



ANALISIS SISTEM PROPULSI KAPAL WISATA TENAGA SURYA

Syahril¹, Rahmat Azis Nabawi^{2,*}, Yaumal Arbi³, Febri Prasetya⁴ dan Khairuni Delfi Anisa⁵
^{1,2,4,5} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*Corresponding Author Email : raazna@ft.unp.ac.id

Abstrak: Saat ini perkembangan teknologi di bidang maritim sudah sangat maju terutama banyak teknologi yang sudah memanfaatkan energi matahari sebagai bahan bakar. Indonesia, 2/3 wilayahnya merupakan perairan, oleh karena itu banyak terdapat wisata alam yang salah satunya Sumatera Barat. Sebagai bentuk upaya melestarikan dan memajukan sektor wisata alam perairan Sumatera Barat dibuatlah sebuah kapal wisata tenaga surya. Tujuan dari penulisan artikel ini ialah untuk menghasilkan rancangan sistem propulsi kapal wisata tenaga surya untuk danau Maninjau. Metode yang dilakukan antara lain pengumpulan data, analisis data dan pembahasan hasil. Hasil pengujian yang didapat antara lain kecepatan data untuk daya yang dibutuhkan kapal sebesar 9 Kw. Berdasarkan hal ini maka motor listrik yang digunakan membutuhkan 2 buah motor listrik dengan daya 4.5 Kw. Dari perhitungan pelayaran kapal per hari maka membutuhkan 13 buah baterai dengan kapasitas 1000 Ah dan membutuhkan solar sel sebanyak 6 buah dengan daya 250 WP.

Kata Kunci: Danau, Sumatera Barat, Propulsi, Kapal Tenaga Surya, Kapal Wisata

PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan teknologi di bidang maritim sangatlah maju. Teknologi perkapalan yang ada di Indonesia bisa dikatakan telah mencapai tingkat internasional. Banyak teknologi menerapkan energi terbarukan untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Salah satu energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan di Indonesia adalah energi surya, karena letak geografis Indonesia yang berada di sepanjang garis khatulistiwa yang memiliki intensitas sinar matahari yang tinggi [1]. Dengan letak Indonesia yang berada pada lintang 60 LU – 110 LS dan 950 BT – 1410 BT, dan dengan memperhatikan peredaran matahari dalam setahun yang berada pada daerah 23,50 LU dan 23,50 LS maka wilayah Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10 – 12 jam dalam sehari [2]. Kapal tenaga surya yang ada di Indonesia masih sangat minim pengaplikasiannya karena energi matahari membutuhkan panel surya yang besar agar daya yang tersimpan besar [3].

Energi surya atau disebut juga energi matahari adalah bentuk energi elektromagnetik, yang dipancarkan dari matahari ke bumi secara terus menerus. Selain itu energi surya merupakan energi yang sangat atraktif karena tidak bersifat polutan, tak dapat habis, dapat dipercaya dan gratis [4]. Energi surya merupakan salah satu energi alternatif yang sedang giat-giatnya dikembangkan di Indonesia karena Indonesia merupakan salah satu negara beriklim tropis. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut: untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 10%; dan di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Dengan demikian, potensi penyinaran matahari rata-rata Indonesia sekitar 4,8 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9% [5].



Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi yang ada di Indonesia, terletak pada Pulau Sumatera. Provinsi ini kaya akan wisata alam maupun non alam sehingga banyak menarik wisatawan untuk berekreasi, baik itu wisatawan lokal maupun wisatawan asing. Salah satu dari sekian banyak potensi wisata alam dari Sumatera Barat adalah objek wisata danau. Sumatera Barat memiliki 4 danau yaitu Danau Maninjau, Singkarak, Ateh, dan Bawah [6]. Agar wisatawan tertarik mengunjungi danau selain dengan menjaga kelestariannya juga dengan menambahkan beberapa wahana perairan yang banyak diminati sekarang ini. Salah satu wahana danau adalah kapal wisata sebagai transportasi wisatawan untuk berekreasi atau menikmati panorama alam danau. Adapun tujuan dari penulisan artikel ini ialah untuk menghasilkan rancangan sistem propulsi kapal wisata tenaga surya untuk danau Maninjau. Sehingga nantinya dapat memberikan manfaat pengaplikasian energi terbarukan khususnya energi matahari dalam bidang kemaritiman [7].

