

Penerapan *Renewable Energy* Pada Kapal Wisata Jenis Pinisi

Bondan Kartika Ahmad Ibrahim¹, Arif Fadillah^{1*}, Shanty Manullang¹, Rizky I², Putra P²

¹Program Studi Program Studi Teknik Perkapalan, Universitas Darma Persada, Jakarta, Indonesia

²Program Studi Energi Terbarukan, Universitas Darma Persada, Jakarta, Indonesia

arif_fadillah@ftk.unsada.ac.id

Abstrak—Kapal pinisi yang pada awalnya menggunakan *renewable energy* yaitu angin sebagai tenaga penggerak utamanya, sudah mulai menggantikan praktik dengan mesin diesel yang memberikan tenaga dorong yang jauh lebih besar. Dari praktik penggunaan mesin ini, banyak kapal pinisi yang menghilangkan penggunaan layarnya, walaupun kapal pinisi berjenis wisata masih memakai layar tersebut untuk menjual nilai estetis dan keantikannya sebagai kapal tradisional. Kapal pinisi jenis wisata dengan konsep *liveaboard tourism* ini juga membutuhkan banyak energi listrik yang besar. Dengan pemakaian pembangkit listrik konvensional sangat berdampak besar kepada lingkungan dan nilai operasional kapal. Maka salah satu upaya untuk mengurangi dampak dari pemakaian mesin-mesin tersebut adalah dengan memanfaatkan kembali *renewable energy* dilaut yaitu energi angin dan surya. Sebagai negara kepulauan upaya pemanfaatan energi surya dan angin memiliki beberapa keuntungan yaitu, energi tersedia dalam jumlah yang konstan, besar dan gratis dengan intensitas kecepatan angin yang mencapai 5,5 m/s dan intensitas energi surya mencapai antara 0,6 – 0,7 kW/m².

Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai kekuatan gaya dorong angin yang ditangkap oleh layar untuk mendapat nilai efisiensi dari tahanan kapal dan nilai kapasitas listrik yang dihasilkan oleh tenaga surya dalam mengurangi emisi gas buang dari mesin bantu. Penelitian ini menggunakan metode analisis dan teknis untuk menghitung layar kapal dan sistem pembangkit listrik yang bisa digunakan secara bersamaan maupun bergantian dengan mesin konvensional (*hybrid*). Dari hasil perhitungan yang didapatkan desain layar kapal pinisi bisa menghasilkan gaya tambahan sebesar 1,224 kN dan penerapan pembangkit sel surya menghasilkan daya sebesar 23,02 kWh/hari.

Kata kunci—Kapal Pinisi, Layar Kapal, Hybrid, Panel Surya

I. PENDAHULUAN

Peeneeseek merupakan nama asal dari suatu kapal tradisional yang dikenal diseluruh Indonesia. Kapal pinisi merupakan salah satu kapal khas tradisional dan sebuah mahakarya orang Indonesia yang sampai sekarang masih banyak digunakan. Sekarang kapal-kapal ini dijadikan kapal wisata dengan konsep *liveaboard tourism*, dimana kapal yang dahulunya digunakan sebagai kapal barang antar pulau ini hanya menggunakan tenaga angin sebagai penggerak utamanya. Dimana daerah tujuan wisata dari kapal pinisi jenis wisata ini adalah Tanjung Kelayang, Tanjung Lesung,

Kepulauan Seribu, Mandalika, Labuan Bajo Wakatobi Morotai dan Raja Ampat^[1].

Setelah diperkenalkan teknologi modern seperti mesin dan lambung dari barat pada tahun 1970-an, kapal kayu telah mengalami perubahan teknologi yang cepat dimana kombinasi teknik tradisional dan modern dapat diamati. Dimana Kapal-kapal orang Sulawesi yang bermacam-macam tipenya, tetapi ada satu kapal yang terkenal yaitu pinisi. Secara tradisional kapal kayu di Indonesia digolongkan dengan dua cara yaitu dari tipe layar dan lambungnya. Sebutan pinisi mengarah kepada konfigurasi layar kapal tersebut yang berjumlah 7 sampai 8 layar dengan 2 tiang utama seperti kapal *schooner*^[2].

