

# STUDI PERANCANGAN KAPAL LAYAR KATAMARAN SEBAGAI KAPAL PARIWISATA DI KEPULAUN SERIBU

Reza Andrian Saputro, Parlindungan Manik, Eko Sasmito Hadi  
Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

## ABSTRACT

*Thousand Islands is one of the famous tourist areas in western Indonesia. Therefore, the vessel should be used as primary transportation. This study carried out by performing a few steps of the design, which is a calculation of the main dimensions of the ship, making the lines plan, general plan, the ship hydrostatic analysis, stability analysis, the navigation of ships, and the shape of sail on the ship. Planning is selected hull catamaran type (Twin Hull). Sailing catamaran is a type of ship that has a sail as one means to move the ship. By using the method of designing the optimal ratio of comparable ships, ship's main dimensions are obtained  $Loa = 24,50$  m,  $Lwl = 23,43$  m,  $B = 10,05$  m,  $H = 3,00$  m,  $T = 1,07$  m, Displacement = 53,69 ton, LWT = 14,57 ton, DWT = 39,12 ton,  $V = 10$  knot. And for the hydrostatic calculation results, the ship has coefficient block ( $C_b$ ) = 0,499, coefficient midship ( $C_m$ ) = 0,821, coefficient water plan ( $C_{wl}$ ) = 0,762, coefficient prismatic ( $C_p$ ) = 0,614 dan letak LCB = 11,48 m atau -0,67 m (dari midship). Resistance value suffered by the vessel is 6,23 kN and requires power 32.07 kW. Value largest GZ 3,285 m at an angle of 14,5 degrees. The use of sail on the ship produces forward force 20,33 kN and 11,51 knots for ship speed. The biggest value of heel angle is 3,86 degrees.*

### Key word:

catamaran, power and resistance, stability, ship motion, sail, tourism

## PRELIMINARY

### 1. Background

Thousand Islands is one of the tourist spot in western Indonesia. With the beauty of the Thousand Islands and the sea surrounding the islands, so the ship is one of the best transportation should be there.

Researchers will design a catamaran sailing boat to add to the essence of visitors in the Thousand Islands and of course with a few steps of designing the ship, making the lines plan, general plan, hydrostatic analysis, stability analysis, and the form of the sail and analysis of sail.

### 2. Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang maka diambil beberapa rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Berapa ukuran utama kapal yang dapat digunakan secara optimal dan sesuai dengan karakteristik di Kepulauan Seribu?
2. Bagaimana bentuk dari rencana garis yang sesuai dengan karakteristik kapal layar katamaran?
3. Bagaimana karakteristik kapal layar katamaran dilihat dari segi stabilitas dan olah gerak kapal?

4. Bagaimana tata letak atau rencana umum kapal layar katamaran berdasarkan ukuran dan fungsi dari kapal itu sendiri?
5. Bagaimana bentuk dan ukuran layar yang dibutuhkan yang sesuai dengan bentuk lambung kapal layar katamaran yang telah ditentukan dan tujuannya?
6. Bagaimana pengaruh layar terhadap stabilitas kapal?

### 3. Pembatasan Masalah

Batasan permasalahan yang di bahas dalam penelitian ini adalah :

1. Analisa dan pengolahan data menggunakan *software* perkapalan yang berkaitan dengan penelitian
2. Desain menggunakan *software* Delfship dan *software* lainnya yang berkaitan dalam desain kapal
3. Desain layar dan analisa layar menggunakan *software* perkapalan yang berkaitan dengan layar pada kapal
4. Bentuk lambung kapal yang digunakan adalah jenis lambung katamaran
5. Tidak melakukan pengujian *Towing Tank*

#### 4. Tujuan

Berdasarkan latar belakang serta permasalahannya maka maksud & tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan ukuran utama kapal yang sesuai.
2. Perancangan lines plan kapal layar katamaran yang sesuai.
3. Mendapatkan besarnya hambatan, stabilitas, olah gerak kapal, serta karakteristik hidrostatis kapal tersebut.
4. Rencana umum kapal berdasarkan ukuran utama dan fungsi kapal tersebut.
5. Mendapatkan bentuk dan ukuran layar sesuai dengan kebutuhan kapal yang akan dirancang.
6. Mendapatkan hasil stabilitas kapal akibat pengaruh layar.

