

KAJIAN PENGEMBANGAN KAPAL WISATA BERBASIS ENERGI ALTERNATIF: KOMBINASI LAYAR DAN PANEL SURYA

Dedi Budi Purwanto, IKAP Utama¹⁾

¹⁾Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Email : dedibudipurwanto@gmail.com

Abstrak

Potensi energi alternatif yaitu angin dan matahari dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk membantu energi kapal wisata di Madura. Desain lambung yang digunakan adalah tipe monohull dan katamaran pada displasemen yang sama sebesar 6 ton, didapatkan besaran hambatan dengan menggunakan analisa numerik CFD yang diperlukan untuk menghitung kebutuhan daya terhadap kecepatan relatif kapal.

Penyelidikan secara numerik dimulai dengan Pre-processing yang meliputi pembuatan geometri benda, dan meshing, tahap pemilihan solver yang meliputi pemilihan boundary-condition, pemilihan model laminar maupun turbulensi aliran, pemilihan jenis fluida dan struktur, dan pemilihan solving-equation bertujuan untuk mendapatkan data gaya-gaya hidrodinamika dan efeknya terhadap lambung kapal maupun layar pada saat menerima aliran fluida.

Gaya yang dihasilkan oleh layar dengan bentuk segitiga dengan ukuran lebar sebesar 3 meter dan tinggi sebesar 4 meter, sebesar 0.812 kN. Luasan panel surya yang tersedia untuk kapal monohull sebesar 24m² mampu memberikan kontribusi power sebesar 3.42 kW, sedangkan untuk tipe katamaran sebesar 54m² mampu memberikan kontribusi power sebesar 7.7 kW.

Kapal monohull dengan $L = 12$ m, $B = 2.4$ m, $T = 1$ m, menggunakan layar dan panel surya memberikan kontribusi kecepatan kapal sebesar 6 knot, sedangkan untuk kapal katamaran dengan ukuran utama $L = 12$ m, $B = 6$ m, $T = 0.55$ m, menggunakan layar dan panel surya memberikan kontribusi kecepatan kapal sebesar 8 knot..

Kata kunci: *monohull*, *katamaran*, *CFD*, *power*, *kecepatan*

1. PENDAHULUAN

Dengan berdirinya jembatan Suramadu yang menghubungkan Pulau Jawa dan Pulau Madura memberikan dampak yang cukup besar dalam pertumbuhan perekonomian di Pulau Madura. Salah satu sektor yang dapat dikembangkan adalah sektor pariwisata, salah satunya **Pulau Gili Iyang** kini menjadi prioritas BPWS (Badan Pengembangan Wilayah Surabaya-Madura) bersama Kabupaten Sumenep dalam konsep pengembangan potensi kekayaan Wisata Alam dan Kesehatan Sumenep [1]

Pengembangan potensi wisata alam yang dipadu dengan wisata kesehatan harus dijaga kemurniannya dalam pengembangannya dan harus memperhatikan berbagai dampak terhadap lingkungan maupun masyarakat sekitar. Penggunaan teknologi yang ramah lingkungan

menjadi salah satu gagasan yang perlu dipertimbangkan dalam pencapaian pengembangan ini [2]

Pemetaan energi alternatif dari sumber daya alam Indonesia yang telah dilakukan oleh Kementerian ESDM [3], mempunyai potensi sangat besar yaitu angin dan matahari yang sampai sekarang ini belum dimanfaatkan secara maksimal untuk membantu energi kapal wisata di Madura. Kemajuan inovasi teknologi energi alternatif berupa Energi Baru dan Terbarukan (EBT) merupakan tantangan dan peluang yang bagus untuk dikembangkan kapal wisata dengan menggunakan energi baterai dan motor DC dibantu dengan penambahan layar sebagai tenaga penggerak kapal wisata yang efisien dan efektif untuk menggantikan energi dari BBM.