Kapal yang awalnya ditenagai oleh angin ini adalah kapal yang ramah lingkungan tetapi itu semua berubah ketika diterapkannya mesin diesel sebagai tenaga penggerak utama dan pembangkit listrik. Di jaman yang semakin modern ini, penggunaan mesin sudah pasti menggantikan kinerja layar angin yang memang tidak menghasilkan daya dorong yang besar. Tetapi dengan maraknya penggunaan mesin berbahan bakar fosil ini, menyebabkan global warming dan hujan asam dari emisi gas yang dihasilkannya dan mengurangi efisiensi dari operasional kapal tersebut jika dibandingkan dengan perpaduan mesin dan layar kapal. Penggunaan mesin bantu diesel juga berkontribusi banyak terhadap emisi buang. Melihat fungsi kapal ini, maka semua emisi tersebut harus dikurangi dan menjadikan kapal ini ramah lingkungan seperti dahulu kala.

Maka untuk mengurangi polusi selagi mendapatkan efisiensi dan keramahan lingkungan ini, kapal pinisi yang kebanyakan hanya menggunakan mesin diesel, harus menggunakan kembali layarnya dan menambahkan panel-panel surya untuk mendapatkan sinar matahari yang sangat berlimpah sebagai alat pembantu penghasil listrik kapal. Penggunaan kedua energi ini sangatlah cocok dengan lokasi negara Indonesia yang berada di garis khatulistiwa sebab energi tersebut tersedia dengan intensitas yang besar seperti kecepatan angin yang mencapai 5,5 m/s dan energi surya yang mempunyai intensitas antara 0,6 – 0,7 kW/m².

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pada awalnya dari penelitian ini dilakukan perhitungan nilai tahanan kapal dengan metode holtrop sehingga dari nilai tahanan tersebut bisa dilihat berapa nilai tahanan yang dibutuhkan untuk



mendesain besar layar yang dibutuhkan. Pada penelitian ini ada beberapa metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil dari masing-masing perhitungannya yaitu:

A. Metode Holtrop dan Mennen

Metode ini dianggap sebagai salah satu yang paling akurat dan metode yang efisien untuk estimasi tahanan dan persyaratan daya penggerak dari kapal *monohull* konvensional di tahap awal desain^[3].

Persamaan tersebut dituangkan sebagai berikut:

$$R_{Total} = R_F (1 + k_1) + R_{APP} + R_w + R_B + R_{TR} + R_A \quad (1)$$

Dimana:

R_F = Tahanan gesek menurut formula ITTC 1957 (kN)

$1+k_1$ = Form Factor dari Lambung

R_{APP} = Tahanan tambahan (kN)

R_w = Tahanan gelombang (kN)

R_B = Tahanan tambahan *Bulbous Bow* (kN)

R_{TR} = Tahanan tambahan *Transom* (kN)

R_A = Nilai koreksi model kapal (kN)

Setelah menghitung tahanan kapal tersebut maka dibutuhkan daya efektif (EHP) yaitu besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat dari badan kapal,

agar kapal dapat sesuai dengan kecepatan sebesar (V_s) sebagai asumsi pertama dalam menentukan besar daya mesin kapal. Maka digunakan persamaan yang menghitung daya mesin sebagai berikut:

$$EHP = R_{Total} \times V_s \quad (2)$$

Dimana:

EHP = Daya efektif kapal (HP)

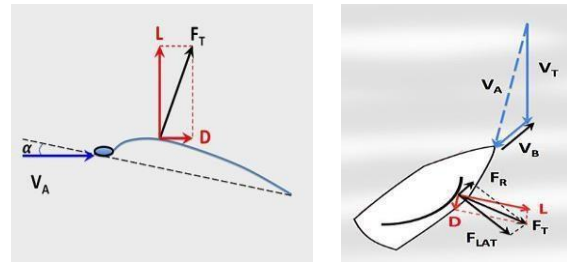
R_{Total} = Tahanan total lambung kapal (kN)