#### 5. Manfaat Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian dalam Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, diantaranya :

1. Bagi Peneliti:
  - Memberikan ilmu pengetahuan dan sebagai sarana untuk meningkatkan penelitian yang lebih baik.
2. Bagi *User* atau Dinas Pariwisata:
  - Memberikan alternatif Kementerian Pariwisata maupun Dinas Pariwisata setempat dalam membuat kapal pariwisata yang lebih *modern*.
  - Sebagai sarana untuk meningkatkan inovasi teknologi di Indonesia.
  - Sebagai sarana untuk meningkatkan alat transportasi pariwisata dan perekonomian Kabupaten Kepulauan Seribu dalam hal pariwisata.
3. Bagi Dunia Pendidikan:
  - Memberikan sarana sebagai penunjang dalam dunia pendidikan, khususnya di bidang Perkapalan. Khususnya sebagai seorang *Naval Architect*.

### Hasil Penelitian

#### 1. Penentuan Ukuran Utama

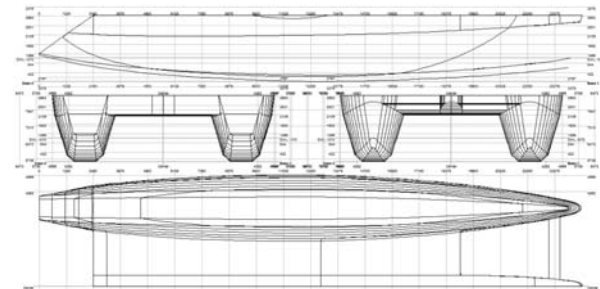
Untuk menentukan ukuran utama kapal dalam pra perancangan ini digunakan metode kapal perbandingan (*comparison method*) dengan pendekatan menggunakan metode regresi linier, dengan mengoptimasikan perbandingan ukuran utama kapal perbandingan, kemudian mengambil satu

komponen variabel utama dari ukuran utama kapal. Berikut hasil yang di dapat:

Loa = 24,50 m                      B1 = 3,00 m  
B = 10,05 m                        T = 1,07 m  
H = 3,00 m.

#### 2. Rencana Garis (*Lines Plan*)

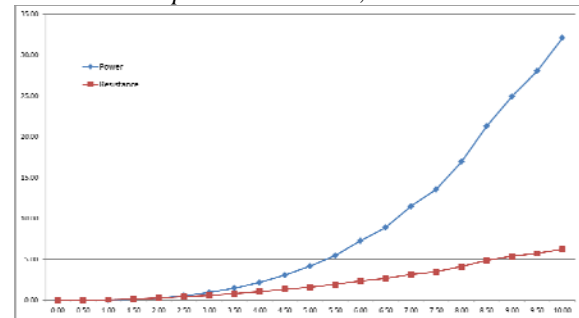
Gambar rencana garis terdiri dari proyeksi ortografis dari interseksi antara permukaan lambung kapal dan tiga set bidang yang saling tegak lurus[1]. Tipe yang digunakan adalah jenis lambung katamaran simetris. Berikut adalah rencana garis kapal layar katamaran ini dibuat dengan menggunakan *software delftship*.



Gambar 1 Rencana Garis Kapal Layar Katamaran[2]

#### 3. Hambatan dan Power Kapal

Dari hasil analisa perhitungan hambatan kapal menggunakan metode holtrop, diketahui bahwa hambatan kapal layar katamaran ini dengan kecepatan 10 knots adalah sebesar 6,23 kN dan membutuhkan *power* sebesar 32,07 Kw.



Gambar 2 Kurva Ship Resistance(kN)-Power(Kw)[2]

#### 4. Rencana Umum

Desain layout pada rencana umum menyesuaikan dengan tujuan dari penelitian yaitu pariwisata.

