

# STUDI PERANCANGAN KAPAL WISATA *TRIMARAN HYBRID* UNTUK PERAIRAN KEPULAUAN KARIMUNJAWA

Natanael Martian Dwi Sunarto<sup>1</sup>, Untung Budiarto, ST. MT<sup>1</sup>, Eko Sasmito Hadi, ST. MT<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi S1 Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang  
Email : natanaelmartiands@gmail.com

## Abstrak

Kegiatan pariwisata di Karimunjawa yang mulai meningkat harus didukung dengan fasilitas transportasi laut yang memadai. Sedangkan ketersediaan energi fosil yang kian menipis, membuat harga bahan bakar fosil terus merangkak naik. Karena itu muncul ide untuk merancang kapal yang dapat menggabungkan dua sumber energi yang berbeda, yaitu mesin diesel dan *solar cell*. Kapal yang seperti ini disebut dengan kapal *hybrid*. Dalam penelitian ini, fungsi utama kapal yang akan dirancang harus memperhitungkan ukuran utama, rencana garis, rencana umum, analisa hidrostatis, stabilitas kapal dan analisis olah gerak kapal, serta pemilihan peralatan yang sesuai dengan mode hybrid yang akan dirancang. Setelah ukuran utama didapatkan maka analisa kelayakan lambung bisa didapatkan dari *software* pendukung perancangan kapal. Ukuran utama yang dihasilkan dari perhitungan adalah LOA = 14 m, B = 7,94 m, H = 1,64 m, T = 0,75 m. Kapal ini menggunakan motor listrik 75 kW, dengan sumber generator 55 kW, *solar cell* 2 kW, dan baterai 12,6 kW. Dalam sistem *hybrid*, ada tujuh mode yaitu mode solar cell, baterai, generator, solar cell + baterai, solar cell + generator, baterai + generator, dan gabungan solar cell + baterai + generator. Dalam proses analisa, mode hybrid dapat menggerakkan kapal dengan kecepatan maksimal 10,86 knot dengan hambatan 6,24 kN dan membutuhkan daya sebesar 69,6 kW.

Kata kunci : Kapal Wisata, Kepulauan Karimunjawa, *Trimaran*, *Solar Cell*, Generator, *Hybrid*

## Abstract

Karimunjawa tourism in order to continue growing must be supported with good transportation. While the availability of fossil energy are increasingly depleted, making the price of fossil fuels continues to climb. Therefore, appeared an idea to design a vessel can combine two different energy sources, diesel engines and solar cell. This ship is called a hybrid ship. In this research, the main function of this vessel as Karimunjawa tourism development must take into account the size of the main, lines plan, general arrangements, hydrostatic analysis, stability analysis and the motion of ships, as well as the selection of suitable equipment to hybrid mode. After the main dimension be found, the hull model can be analysis from the supporting software design of the ship. The result of Main dimension from the calculation is LOA = 14m, B = 7.94m, H = 1.64m, T = 0.75m. This vessel use an 75 kW electric motor, with 55 kW generator, 2 kW solar cell, and 12,6 kW battery. In a hybrid system have seven modes, there are solar cell, battery, generator, solar cell + battery, solar cell + generator, battery + generator, and a combined solar cell + battery + generator. In the process of analysis, hybrid mode can move the ship to a maximum speed 10.86 knots with resistance 6.24 kN and 69.6 kW power required.

Keywords : Tourism Vessel, Karimunjawa, *Trimaran*, *Solar Cell*, Generator, *Hybrid*

## 1. PENDAHULUAN

Taman Nasional Karimunjawa secara geografis terletak antara 5°40'39" – 5°55'00"LS dan 110°05'57"-110°31'15" BT. Secara administratif masuk wilayah Kecamatan Karimunjawa, Kabupaten Jepara Jawa Tengah. Letak Taman Nasional Karimunjawa berjarak 45 mil laut dari kota Jepara atau 60 mil laut dari Semarang. Terdiri daratan di Pulau Karimunjawa 1.285,50 Ha dan daratan di pulau Kemujan 222,20 Ha serta perairan di sekitarnya

seluas 110.117,30 Ha (Kep. Menhut No.74/Kpts-II/2001 tentang Penetapan Sebagian Kawasan Taman Nasional Karimunjawa seluas 110.117,30 sebagai Kawasan Pelestarian Alam Perairan dengan Berita Acara Tata Batas tanggal 14 Maret 2000.

