



## STUDI PERANCANGAN KAPAL IKAN DENGAN PEMANFAATAN ENERGI TERBARUKAN BERBASIS TENAGA ANGIN DAN TENAGA SURYA UNTUK KEPULAUAN MOROTAI

Wahdani Naufal Hafiz<sup>[1]</sup>, Pramudya Imawan Santosa<sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup>Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya  
Jalan Arief Rachman Hakim, 100 Surabaya

e-mail: erifive@itats.ac.id

### **ABSTRAK**

Kepulauan Morotai memiliki potensi ikan tangkap mencapai 1.714.158 ton per tahun. Namun, kondisi letak geografis kepulauan Morotai yang jauh dari Ibu Kota Provinsi menimbulkan kelangkaan bahan bakar untuk alat transportasi. Data Dinas Kelautan dan Perikanan Pulau Morotai menyebutkan ketersediaan 300 unit kapal tangkap ikan dengan kebutuhan konsumsi bahan bakar per bulan yang seharusnya 200 ton per bulan untuk saat ini hanya tersedia 20 ton saja perbulan. Sistem konversi energi menjadi salah satu solusi alternatif untuk memanfaatkan energi di lingkungan sekitar seperti tenaga surya dan tenaga angin. selain emisi gas buang yang rendah juga dapat meminimalkan penggunaan bahan bakar fosil yang ketersediaanya semakin terbatas.

Dalam penelitian ini permodelan lambung kapal menggunakan software maxurf. Kebutuhan daya mesin penggerak yang direncanakan harus mampu memberikan gaya dorong yang lebih besar dari hambatan pada kapal tersebut. Besarnya daya motor penggerak akan disupply oleh baterai yang telah menampung energi dari solar cell. Selanjutnya layar kapal didesain mampu memberikan gaya dorong (drifting force) yang setara apabila kapal dioperasikan tanpa menggunakan mesin penggerak. Interpretasi hasil analisa stabilitas kapal tersebut telah memenuhi kriteria IMO A.749 (18) Ch.3.1.2.1 sebagai salah satu faktor kelayakan, dan kenyamanan saat kapal beroperasi. Dari hasil perancangan kapal ikan berbasis teknologi hybrid ini diperoleh hasil pemanfaatan tenaga panel surya dengan kapasitas perolehan daya sebesar 68,8 kw selama kapal beroperasi 8 jam sehari. Dengan adanya penggunaan layar memberikan drifting force (gaya dorong) maksimum sebesar 6,61 kN saat kecepatan angin 20 knots. Atau penghematan konsumsi bahan bakar setara dengan 22,53 L/jam.

*Kata Kunci* : Kapal Ikan, Solar Cell, Layar, Penggerak

### **PENDAHULUAN**

“Kapal ikan yang didefinisikan dalam Konvensi Internasional SOLAS (Safety Of Live At Sea ) adalah kapal yang dipakai untuk menangkap ikan misalnya untuk menangkap tuna, udang, dan sumber daya lainnya” (Katiandagho, 2009). Ketersediaan bahan bakar yang amat terbatas di daerah 3T mengakibatkan tingginya harga solar di daerah tersebut. “Tingkat-konsumsi-bahan-bakar-yang-tinggi ini disebabkan karena kurang efisiennya kapal penangkap ikan yang dipergunakan” (Hadi E.S,2006).

Dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Eko (2010) menunjukkan bahwa “hasil perhitungan didapatkan daya kapal 35,65% lebih kecil. dari kapal pembanding yang menggunakan lambung tunggal (monohul). Serta penggunaan layar pada kapal dapat mereduksi nilai hambatan sampai 47,3%. Jika kapal dijalankan sampai 5,47 knot dengan kecepatan angin 10 knot”. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Santosa (2017) menunjukkan bahwa “lambung kapal katamaran sangat potensial

diterapkan pada kapal ikan karena selain memiliki area geladak yang luas, juga memiliki gerakan seakeeping yang baik. Pada percobaan kapal dengan kecepatan Vs 7 knots kapal katamaran hanya membutuhkan konsumsi BBM 25,2 L/jam. Sedangkan gaya dorong yang diberikan untuk 1kN setara dengan penggunaan nilai BBM sebesar 8,7 L/jam”.

Sistem konversi energi merupakan sebuah solusi alternatif untuk memanfaatkan energi di lingkungan sekitar seperti tenaga surya dan tenaga angin. Dengan kecepatan angin di Indonesia mencapai 5,5 m/s dirasa akan cukup membantu memberikan gaya dorong pada sebuah kapal. Penggunaan panel surya (solar cell) sudah umum digunakan pada beberapa kongsruksi gedung pencakar langit atau beberapa rumah modern saat ini.