METODOLOGI

1.1 Tahap Pengumpulan Data

Sebelum masuk ke perancangan sistem propulsi, peneliti sudah harus mempunyai data-data menyangkut kapal seperti dimensi kapal, desain komponen kapal dan gambar kapal yang sudah jadi.

1.2 Tahap Perhitungan Sistem Propulsi

Hal - hal yang terkait didalamnya antara lain analisis hambatan dan daya, pemilihan motor listrik, perhitungan nilai baterai, pemilihan nilai panel surya, dan perencanaan pemilihan nilai solar charge control.

1.3 Kapasitas Muatan Kapal

Kapal wisata yang menjadi inovasi dalam penelitian terapan ini adalah kapal jenis lambung catamaran untuk wisata danau dan perairan terbatas. Kapasitas penumpang kapal ini direncanakan sejumlah 8 (delapan) orang antara lain:

1. Crew kapal (2 orang)
2. Penumpang (6 orang)
3. Untuk logistik yang terdapat di atas kapal diantaranya yaitu air minum, tangki minyak, dan peralatan keselamatan.

Tabel 1. Beban Kapasitas Kapal

Nama barang	Jumlah	Kapasitas
Penumpang @80kg	6	480 kg
Galon air minum @5kg	1	5 kg
Tangki minyak @100kg	1	100 kg
Peralatan keselamatan @1kg	6	6 kg
Kotak p3k @1kg	1	1 kg
Jumlah kapasitas		592 kg

1.4 Ukuran utama kapal

Ukuran utama kapal catamaran ini disajikan pada tabel 2.



Tabel 2. Ukuran Utama Kapal

Item	Simbol	Ukuran (m)
Length (Overall)	LOA	5.5
Length water line	LWL	3.6
Beam (Overall)	B	1.8
Beam (demihull)	b	0.4
Hull Separation	H	1
Depth	D	1.2
Draft	T	0.4

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Analisis Hambatan dan Daya Efektif

Analisis hambatan yang dialami kapal dan daya yang dibutuhkan untuk melajukan kapal didapat dari simulasi computer menggunakan Software Maxsurf Resistance. Metode pengujian menggunakan Slender Body. Hasil pengujian disajikan pada tabel 3.

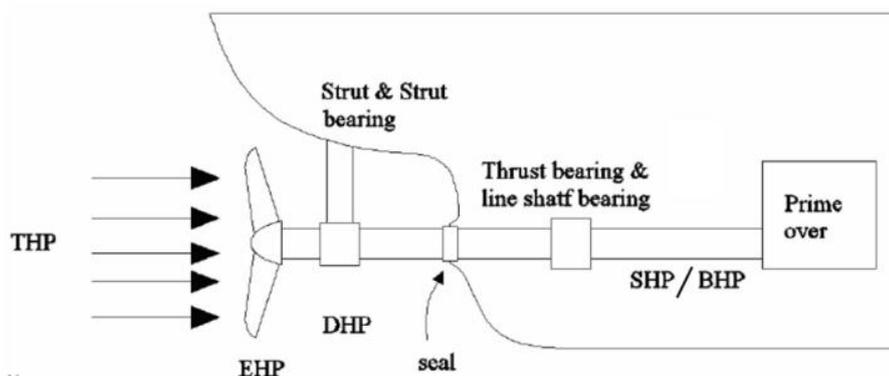
Tabel 3. Hasil *Running Hullspeed*

Speed (Kn)	Resistance (N)	Power (W)
1.05	17,27	9,33
2.10	43,08	46,54
3.00	86,42	133,37
4.05	488,37	1017,52
5.10	358,82	941,43
6.00	629,55	1943,22

Pada kecepatan 6 Knot, daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal adalah 1943,22 Watt.