Ketersediaan energi tak terbarukan yang kian menipis akan menjadi permasalahan besar bagi kehidupan manusia, banyak pemikiran sudah dicurahkan oleh para ilmuwan guna mengantisipasi adanya kemungkinan krisis energi di masa yang akan datang. Para

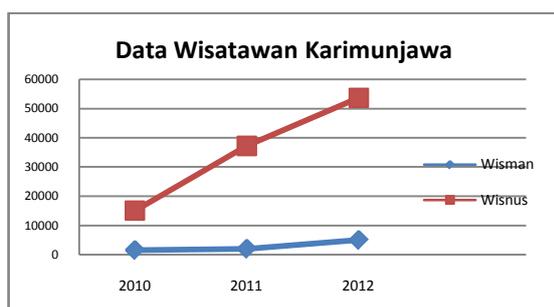
pemimpin dari berbagai negara menggelar konferensi tentang perubahan iklim di Bali (UNFCCC), sebagai tindak lanjut dari Protokol Kyoto yang diselenggarakan di Jepang sebelumnya, sehubungan dengan perubahan iklim dunia, beberapa negara sepakat untuk mengurangi emisi gas buang pada mesin berbahan bakar mineral, yang dianggap sebagai penyumbang polusi udara terbanyak. [3]

Berdasarkan inilah muncul sebuah ide untuk merencanakan sebuah alat transportasi yang dapat digunakan untuk menunjang kegiatan pariwisata di Kepulauan Karimunjawa yang memadukan energi surya sebagai alternatif energi penggerak dan pembangkit listrik yang digunakan pada alat transportasi tersebut dengan motor listrik yang bersumber dari generator, baterai, dan *solar cell*. Dengan tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan ukuran utama, rencana garis, dan rencana umum. Setelah itu analisis hidrostatis, stabilitas, dan analisa olah gerak kapal, dari sistem hybrid bagaimana perancangan sistem yang efisien dan bagaimana lama pengembalian modal dari investasi tiap mode.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Gambaran Potensi Wilayah

Karimunjawa adalah sebuah kepulauan di Laut Jawa yang termasuk dalam Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Dengan luas daratan ±1.500 hektare dan perairan ±110.000 hektare, Kepulauan Karimunjawa kini dikembangkan menjadi pesona wisata Taman Laut yang mulai banyak digemari wisatawan lokal maupun mancanegara.



Gambar 1 Grafik data wisatawan Karimunjawa

Tiap tahun Karimunjawa mengalami peningkatan jumlah wisatawan. Pada tahun 2012 terdapat 5.005 wisman, dan 53.633 wisatawan nusantara. Sedangkan tahun 2011 terdapat 2.016 wisatawan asing dan 37.208 wisnus. [6]

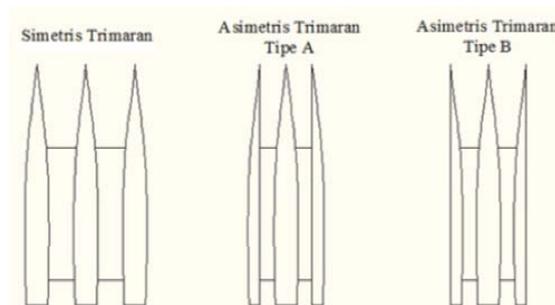
### 2.2 Gambaran Trimaran

Trimaran merupakan kapal yang terdiri dari tiga *hull*, yaitu satu *mainhull* yang berada di tengah dan memiliki dimensi lebih besar, serta dua *demihull* yang berada di sisi-sisi kapal dan berdimensi lebih kecil. Salah satu keuntungan kapal trimaran adalah pada *displacement* yang sama dengan kapal *monohull*, kapal trimaran memiliki sarat air lebih rendah dibandingkan dengan kapal *monohull*, dengan kondisi perairan Indonesia yang memiliki banyak pulau kecil dan mempunyai sarat air rendah, maka kapal trimaran dapat menjangkau wilayah perairan yang dangkal sehingga pemilihan kapal dengan bentuk badan trimaran diharapkan mampu mengatasinya dengan kelebihan yang dimiliki oleh kapal trimaran tersebut. [1]

### 2.3 Bentuk Lambung Trimaran

Bentuk lambung Trimaran pada berbagai kapal tidaklah sama. Terdapat banyak model bentuk badan Trimaran, tetapi secara umum ada tiga bentuk dasar dari Trimaran yakni :

1. Simetris
2. *Asimetris in-board*



Gambar 2 Jenis Lambung Trimaran

### 2.4 Gambaran Sistem Solar Cell

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atas matahari atau sol karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut *sel photovoltaic*, *photovoltaic* dapat diartikan sebagai cahaya-listrik.

Ada kelebihan dan kelemahan yang ada dalam menggunakan solar panel ini. Keuntungan penggunaan *solar cell* antara lain tidak memerlukan bahan bakar, cara pemakai dan merawatnya mudah., ramah lingkungan, tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, dan umur relatif cukup lama, terutama untuk penggunaan di muka bumi

Sedangkan kelemahannya antara lain harganya masih relatif mahal, penggunaannya tergantung pada intensitas sinar matahari, memerlukan unit penyimpanan energi untuk

menjamin kelangsungan energi, dan memerlukan permukaan yang luas guna memperoleh daya yang besar.