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **Teori Pergerakan Kapal**

“Kapal dapat bergerak maju dikarenakan adanya gaya dorong (thrust) yang cukup untuk melawan hambatan

kapal (ship resistance) pada kecepatan dinas tertentu” (Santosa : 2017). Gaya dorong (thrust) diperoleh dari satu atau beberapa sumber penggerak kapal seperti pada penggunaan mesin, motor listrik, dan layar kapal dengan penggunaan secara bergantian (*switching*) atau bersamaan. Prinsip penggunaan ketiga sumber penggerak tersebut dikenal dengan istilah sistem hybrid. Adapun pergerakan kapal disebabkan oleh gaya sesuai persamaan berikut :

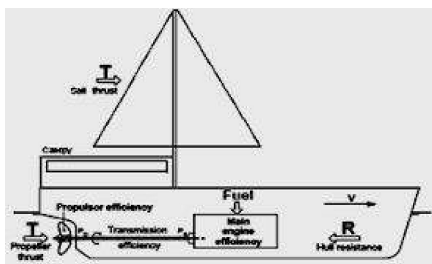
$$T \geq RT \text{ atau } T - RT \geq 0 \text{ (2.1)}$$

### Hambatan Kapal

Menurut standart internasional dari ITTS disebut kan bahwa “klasifikasi hambatan kapal di air tenang (clam wave), terdiri dari dua komponen hambatan utama yaitu hambatan viskos (viscous resistance) yang terkait dengan bilangan reynolds dan hambatan gelombang (wave making resistance) yang bergantung pada froude, dimana korelasi kedua komponen tersebut diperlihatkan dalam persamaan berikut :

$$RT = RV + RW$$

$$= (1 + k) (Fr) RF (Re) + RW (Fr)$$



Gambar:1 Gaya-yang-Bekerja-pada-Kapal

### Gaya Dorong (Thrust)

“Gaya dorong merupakan sebuah energi atau gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal. Untuk menggerakkan sebuah kapal gaya dorong (thrust) yang dihasilkan melalui baling-baling (propeller) dan layar (sail) harus lebih besar daripada tahanan total pada kapal”.

$$T \text{ propeller} + T \text{ sail} \geq RT$$

Sedangkan gaya dorong dari propeller dihitung sesuai persamaan berikut :

$$T \text{ propeller} = KT \times \rho \times n^2 \times D^4$$

$$KT \times \rho \times n^2 \times D^4$$

Dimana :

$KT$  : Koefisien gaya dorong propeller

$\rho$  : Massa jenis fluida

$N$  : Putaran propeller

$D$  : Diameter propeller

Sedangkan kebutuhan gaya dorong pada layar (sail) adalah sebagai berikut :

$$T \text{ sail} = 0,5 \rho \epsilon As Vw^2$$

Dimana:

$\rho$  : Densitas udara (1.022 t/m<sup>3</sup>)

$\epsilon$  : Koefisien tekanan angin

$As$  : Luas layar

$Vw^2$  : kecepatan angin

### Solar Cell

Perhitungan daya listrik dapat dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut :

$$P=VI$$

Dimana :

$P$  = Daya listrik (watt)

$V$  = Tegangan listrik (Volt)

$I$  = Arus listrik (Ampere)

*Fill factor* atau faktor pengisi merupakan rasio tegangan dan arus pada kondisi tingkat daya maksimum dengan tegangan sirkuit terbuka ( $V_{oc}$ ) dan

arus circuit ( $I_{sc}$ ) atau secara sistematis dihitung dengan persamaan berikut :

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

Dimana :

FF : Fill Factor

$V_{mp}$  : Maximum power voltage (V)

$I_{mp}$  : Maximum power Current (A)

$V_{oc}$  : Open Circuit Voltage (V)

$I_{sc}$  : Short circuit current (A)

“Setelah diketahui nilai *Fill Factor* akan dilakukan perhitungan efisiensi panel surya, karena didalam data spesifikasi panel surya yang digunakan tidak diketahui efisiensi panel surya yang digunakan. Penentuan efisiensi dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut” (Suriadi dan Mahdi Sukri, 2010) :

$$P_{max} = V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF$$

Sementara untuk efisiensi panel surya dihitung dengan cara berikut :

$$\text{Efisiensi } (\eta) = P_{in} \times 100\%$$

Nilai efisiensi tersebut digunakan untuk merencanakan kebutuhan jumlah panel surya yang akan dipasang. Adapun daya dari panel surya yang diperoleh bisa dihitung dengan persamaan berikut :

$$P_{total} = n_{panel\ SC} \cdot P_{sc} \cdot \eta_{SC}$$

Dimana :