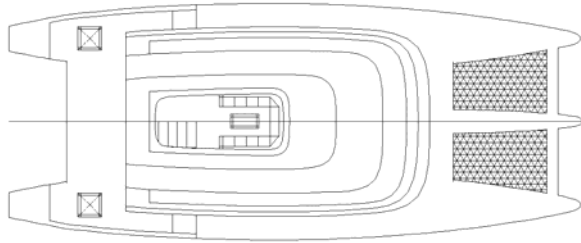


Figure 3. General Arrangement: Flybridge[2]

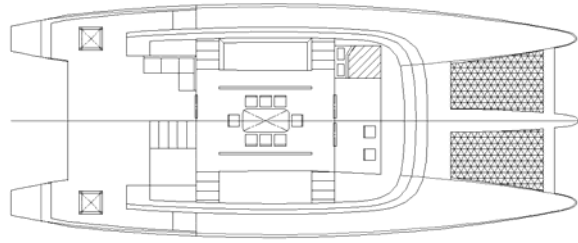


Figure 4. General Arrangement: Main Deck[2]

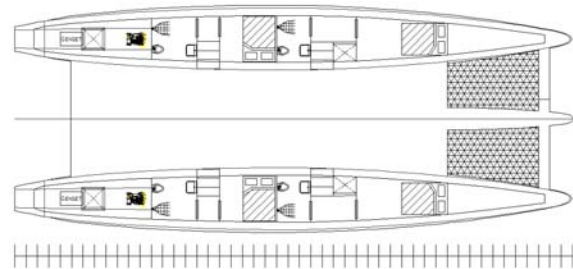


Figure 5. General Arrangement: Hull[2]

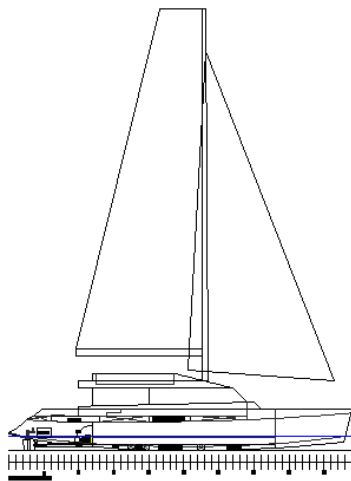


Figure 6. General Arrangement: Side View[2]

## 5. Hidrostatik Kapal

From the hydrostatic calculation from catamaran with naval performance software, we get: displacement = 53,69 ton,  $C_b = 0,499$ ,  $C_m = 0,821$ ,  $C_P = 0,614$ ,  $LCB = 11,48$  m (from AP), WL length = 23,428 m, WL beam = 9,167 m, Wetted area = 124,44 m<sup>2</sup>

## 6. Stabilitas Kapal

The sailing ship will go through force as the results of wave effects. This forces will cause heel on the certain angle. One of these conditions is affected by GZ value on certain angle.

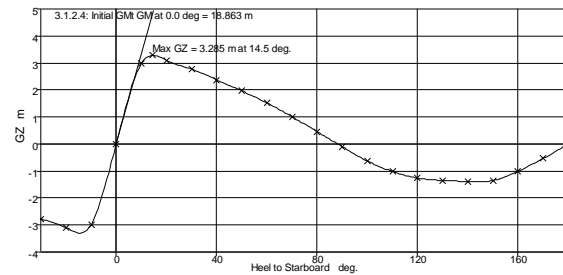


Figure 7. GZ Value Graphic for Every Angle [2]

## 7. Analysis and Stability Calculation with IMO Criteria Standart[3].

Salah satu otoritas di bidang maritime yang telah diakui adalah IMO telah menetapkan mengenai beberapa syarat kapal layak berlayar. Berikut kirteria yang digunakan:

One of many authorities in marine affairs that have been acknowledged is IMO, and they have established several rules of ship condition that worthy to go sailing.

### 1. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.1

- a. The area under GZ curve on rolling angle 0 deg - 30 deg may not allowed less than or same with 3,151 m.deg.
- b. The area under GZ curve on rolling angle 0 deg - 40 deg may not allowed less than or same with 5,157 m.deg.
- c. The area under GZ curve on rolling angle 30 deg - 40 deg may not allowed less than or same with 1,719 m.deg.

### 2. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.2

GZ maximum value on rolling angle 30 deg - 180 deg may not allowed less than or same with 0,2 m.

### 3. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.4

GM value on angle 0 deg may not allowed less than or same with 0,15 m.

For catamaran using HSC multihull intact 1.2, angle on GZ maximum value may not allowed less than or same with  $10^\circ$  (*HSC 2000 Annex 7 Multihull Intact*).