Jenis Solar Cell yang biasa digunakan *Monokristal, Polykristal, Amorphous, Compound (Gallium Arsenide)*. Dan komponen Sistem Solar Cell yang diperlukan untuk instalasi listrik tenaga surya, terdiri dari Panel Surya (*Solar Cell*), *Inverter*, dan Baterai. [7]

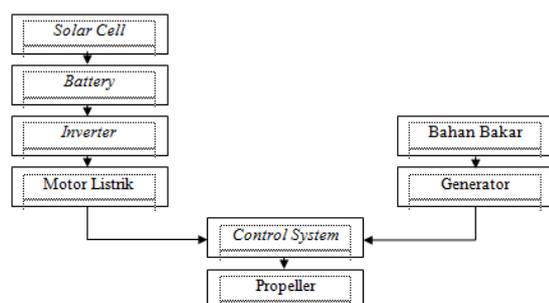
## 2.5 Penerapan Solar Cell Pada Kapal

Pada dunia perkapalan, teknologi *solar cell* belum banyak diterapkan. Sudah tentu banyak faktor yang mempengaruhi didalamnya. Dan berikut faktor yang mempengaruhi mengapa teknologi *solar cell* belum banyak diterapkan pada dunia perkapalan :

- Harga investasi *solar cell* yang tinggi.
- Memerlukan instalasi yang rumit.
- Dengan *space* instalasi yang sama, energi yang dihasilkan tidak sebanding dengan energi yang dihasilkan oleh mesin diesel, ini berkaitan dengan kecepatan yang dihasilkan.
- Belum banyak insinyur perkapalan yang mengerti tentang *solar cell*, sehingga tidak banyak yang bisa mereparasi jika kapal mengalami kerusakan.
- Sangat bergantung pada cuaca.

## 2.6 Gambaran Hybrid

Sistem *hybrid* merupakan sebuah konsep penggabungan dua atau lebih sumber energi untuk tercapainya sebuah efisiensi dalam berbagai hal. Sebagai contoh mesin diesel yang umum, digabungkan dengan sumber energi lain seperti energi matahari. Penggabungan ini dilakukan oleh sebuah sistem dimana terdapat pertemuan dari dua sumber energi untuk menggerakkan suatu mesin tertentu. Sistem hybrid adalah sistem yang menggunakan dua atau lebih sumber energi atau tenaga penggerak yang berbeda untuk menggerakkan kapal. [4]



Gambar 3 Diagram Skema *Hybrid*

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Studi Literatur

Dalam penyelesaian penelitian ini yang harus diperhatikan dalam studi literatur adalah mempelajari karakteristik kapal trimaran, mempelajari perairan Karimunjawa, mempelajari sistem *solar cell* yang berkaitan dengan sistem *Hybrid* dan mempelajari *software* yang akan digunakan.

### 3.2 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data dengan bertanya langsung kepada pihak-pihak yang terkait, antara lain Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Prov. Jawa Tengah, Dinas Pariwisata Kab. Jepara, Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informasi Prov. Jawa Tengah, dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Maritim Semarang.

### 3.2. Pengolahan Data

Data yang didapat dari hasil *observasi* mengenai kondisi lingkungan di daerah pelayaran Kepulauan Karimunjawa diantaranya adalah tentang kedalaman dan karakteristik air. Dari data-data yang didapatkan kemudian diambil data yang paling ekstrim atau terbesar untuk menentukan ukuran utama kapal trimaran yang optimal dan memiliki olah gerak yang baik karena kesesuaian ukuran utama dengan karakteristik daerah pelayaran.

## 4. Perhitungan dan Analisa Data

### 4.1 Persyaratan (*Requirements*)

Dalam perancangan kapal ini menggunakan jenis kapal *trimaran*. Dengan jenis *trimaran* stabilitas kapal lebih baik dibandingkan dengan *monohull*, kestabilan kapal sangat diutamakan untuk kenyamanan para penumpangnya.

Tabel 1 Parameter Perancangan

Bentuk Lambung	Trimaran Simetris
Sarat kapal	0,75 m
Jarak Pelayaran	27,3 seamile
Material	Fiberglass
Mesin	Inboard
Jml. Penumpang	30 orang

Tabel 1 diatas adalah parameter tetap dalam rancangan kapal wisata trimaran hybrid.

### 4.2 Kapal Pemandang

Dalam penentuan ukuran utama digunakan metode regresi dengan kapal pemandang. Dan berikut data kapal pemandang yang digunakan :

Tabel 2 Kapal Perbandingan

Kapal Perbandingan	L (m)	B (m)	T (m)	H (m)
DragonFly 1200	11,96	7,50	0,75	1,35
Neel 45	13,40	8,50	0,80	1,60
C37 RS	11,27	7,80	0,65	1,55
Le seahorse 70' power	21,50	11,70	1,15	2,00
Azzum	12,00	6,95	0,65	1,30

Data tabel 2 di atas diambil dari berbagai sumber yang berkaitan dengan kapal trimaran, dan ukuran yang mendekati dengan kapal yang akan dirancang.