V_s = Kecepatan berlayar kapal (kn)

B. Vektor Dua Dimensi

Gaya pada layar merupakan hasil dari pergerakan udara yang berinteraksi dengan layar dan memberi mereka gaya gerak untuk kapal berlayar dan kendaraan yang bertenaga layar. Gaya pada layar tergantung pada kecepatan dan arah angin serta kecepatan dan arah kapal. Arah perjalanan kapal yang sehubungan dengan Angin Sejati atau *True Wind* (Arah angin dan kecepatannya di atas permukaan) disebut titik berlayar. Kecepatan kapal pada titik tertentu memberikan kontribusi pada Angin semu atau *Apparent Wind* (V_A) (Kecepatan dan arah angin yang diukur pada saat kapal bergerak). Angin semu yang mengenai layar menciptakan gaya aerodinamis total, yang bisa dipecah menjadi 2 bagian yaitu *drag* (D) (gaya penahan yang searah dengan angin semu) dan *lift* (L) (komponen gaya angkat yang tegak lurus 90° terhadap angin semu).

Lift yang bertindak sebagai *airfoil*, terjadi pada arah yang tegak lurus dengan kecepatan angin semu, dan merupakan hasil dari perbedaan tekanan udara pada permukaan *windward* dan *leeward* pada layar yang bergantung pada sudut kemiringan layar (*Angle of Attack*), bentuk layar, densitas angin (ρ) dan kecepatan angin semu. Untuk membuat *lift*, suatu layar harus mempunyai sudut kemiringan (α) yang terbuat diantara garis bantu dan kecepatan angin^[4]. (Gambar 1.)



Sumber: Wikipedia

Gambar 1. Komponen dan Gaya yang bekerja pada layar

Seiring dengan *lift* yang dihasilkan, demikian juga *induced drag*, yang jika ditotal dengan *parasitic drag* akan menjadi *drag* total. Hal ini terjadi ketika sudut kemiringan bertambah atau perubahan arah kapal yang menyebabkan koefisien *lift* meningkat ke titik henti, yang sama terjadi kepada *induced drag*. Dari koefisien *drag* dan *lift* yang didapatkan maka gaya dari *lift* dan *drag* bisa didapatkan sehingga gaya dari *lift* (F_L) dan *drag* (F_D) bisa didapatkan dengan persamaan sebagai berikut^[5]:

$$F_L = \frac{1}{2} \times \rho \times A_N \times V_a^2 \times C_L \quad (3)$$

$$F_D = \frac{1}{2} \times \rho \times A_N \times V_a^2 \times C_D \quad (4)$$

Dimana:

ρ = Densitas angin (kg/m³)

A_N = Total area layar (m²)

V_a = Kecepatan angin semu (m/s)

C_L = Koefisien *lift*

C_D = Koefisien *drag*

Dimana *lift* dan *drag* merupakan komponen dalam gaya aerodinamis total (F_T) saat berlayar. Karena terdapat gaya tahanan pada lambung kapal, gaya-gaya yang bersesuaian dengan gaya aerodinamis total tersebut menjadi gaya pendorong (F_R) dan gaya lateral atau samping (F_{lat}). Dengan persamaan sebagai berikut^[6]:

$$F_R = F_L \sin \alpha + F_D \cos \alpha \quad (5)$$

$$F_{lat} = F_L \cos \alpha + F_D \sin \alpha \quad (6)$$

Dimana:

F_R = Gaya pendorong (kN)

F_{lat} = Gaya lateral atau samping (kN)

α = Sudut serang atau sudut kemiringan layar

Maka hasil dari gaya aerodinamis total atau gaya dorong yang dihasilkan oleh layar ditentukan oleh persamaan berikut:

$$F_T = F_R + F_{lat} \quad (7)$$



C. Analisa Teknis Akan Potensi Energi Surya

Dalam merancang pembangkit listrik *hybrid* generator dan sel surya pada kapal pinisi, dilakukan analisis teknis untuk merancang dan menghitung panel surya yang dibutuhkan untuk pembangkit listrik campuran ini.