$P_{total}$  : Daya total (watt) dalam 1 jam

$n_{panel\ SC}$  : Jumlah panel surya yang digunakan

$P_{sc}$  : Daya per panel surya

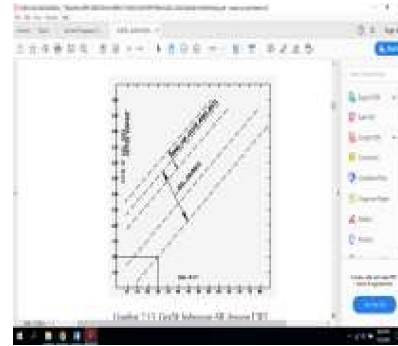
$\eta_{SC}$  : Efisiensi panel surya

### **Penentuan Luas Layar**

“Hampir secara keseluruhan kapal layar mempunyai harga perbandingan luas layar ( $A_s$ ) dengan luas permukaan basah (WSA) adalah antara 2.0 sampai 2.5. perbandingan luas layar dengan luas permukaan

basah dikenal sebagai saril ratio (SR)” (Larson, 2007).

Sedangkan menurut Kinney (1997), dimana “penentuan SR tergantung dari LWL kapal dengan menggunakan grafik yang diperlihatkan pada gambar 2.16”



Gambar 2: Hubungan-SR-dengan-LWL

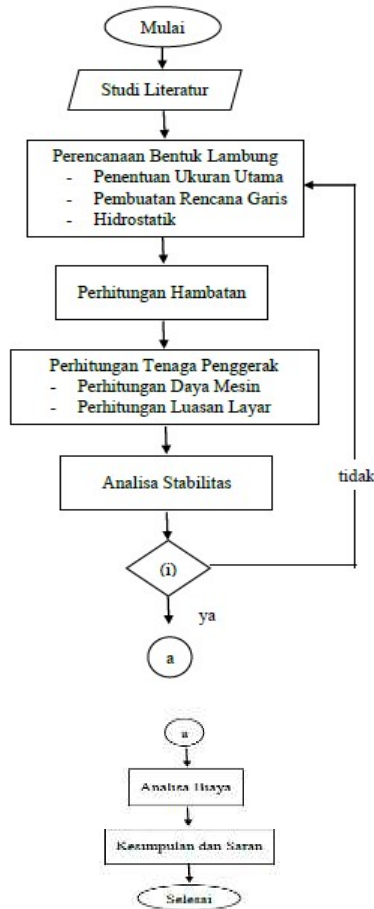
Gambar 2.16 memperlihatkan grafik hubungan SR dengan LWL yang bisa dipergunakan untuk merencanakan layar dengan batasan LWL 15 – 80 ft atau 5-25 m

### **Stabilitas Kapal**

Sebagai salah satu studi kelayakan perencanaan kapal adalah pemenuhan standart keamanan dan kenyamanan pada kapal tersebut. Dimana sesuai standart dari IMO (International Maritime Organization) menyebutkan beberapa kriteria yang harus dipenuhi pada stabilitas kapal adalah sebagai berikut :

1. Besarnya area pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut kemiringan 0 - 30° tidak boleh kurang atau sama dengan 3,15m<sup>0</sup>
2. Besarnya area pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut kemiringan 0 - 30° tidak boleh kurang atau sama dengan 5,16m<sup>0</sup>
3. Besarnya area pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut kemiringan 0 - 30° tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719m<sup>0</sup>
4. Maksimal panjang lengan stabilitas GZ pada sudut kemiringan 30° tidak boleh kurang atau sama dengan 0,2 m
5. Ketinggian titik GM pada saat kapal berlayar tidak boleh kurang atau sama dengan 0,1 m.

## METODE



Gambar 3: Flowchart penelitian

Pada penelitian ini dilakukan studi beberapa ukuran kapal perbandingan kemudian dilakukan modeling, selanjutnya dilakukan perencanaan penggunaan panel surya serta layar pada kapal. Analisa stabilitas diperlukan untuk mengetahui nilai keamanan dan kenyamanan saat kapal beroperasi.

## HASIL DAN DISKUSI

### Penentuan Ukuran Utama Kapal

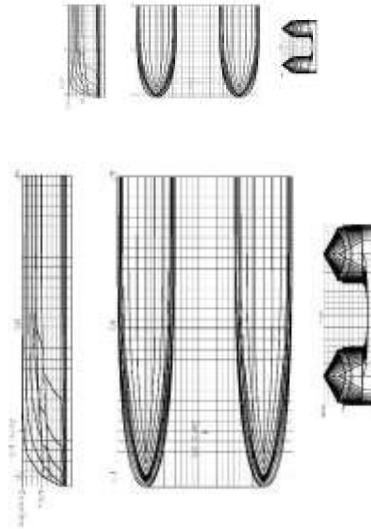
Dalam perencanaan lambung kapal ini digunakan perbandingan  $Lwl/B$  dan  $B/T$ . Dengan pengoptimasian perbandingan ukuran utama kapal tersebut, sehingga diperoleh ukuran utama kapal sebagai berikut :