#### 4.3 Penentuan Ukuran Utama Kapal

Pengoptimasian perbandingan ukuran utama kapal perbandingan digunakan sebagai acuan dalam menentukan ukuran utama kapal pada pra perancangan ini jika sebelumnya sudah ditetapkan nilai sarat kapal ( T ) sebesar 0,75 meter.

Dari harga perbandingan pada tabel 3, dapat diketahui harga minimal dan maksimal perbandingan ukuran utama kapal perbandingan. Dalam proses perancangan ini yang diambil sebagai parameter untuk menentukan ukuran utama kapal hanya perbandingan  $L_{wl}/B$  dan  $B/T$  [2]. Dengan pengoptimasian perbandingan ukuran utama kapal tersebut, didapat ukuran utama kapal yaitu :

$$\begin{aligned} \text{LOA} &: 14,00 \text{ m} & \text{B} &: 7,94 \text{ m} \\ \text{H} &: 1,64 \text{ m} & \text{T} &: 0,75 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 3 Parameter Optimasi

Kapal Perbandingan	L/H (m)	L/B (m)	L/T (m)	B/T (m)	H/T (m)
Range	8,38	1,44	15,95	10,00	1,80
DragonFly 1200	10,75	1,84	18,70	12,00	2,38
Neel 45	8,38	1,58	16,75	10,63	2,00
C37 RS	7,27	1,44	17,34	12,00	2,38
Le seahorse 70' power	10,75	1,84	18,70	10,17	1,74
Azzum	9,23	1,73	18,46	10,69	2,00
Solar Guard DS (rancangan)	8,54	1,76	18,67	10,59	2,19

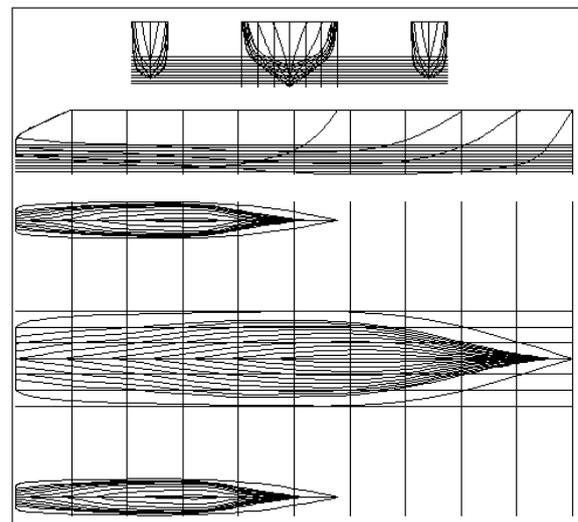
Dari tabel 3 diatas, dapat dilihat parameter optimasi dari kapal rancangan sudah sesuai standar dari kapal perbandingan.

#### 4.4 Rencana Garis Kapal

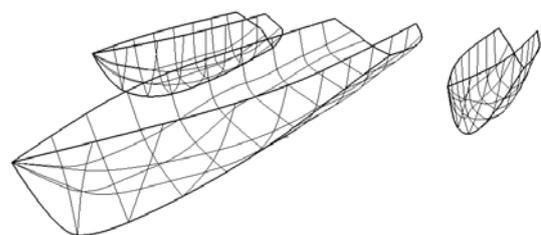
Berikut ini adalah *original model* dari *hull form trimaran* yang dibuat dengan pembagian jarak *station*, *waterline* dan *buttock line* kapal sebagai berikut :

Tabel 4 Jarak Station, Waterline, dan Buttock Line Kapal

Station	Jarak (m)	Line Kapal			
		WL	Jarak (m)	BL	Jarak (m)
1	1,40	1	0,08	1	0,40
2	2,80	2	0,15	2	0,80
3	4,20	3	0,23	3	1,20
4	5,60	4	0,30		
5	7,00	5	0,38		
6	8,40	6	0,45		
7	9,80	7	0,53		
8	11,20	8	0,60		
9	12,60	9	0,68		
10	14,00	10	0,75		



Gambar 4 Lines Plan Trimaran



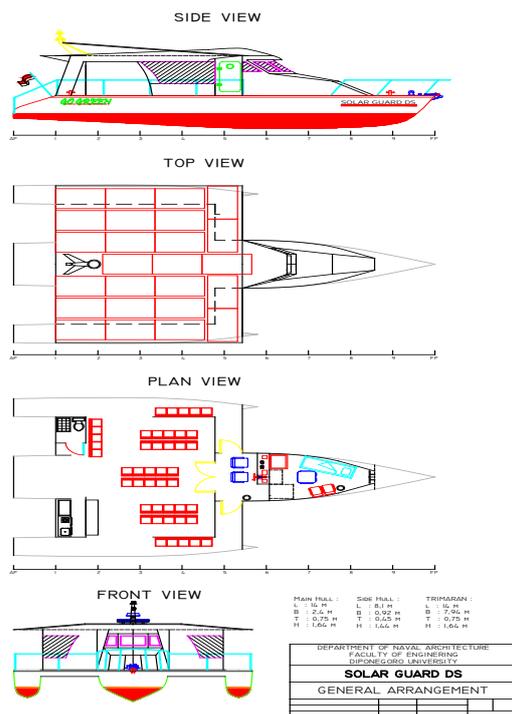
Gambar 5 Bentuk 3D Hull Form Trimaran

Gambar 4 adalah bentuk *lines plan* badan kapal yang telah dirancang. Dan gambar 5 adalah bentuk 3D yang dibentuk dari *lines plan* yang telah dirancang sebelumnya.