Keragaman jenis, bentuk dan ukuran lambung kapal berpengaruh terhadap besaran dan

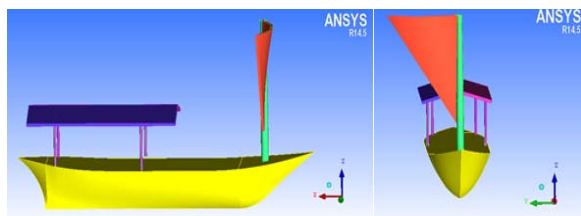
kemampuan tenaga penggerak yang dibutuhkan berbasis energi alternatif kapal wisata yang optimal dan mempunyai performance yang baik untuk kondisi daerah perairan Pulau Gili Iyang. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan panel surya maupun layar yang digunakan untuk kebutuhan power kapal yang optimal.

2. METODOLOGI PENELITIAN

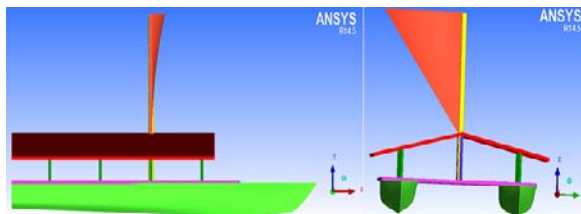
Data ukuran utama kapal wisata yang beroperasi diperairan Pulau Gili I yang didapatkan dengan cara survey lapangan di pelabuhan penyeberangan rakyat Kecamatan Dungkek Kabupaten Sumenep menuju Pulau Gili Iyang.

Bentuk lambung berpengaruh pada gaya-gaya hidrodinamika yang terjadi dan berdampak pada besarnya hambatan yang terjadi pada area kapal secara keseluruhan antara lain: hambatan gesek yang terjadi pada daerah permukaan basah, hambatan gelombang, hambatan appendages (penambahan panel surya dan layar). Dari keseluruhan hambatan yang terjadi akan digunakan untuk menghitung kebutuhan dayakapal yang dibutuhkan.

Analisa dilakukan pada bentuk lambung kapal monohull (gambar 1) yang menyesuaikan dengan kondisi kapal yang ada diperairan Madura, dan pada kapal dengan tipe lambung katamaran (gambar 2) merupakan pengembangan untuk kapal-kapal saat ini.

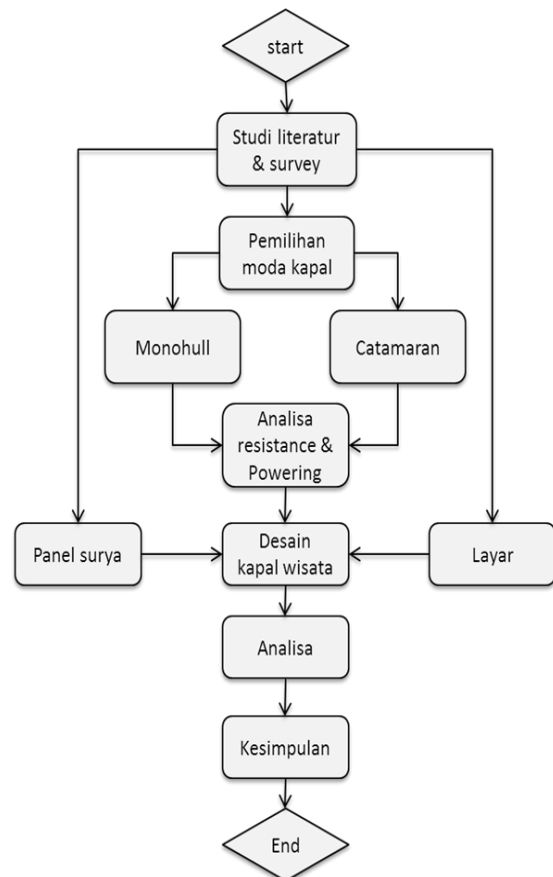


Gambar 1. Desain kapal monohull



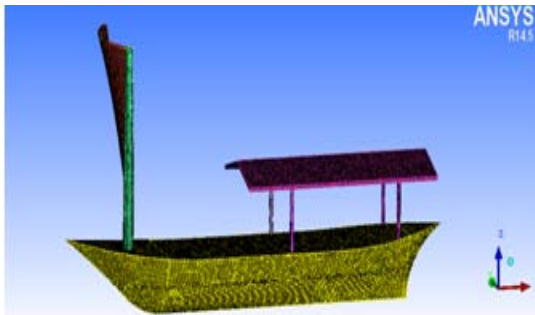
Gambar 2. Desain kapal katamaran

Perangkat lunak (CFD) membantu para ilmuwan dan *engineer* untuk melakukan sebuah ‘eksperimen numerik’ dalam sebuah ‘virtual laboratorium’. Dalam karakteristik aliran, CFD dapat memperlihatkan pola-pola aliran yang lebih detail dan akurat yang akan sulit dan mahal, bahkan tidak mungkin dilakukan dengan menggunakan teknik eksperimen.[3]