Panjang (LWL) = 15,242 m  
Lebar (B) = 8,8 m  
Tinggi Kapal (H) = 2,5 m  
Sarat Kapal (T) = 1,00 m

Koefisien Block ( $C_b$ ) = 0,457  
Displacement = 39 Ton

### Permodelan Kapal

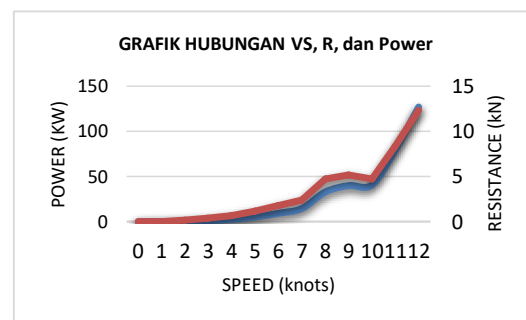
Dari hasil desain menggunakan software Maxsurf 11.12 direncanakan bentuk lambung kapal adalah sebagai berikut :



Gambar 4: Bentuk lambung kapal

### Hambatan Kapal

Dalam percobaan analisa hambatan kapal ini digunakan metode perhitungan hambatan *Slender Body* yang terintegrasi dalam software *Maxsurf Hull Speed Version 11.12*. sehingga diperoleh hasil nilai hambatan kapal pada saat kecepatan 10 knots dengan efisiensi 60% adalah sebesar 5,14 kN dan membutuhkan daya mesin induk sebesar 53,93 kW setara dengan 72.32 HP. Adapun hubungan antara Hambatan dengan kecepatan dapat dilihat sebagaimana pada grafik berikut :



Gambar 5: Grafik Hubungan Vs, R dan Power



Berdasarkan hasil analisa grafik diatas, besarnya nilai hambatan kapal pada saat kecepatan 10 knots dengan efisiensi 60% adalah sebesar 4,63 kN atau kebutuhan daya mesin efektif (EHP) minimum sebesar 39,26 kW atau 52,64 HP. Sehingga BHP mesin dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \text{EHP} / \text{Eficiency} \\ &= 52,64 \text{ HP} / 60\% \\ &= 87.73 \text{ HP} \end{aligned}$$

Oleh karena itu direncanakan penggunaan *double propeller* dengan pemilihan mesin terpasang (IHP) menggunakan Mitsubishi mini – 55 dengan daya mesin 50 HP, sebanyak dua unit yang di letakkan di bagian belakang samping kanan-kiri demihull. Sehingga IHP (*installed horse power*) pada kapal tersebut direncanakan sebesar 100 HP

### Perhitungan Berat Kapal

Berat Kapal Kosong (LWT)

#### 1. Berat Konstruksi

Secara umum, berat konstruksi kapal katamaran bisa dihitung menggunakan pendekatan berikut :

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

Dimana  $K = 0,002 \sim 0,03$

$$\begin{aligned} E &= L (B + T) + 0,85 L (H - T) + 0,85 \odot l h \\ &= 181,555 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\text{Sehingga } W_{st} = 0,02 \times 181,555^{1,36}$$

$$= 23,62 \text{ Ton}$$

Adapun nilai tersebut adalah pada penggunaan kapal dengan  $C_b = 0,7$  yang di ukur pada ketinggian 0,8H, sehingga perhitungan kapal untuk  $C_b = 0,457$

$$\begin{aligned} C_{b(0,8H)} &= C_b - (1 - C_b) \times \left( \frac{0,8 H - T}{3T} \right) \left( \frac{0,8 H - T}{3T} \right) \\ &= 0,457 - (1 - 0,457) \times \left( \frac{0,8(2,5) - 1}{3(1)} \right) \left( \frac{0,8(2,5) - 1}{3(1)} \right) \\ &= 0,276 \end{aligned}$$

1 ton fiberglass = 2,9 ton baja Sehingga berat badan kapal fiberglass:

$$\begin{aligned} W_{st} &= W_{st C_b(0,8H)} + (1 + 0,5(C_b(0,8H) - 0,7)) \\ &= 24,41 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Sehingga berat konstruksi ( $W_{st}$ ) = 24,41 / 2,9 ton = 8,417 Ton

2. Berat Sistem Penggerak

Dari hasil perencanaan diketahui kebutuhan daya mesin penggerak sebesar 53,93 KW sehingga dipilih mesin Mitsubishi Mini Type 55 dengan berat mesin 227 Kg

$$\text{Berat mesin} = 2 \times 227 = 454 \text{ Kg}$$

#### 3. Rencana kebutuhan layar

Hasil penentuan luasan layar menggunakan software Span didapatkan luasan sebesar 230 m<sup>2</sup> dengan Tinggi layar 120.256 m spars rig 470 kg