#### 4.5 Rencana Umum Kapal

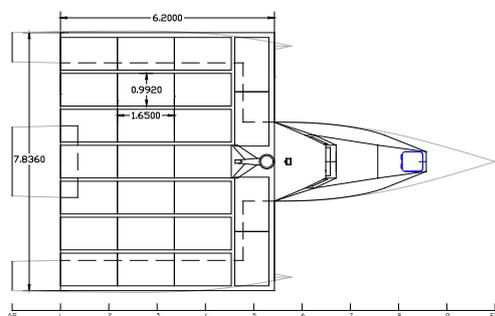
Gambaran rencana umum kapal digunakan sebagai petunjuk dalam penyusunan ruangan-ruangan yang dibutuhkan. Selain itu juga untuk menentukan luasan *Solar Cell* yang dapat diletakkan di dek kapal. Kapal dirancang

husus sebagai Kapal Wisata yang mempunyai tiga buah lambung, main hull dan dua side hull dikanan dan kiri.



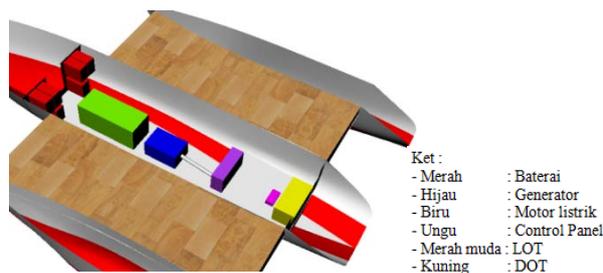
Gambar 6 Rencana Umum Trimaran

Sesuai dengan peletakan dan penyusunan ruangan di rencana umum kapal, maka jumlah solar cell yang dapat disusun berjumlah 25 buah.



Gambar 7 Konfigurasi Solar Cell

Peletakan dari solar cell disesuaikan dengan ruang yang ada di atas kapal, peletakan diusahakan sepotimal mungkin, sehingga didapat letak yang efisien.



Gambar 8 Peralatan di kamar mesin

Gambar 8 diatas adalah layout dari kamar mesin kamar wisata trimaran hybrid. Dalam perencanaan peletakan peralatan disesuaikan dengan efisiensi tempat dan titik berat kapal secara keseluruhan. [8]

Berdasarkan buku *Parametric Design*, Michael G. Persons Chapter 11 Hal 22, berat fiberglass dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{st} = K \times E^{1,36}$$

Diman

a

$$K = (\text{untuk kapal frigates/corvet}) \quad L(B + T) + 0,85 L(H - T) + 0,85$$

$$E = \sum h$$

$h_1 =$  tinggi bangunan atas

$l_1 =$  panjang bangunan atas

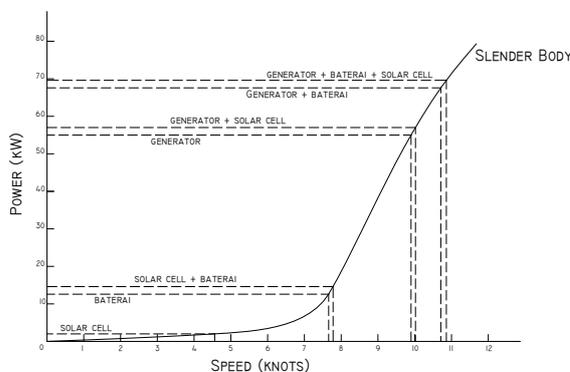
Sehingga dihasilkan :

- Berat fiberglass : 1638,21 kg
- Berat peralatan : 3522,81 kg +
- LWT : 5161,02 kg
- : 5,16 ton

#### 4.6 Analisa Hambatan dan Pemilihan Mesin Kapal

Dalam menganalisa hambatan kapal, sebelumnya kita tentukan kecepatan kapal pada tiap sumber energi. Untuk sumber dari solar cell adalah 4 knot, sedangkan untuk generator 10 knot. Dari analisa, untuk solar cell didapatkan daya 1,05 kW dengan hambatan 0,31 kN. Untuk generator didapatkan daya 47,29 kW dengan hambatan 5,52 kN. Oleh karena itu, generator ditentukan Koehler 55EFOZDJ 50Hz/1800 RPM 55 kW. Untuk motor listrik ditentukan Marathon Electric E213 100 HP 230 Volt.