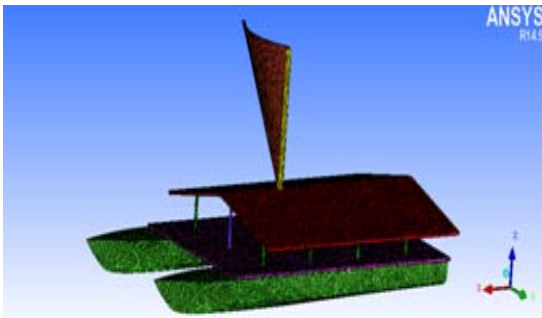


Gambar 3. Flowchart Metodologi Penelitian

Penyelidikan secara numerik dimulai dengan Pre processing yang meliputi pembuatan geometri benda, dan meshing kapal monohull (gambar 4) maupun kapal tipe lambung katamaran (gambar 5).



Gambar 4. Proses meshing kapal monohull



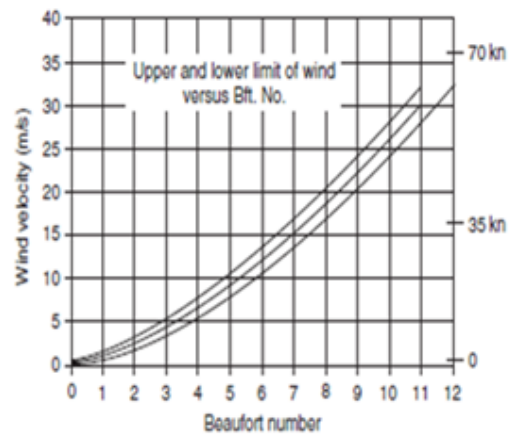
Gambar 5. Proses meshing kapal katamaran

Langkah berikutnya adalah tahap pemilihan *solver* yang meliputi pemilihan *boundary condition*, pemilihan model laminar maupun turbulensi aliran, pemilihan jenis fluida dan struktur, dan pemilihan *solving equation*. Tujuan yang ingin didapatkan dalam simulasi numerik ini adalah mendapatkan data gaya-gaya hidrodinamika dan efeknya terhadap lambung kapal maupun layar pada saat menerima aliran fluida (gambar 3).

3. HASIL PENELITIAN

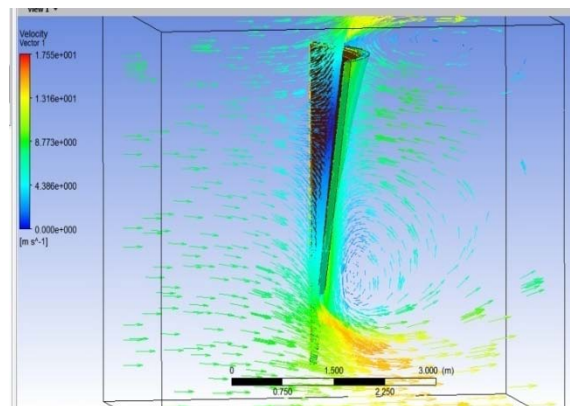
Hambatan total kapal maupun besarnya gaya yang dihasilkan oleh layar, yang diperoleh dari hasil analisa *CFD* dipakai untuk menentukan besarnya kebutuhan daya kapal untuk bergerak. Besarnya hambatan total yang dihasilkan oleh kapal akan berkurang dengan adanya penambahan layar dengan asumsi arah gerak kapal searah dengan arah gerak angin [5]. Untuk mendapatkan gaya yang optimal pada layar harus memperhatikan kekuatan angin yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Wind force 0B	Description	Limits of speed	
		knots	m/s
0	Calm	1	0.3
1	Light air	1-3	0.3-1.5
2	Light breeze	4-6	1.6-3.3
3	Gentle breeze	7-10	3.4-5.4
4	Moderate breeze	11-16	5.5-7.9
5	Fresh breeze	17-21	8.0-10.7
6	Strong breeze	22-27	10.8-13.8
7	Near gale	28-33	13.9-17.1
8	Gale	34-40	17.2-20.7
9	Strong gale	41-47	20.8-24.4
10	Storm	48-55	24.5-28.4
11	Violent storm	56-63	28.5-32.6
12	Hurricane	64 and over	32.7 and over



