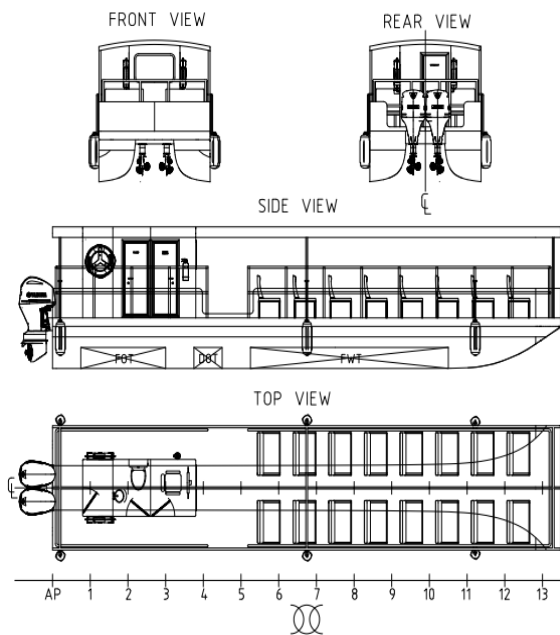
Gambar 8. Aki *Marine Zeus N200*  
(Sumber : <https://www.tokopedia.com/>)

Tabel 6. Spesifikasi Mesin Genset

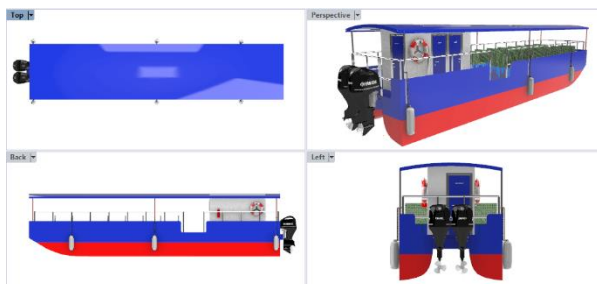
Item	Spesifikasi
Tipe	Zeus N200
Kapasitas	220 Ampere
Kapasitas Voltase	12 Volt
CCA	370 Amp
Dimensi (PxLxT)	517 x 277 x 217 mm
Berat	27 kg

### 3.6. Rencana Umum

Dalam skema desain rencana umum kapal wisata ini, selain mengacu pada langkah-langkah sebelumnya, perancangan rencana umum saat ini juga mempertimbangkan kondisi aktual kapal yang berada di waduk Cacaban. Kapal ini dirancang khusus untuk beroperasi di perairan Waduk Cacaban, dengan kemampuan untuk melakukan perjalanan pulang-pergi mengelilingi waduk tersebut. Kapal katamaran ini dari segi rencana umum memiliki desain yang lebih baik jika dibandingkan dengan kapal yang sudah ada di waduk cacaban. Kapasitas penumpang kapal yang sudah ada yakni sekitar 15 penumpang sedangkan kapasitas penumpang kapal wisata katamaran ini dapat menampung sebanyak 32 penumpang. Itu artinya kapal katamaran lebih banyak menempati ruang jika dibandingkan kapal yang sudah ada.



Gambar 9. Rencana Umum



Gambar 10. Desain 3D kapal

### 3.4.1 Perhitungan Berat Kapal

Perhitungan komponen berat kapal terdiri atas berat DWT (*Deadweight Tonnage*) dan berat LWT (*Lightweight Tonnage*). Untuk mencari berat kapal atau *displacement* dengan cara menghitung ukuran utama.

$$\begin{aligned} \Delta &= L \times B1 \times T \times Cb \times \rho \times 2 \quad (1) \\ &= 13,1 \times 0,97 \times 0,75 \times 0,73 \times 1 \times 2 \\ &= 13,92 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dimana:

- $\Delta$  : *Displacement* kapal (ton)
- L : Panjang Kapal (m)
- B1 : Lebar *demihull* (m)
- T : Sarat Kapal (m)
- Cb : Koefesien blok per lambung
- $\rho$  : Massa jenis air tawar (ton/m<sup>3</sup>)

Dalam menghitung berat LWT kapal dengan cara menghitung volume konstruksi bangunan setiap komponen kemudian di kalikan dengan massa jenis dari *fiberglass* sehingga didapatkan berat per komponennya.