Diawali dengan menghitung semua daya listrik yang dipakai kapal. Dilanjutkan dengan merancang tempat dan mencari besar daya pada sel surya yang akan dipakai sehingga bisa mencukupi daya kebutuhan listrik kapal

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahanan Pada Kapal

Penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan kecepatan tambahan pada saat kapal berlayar menggunakan layar kapal ini dan mengharuskan Untuk mendapatkan nilai tahanan yang akan dihitung, maka diambil sampel kapal pinisi dengan data ukuran utama sebagaiberikut ^[2]:

Panjang Keseluruhan	(LOA) : 40,8 m
Panjang Garis Air	(LWL) : 31,0 m
Panjang Garis Tegak	(LBP) : 27,1 m
Panjang Keseluruhan Dek (LOD)	: 33,0 m
Lebar Kapal	(B) : 9,0 m
Tinggi Kapal	(H) : 3,5 m
Sarat Air Kapal	(T) : 2,8m
<i>Displacement</i>	: 474,0 Ton
<i>Coefficient Block</i>	: 0,591
<i>Speed</i>	: 9 knot
<i>Passenger</i>	: 14 Person
<i>Crew</i>	: 12 Person

Dari data di atas, kecepatan kapal yaitu 9 knot akan dihitung tahanannya dengan perbedaan kecepatan sebesar 0,5 knot dan diakhiri hingga 10 knot. Berikut adalah hasil perhitungan tahanan kapal pada tabel dibawah ini.

Tabel I. Tahanan kapal dengan perbedaan kecepatan 0,5 knot

Speed (kn)	Froude no. LWL	Resistance (kN)	Power (kW)	Power (HP)
0,0	0,000	--	--	--
0,5	0,015	0,102	0,026	0,035
1,0	0,029	0,378	0,194	0,260
1,5	0,044	0,819	0,630	0,845
2,0	0,059	1,418	1,449	1,942
2,5	0,073	2,173	2,760	3,700
3,0	0,088	3,080	4,667	6,256
3,5	0,103	4,139	7,264	9,737
4,0	0,117	5,348	10,642	14,265
4,5	0,132	6,705	14,886	19,954
5,0	0,147	8,209	20,080	26,917
5,5	0,161	9,860	26,310	35,268
6,0	0,176	11,656	33,684	45,153

6,5	0,191	13,597	42,350	46,769
7,0	0,206	15,682	52,527	70,411
7,5	0,220	17,911	64,549	86,527
8,0	0,235	20,283	78,905	105,771
8,5	0,250	22,797	95,987	128,669
9,0	0,264	25,453	116,825	156,602
9,5	0,279	28,252	143,992	193,018
10,0	0,294	31,193	179,456	240,557

Sumber: Data Olahan

Dari tabel di atas didapatkan bahwa kapal membutuhkan tenaga sebesar 116,825 kW atau 156,602 HP agar dapat mencapai kecepatan 9 knot. Maka dari data di atas dilanjutkan dengan perhitungan dari gaya aerodinamis total yang didapat oleh layar.

B. Gaya Dorong Angin dan Selisih Tahanan Lambung

Pada perhitungan gaya total layar ini ditentukan sudut serang atau sudut kemiringan layar sebesar 50°. Sudut ini juga yang menentukan banyak dan sedikitnya total gaya yang didapatkan seiring dengan hubungannya dengan *lift* dan *drag* yang terpengaruh oleh kemiringan layar. Sedangkan untuk luas layar yang dihitung adalah sebagai berikut ^[2]:

$$A_M = 139,119 \text{ m}^2$$

$$A_T = 37,968 \text{ m}^2$$

$$A_J = 41,873 \text{ m}^2$$

Dimana A_M , A_T , A_J merupakan tipe layar-layar yang ada pada kapal pinisi sehingga nilai AN berjumlah 177,087 m².