Gambar 6. Grafik Range of wind velocity at Beaufort scale

Untuk daerah perairan didaerah Gili-Iyang Sumenep kecepatan angin berkisar antara 6 sampai 16 knots, dari analisa *CFD* didapatkan besarnya gaya yang dihasilkan oleh layar dengan bentuk segitiga dengan ukuran lebar sebesar 3 meter dan tinggi sebesar 4 meter dihasilkan gaya sebesar 0,812 kN.



Gambar 7. Analisa layar

Gaya yang dihasilkan oleh layar dapat digunakan sebagai bentuk pengurangan hambatan total yang terjadi pada kapal, dengan catatan arah angin yang terjadi pada layar searah dengan arah pergerakan gelombang air laut dan kapal.

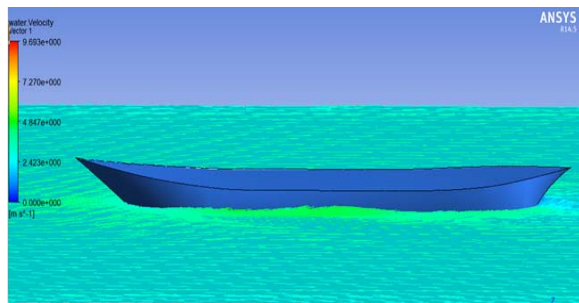
Pemasangan solar panel harus memperhatikan luasan yang dapat dicakup oleh badan kapal, semakin luas area untuk pemasangan solar panel maka nilai power yang didapatkan juga semakin besar, berikut beberapa daftar daya maksimum yang di hasilkan oleh panel surya perluasan panel.

Power Class	285 W	290 W	295 W	300 W	305 W
Maximum Power (P_{max})	285 W	290 W	295 W	300 W	305 W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	44.3 V	44.5 V	44.8 V	44.9 V	45.1 V
Short Circuit Current (I_{sc})	8.65 A	8.69 A	8.75 A	8.78 A	8.85 A
Voltage at Maximum Power (V_{mp})	35.1 V	35.4 V	35.8 V	36.1 V	36.3 V
Current at Maximum Power (I_{mp})	8.13 A	8.20 A	8.26 A	8.32 A	8.42 A
Module Efficiency (%)	14.8 %	15.0 %	15.3 %	15.5 %	15.8 %

Mechanical Characteristics	
Dimensions	1956mm x 988mm x 45 mm
Weight	27±0.5kg
Frame	Aluminum-alloy
Front	4mm tempered glass with anti reflective coating
Encapsulant	EVA
Back Cover	Composite sheet
Cell Technology	Polycrystalline
Cell Size	156 mm x 156 mm (6in x 6in)
Number of Cells (Pieces)	72 (6 x 12)
Junction Box	Protection class IP 67; with 3 bypass diodes (or 3 pairs, 2 each)
Output Cables	Solar cable: 4 mm ² ; length: 1200 mm
Connector	Amphenol H4

Gambar 8. Karakteristik panel surya

a. Monohull



Gambar 9. Proses Boundary condition kapal monohull

Dari desain ukuran utama kapal monohull didapatkan $L = 12$ m, $B = 2.4$ m, $T = 1$ m, Displasemen = 6 Ton, Luasan Atap yang tersedia : $3 \times 8 = 24$ m²