Tabel 7. Komponen Berat LWT Kapal

No	Komponen LWT	Berat
1	Lambung ( <i>Hull</i> )	2,63 ton
2	Geladak ( <i>Deck</i> )	0,81 ton
3	Konstruksi Lambung	0,66 ton
4	Bangunan Atas	0,35 ton
5	Atap	0,61 ton
6	<i>Railing</i>	0,4 ton
7	Mesin	0,26 ton
8	<i>Equipment &amp; Outfitting</i>	0,21 ton
<b>Jumlah</b>		<b>5,92 ton</b>

Dari hasil perhitungan, diperoleh total berat LWT sebesar 5,92 ton. Berdasarkan perhitungan tersebut, dapat ditetapkan berat muatan kapal (DWT) sebesar 8 ton.

Tabel 8. Komponen Berat DWT Kapal

No	Komponen DWT	Berat
1	Penumpang dan Crew	2,38 ton
2	Barang Bawaan	0,17 ton
3	<i>Fuel Oil</i>	1,47 ton
4	<i>Lubricant Oil</i>	0,47 ton
5	<i>Fresh Water</i>	3,53 ton
<b>Jumlah</b>		<b>8,0 ton</b>

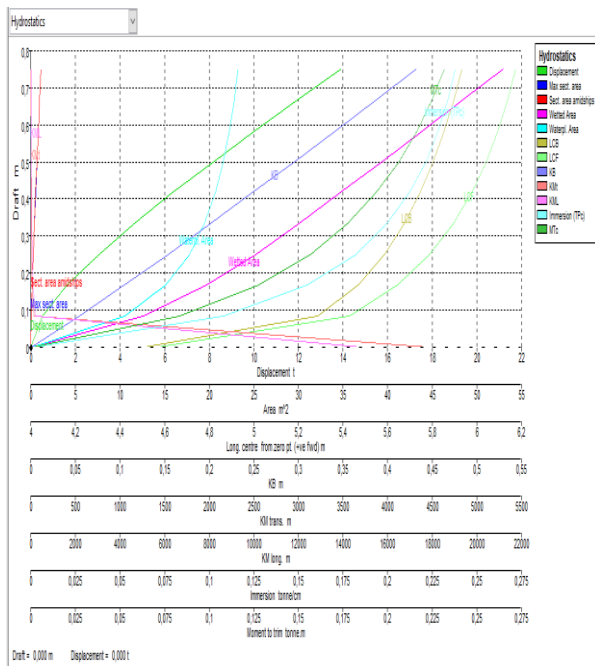
### 3.7. Hidrostatik Kapal

Perhitungan lengkung hidrostatik menggambarkan karakteristik dari bagian bawah garis air dari badan kapal. Kurva hidrostatik ini melibatkan pemodelan kapal sampai pada kondisi sarat penuh tanpa trim. Proses pembuatan kurva hidrostatik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak, di mana desain kapal yang telah disusun sebelumnya dimasukkan ke dalam perangkat tersebut. Hasil dari pembuatan lengkung hidrostatik dapat dilihat pada gambar 11.

Tabel 9. Perhitungan hidrostatik

No	Draft Amidships	0,75
1	<i>Displacement t</i>	13,92
2	<i>Draft at AP mm</i>	0,75
3	<i>Draft at FP mm</i>	0,75
4	<i>Draft at LCF mm</i>	0,75
5	<i>Heel deg</i>	0
6	<i>Trim(+ve by stern)mm</i>	0
7	<i>Beam max extents on WL mm</i>	2,95
8	<i>WL length mm</i>	13,1
9	<i>Waterpl area mm^2</i>	23,234
10	<i>Wetted area mm^2</i>	52,976
11	<i>Block coeff. (cb)</i>	0,47
12	<i>Prismatic coeff. (cp)</i>	0,89
13	<i>Max sect. area coeff. (cm)</i>	0,81
14	<i>Waterpl. Area coeff. (cwp)</i>	0,93
15	<i>LCF from zero pt. (+ve fwd) mm</i>	6,172
16	<i>LCB from zero pt (+ve fwd) mm</i>	5,932

17	KG mm	0,81
18	KB mm	0,43
19	BML m	22,12
20	BMt mm	1,898
21	GML m	21,822
22	GMt m	1,581
23	KML m	22,572
24	KMt m	2,331
25	MTc tonne.m	0,232
26	Immersion (TPc) tonne/cm	0,238
27	Max deck inclination deg	0
28	RM at 1 deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0,566
29	Trim angle (+ve by stern) deg	0



Gambar 11. Kurva Hidrostatik

### 3.8. Analisa stabilitas

Analisa stabilitas dalam penelitian ini spesifiknya memanfaatkan perangkat lunak yang menggabungkan perhitungan berat kapal, termasuk berat DWT dan LWT. Penghitungan stabilitas ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat keamanan kapal selama operasional.