Bobot Mati (DWT)

#### 1. Berat Bahan Bakar (Wfo)

$$\begin{aligned} W_{fo} &= \frac{a \times (EHP_{ME}) \times C_f}{V \times 1000} \\ &= \frac{a \times (EHP_{ME}) \times C_f}{V \times 1000} \end{aligned}$$

Dimana :

a = radius pelayaran pulang – pergi  
= 34,6 mil laut = 64,08 Km

$$EHP_{ME} = 98 \% \text{ BHP}_{ME} = 37,24 \text{ HP}$$

$$C_f = (0,17 - 0,18)$$

Penambahan 10% untuk cadangan bahan bakar

$$W_{fo} = 110\% \times 0,012 = 0,135 \text{ Ton}$$

Untuk penggunaan 2 mesin maka : 2 x 0,135 ton = 0,27 Ton

#### 2. Berat Minyak Pelumas (Wsc)

$$\begin{aligned} W_{sc} &= \frac{a \times (EHP_{ME}) \times C_l}{V \times 1000} \\ &= \frac{a \times (EHP_{ME}) \times C_l}{V \times 1000} \end{aligned}$$

Dimana  $C_l$  merupakan koefisien berat minyak pelumas : 0,002 – 0,0025

Penambahan 10% untuk cadangan minyak pelumas

$$W_{sc} = 110\% \times (1,8 \times 10^{-4}) = 4 \times 10^{-4} \text{ Ton}$$

#### 3. Berat Air Tawar

$$\begin{aligned} W_{fw} &= \frac{a \times (EHP_{ME}) \times C_a}{V \times 1000} \\ &= \frac{a \times (EHP_{ME}) \times C_a}{V \times 1000} \end{aligned}$$

Dimana  $C_a$  merupakan koefisien pemakaian air mesin pendingin (0,02 – 0,05 ) kg/HP jam

### Penggunaan Panel Tenaga Surya

Dari situs BMKG kepulauan malauku durasi penyinaran matahari bekisar antara 6-9 jam perhari.



Oleh karena itu dipilih panel surya tipe SD-HBM 135-24 dengan spesifikasi seperti pada lampiran 1.1 :

$$Fill\ Factor\ (FF) = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} = 7,73$$

$$P_{max} = V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF = 1350\ watt$$

Daya yang dibutuhkan untuk mesin penggerak dan perlengkapan = 68,8 kW

$$Daya\ Maksimal\ / \ Solar\ Sail = 1,35\ kW$$

Kebutuhan jumlah panel = 50,96 unit

$$P_{total} = n\ panel\ SC \cdot P_{sc} \cdot Durasi\ Op. / \ hari$$

$$= 40 \times 1350 \times 8$$

$$= 35100\ Watt \sim 35,1\ KW$$

Rencana penyimpanan menggunakan kapasitas baterai 8 watt sehingga :

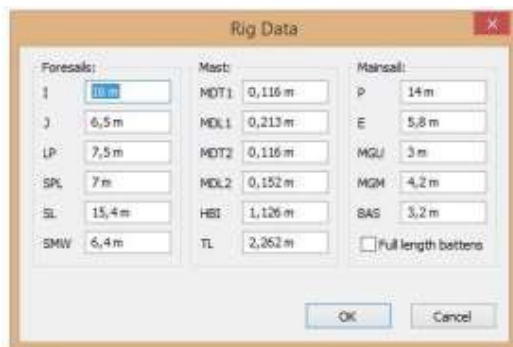
$$n\ Baterai = Daya\ total\ (kW) / \ kapasitas\ baterai\ (kW)$$

$$= 11,25 \sim 12\ baterai.$$

### Perencanaan Layar Kapal

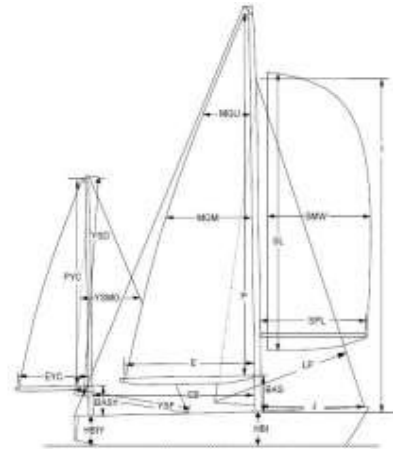
Perencanaan kebutuhan layar pada kapal disesuaikan dengan besarnya gaya dorong yang dibutuhkan pada kapal tersebut. Hal ini dimaksudkan agar kapal tetap beroperasi tanpa menggunakan panel surya ataupun mesin diesel.