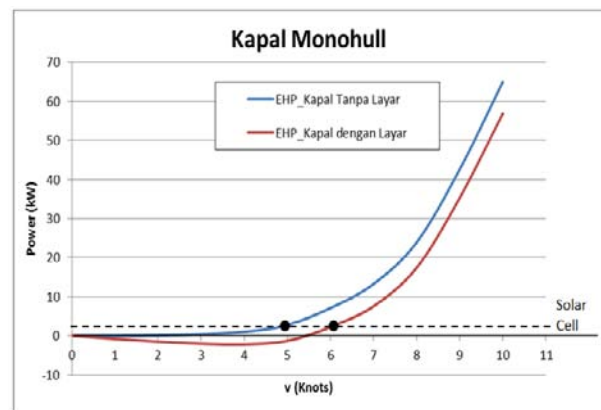
Perhitungan hambatan kapal didapatkan dari perhitungan yang dihasilkan oleh CFD dan dilakukan proses simulasi pada tiap variable

kecepatan dan didapatkan nilai gaya yang ditimbulkan oleh lambung terhadap aliran fluida (kecepatan kapal) sehingga akan diperoleh nilai power yang dibutuhkan oleh kapal.

Tabel. Perhitungan power pada kapal monohull.

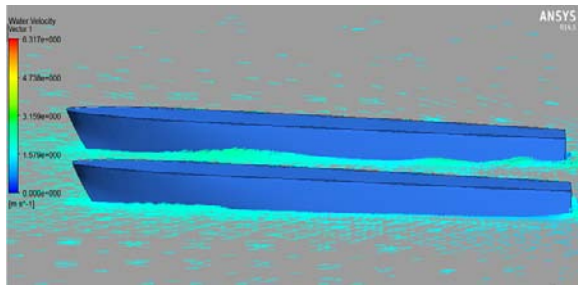
V (knors)	R_Kapal (kN)	F_Layar (kN)	EHP (kW)		Solar Panel (kW)
			Kapal Tanpa Layar	Kapal dengan Layar	
0	0,00	0,812	0,00	0,00	3,42
1	0,02	0,812	0,02	-0,80	3,42
2	0,06	0,812	0,11	-1,51	3,42
3	0,13	0,812	0,38	-2,06	3,42
4	0,25	0,812	1,01	-2,23	3,42
5	0,55	0,812	2,73	-1,33	3,42
6	1,18	0,812	7,09	2,22	3,42
7	1,89	0,812	13,24	7,55	3,42
8	2,99	0,812	23,90	17,41	3,42
9	4,73	0,812	42,61	35,31	3,42
10	6,50	0,812	65,01	56,89	3,42

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara kebutuhan power dan kecepatan. Untuk kapal monohull yang telah didesain dapat diperkirakan power yang dihasilkan panel surya dengan luasan 24 m² sebesar 3.42 kW dan memberikan kontribusi pada kecepatan kapal sekitar 5 knot, sedangkan untuk kapal *monohull* dengan adanya penambahan layar dan panel surya memberikan kontribusi pada kecepatan sekitar 6 knot.



Gambar 10. Grafik kecepatan vs power kapal monohull

b. Katamaran



Gambar 11. Proses Boundary condition kapal katamaran

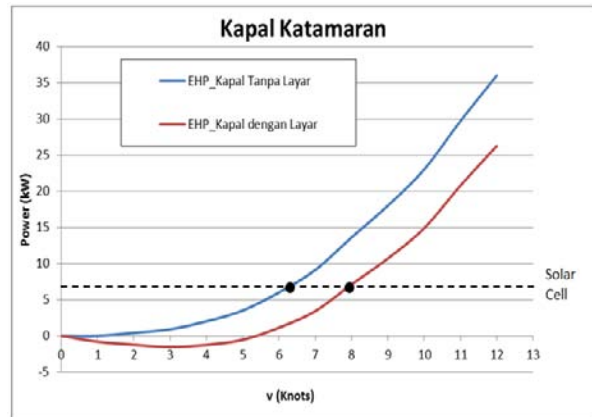
Dari desain ukuran utama kapal katamaran didapatkan $L = 12 \text{ m}$, $B = 6 \text{ m}$, $T = 0.55 \text{ m}$, Displasemen : 6 Ton, Luasan Atap yang tersedia: $9 \times 6 = 54 \text{ m}^2$.

Perhitungan hambatan pada kapal katamaran diberlakukan sama dengan kapal monohull sehingga didapatkan nilai power yang dibutuhkan terhadap variasi kecepatan.

