

Perancangan Penggerak Kapal Ikan Multifungsi 10 GT bertenaga *Hybrid* Memanfaatkan Energi Terbarukan

Rahmawati Djunuda^{1*}, Azhar Aras Mubarak¹, Samaluddin¹, Abdul Muhaimin¹, Hariyono²

¹Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Indonesia 93762

²Program Studi Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Kalimantan, Kalimantan Timur, Indonesia 76127

*Korespondensi penulis: samaluddin.sml09@gmail.com

(Received: 30-09-2024; Revised: 06-11-2024; Accepted: 20-11-2024)

Abstract. *Fishermen operating in the waters of Southeast Sulawesi typically use fishing vessels powered by diesel engines. Additionally, the onboard basic electrical needs are met using batteries that must be manually charged, leading to increased time, costs, and workload for the fishermen. Given the vast potential of the region, an in-depth analysis is needed to explore the integration of renewable energy with diesel engines to better support local fishermen. This study aims to develop a design for a 10 GT multifunctional fishing vessel that incorporates a hybrid power system, utilizing solar energy as an alternative electrical energy source in combination with a diesel engine. The creation of this multifunctional vessel design will enable year-round operation by adapting to seasonal changes in Indonesia while maintaining high-quality catch production. The research findings indicate that a 10 GT fishing vessel with a length of 15 meters, width of 5 meters, and a draft of 0.75 meters can be equipped with a 40 PK diesel engine and a 60-volt electric outboard motor. The Compton method yielded a resistance of 9.8 kN and a power requirement of 50.5 kW. The Fung method calculated a resistance of 6.5 kN and a power of 33.3 kW, while the Holtrop method produced a resistance of 5.3 kN and a power of 27.4 kW. The proposed solar energy system for the vessel includes six solar panels, each with a capacity of 250 WP, providing power for both the ship's engine and onboard electrical equipment.*

Keywords: *multifunction ship, hybrid power, renewable energy, diesel motor.*

Abstrak. Nelayan yang beroperasi di perairan Sulawesi Tenggara umumnya menggunakan kapal penangkap ikan yang digerakkan oleh mesin diesel. Selain itu, kebutuhan listrik dasar di kapal dipenuhi menggunakan baterai yang harus diisi secara manual, sehingga menambah waktu, biaya, dan beban kerja bagi para nelayan. Dengan potensi wilayah yang luas, diperlukan analisis mendalam terkait integrasi energi terbarukan dengan mesin diesel untuk mendukung nelayan lokal secara lebih optimal. Penelitian ini bertujuan merancang kapal penangkap ikan multifungsi berkapasitas 10 GT yang menggunakan sistem tenaga hibrida dengan memanfaatkan energi surya sebagai sumber listrik alternatif yang dipadukan dengan mesin diesel. Konsep desain kapal multifungsi ini memungkinkan kapal beroperasi sepanjang tahun dengan menyesuaikan perubahan musim di Indonesia sekaligus menghasilkan tangkapan berkualitas tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapal penangkap ikan berkapasitas 10 GT dengan panjang 15 meter, lebar 5 meter, dan sarat air 0,75-meter dapat dilengkapi dengan mesin diesel berdaya 40 PK serta motor listrik *outboard* bertegangan 60volts. Metode Compton menghasilkan tahanan sebesar 9,8 kN dan kebutuhan daya 50,5 kW. Metode Fung menghasilkan tahanan sebesar 6,5 kN dan daya 33,3 kW, sedangkan metode Holtrop menghasilkan tahanan sebesar 5,3 kN dan daya 27,4 kW. Sistem energi surya yang diusulkan untuk kapal ini mencakup enam panel surya dengan kapasitas masing-masing 250 WP, yang dapat digunakan untuk mengoperasikan mesin kapal dan peralatan listrik di kapal.

Kata kunci: kapal multifungsi, tenaga hibrida, energi terbarukan, motor diesel.

PENDAHULUAN

Nelayan yang beroperasi di perairan Sulawesi Tenggara umumnya menggunakan kapal penangkap ikan dengan menggunakan motor diesel sebagai tenaga penggerak kapal. Selain itu, kebutuhan listrik dasar di atas kapal menggunakan aki yang pengisiannya dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu, biaya dan menambah item pekerjaan nelayan menjadi lebih besar. Dengan potensi wilayah yang besar, perlu adanya analisis mendalam terkait dengan desain kapal ikan multifungsi yang menggunakan energi terbarukan yang dipadukan dengan motor diesel untuk menunjang pekerjaan nelayan setempat. Pada umumnya, penggunaan mesin penggerak di kapal menggunakan mesin generator sebagai sumber untuk mendapatkan energi yang diperlukan [1]. Kapal yang menggunakan generator sebagai penggerak dan sumber penerangan terkendala oleh biaya bahan bakar yang tinggi [2], [3].