Pada penelitian kali ini dilakukan perencanaan konsep desain layar pada menggunakan bantuan software Span dengan beberapa parameter yang di sebagai berikut :



Gambar 6: Parameter span rig data

pada kolom *foresail* difungsikan untuk memasukan data ukuran layar depan (*foresail*), kolom *mast* untuk sebagai fungsi perencanaan ukuran tiang layar dan kolom *mainsail* digunakan untuk perencanaan layar utama (*mainsail*). Dari *software* Span versi 11.12 di peroleh nilai luasan layar (*sail area*) sebesar 120.356 m<sup>2</sup> dimana luasan pada *mainsail* sebesar 64,890 m<sup>2</sup> dan *foresail* sebesar 56,80 m<sup>2</sup> dengan spesifikasi bentang layar yang di deskripsikan pada gambar berikut :



Gambar 7. Spesifikasi layar

Dari hasil permodelan kapal layar tersebut diperoleh gaya dorong pada kecepatan angin 6 sampai 12 knots sebagaimana terlihat pada tabel 4.2 berikut :

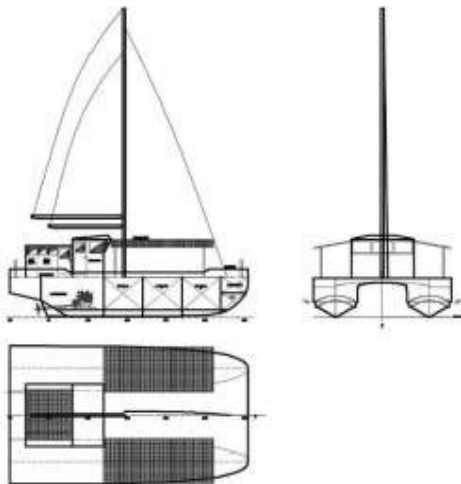
Tabel 1: Hasil Analisa Penggunaan Layar

V an gin (k N)	be ta W (°)	Vs (k no ts)	Fw d For ce kN	Si d e F o r c e k N	Fo rm Dr ag kN	In d Dr ag kN	To tal Fo rc e kN
6	66.0 2	2.59	0.45	0.6 3	0.3	0.15	1,53
8	66.8	3.32	0.79	1.1	0.51	0.28	2,68
10	76.7 4	3.93	1.03	1.2 9	0.76	0.27	3,35
12	78.1 1	4.43	1.46	1.8	1.04	0.42	4,72

14	79.4 4	4.84	1.95	2.3 9	1.34	0.62	6,30
16	80.6 2	5.21	2.51	3.0 6	1.64	0.87	8,08
20	26.3	6.61	0.71	7.1 6	3.14	2.97	13,9 8

Dengan penggunaan layar tersebut diperoleh nilai *drifting force* atau gaya dorong pada setiap perubahan kecepatan angin pada daerah pelayaran kapal. dari *table tersebut* diketahui gaya dorong kapal minimal yang diberikan oleh kapal sebesar 1,53 kN atau setara dengan kecepatan kapal 2,59 knots pada saat angin berhembus dengan kecepatan 6 knots. Sedangkan gaya dorong terbesar sebesar 13,39 kN atau setara dengan kecepatan kapal 6,61 knots pada saat angin berada pada kirsan kecepatan 20 knots.

### Rencana Umum



Gambar 8: Rencana umum kapal

Dari hasil perhitungan kompartemen tersebut diatas, direncanakan desain rencana umum kapal seperti terlihat pada gambar 2.1 dimana optimasi penempatan panel berada area geladak dan topside bangunan atas. Pada area geladak panel surya bisa digunakan sebagai kanopi untuk melindungi crew kapal dari panas matahari selama kapal beroperasi pada siang hari.

### Analisa stabilitas dan Periode Olang

Analisa stabilitas dilakukan untuk mengetahui karakteristik kapal saat terjadi olang akibat pengaruh perbedaan muatan. Pada analisa kali ini direncanakan kapal pada 3 kondisi loadcase yang berbeda. Yaitu pada saat kapal berangkat dari pelabuhan, kapal berada pada area fishing ground, dan pada saat kapal kembali ke pelabuhan

Adapun penentuan skenario muatan (*loadcase*) ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2: load case

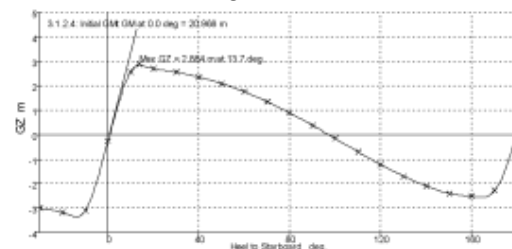
Type Fluid of Tank	Loadcase 1	Loadcase 2	Loadcase 3
Fuel Oil Starboard	100 %	50 %	10 %
Fuel Oil Portside	100 %	50 %	10 %
Fresh Water Starboard	100 %	50 %	10 %
Fresh Water Portside	100 %	50 %	10 %
Ballast Water Starboard	0 %	50 %	100 %
Ballast Water Portside	0 %	50 %	100 %
Payload	30 %	70 %	100 %

hasil analisa dari ketiga kondisi tersebut menggunakan bantuan software maxurf diperoleh hasil :