Setelah mentukan daya mesin, kembali analisa hambatan dan kecepatan maksimal dari tiap mode. Dalam analisa perhitungan hambatan diketahui grafik sebagai berikut:



Gambar 9 Grafik hambatan Power vs Speed

Dari grafik 9 diatas, maka kita akan menentukan kecepatan tiap mesin yang

digunakan. Parameter yang digunakan adalah Power (kW) tiap mode. Sumber energi yang digunakan dalam menggerakkan motor listrik adalah, *Solar Cell*, Baterai, dan Generator. Nilai hambatan dan kecepatan yang didapat adalah :

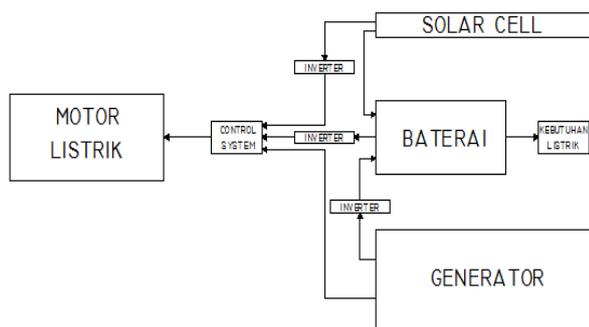
Tabel 5 Nilai kecepatan, power, dan hambatan tiap mode

No	Mode	Kecepatan (knot)	Power (kW)	Hambatan (kN)
1	<i>Solar Cell</i>	4,557	2,013	0,429
2	Baterai	7,425	12,59	1,642
3	Generator	9,904	55,00	5,406

#### 4.7 Penentuan Variasi Sistem Hybrid

Dari tiga sumber energi, maka dapat ditentukan beberapa variasi pada sistem *Hybrid*. Berikut beberapa variasi mode yang dapat digunakan :

- Solar cell full*
- Generator full*
- Solar cell + Generator*
- Baterai full*
- Solar cell + Baterai full*
- Baterai full + Generator*
- Solar cell + Baterai full + Generator*



Gambar 10 Skema mode *hybrid*

Dari beberapa skema yang ditentukan, maka dihasilkan kecepatan dan hambatan pada tiap daya yang digunakan tiap mode.

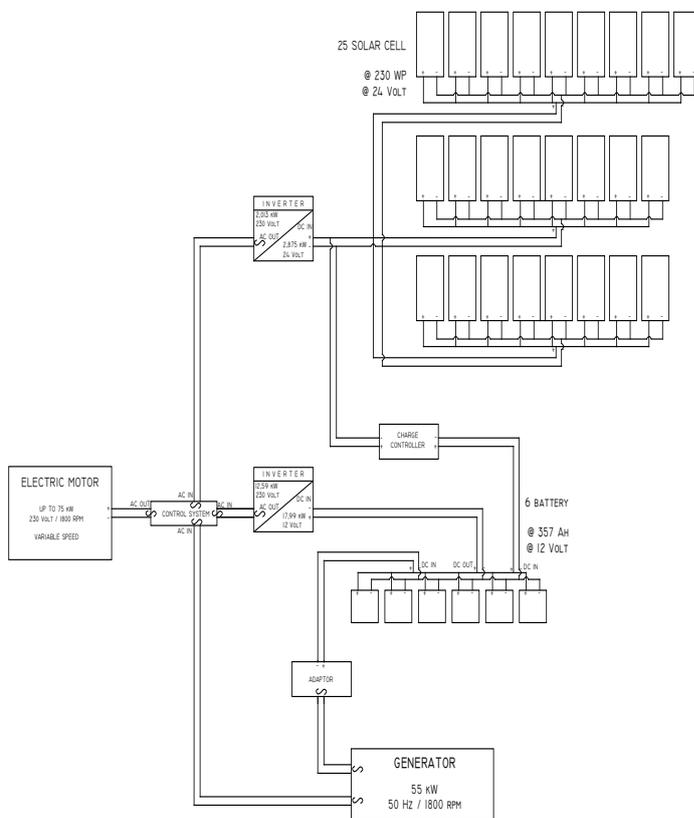
Tabel 6 Skema mode *hybrid* dan nilai kecepatan, power, dan hambatan tiap mode

Mode	Jarak Pelayaran	Power	Kecepatan	Hambatan	Waktu pakai baterai
	Seamiles				
	s	kW	Knot	kN	Jam
<i>Solar Cell</i>	32,50	2,01	4,56	0,43	-
Generator Full		55,00	9,90	1,64	-
Baterai Full		12,59	7,78	1,64	4,20
<i>Solar Cell</i> + Generator		57,01	10,02	5,53	-
<i>Solar Cell</i> + Baterai		14,61	7,66	1,85	4,87
Full					

Baterai Full + Generator	67,59	10,71	6,14	22,54
<i>Solar Cell</i> + Baterai Full + Generator	69,61	10,86	6,24	23,21