Tabel II. Gaya Aerodinamis Total dan Selisih Tahanan Lambung Kapal pada 0,5 knot

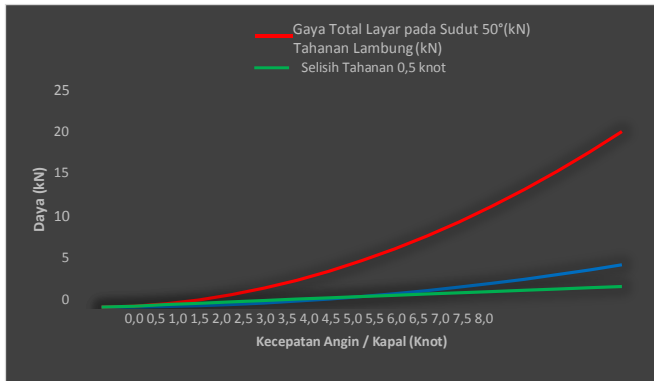
Kecepatan Angin / Kapal (knot)	Gaya Total Layar pada Sudut 50°(kN)	Tahanan Lambung (kN)	Selisih Tahanan 0,5 knot
0,0	--	--	--
0,5	0,019	0,102	0,102
1,0	0,076	0,378	0,276
1,5	0,172	0,819	0,441
2,0	0,306	1,418	0,599
2,5	0,478	2,173	0,755
3,0	0,688	3,080	0,907
3,5	0,937	4,139	1,059
4,0	1,224	5,348	1,209
4,5	1,549	6,705	1,357
5,0	1,912	8,209	1,504
5,5	2,313	9,860	1,651
6,0	2,753	1,656	1,796
6,5	3,231	1,597	1,941
7,0	3,747	15,682	2,085
7,5	4,302	17,911	2,229
8,0	4,895	20,283	2,372

Sumber: Data Olahan

Setelah didapatkan data dari gaya total layar, maka dari data tersebut dilakukan analisa teknis dengan melihat selisih tahanan dengan beda 0,5 knot. Tujuan dari selisih ini adalah untuk menggabungkan energi dari angin terhadap mesin sehingga terlihat berapa daya efektif yang dibutuhkan oleh mesin untuk menurunkankecepatannya.

Dari hasil tersebut dibuat grafik yang memperlihatkan perbedaan gaya yang dihasilkan oleh tahanan lambung dan gaya dorong angin.





Sumber: Data Olahan

Gambar 2. Komponen dan Gaya yang bekerja pada layar

Dari analisis di atas diambil contoh data kecepatan angin yang terjadi di perairan raja ampat, yang berkisar rata-rata sebesar 4 knot dan kecepatan maksimum sebesar 7 knot, maka kapal mendapatkan gaya tambahan sebesar 1,224 kN hingga 3,747 kN dari data angin tersebut.

C. *Pembangkit listrik Hybrid, generator diesel dan sel surya*

Untuk membuat pembangkit listrik ini, maka langkah pertama yang diperlukan adalah data kebutuhan listrik dari kapal wisata ini. Berikut adalah data kebutuhannya [2].

TABEL III. DATA KEBUTUHAN LISTRIK KAPAL WISATA JENIS PINISI

Kebutuhan Listrik Pada Kapal						
No	Description	Specification	Qty	Unit	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
ELECTRICAL COMPONENT						25354
1	Lampu outdoor	200 lux; outdoor type, stand; w/ Bolt Ice	9	set	25	225
2	Lampu indoor Type 1	200 lux; indoor type, downlight; w/ Bolt Ice	30	set	15	450
3	Lampu indoor Type 2	100 lux; indoor type, downlight; w/ Dome Light	45	set	9	405
4	Navigation Light	Marine type	3	set	25	75
5	Lampu sorot	Marine Flood Light TG2-B x2	2	set	500	1000
6	Distribution panel	Marine type; IP56	1	set	10	10
7	Television	LED, 32in	10	set	48	480
8	Kulkas mini 1 pintu	GEA Mini Bar RS-06DR	8	set	46	368
9	Wifi router, PC server	Office standard	2	set	6	12
10	CCTV + PAGA	Office standard	1	set	40	40
11	VHF radio	RIG YAESU FT 2980 VHF YAESU FT-2980	1	set	80	80