Tabel. Perhitungan power pada kapal katamaran

V (knots)	R_Kapal (kN)	F_Layar (kN)	EHP (kW)		Solar Panel (kW)
			Kapal Tanpa Layar	Kapal dengan Layar	
0	0	0,812	0,00	0,00	7,70
1	0	0,812	0,00	-0,81	7,70
2	0,2	0,812	0,40	-1,22	7,70
3	0,3	0,812	0,90	-1,54	7,70
4	0,5	0,812	2,00	-1,25	7,70
5	0,7	0,812	3,50	-0,56	7,70
6	1	0,812	6,00	1,13	7,70
7	1,3	0,812	9,10	3,42	7,70
8	1,7	0,812	13,60	7,10	7,70
9	2	0,812	18,00	10,69	7,70
10	2,3	0,812	23,00	14,88	7,70
11	2,7	0,812	29,70	20,77	7,70
12	3	0,812	36,00	26,26	7,70

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara kebutuhan power dan kecepatan. Untuk kapal katamaran yang telah didesain dapat diperkirakan power yang dihasilkan panel surya dengan luasan 54 m^2 sebesar 7.70 kW dan memberikan kontribusi pada kecepatan kapal sekitar 6 knot, sedangkan untuk kapal katamaran dengan adanya penambahan layar dan panel surya memberikan kontribusi pada kecepatan sekitar 8 knot.



Gambar 12. Grafik kecepatan vs power kapal katamaran

4. KESIMPULAN DAN SARAN

beberapa perhitungan yang telah dilakukan baik untuk kapal dengan tipe lambung monohull maupun katamaran pada displasemen yang sama yaitu sebesar 6 ton, didapatkan besaran hambatan/resistance yang diperlukan untuk menghitung kebutuhan daya terhadap kecepatan relatif kapal.

- Gaya yang dihasilkan oleh layar dengan bentuk segitiga dengan ukuran lebar sebesar 3 meter dan tinggi sebesar 4 meter, sebesar 0.812 kN
- Luasan panel surya yang tersedia untuk kapal *monohull* sebesar 24 m^2 mampu memberikan kontribusi *power* sebesar 3.42 kW , sedangkan untuk tipe katamaran sebesar 54 m^2 mampu memberikan kontribusi *power* sebesar 7.7 kW .
- Kapal monohull dengan $L = 12 \text{ m}$, $B = 2.4 \text{ m}$, $T = 1 \text{ m}$, displasemen: 6 Ton, panel surya memberikan kontribusi kecepatan sebesar 5 knot, dan dengan penambahan layar memberikan kontribusi kecepatan kapal menjadi 6 knot.
- Kapal katamaran dengan ukuran utama $L = 12 \text{ m}$, $B = 6 \text{ m}$, $T = 0.55 \text{ m}$, displasemen: 6 Ton, panel surya memberikan kontribusi kecepatan sebesar 6 knot, dan dengan penambahan layar memberikan kontribusi kecepatan kapal menjadi 8 knot.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPWS: Dorong Percepatan Infrastruktur untuk Potensi Wisata Gili Iyang Media Kontraktor Tanggal : 2013-11-25.
- [2] Lintas Madura Online Pulau Gili Iyang, Jadi Maskot Wisata Kesehatan Dunia 1 mei 2013
- [3] Kementerian ESDM. 2013. Dukung Kebijakan Energi Nasional dengan Pemetaan Potensi Energi Terbarukan. Diakses dari: <http://www.esdm.go.id/news-archives/323-energi-baru-dan-terbarukan/6259-dukung-kebijakan-energi-nasional-dengan-pemetaan-potensi-energi-baru-terbarukan.html>
- [4] Hidetaka Senga, An Experimental and Numerical Study on Vortex-induced Vibrations of a Hanging Flexible Riser with Its Top in Irregular Motion, International Journal of Offshore and Polar Engineering (ISSN 1053-5381) Copyright © by The International Society of Offshore and Polar Engineers Vol. 15, No. 4, December 2005, pp. 274–281
- [5] Marchaj, C A, Sail Performance, Techniques to Maximize Sail Power, Revised Edition, Adlard Coles Nautical, London, 2003.