Pembangkit listrik di atas kapal tidak hanya bergantung pada mesin diesel sebagai sumber energi, tetapi juga dapat memanfaatkan energi matahari sebagai alternatif [4]. Energi surya dapat memberikan kontribusi yang kuat untuk mengisi daya kapal tanpa perlu investasi pembangkit dan transmisi, hal ini merupakan solusi energi berkelanjutan [5] dan tenaga surya memberikan banyak manfaat [6]. Selain manfaat ekonomi, energi surya menghasilkan pengurangan emisi CO₂ tahunan sebesar 84%, terhadap lingkungannya dan dapat meminimalkan biaya saat berlayar [7], juga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar minyak (BBM) [8], [9].

Pemanfaatan energi surya dapat membawa manfaat positif bagi kelompok nelayan pesisir, diantaranya peningkatan fasilitas kesehatan, perekonomian, pelestarian wilayah setempat, dan menciptakan nelayan yang mandiri [10], sehingga mereka dapat mengurangi biaya dalam melakukan aktivitas penangkapan ikan di laut [11], karena biaya penggunaan panel surya yang lebih terjangkau [12], [4]. Pemanfaatan energi surya menjadi alternatif sumber energi listrik dapat meningkatkan kesehatan serta mengurangi penggunaan energi fosil yang berdampak negatif bagi lingkungan [13]. Energi terbarukan dapat dipilih sebagai energi alternatif untuk kelistrikan pada kapal, untuk mempertimbangkan faktor sosial, teknis, ekonomi dan lingkungan [14]. Diperlukan energi surya sebagai alternatif penyedia energi terbarukan di atas kapal untuk menghemat penggunaan bahan bakar minyak yang digunakan untuk menghidupkan alat listrik, lampu kapal yang dioperasikan di malam hari, dan dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu dalam melakukan operasi penangkapan ikan dan dapat mendukung operasional selama enam jam pada kapal [15].

Teknologi terbarukan juga dapat meningkatkan kualitas produk Karena pada dasarnya rumah tangga nelayan skala kecil merupakan kelompok pengguna laut yang terbesar [16].

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rancangan kapal penangkap ikan ukuran 10 GT dengan menggunakan tenaga *hybrid* yang memanfaatkan energi surya sebagai alternatif penyedia energi listrik dipadukan dengan motor diesel. Dengan membuat desain konsep kapal ikan multifungsi, kapal bisa digunakan sepanjang tahun karena dapat beradaptasi dengan pergantian musim di Indonesia serta hasil tangkapan yang berkualitas.

METODE

Penelitian ini akan dilaksanakan di beberapa daerah yakni di sekitar wilayah Kabupaten Buton Selatan, Kota Bau Bau dan Kabupaten Buton Tengah dengan tujuan mendapatkan informasi yang baik terkait karakteristik wilayah serta kapal nelayan yang digunakan oleh masyarakat setempat khususnya kapal dengan ukuran 10 GT. Selanjutnya, pada tahap analisis data penelitian dilakukan dengan penggambaran desain kapal dengan menggunakan *software autocad* dan perhitungan hambatan, stabilitas serta kondisi hidrostatik kapal menggunakan *software maxsurf*. Setelah itu, model kapal ini dianalisis untuk mendapatkan nilai parameter hidrostatik dari kapal sampel. Kemudian perhitungan potensi matahari perlu dilakukan untuk mengetahui besaran panel surya yang akan

digunakan. Perhitungan potensi matahari menggunakan software PV Watt Controller yang dapat mendeteksi besaran potensi matahari di wilayah yang diinginkan. Selanjutnya dilakukan penentuan daya mesin diesel dan motor listrik yang di gunakan dalam desain berdasarkan hasil perhitungan yang didapatkan. Metode yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data awal dengan melakukan observasi lapangan serta melakukan wawancara langsung kepada nelayan.