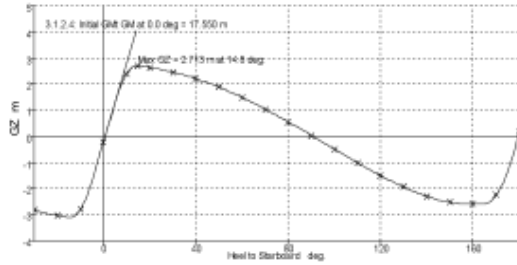
Tabel 3: Hasil perhitungan stabilitas dengan 3 kondisi

No	Criteria	Required	1	II	III	Status
1	Area 0° to 30° m.deg	3,15	65,190	64,322	62,321	Pass
2	Area 0° to 40° m.deg	5,16	88,513	87,791	85,177	Pass
3	Area 30° to 40° m.deg	1,71	23,320	23,469	22,836	Pass
4	Max GZ at 30° or greater	0,2 m	2,445	2,465	2,419	Pass
5	Angle of GZ max	23,0 deg	13,7	14,3	17,8	Pass
6	Initial GM at Sea	0,1 m	20,047	17,556	15,575	Pass

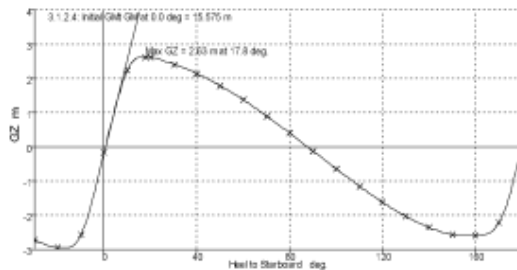
Dimana hasil kurva GZ pada masing masing Loadcase adalah sebagai berikut :



Gambar 9: Kurva lengan stabilitas Loadcase I



Gambar 10: Kurva lengan stabilitas Loadcase II



Gambar 11: Kurva lengan stabilitas Loadcase III

“Perhitungan periode oleng ( $T$ ) digunakan untuk mengetahui besarnya waktu yang dibutuhkan pada saat kapal dalam keadaan oleng sampai kapal kembali ke posisi semula”. Perhitungan periode oleng dilakukan untuk masing-masing *loadcase*. Sesuai regulasi *International Code on Intact Stability, 2008-Part A. The roll period (T)* pada kapal bisa ditentukan dengan persamaan berikut

$$T = \frac{2 \times C \times B}{\sqrt{GM}}$$

Dimana :

$L_{wl}$  = panjang kapal pada waterline

$B$  = lebar kapal keseluruhan

$D$  = sarat kapal

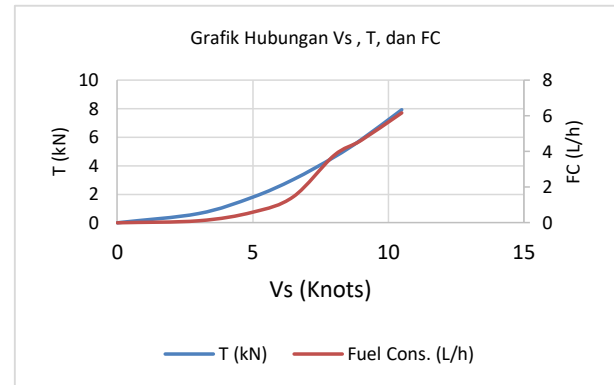
$GM$  = tinggi metacenter kapal

Hasil perhitungan periode oleng kapal dengan 3 variasi *loadcase* dapat dilihat pada Tabel berikut :

Load Condition	GM	B	d	Lwl	T
	Meter				Secom
Loadcase 1	20,047	8,8	0,803	15,242	1,973
Loadcase 2	17,550	8,8	0,9515	15,242	2,042
Loadcase 3	15,575	8,8	0,893	15,242	2,136

Penerapan teknologi *hybrid* pada perencanaan ini memungkinkan adanya efisiensi biaya yang dihemat untuk mengantisipasi terjadinya kelangkaan bahan

bakar, dan juga sebagai solusi saat harga solar tinggi. Menurut Pramudya:2017 menyebutkan bahwa “kecepatan kapal ( $V_s$ ) sebesar 1 knots setara dengan konsumsi bahan bakar 5,9 L/jam, sedangkan gaya dorong kapal ( $T$ ) sebesar 1 kN setara dengan konsumsi bahan bakar sebesar 8,7 L/jam”.