Analisis yang telah direncanakan mencakup tiga kondisi sesuai pedoman IMO. Evaluasi stabilitas dilakukan dengan merujuk pada standar yang diatur oleh *International Maritime Organization (IMO) Intact Stability Code (IS Code) 2008, yaitu Code A.749 (18) Ch 3* - kriteria desain yang berlaku untuk semua kapal [10]. Detail dari ketiga kondisi yang direncanakan dapat disajikan dalam tabel 10 dengan rincian kondisi I yaitu kondisi saat kapal muatan penuh, kondisi II adalah kondisi kapal ketika tangki pada kondisi setengah, kondisi III adalah kondisi saat kapal dalam muatan setengah.

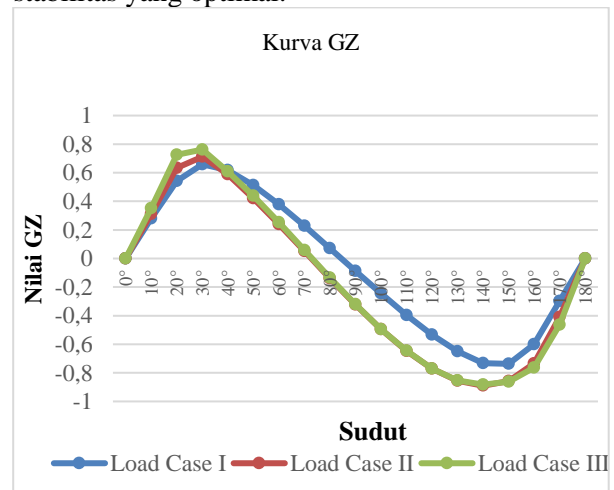
Tabel 10. Kondisi Stabilitas

Item	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3
Lightship	5,92 ton	5,92 ton	5,92 ton
FOT	100%	50%	50%
DOT	100%	50%	50%
FWT	100%	50%	50%
Penumpang	32	32	16
Crew	2	2	2

Tabel 11. Hasil Stabilitas

Kreteria	IMO minimum	K1	K2	K3
Initial GMt	0,15 m	1,55	1,75	1,98
Angel Max GZ	25,0 deg	31,8	28,2	25,5
Max GZ at 30 or greater	0,20 m	0,66	0,71	0,76
Area 30 to 40	1,719 m.deg	6,46	6,59	6,91
Area 0 to 40	5,157 m.deg	18,1	19,8	21,8
Area 0 to 30	3,151 m.deg	11,7	13,2	14,9
Status		PASS	PASS	PASS

Tabel 11 menunjukkan bahwa hasil analisis stabilitas kapal pariwisata katamaran pada ketiga kondisi telah memenuhi kriteria yang telah ditetapkan oleh IMO. Grafik kondisi 1, yang memiliki nilai titik tenggelam kapal (*downflooding*) paling tinggi yaitu pada sudut 90 derajat, dapat diinterpretasikan sebagai indikasi bahwa pada kondisi tersebut memiliki kemampuan stabilitas yang optimal.



Gambar 12. Grafik Stabilitas

### 3.9. Estimasi Biaya Pembangunan

Biaya pembangunan diperoleh dengan cara menjumlahkan biaya pembangunan diawal dan biaya operasional. Pemilihan material dan peralatan harus dipertimbangkan dengan memperhatikan anggaran pembangunan. Setelah biaya pembangunan diketahui, langkah selanjutnya adalah menghitung biaya perbaikan atau modifikasi selama proses pembuatan kapal.

Biaya pembangunan kapal baru mencakup biaya pembangunan kapal itu sendiri serta biaya operasional. Rincian biaya pembangunan kapal pariwisata katamaran disajikan dalam tabel 12.