Perhitungan potensi matahari perlu dilakukan untuk mengetahui besaran panel surya yang akan digunakan. Selanjutnya dilakukan penentuan daya mesin diesel dan motor listrik yang di gunakan dalam desain berdasarkan hasil perhitungan yang didapatkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Matahari

Potensi matahari dihitung berdasarkan lokasi tempat yang direncanakan. Pada penelitian ini, lokasi pengambilan dilakukan di beberapa daerah yakni di sekitar wilayah Kabupaten Buton Selatan , Kota Bau bau, dan Kabupaten Buton Tengah. Adapun hasil pengukuran potensi matahari pada masing-masing lokasi sesuai gambar 1.

(a)

(b)

(c)

GAMBAR 1. (a). Perhitungan potensi matahari pada kabupaten Buton. (b) Perhitungan potensi matahari pada kabupaten Buton Tengah. (c) Perhitungan potensi matahari pada Bau-bau.

Pada gambar 1 dapat kita lihat bahwa potensi matahari terbesar yang didapatkan pada berbagai lokasi penelitian adalah pada kota Bau bau sebesar 5720 kWh/Year, kemudian

kabupaten Buton tengah sebesar 5639 kWh/Year dan selanjutnya Kabupaten Buton sebesar 5373 kWh/Year.

Kapal Rancangan

Data untuk kapal rancangan dikumpulkan melalui penelitian literatur menggunakan pendekatan *parent design approach*, yang mengambil data dari kapal yang telah dibangun untuk digunakan sebagai referensi atau acuan. Dengan cara tersebut kita dapat mendapatkan ukuran utama kapal yang sesuai dan telah digunakan oleh masyarakat sekitar. Adapun ukuran kapal utama yang didapatkan dari proses pengumpulan data adalah KM Bunga Masi 01 yang berlayar di perairan Bau bau. Ukuran kapal yang kita peroleh seperti tabel 1.

TABEL 1. Data kapal

Parameter	Nilai	Satuan
Panjang	15	M
Lebar	2,5	M
Tinggi	01	M
Sarat	0,75	M
Kecepatan	10	knot

Analisis dilanjutkan dengan menggambar model menggunakan *autocad*, yang digunakan karena sangat mudah untuk menggambar arrangement umum dan detail kapal. Pada rancangan ini, Autocad digunakan untuk membuat desain awal rencana umum kapal, dan hasilnya seperti pada gambar 1.

GAMBAR 2. Penggambaran *General Arrangement Kapal* (Olahan Data, 2024)

Dari gambar 2 dapat kita lihat posisi palka ikan yang telah didesain. Adapun hasil parameter hidrostatis kapal yang didapatkan dari perhitungan *software maxsurf* dapat kita lihat pada Tabel 2.

TABEL 2. Data hidrostatik kapal

Parameter	Value	Unit
Displacement	13,32	T
Volume	12,997	M ³
Draft Amidships	0,75	M
Immersed depth	0,874	M
WL Length	13,993	M
Beam max extents on WL	1,862	M
Wetted Area	56,39	m ²
Max sect. area	1,169	M ²
Waterpl. Area	8,124	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0,795	
Block coeff. (Cb)	0,571	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,718	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,312	
Immersion (TPc)	0,083	tonne/cm
MTc	0,185	tonne.m

Perhitungan Tahanan dan Power Kapal.

Setelah penggambaran rencana umum, dilanjutkan dengan penggunaan software maxsurf untuk menghitung tahanan dan daya mesin kapal. Dalam penelitian ini, digunakan tiga metode yakni Metode Holtrop, Metode Compton, dan Metode Fung. Grafik perbandingan tahanan dengan variasi kecepatan ditunjukkan pada gambar 3.

GAMBAR 3. Grafik perbandingan tahanan dengan kecepatan pada berbagai metode.

Gambar 3 menunjukkan bahwa tahanan meningkat seiring dengan kecepatan, dan peningkatan tahanan relatif stabil sesuai dengan kecepatan. Kekuatan kapal juga cenderung meningkat seiring dengan kecepatan kapal. Gambar 4 menunjukkan perbandingan antara kekuatan dan kecepatan.

GAMBAR 4. Grafik perbandingan power dan kecepatan dengan berbagai metode.

Pada grafik diatas dapat kita lihat bahwa power yang digunakan adalah 27,7 kW pada metode Holtrop. Dengan total power yang dibutuhkan sebesar 27,7 kW maka mesin yang direkomendasikan seperti pada tabel 3.

TABEL 3. Spesifikasi mesin tempel.