1.2 Perhitungan Daya Motor

Untuk menghitung daya motor yang harus diperhatikan adalah *Effective Hourse Power* (EHP), *Thrust Hourse Power* (THP), *Delivered Hourse Power* (DHP), *Shaft Hourse Power* (SHP) dan *Break Hourse Power* (BHP). Secara sederhana perpindahan daya dari motor penggerak hingga kapal berjalan ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Gaya-gaya Yang Bekerja Pada System Penggerak



1.2.1 Perhitungan Daya efektif Motor

Perhitungan daya yang diperlukan untuk menggerakkan kapal menggunakan persamaan tahanan yang dialami kapal dikali dengan kecepatan kapal yang diinginkan (Adietya, 2013). Berdasarkan hasil pengujian model lambung kapal dengan Maxsurf Resistance pada kecepatan 6 Knot (V) yang dialami kapat sebesar 629,55 N = 0.63 Kn (R). Perhitungan daya efektif kapal sebagai berikut:

$$P_E = R \cdot V$$

$$P_E = 0.63 \text{ Kn} \times 6 \text{ Knot}$$

$$P_E = 3.78 \text{ Kw}$$

1.2.2 Wake Friction

Wake Friction (w) adalah perbedaan kecepatan kapal dengan kecepatan aliran air menuju *propeller*, sehingga akan menghasilkan harga koefisien arus ikut. Kapal dirancangan menggunakan *twin screw propeller*, maka nilai *wake Friction* adalah:

$$w = (0.7 \times c_p) - (0.3 + (0.3 \times 0.4 \times a/b))$$

$$w = (0.7 \times 0.877) - (0.3 + (0.3 \times (0.4 \times (1.6/1.8))))$$

$$w = 0.207233333$$

Dimana:

- a: Jarak antara dua poros = 1.6 m
- b: Lebar kapal = 1.8 m

1.2.3 Thrust Deduction Fraction

Thrust Deduction Fraction (t) adalah gaya dorong yang diperlukan untuk mendorong kapal. Perhitungan nilai t sebagai berikut:

$$t = k \times w$$

Nilai k adalah antara 0.7-0.9, diambil k= 0.8

$$t = 0.8 \times 0.207233333$$

$$t = 0.165786666$$

1.2.4 Speed of Advance

Speed of advance (Va) adalah dan akselerasi air dibagian *propeller* bergerak kurang dari kecepatan kapal. Hal disebabkan keberadaan lambung kapal didepan *propeller* sehingga mengubah rata-rata kecepatan dari *propeller*. Jika Vs 6 Knot maka sama dengan 3.0864 m/s. Perhitungan *speed of advance* sebagai berikut:

$$V_a = (1 - w) \times V_s$$

$$V_a = (1 - 0.207233333) \times 3.0864$$

$$V_a = 2.446795041 \text{ m/s}$$

1.2.5 Efficiency Relative Rotative

Efisiensi propulsif (η_p) adalah efesiensi propeller pada saat dilakukan *open water test*, nilainya antara 40-70 % dan diambil 50 % = 0.5 [9].