Gambar 12: Grafik Hubungan antara  $V_s$ ,  $T$  dan  $FC$

Dari hasil penggunaan layar pada kecepatan angin terendah sebesar 6 knots dapat menghasilkan gaya dorong sebesar 2,59 kN. Atau setara sengan penggunaan bahan bakar 22,53 L/jam. Dengan asumsi operasional kapal 8 jam/hari maka penggunaan bahan bakar yg tereduksi sebesar 180 L/hari. Jika bahan bakar solar pada tahun 2020 sebesar Rp. 5.150 maka penghematan biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 927.000 / hari

## SIMPULAN

1. Ukuran utama yang direncanakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Panjang (LWL) = 15,242 m

Lebar (B) = 8,8 m

Tinggi Kapal (H) = 2,5 m

Sarat Kapal (T) = 1,00 m

(Cb) = 0,457

2. Berdasarkan perhitungan didapatkan daya kapal sebesar 53,93 kW atau 72.32 HP.

3. Layar kapal direncanakan menggunakan luas sebesar 120.356 m<sup>2</sup> dimana luasan mainsail sebesar 64,890 m<sup>2</sup> dan foresail sebesar 56,80 m<sup>2</sup>.

4. Kapal memiliki stabilitas yang bagus karena memiliki nilai GZ yang cukup tinggi. Berdasarkan regulasi IMO A.749 beberapa kriteria stabilitas dinyatakan terpenuhi





## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ciptandini, A, 2006, *Studi pemasangan layar terhadap efisiensi operasional kapal penangkap ikan di Daerah Trenggalek*, Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Dhear P. Putri, Eddy S. Koenhardono dan Indra R. Kusuma, 2015, *Perencanaan sistem pembangkit listrik hybrid (sel surya dan diesel generator) pada kapal tanker*, Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Eko H.S, Luhur M, dan Ammirudin W., 2017, *Analisis Perbedaan Performa Pada Kapal Ikan Dengan Mengubah Bentuk Monohull Menjadi Katamaran*, Semarang : Universitas Diponegoro
- Hadi E.S, Manik P, Ari B. S, 2007, *Studi Design Kapal ikan dengan menggunakan type lambung katamaran*. *Malajah Kapal Vol IV no 3*. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia. hal 156 – 165.
- Hughes, G., 1954, *Friction and Form Resistance in Turbulent Flow, and a Proposed Formulation for Use in Model and Ship Correlation*, Transactions of RINA, Vol. 96.
- Insel, M., and Molland, A.F. (1991). *An investigation into the resistance components of high speed displacement catamaran*, Royal Institution of Naval Architects, Spring Meeting, Paper No. 11.
- Katiandagho, E.M. 2009. *Purse Seine*. Laboratorium Teknologi Penangkapan Ikan, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Larrson L. and Elliason R.E, *Principles of yacht design*, 2nd ed. 35 Belford Row, London, 2000, pp. 132-154.
- Pranatal, E. (2020, July). Pengaruh Sudut Deadrise terhadap Tahanan Planning Hull. In *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan* (Vol. 2, No. 1, pp. 649-655).
- Pranatal, E. (2020). ANALISIS PENGARUH SUDUT DEADRISE PLANNING CRAFT TERHADAP STABILITAS DAN SEAKEEPING. *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, 14(2), 61-72.
- Romadhoni, 2017, *Optimasi Respon Gerakan Kapal Ikan Catamaran Terhadap Gelombang Regular*, Surabaya : Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
- Rachman, R., & Pranatal, E. (2020, July). ANALISIS PERBANDINGAN METODE SIMULASI SOFTWARE MAXSURF DENGAN METODE MATEMATIS UNTUK PERHITUNGAN HAMBATAN DAN DAYA MESIN UTAMA KAPAL TANKER 6500 DWT. In *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan* (Vol. 2, No. 1, pp. 193-201).
- Santosa, P.I, 2017, *Konfigurasi Kapal Ikan Katamaran Berpenggerak Kombinasi Mesin Dan Layar*, Surabaya : Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
- Santosa, P. I., & Pranatal, E. (2021, March). Study of emission quantification in catamaran fishing vessels based on fossil energy. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1833, No. 1, p. 012042). IOP Publishing.
- Suriadi, Syukri M., 2019, *Simulasi dan Optimasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (Surya-Bayu-Generator) sebagai Alternatif Sumber Listrik di Daerah Terpencil*, Kolaborasi Interdisiplin Menghadapi Era Digital dan Industri 4.0, Banda Aceh : SNETE
- Utama, I K A P., (1999). *An Investigation into the Viscous Resistance of Catamaran Form*, PhD Thesis, Department of Ship Science, the University of Southampton