12	Radar	Garmin Gmr 18 Xhd 010-00959-00 Radome	1	set	17	17
13	Echo sounder	Fishfinder Kodan CVS 126 / Kodan CVS126	1	set	10	10
14	Laundry machine	Elextrolux 10kg	3	set	114	342
15	Sewage and drain pump	Marco UP 6/Oil	1	ea	120	120
16	Bilge Pump	Marco UP1-M	1	ea	360	360
17	FOT pump	Marco UP10	2	ea	360	720
18	FWT Pump	Marco UP1-M	2	set	360	720
19	Seawater purifier	reverse osmosis (Foreverpure)	2	set	10	20
20	Nitrox Compressor	Coltri 6	2	ea	2200	4400
21	Windlass	25 mm Chain max	1	ea	7500	7500
22	Crane	1 ton; 4m radius	1	set	2000	2000
23	Air Handling Unit (AHU)	AHU untuk 12 HVAC (ADA 315 Kruger)	1	set	6000	6000

Sumber: Data Olahan

Maka dari data tersebut diperlukan generator dengan daya yang menghasilkan 25,354 kWh. Diambil generator dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel IV. Spesifikasi Generator

Merk	Yanmar
Model	4CHL-N
Type	Vertical, Water-cooled, 4-stroke diesel
No. of Cylinders	In-line 4
Bore x Stroke	105 x 125
Continous Rated Output (kW[PS])	27,9 [38]
Generator Capacity (kWe[kVa])	24[30]
Engine Speed (min ⁻¹)	1500
Dry Weight (kg)	500
Total Weight (kg)	940

Sumber: Yanmar

Denganditentukannya generator, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kebutuhan dari panel surya yang akan memasok listrik sebagai pembangkit listrik indepen atau yang digunakan secara campuran dengan generator diesel. Pada penelitian ini ditentukan spesifikasi dari panel surya dan peralatan lain yang dipakai yaitu:

Tabel V. Spesifikasi Sistem Pembangkit Listrik Panel Surya

Type	Spesifikasi	Jumlah	unit
Panel Surya SunPower E20-435-COM	435 W (2073 x 1072 x 58,5 mm)	12	set
Solar Charge Controller Blue solar MPPT 150/100	12/24vdc /145v /100A 98%	4	set



Baterai SB500 - 12V-500AH	500 Ah/12V	6	set
Aims 10,000 Watt Modified Sine Power Inverter 12vDC to 120vAC	10000 W 12V 90%	3	set

Sumber: Data Olahan

Alasan ditentukannya spesifikasi dari sistem pembangkit listrik ini adalah karena kurangnya tempat untuk meletakkan panel-panel tersebut. Maka solusinya adalah memperbesar daya tangkap dari panel surya tersebut sehingga bisa mencukupi kebutuhan listrik kapal.

Dari spesifikasi tersebut maka pembangkit ini berpotensi mengeluarkan daya yang dijelaskan pada tabel berikut:

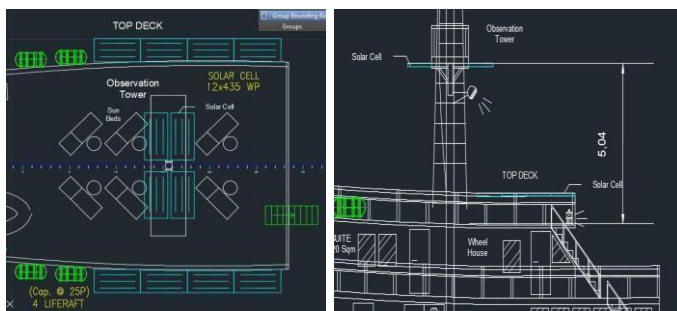
Tabel VI. Potensi dari Panel Surya

Lokasi	Jumlah Panel	Daya Panel (W)	Daya Panel per jam (W/h)	Lama Penyinaran (jam)	Total (kWh/Hari)
Top Deck	8	435	3480	5	17,4
Observation Tower	4	435	1740	5	8,7
Total	12	-	5220	-	26,1

Sumber: Data Olahan

Dengan lama waktu penyinaran matahari di Indonesia rata-rata selama 12 jam, lama penyinaran maksimum diasumsikan selama 5 jam per hari karena banyak faktor seperti cuaca yang tidak menentu seperti hujan atau berawan^[7].