Tabel 12. Biaya Pembangunan Kapal

No	Item	Value
1	Badan Kapal	Rp 222.941.400,00
2	Outfitting & Permesinan	Rp 165.577.100,00
<b>Total Harga Kapal</b>		<b>Rp 388.517.500,00</b>

Dari biaya pembangunan dapat diestimasi biaya koreksi keadaan yang melibatkan keuntungan dari galangan, inflasi biaya, serta kewajiban pajak pemerintah, sebagaimana terperinci dalam tabel 13.

Table 13. Biaya koreksi keadaan

No	Item	Value
<b>Biaya Pajak Pemerintah</b>		
1	10% dari biaya pembangunan awal Keuntungan Galangan	Rp 38.851.850,00
<b>Biaya untuk Inflasi</b>		
2	2% dari pembangunan awal Biaya Inflasi	Rp 7.770.370,00
<b>Keuntungan Galangan</b>		
3	5% dari biaya pembangunan awal Keuntungan Galangan	Rp 19.425.925,00
<b>Total Biaya Koreksi Keadaan</b>		<b>Rp 66.048.145,00</b>

Berdasarkan data dari tabel 12 dan 13, dapat diperkirakan harga estimasi pembangunan kapal pariwisata katamaran dalam penelitian desain ini adalah Rp 454.566.645,00.

### 3.10. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dalam penelitian ini menggunakan mencari nilai BEP (*Break Even Point*) untuk menilai kelayakan dari pembangunan kapal dan potensi keuntungannya dengan membandingkan biaya pengeluaran dan pendapatan. Selanjutnya akan dihitung biaya operasional kapal yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pembayaran kredit bank, gaji kru kapal, pemeliharaan kapal, asuransi, dan biaya bahan bakar.

Table 14. Biaya Operasional Kapal Pertahun

No	Biaya	Nilai
1	Kredit Pinjaman	Rp81.197.772
2	Biaya Perawatan	Rp12.000.000
3	Gaji Crew	Rp108.000.000
4	Bahan Bakar	Rp252.607.500
5	Asuransi	Rp22.728.322
<b>Total</b>		<b>Rp476.533.604</b>

Tabel 14 memperlihatkan perincian biaya operasional tahunan yang harus ditanggung oleh pemilik kapal, dengan total biaya sejumlah Rp. 467.533.604. Langkah berikutnya adalah menentukan pendapatan yang diperoleh pemilik selama setahun. Harga tiket kapal wisata Waduk Cacaban untuk dewasa Rp. 15.000 dan untuk anak-anak dengan harga Rp. 10.000. Jumlah penumpang didapatkan berdasarkan data pengelola obyek wisata sepanjang tahun 2023 dengan jumlah pengunjung Waduk Cacaban yang naik kapal mencapai 67.362 wisatawan seperti yang ditampilkan pada tabel 15. Diasumsikan untuk penumpang kapal wisata terdiri dari 75% wisatawan dewasa dan 25% wisatawan anak-anak.

Tabel 15. Pendapatan Sepanjang Tahun 2023

Bulan	Jumlah Penumpang	Pendapatan
Januari	13021	Rp 179.038.750
Februari	5929	Rp 81.523.750
Maret	4755	Rp 65.381.250
April	11617	Rp 159.733.750
Mei	7266	Rp 99.907.500
Juni	5648	Rp 77.660.000
Juli	4800	Rp 66.000.000
Agustus	2140	Rp 29.425.000
September	2057	Rp 28.283.750
Oktotet	2087	Rp 28.696.250
November	1354	Rp 18.617.500
Desember	6688	Rp 91.960.000
<b>Total Pendapatan Pertahun</b>		<b>Rp 926.227.500</b>

Setelah diketahui pendapatan dan pengeluaran maka dapat dicari nilai BEP (*Break Even Point*). Nilai BEP merupakan titik keseimbangan hasil dari pendapatan dan modal yang dikeluarkan. Nilai BEP ditentukan dengan membagi hasil TFC (biaya pembangunan per tahun) dengan dikurangi P (pendapatan tahunan) dan V (biaya operasional kapal wisata pertahun). Jurnal ini menerapkan pendekatan berdasarkan unit dalam menghitung titik impas (BEP) karena fokusnya adalah menentukan waktu (dalam tahun) yang diperlukan agar pengeluaran dan pendapatan mencapai keseimbangan.