From all determined criteria, this catamaran has qualified from all IMO and HSC condition to get sailing permission.

### 8. Ship Motion

In ship motion analysis using naval performance software with JONSWAP wave slight water type (maximum height wave specification on Kepulauan Seribu is 0,8 m[3]). Based on the results, for all wave heading (0,45,90,180 deg), there are no amplitude value from naval performance software that cause deck wetness on the ship.

### 9. Sail Apply On The Ship

Basic principle of sail arrangement on the ship is the sail can work on maximum value  $F_R$  (*driving force*). Driving force related with the sail ability to reach the desired speed.

Sail arrangement in this research using naval performance software and this software contain several methods to calculate sail analysis using CFD software [5].

But in this calculation, writer using naval performance software package with several parameters that inputted into software. And here is the parameters that inputted into software:

#### 1. Wind Speed.

Wind speed here is maximum wind speed that can happen on the research area. This data will be used to determine the needed sail area to reach the desired speed, with the condition stability of ship fulfilled. From wind speed data from Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Stasiun Meteorologi Maritim Klas I Tanjung Priok, we get wind speed at range 2-10 knots[4]. But from information from *Kepulauan Seribu* area, the maximum wind speed there is reaching 20 knots. (Source: *beritapulauSeribu.com*).

#### 2. Sail Area

Sail design in this research using trial and error system, where the sail dimension is designed with add sail design parameter value in naval performance software using trial and error system in assumption the characteristic of stream that have contact with foil in high speed and from big chamber we will get the faster separation stream. The result of this condition is obtained the wider boundary layer and reduce thrust of ship.

### 3. Mast Dimension

In this research, dimension of mast is taken from mast characteristic from sail ship which already exist. Mast dimension must be able to endure the sail force. Generally, there are two type of mast, mast that have same diameter and mast with diameter shrink from bottom into the top.

Tabel 1 Mast Characteristic From Some Ship[6]

Length (m)	Sail Area (m <sup>2</sup> )	Mast Height (m)
10	58	12,9
12	86	16
14,5	139	19
18	218	22,5
24	254	26,4

The table above is used as the assumption to obtain mast height, but for this ship the speed parameter is neglected because the purpose of this ship is for tourist ship.

So the height mast which is used with length 26,5 m and sail area 270,34 m<sup>2</sup>.

From analysis result, we get the highest ship speed on wind direction  $100^\circ$  and wind speed 20 knots. Ship gains thrust force 20,33 kN and speed 11,51 knots with ship resistance 14,69 kN.

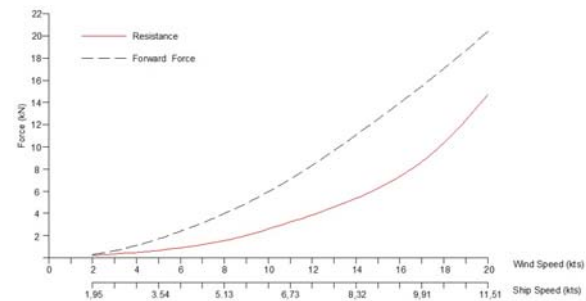
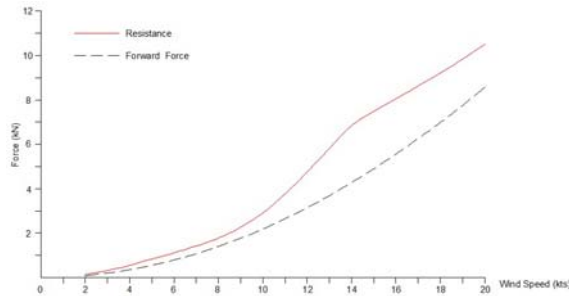


Figure 8. Curve of Thrust Force-Resistance for Wind Direction  $100^\circ$  from Fore Peak[2]

But for wind direction  $35^\circ$ , ship really can't move as the result of thrust force between wind speed 2-20 knots is smaller than the resistance.