1.2.6 Hull Efficiency

Efisiensi lambung (η_{Hull}) adalah rasio antara daya efektif dan daya dorong [9]. Pada efisiensi lambung tidak terjadi konversi satuan secara langsung.

$$\begin{aligned}\eta_H &= (1 - t)/(1 - w) \\ \eta_H &= (1 - 0.165786666)/(1 - 0.207233333) \\ \eta_H &= 1.052281041\end{aligned}$$

1.2.7 Koefisien Propulsi

Koefisien propulsif adalah perkalian antara efisiensi lambung kapal, efisiensi propulsif dan efisiensi Relatif-rotatif. Perhitungan koefisien propulsi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}P_c &= \eta_H \times \eta_p \times \eta_{rr} \\ P_c &= 1.052281041 \times 0.50 \times 1.0 \\ P_c &= 0.526140521\end{aligned}$$

1.2.8 Delivered Horse Power

Perhitungan *delivered horse power* (DHP) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}DHP &= P_E/P_c \\ DHP &= 3.78 \text{ Kw}/0.526140521 \\ DHP &= 7.184392482 \text{ Kw}\end{aligned}$$

1.2.9 Thrust Horse Power

Thrust Horse power adalah daya yang dikirimkan propeller ke air. Perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}THP &= P_E/\eta_H \\ THP &= 3.78 \text{ Kw}/1.052281041 \\ THP &= 3.592196241 \text{ Kw}\end{aligned}$$

1.2.10 Perhitungan Shaft Horse Power

Motor yang digunakan untuk menggerakkan kapal diletakkan ditengah, sehingga kerugian mekanis yang timbul adalah 2 %. $\eta_{\eta b} = 0.98$ [10].

$$\begin{aligned}SHP &= DHP/\eta_{\eta b} \\ SHP &= 7.184392482 \text{ Kw} /0.98 \\ SHP &= 7.33101237 \text{ Kw}\end{aligned}$$

1.2.11 Perhitungan Power Main Engine

BHP Scr

Kapal tidak menggunakan *reducion gears*, hal ini karena menggunakan motor listrik sehingga dapat dikontrol kecepatan putaran.

$$\begin{aligned}BHP_{scr} &= SHP \\ &= 7.33101237 \text{ Kw}\end{aligned}$$



BHP_{mcr}

Daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal agar mencapai kecepatan servis VS 80 – 85 % dari daya *output* motor penggerak pada kondisi *Continues Service Rating* (CSR).

$$\begin{aligned} BHP_{mcr} &= BHP_{scr} / 0.85 \\ &= 7.33101237 \text{ Kw} / 0.85 \\ &= 8.624720435 \text{ Kw} \end{aligned}$$

1.2.12 Pemilihan Mesin Induk

Berdasarkan perhitungan daya motor untuk mencapai kecepatan *service* sebesar 6 Knot maka membutuhkan daya sebesar **8.62 Kw = 9 Kw**. Desain lambung kapal menggunakan dua *propeller*, sehingga daya tiap mesin yang diperlukan adalah 4.5 Kw = 5 Kw.

1.2.13 Pemilihan baterai

Perjalanan kapal wisata satu kali berangkat dengan jarak tempuh 2 Km. Kecepatan kapal yang digunakan adalah 6 Knot = 11.11 Km, maka waktu dibutuhkan untuk perjalanan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \text{Jarak (Km)} / \text{Kecepatan (Km/Jam)} \\ &= 2 \text{ Km} / 11.11 \text{ Km/jam} \\ &= 0.180 \text{ Jam} = 10.8 \text{ Menit} \end{aligned}$$

Perjalanan wisata kapal dengan rute sejauh 2 Km direncanakan dengan waktu operasional 09.00-16.00 dan jumlah perjalanan sebanyak 7 kali sehingga waktu pengoperasian adalah:

$$\text{Total waktu pengoperasian } 7 \times 10.8 \text{ Menit} = 75.6 \text{ menit} = 1.26 \text{ jam}$$

Kebutuhan Energi harian untuk *Service Speed 6 Knot* maka power yang dibutuhkan adalah:

$$10 \text{ Kw} \times 1.26 \text{ Jam} = 12.6 \text{ kWh/hari} = \mathbf{13 \text{ Kwh/hari}}$$

Baterai yang digunakan adalah baterai dengan kapasitas 1000 Ah. Berdasarkan kebutuhan daya yang dibutuhkan per hari maka akan membutuhkan 13 buah baterai dengan kapasitas 1000 Ah.