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{TFC}{P-V} & (2) \\
 \text{BEP} &= \frac{454.566.645}{926.227.500 - 476.533.604} \\
 \text{BEP} &= 1 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Pemilik kapal akan melihat pengembalian investasi dalam 1 tahun atau 12 bulan setelah



pengoperasian kapal, sesuai dengan hasil perhitungan nilai BEP. Berdasarkan kebijakan yang ditetapkan oleh pemilik, harga tiket dan jumlah perjalanan setiap hari dapat berfluktuasi, baik meningkat maupun menurun.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada kapal pariwisata katamaran yang ditujukan untuk perairan Waduk Cacaban di Kabupaten Tegal Jawa Tengah diperoleh simpulan mengenai desain kapal dengan dimensi sebagai berikut: panjang LOA 13,5 m, LWL 13,1 m, lebar 2,95 m, sarat 0,75 m, tinggi 1,2 dan cb 0,47 sehingga rencana garis kapal diperoleh 10 *station* dengan tiap jaraknya 1,227 m, 10 *waterline* dengan tiap jaraknya 0,075 m dan 3 *buttockline* dengan tiap jaraknya 0,211 m. Ukuran ini digunakan sebagai panduan untuk membuat rencana umum untuk kapal wisata 32 penumpang serta panduan untuk membuat model tiga dimensi kapal dengan mesin yang digunakan mesin *outboard* Yamaha F70LA sebanyak 2 unit. Kapal ini juga menunjukkan hambatan sebesar 19,3 kN pada kecepatan maksimal 10 knot, dan telah memenuhi kriteria stabilitas *IS Code* dalam tiga kondisi yang berbeda dengan nilai LCB perhitungan hidrostatis 5,93 m dari AP. Estimasi harga pembangunan kapal adalah Rp. 454.566.645 dan titik impas (BEP) tercapai setelah 1 tahun atau 12 bulan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Syaepullah, "Analisis Kinerja Sistem Daerah Irigasi Bendungan Cacaban Kabupaten Tegal," *J. Konstr. Unswagati Cirebon*, vol. VI, no. 4, pp. 2085–8744, 2016.
- [2] I. Kurniawan, "Pengembangan Ekowisata ( Ecotourism ) Di Kawasan Waduk Cacaban Kabupaten Tegal," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 2, no. 25, pp. 1–25, 2008.
- [3] Diana Igunawati, "Analisis Permintaan Objek Wisata Tirta Waduk Cacaban Kabupaten Tegal," Universitas Diponegoro, Semarang, 2010.
- [4] E. Jahanbakhsh, R. Panahi, and M. S. Seif, "Catamaran motion simulation based on moving grid technique," *J. Mar. Sci. Technol.*, vol. 17, no. 2, pp. 128–136, 2009, doi: 10.51400/2709-6998.1967.
- [5] D. Prawoto, A. W. B. Santosa, and I. P. Mulyatno, "Perancangan Kapal Wisata Katamaran sebagai Upaya Penunjang Objek Wisata di Rowo Jombor Klaten," *J. Inovtek Polbeng*, vol. 11, no. 2, pp. 131–141, 2021.
- [6] A. S. H. Romadhon, I. P. Mulyatno, and J. Sarjito, "Perancangan Kapal Katamaran Pariwisata Di Pulau Menjangan Besar - Karimunjawa," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 2, no. 3, 2014.
- [7] B. A. Adietya and E. D. Gustiarini, "Studi Perbandingan Performa Kapal Trimaran, Katamaran, dan Monohull Sebagai Kapal Penyeberangan di Kepulauan Karimunjawa," *Kapal J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 15, no. 1, pp. 18–23, 2018, doi: 10.14710/kpl.v15i1.18487.
- [8] Alamsyah and M. D. Nugroho, "Design of Catamaran Ship as Inland Waterways Transportation Mode in Mahakam River of Samarinda," *J. Wave*, vol. 12, pp. 1–10, 2018.
- [9] R. Ilham, A. F. Zakki, and D. Chrismianto, "Studi Perancangan Fish Processing Vessel dengan Bentuk Lambung Catamaran untuk Perairan Indonesia," *Tek. Perkapalan*, vol. 7. No.4, no. 4, pp. 449–459, 2019.
- [10] International Maritime Organization, *Intact Stability Code (IS Code)*. 2008.