Gambar 9 Kurva gaya dorong – hambatan kapal dengan penggerak layar pada arah angin 35° dari haluan kapal[2]

Tabel 2 Pengaruh Layar Terhadap Stabilitas Kapal pada kecepatan angin 20 knot[2]

Arah Angin	Sudut Olang Kapal	Arah Angin	Sudut Olang Kapal
35	3,86	100	2,29
45	3,45	110	1,53
50	3,21	120	1,01
60	2,67	130	0,75
75	1,61	140	0,63
80	2,15	150	0,52
90	3,00	165	0,31

## PENUTUP

### 1. Kesimpulan

Kapal ini direncanakan untuk pariwisata di Kepulauan Seribu, maka dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut:

- Menggunakan metode perancangan perbandingan optimasi dengan metode regresi linier dari kapal perbandingan, didapatkan ukuran utama kapal yaitu  $Loa = 24,50$  m;  $Lwl = 23,43$  m;  $B = 10,05$  m;  $H = 3,00$  m;  $T = 1,07$  m;  $Displacement = 53,69$ ;  $LWT = 14,57$  ton, dan  $DWT = 39,12$  ton.
- Dalam perancangan *Lines Plan Catamaran* menggunakan model yang serupa dengan kapal perbandingan berbagai macam kapal *Catamaran*. Dan untuk hasil perhitungan hidrostatik, kapal memiliki *displacement* sebesar 53,69 ton dengan *coeffisien block* ( $C_b$ ) = 0,499; *Coeffisien Prismatic* ( $C_p$ ) = 0,614; *Coeffisien Midship* ( $C_m$ ) = 0,821; *Coeffisien Water Line* ( $C_{wl}$ ) = 0,762  $WSA = 124,44$  m<sup>2</sup>,  $WPA = 72,10$  m<sup>2</sup>, dan letak  $LCB = 11,58$  m.
- Hasil perhitungan hambatan dengan analisa *software* perkapalan dengan kecepatan  $V = 10$  knot didapatkan nilai *resistance* dan *power* dengan metode *slender body*. Nilai *resistance* yang dialami kapal sebesar 6,23 kN dan *power* sebesar 32,07 kW. Setelah perhitungan Hambatan kapal didapat, maka dipilihlah *marine*

*diesel engine* sebanyak dua buah dengan *power* masing-masing sebesar 39,60 kW.

- Hasil analisa stabilitas menunjukkan bahwa kapal memiliki nilai  $GZ$  maksimum = 3,285 m pada sudut oleng kapal 14,5°.
- Dari hasil analisa penggunaan layar pada kapal dapat menghasilkan kecepatan maksimal sampai 11,51 knot pada arah angin 100° dari haluan kapal dan kecepatan angin 20 knot. Akan tetapi pada arah angin 35° dari haluan kapal pada kecepatan angin 2-20 knot kapal tidak dapat bergerak sama sekali dikarenakan nilai gaya dorong kapal yang lebih kecil dari nilai hambatan kapal yang tercipta.
- Dari hasil analisa, sudut keolengan kapal terbesar terjadi pada arah angin 35° dan kecepatan angin 20 knot. Dengan sudut oleng 3,86°, maka stabilitas kapal dapat dikategorikan baik, dimana dalam standart HSC untuk kapal multihull tidak boleh lebih dari 10° (*HSC multihull intact 1.2*)

## DAFTAR PUSTAKA

- Suhardjito, Gaguk. 2006. *Desain Rencana Garis*. Archimedia. Indonesia.
- Andrian Saputro, Reza. 2014. *Studi Perancangan Kapal Layar Katamaran Sebagai Kapal Pariwisata di Kepulauan Seribu*. Tugas Akhir Universitas Diponegoro. Semarang.
- International Maritime Organization. 2002. *Code On Stability For All Types Of Ships*. International Maritime Organization. London.
- Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika. 2014. *Berita Prakiraan Cuaca Maritim Untuk Pelayaran Di Sebagian Perairan Indonesia Bagian Barat*. BMKG. Indonesia.
- Yoo, Jaehoon and Tae Kim, Hyung. 2005. *Computational and experimental study on performance of sails of a yacht*. Marine Transportation Systems Research Division, Korea Ocean Research and Development Institute-Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Chungnam National University. South Korea.
- Sasmito Hadi, Eko dan Firman, Iksan. *Rancang Bangun KLM Mini Purse Seine Melalui Modifikasi Bentuk Lambung Kapal Tradisional Daerah Batang*. Jurnal Penelitian Universitas Diponegoro. Semarang.