1.2.14 Panel Surya

Panel surya yang digunakan sebagai alat konversi energi matahari menjadi energi listrik adalah dengan kapasitas 250 WP yang akan menjadi atap untuk kapal. penggunaan jumlah panel surya disesuaikan dengan luas area dari kapal yaitu 5.5 meter x 2 meter. Berdasarkan spesifikasi panel surya 250 WP jumlah panel yang dapat digunakan adalah enam buah panel surya. Berdasarkan penyinaran matahari dilokasi layar kapal dalam satu hari ada durasi waktu penyinaran matahari 9 jam, maka dapat ditentukan panel surya dapat menyuplai listrik:

$$\begin{aligned} &= 9 \text{ jam} \times 6 \times 250 \text{ WP} \\ &= 13.000 \text{ watt} \end{aligned}$$

Maka dalam satu hari panel surya mampu mengisi baterai sebanyak 100 %.



1.2.15 Control Charger

Solar charge control yang dipilih MPPT 6- 150, dengan spesifikasi sebagai berikut: Nominal Battery Voltage 48 V, Max. charge current 60 A dan Max. output power 3500 watt.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka didapatkan data untuk daya yang dibutuhkan kapal sebesar 9 Kw. Berdasarkan hal ini maka motor listrik yang digunakan membutuhkan 2 buah motor listrik dengan daya 4.5 Kw. Dari perhitungan pelayaran kapal per hari maka membutuhkan 13 buah baterai dengan kapasitas 1000 Ah dan membutuhkan solar sel sebanyak 6 buah dengan daya 250 wp.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handayani, N.A., et al . Potency of Solar Energy Applications in Indonesia. *International Journal of Renewable Energi Development*, 33 – 38. 2012.
- [2] Sudiyono dan antoko. B. *Perancangan dan Pembuatan Kapal Wisata dengan Motor Generator listrik Tenaga Surya Sebagai Energi Alternatif Penggerak Propeller*. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 10 (1) 52-62. 2008.
- [3] Endro, C P. Dkk. *Perancangan Kapal Penumpang Tenaga Surya Untuk Penyebrangan Sungai Bengawan Solo*. Jurnal Teknik Sistim Perkapalan. Vol.1 (1) 1-6. 2014.
- [4] Iwan, Arie. *Penelitian Tentang Sel Surya*. 2000.
- [5] Widayana, Gede. *Pemanfaatan Energi Surya*. Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan 9.1. 2012.
- [6] Syahril, S., Nabawi, R.A., Prasetya, F. and Arbi, Y. *Studi Perancangan Kapal Wisata Katamaran Untuk Pengembangan Wisata Danau Sumatera Barat*. Jurnal Sains dan Teknologi, 19(1), pp.67-71. 2019.
- [7] Dewantara, B. Y. *Perancangan Perahu Nelayan Ramah Lingkungan Menggunakan Motor Listrik Bertenaga Surya*. CYCLOTRON: JURNAL TEKNIK ELEKTRO, 2(1). 2019.
- [8] [8] Yusuf, Z A dan Sitepu A H. *Perancangan kapal Wisata Dengan Tenaga Surya Sebagai Energi Alternatif Penggerak Propeller*. Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik UNHAS pada tanggal 5 Desember 2011. Makasaar: Unversitas hasnuddin. 2011
- [9] Bangun, T N C, dkk. *Stabilitas Kapal Ikan Katamaran Sebagai Pengganti Kapal Pursa Seine di Kabupaten Pamekasan Madura Jawa Timur*. ALBACORE. Vol.1 (1) 13-21. 2017.
- [10] Manik, P. dkk. *Studi Perancangan Kapal Katamaran Multifungsi di Kawasan Sungai Banjir Kanal Barat Semarang*. Kapal. 9 (1) 1-57. 2012.