Maka total daya ideal yang dibutuhkan adalah 26,1 kWh per hari. Dimana tempat peletakan panel surya pada kapal pinisi berada pada bagian *top deck* dan *observation tower*. Terdapat 8 buah panel surya yang diletakan pada bagian *railing* kapal, dan 4 buah panel surya diletakan di bawah *observation tower*. Panel surya ini masing-masing berdimensi 2073 x 1072 x 58,5 mm dan memiliki berat sebesar 25,4 kg. Peletakan tersebut digambarkan dengan software 2D pada gambar 3 yang berdasarkan data dari tabel VI.



Sumber: Data Olahan

Gambar 3. Peletakan panel surya pada kapal

Dengan adanya reduksi dari inverter dan solar charge controller sebesar 95% dan 90% maka daya maksimal yang diperoleh dari panel surya adalah^[8]:

Tabel VII. Daya Maksimal Panel Surya

Total daya ideal (kWh/Hari)	Max. Eficiency MPPT (%)	Max. Eficiency Inverter (%)	Hasil (kWh/Hari)
26,1	90	98	23,02

Sumber: Data Olahan

Maka daya maksimal yang bisa dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga panel surya pada kapal pinisi ini adalah sebesar 23,02 kWh per hari.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan pada masing-masing penelitian adalah sebagai berikut, bisa disimpulkan bahwa gaya tambahan dari tenaga angin yang ditangkap oleh layar kapal bisa menambah kecepatan kapal hingga sebesar 0,5 knot atau berlayar dengan kecepatan kurang dari 2 knot hanya dengan menggunakan layar. Sedangkan gaya tambahan yang didapatkan adalah sebesar 1,224 kN hingga 3,747 kN.

Untuk pembangkit listrik *hybrid*, generator diesel dan panel surya bisa menghasilkan daya yang dibutuhkan oleh kapal yaitu sebesar 25,354 kW. Dengan kemampuan generator yang menghasilkan daya 27,9 kW dan 23,02 kW untuk panel surya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif F, Putra P, Rizky I, Bondan K.A.I dan M. Rifqi, "Studi kelayakan penggunaan kapal pinisi untuk wisata bahari di indonesia," unpublished.
- [2] Arif F, Bondan K.A.I, Shanty M, "Desain kapal wisata jenis pinisi di perairan indonesia timur," unpublished.
- [3] Holtrop, J. and Mennen G.G.J., "An approximate power prediction method", International Ship Building Progress 29 (335), Delft: University Press, 1892, pp.166-170.
- [4] Kimball, John, "Physics of sailing" Taylor and Francis Group, CRC press. Florida, 2010, pp.40.
- [5] Larrison L. and Elliason R.E, "Principles of yacht design," 2nd ed. 35 Belford Row, London, 2000, pp. 132-154.
- [6] Bernhard Schwarz-Röhr, et.al, "Roadmap for sail transport: engineering", Interreg IVB, Work package 3, European Union, 2015, pp.15-20.
- [7] Dhear P. Putri, Eddy S. Koenhardono dan Indra R. Kusuma "Perencanaan sistem pembangkit listrik *hybrid* (sel surya dan diesel generator) pada kapal tanker," Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [8] M. Alfath E., Analisis kebutuhan energi dengan pemanfaatan energi surya pada kapal penangkap ikan di pantai selatan pulau jawa. [Skripsi] Jakarta: Universitas Darma Persada.



Halaman ini sengaja dikosongkan