#### 4.8 Perencanaan Wiring Diagram dari Variasi Hybrid

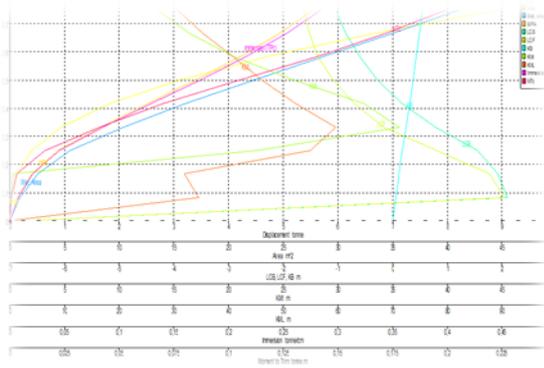
*Wiring Diagram* adalah gambaran suatu rangkaian listrik yang memberikan informasi secara detail, dari mulai simbol rangkaian sampai dengan koneksi rangkaian tersebut dengan komponen lain. Selain itu, dalam wiring diagram berisi skema pengawatan listrik yang dibuat berupa jalur-jalur aliran listrik mulai dari input power sampai output beban dalam satu rangkaian mesin, hingga membentuk suatu sistem kontrol mesin yang telah ditetapkan



Gambar 11 *Wiring Diagram* dari keseluruhan mode

#### 4.9 Hidrostatik Kapal

Hasil perhitungan hidrostatik kapal wisata trimaran ini mempunyai *displacement* = 8,922 ton,  $C_b = 0,252$ ,  $LCB = -1,037$ ,  $C_m = 0,626$ ,  $C_p = 0,558$ .



Gambar 12 Kurva Hidrostatic

#### 4.10 Stabilitas kapal

Pada semua kondisi kapal trimaran mempunyai stabilitas yang stabil karena titik M diatas titik G dan nilai GZ yang paling besar terjadi pada kondisi VIII pada saat kapal tidak mengangkut penumpang dan bergerak dengan sumber energi dari solar cell.

Untuk periode oleng, menunjukkan bahwa semakin muatan dan berat consumable berkurang nilai dari MG semakin besar dan nilai periode oleng kapal semakin kecil. Pada kondisi VIII kapal wisata ini memiliki nilai MG yang besar dan periode oleng yang kecil, sehingga pada kondisi VIII kapal mempunyai kemampuan untuk kembali ke posisi tegak yang cepat pula. Artinya pada kondisi VIII kapal memiliki periode oleng yang kecil karena memiliki momen pembalik dan momen kopel (*righting moment*) yang cukup besar. [5]

Untuk kapal wisata, ditambah *special case* dalam hal analisa stabilitas. Diasumsikan seluruh penumpang berada di salah satu sisi kapal. Hasil analisa menunjukkan stabilitas pada kasus ini masih memenuhi standar IMO.

Tabel 7 Hasil analisa stabilitas kapal kondisi 1-4

Criterion	IMO Minimum	Actual			
		K1	K2	K3	K4
Area 0° to 30°	3,151 m.deg	25,31	25,29	25,14	27,47
Area 0° to 40°	5,157 m.deg	28,58	28,38	28,12	31,64
Area 30° to 40°	1,719 m.deg	15,58	15,53	15,41	17,07
Max GFZ 30°/Grtr	0,2 m	1,83	1,83	1,82	1,94
Angle of Max GZ	15 deg	20,50	20,50	20,05	21,40
GFMO	0,15 m	11,93	12,44	12,78	13,56
Status =	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

Tabel 8 Hasil analisa stabilitas kapal kondisi 5-  
special case

Criterion	IMO Minimum	Actual				
		K5	K6	K7	K8	Special Case
Area 0° to 30°	3,151 m.deg	27,27	25,05	27,32	30,15	11,64
Area 0° to 40°	5,157 m.deg	31,48	28,24	31,34	35,62	12,50
Area 30° to 40°	1,719 m.deg	16,96	15,41	16,94	18,96	7,01
Max GFZ 30°/Grtr	0,2 m	1,92	1,81	1,93	2,07	0,83
Angle of Max GZ	15 deg	21,40	21,40	21,40	22,90	22,90
GFMO	0,15 m	13,71	12,02	14,65	17,51	8,86
Status =	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

#### 4.11 Olah Gerak kapal

Dalam analisa olah gerak kapal ini menggunakan program *SeaKeeper* dengan gelombang Jonswap tipe *slight water* (spesifikasi tinggi gelombang 1,38 m dan periode gelombang 7,72 s). Hasil yang didapatkan pada semua *wave heading* (0,45,90,180 deg) kapal tidak terjadi *deck wetness*.

#### 4.12 Perbandingan Pengembalian Modal Penggunaan Solar Cell dan Generator

Dalam investasi sistem hybrid memerlukan biaya yang tidak sedikit. Biaya investasi dalam rangkaian solar cell Rp 254.208.000 sedangkan rangkaian generator Rp 226.600.220. Dalam analisa ekonomis ini, yang akan dibandingkan adalah jumlah trip yang harus ditempuh agar biaya investasi dan operasional akan kembali. Dengan menentukan biaya sewa kapal per trip sebesar Rp 2.500.000. Maka dari hasil perhitungan didapatkan hasil :

Tabel 9 Hasil analisa ekonomis

	Generator	Solar Cell + Baterai	Keterangan
Kecepatan =	9,90	7,66	knot
Jarak =	27,30	27,30	seamiles
Waktu =	2,76	3,57	jam
Investasi =	Rp 226.600.000	Rp 254.208.000	
Operasional =	Rp 752.818	-	Bahan bakar
Harga sewa =	Rp 2.500.000	Rp 2.500.000	
Keuntungan =	Rp 1.747.182	Rp 2.500.000	= Harga sewa-operasional
Trip =	130	102	= Investasi/keuntungan

### 5. Penutup

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan penulis yaitu Perancangan kapal trimaran hybrid yang difungsikan sebagai kapal wisata di perairan Kepulauan Karimunjawa maka dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode regresi dengan kapal pembanding, didapatkan ukuran utama kapal yaitu LOA = 14,00 m, B = 7,94 m, H = 1,64 m, T = 0,75 m
2. Hasil perhitungan hidrostatis kapal wisata trimaran ini mempunyai displacement = 8,922 ton, Cb = 0,252, LCB = -1,037, Cm = 0,626, Cp = 0,558 dengan berat LWT = 5,16 ton. Dalam analisa equilibrium sarat

- pada midship = 0,748 m dengan trim 0,048 by stern. Dan hasil analisa stabilitas menunjukkan bahwa kapal memiliki nilai GZ maksimum terjadi pada kondisi VIII = 2,07 m dan nilai MG terbesar juga pada kondisi VIII = 17,51 m.
3. *Solar cell* yang digunakan berjumlah 25 buah dan baterai 6 buah. Dengan *solar cell* didapatkan daya 1,05 kW dengan hambatan 0,31 kN pada kecepatan 4,56 knot . Untuk generator didapatkan daya 47,29 kW dengan hambatan 5,52 kN pada kecepatan 9,9 knot. Dan dalam mode *hybrid* ditentukan 7 mode yaitu, *solar cell*, generator, baterai, *solar cell* + generator, *solar cell* + baterai, baterai + generator, *solar cell* + baterai + generator.
  4. Dari segi analisa ekonomis, dengan asumsi sewa kapal sebesar Rp 2.500.000 per trip, maka membutuhkan 102 trip untuk mengembalikan biaya investasi *solar cell* + *baterai*, dan membutuhkan 130 trip untuk mengembalikan biaya investasi generator.

## 5.2 Saran

Tugas akhir yang disusun penulis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat dikembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap.

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (future research) antara lain :

1. Adanya sumbangsih dari penelitian-penelitian serupa yang menggunakan model secara fisik dan diuji dengan fasilitas kolam uji sangat diharapkan. Dengan harapan dapat menghasilkan data - data yang lebih riil sehingga kajian optimalisasi hullform semakin maksimal.
2. Adanya penelitian untuk menganalisa kerja hullform *trimaran* untuk menghasilkan kinerja yang lebih baik yaitu dari segi hambatan dengan menggunakan metode parametric design hasil dari beberapa tipe bentuk lambung dengan ukuran dan kapasitas muat yang sama.
3. Memperluas kajian pembahasan, misalnya dengan memperhitungkan kekuatan dan getaran kapal. Serta perlu adanya pembahasan mengenai analisa ekonomis sehingga kapal *trimaran* ini dapat dapat dihitung kisaran biaya pembuatan dan operasional secara keseluruhan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexander W. Gray: “A Preliminary Study of Trimarans” West Virginia University
- [2] Dubrousky, V. 2001, “Multi Hull Ships“ Backtone Publishing Company, USA
- [3] Hadi, Eko Sasmito dkk, 2008, “Kajian Teknis Propeller-Engine Matching Pada Kapal Ikan Tradisional Dengan Menggunakan Motor Listrik Hybrid dari Solar Cell dan Genset Sebagai Mesin Penggerak Utama Kapal di Kabupaten Pasuruan Jawa Timur”, Semarang : UNDIP
- [4] Koenhardono, Eddy Satyo dkk, 2012, “Aplikasi Sistem Propulsi Hybrid Shaft Generator (Propeller dan Waterjet) Pada Kapal Patroli Trimaran”, Surabaya : ITS
- [5] Santoso, IGM, Sudjono, YJ, 1983, “Teori Bangunan Kapal “, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Indonesia.
- [6] <http://disparbud.jeparakab.go.id/index.php/web/data/2.5>  
(diakses pada 12 Januari 2014)
- [7] [http://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_cell](http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cell)  
(diakses pada 12 Januari 2014)
- [8] <http://www.panelsurya.com/index.php/index.php>  
( diakses pada 1 April 2014)