Parameter	Keterangan
2-Tak	40 PK
NAMA MESIN	E40GMH
Tipe Mesin	2-silinder
Tinggi Transom	L = 22.5 in
Vokume (isi) Silinder (cm3)	669 cc
Diameter x Langkah	78.0 mm x 70.0 mm
Jangkauan Operasi Maksimum	4500 - 5500 rpm
Perbandingan Kompresi	6.2
Sistem Induksi Bahan Bakar	1 karburator dual throat
Sistem Pengapian	CDI
Konsumsi Bahan Bakar	20.0 l/h @ 5500 r/min
Perbandingan Gigi	2.08 (27/13)
Sistem Pelumas	pre-mix
Metode Trim & Tilt	Manual
Sistem Starter	Manual
Sistem Kemudi	Tongkat Kemudi
Berat	65-71 kg

Perhitungan tahanan dan *power* kapal menggunakan tiga metode perhitungan, yakni metode holtrop, metode compton dan metode fung. Perbandingan hasil analisis masing-masing metode dapat kita lihat pada tabel 4.

TABEL 4. Hasil Perhitungan tahanan dan power masing-masing metode.

Kecepatan	Metode Holtrop		Metode Compton		Metode Fung	
	Tahanan (kN)	Power (kW)	Tahanan (kN)	Power (kW)	Tahanan (kN)	Power (kW)
0	0	0	0	0	0	0
1	0,2	0,088	0	0	0	0
2	0,6	0,633	0	0	0	0
3	1,1	1,672	0,4	0,628	0	0
4	1,5	3,153	0,7	1,458	0,6	1,319
5	2	5,112	1,1	2,94	1,1	2,845
6	2,5	7,647	1,8	5,645	1,7	5,216

7	3	10,974	2,9	10,394	2,6	9,257
8	3,6	14,908	4,2	17,323	3,6	14,838
9	4,2	19,496	6,2	28,507	4,7	21,633
10	5,3	27,477	9,8	50,571	6,5	33,31

Selanjutnya dilakukan perhitungan penggunaan *solar cell* pada kapal yang mampu menjalankan mesin listrik. Dengan power yang dibutuhkan oleh kapal sebesar 27,7 kW dengan kecepatan maksimal 10 Knot. Kapal ikan 10 GT ketika dijalankan menggunakan mesin elektrk didesain pada kecepatan 6 Knot dengan power sebesar 10 kW. maka didesain bangunan atas kapal dengan menggunakan 6 panel tenaga surya dengan kapasitas 250 WP dan dlengkapi dengan baterai penyimpanan yang mampu menampung tenaga surya. Penggunaan *solar cell* di kapal juga diperuntukkan untuk penerangan dan penggunaan listrik ringan diatas kapal. Adapun mesin listrik yang digunakan seperti pada tabel 5.

TABEL 5. Spesifikasi mesin elektrik

Parameter	Keterangan
Voltage	60 Volt
Rotate Speed	4800 r/min
Slug height	505 mm
Machine Size	120 x 520 x 520 mm
Tilt System	Manual
Max Output Power	10 HP
Transmission Ratio	27:13
Propeller Diameter	19 cm
Continue Working	3 h
G.W / NW	27 KGS / 25 KGS

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian penelitian dapat disimpulkan bahwa kapal Ikan 10 GT dengan panjang kapal 15 m, Lebar, 5 m, dan Sarat 0,75 m dilengkapi dengan mesin diesel dengan kekuatan 40 PK serta mesin tempel elektrik dengan tegangan sebesar 60 Volt. Tahanan kapal yang diperoleh sebesar 9,8 kN dengan Power yang dihasilkan sebesar 50,5 kW dengan menggunakan metode Compton. Selanjutnya, tahanan kapal yang dihasilkan dengan menggunakan metode Fung sebesar 6,5 kN dengan Power sebesar 33,3 kW sedangkan perhitungan tahanan kapal dengan menggunakan metode Holtrop menghasilkan tahanan total sebesar 5,3 kN dan Power sebesar 27,4 kW. Adapun solar cell yang bisa digunakan diatas kapal adalah 6 buah panel surya dengan kapasitas 250 WP yang dapat digunakan pada mesin kapal dan peralatan listrik diatas kapal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi melalui kegiatan penelitian Hibah Skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun 2024. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada kepada Rektor Universitas Sembilanbelas November Kolaka dan Kepala LPPM sehingga penelitian ini berjalan sesuai dengan harapan kami.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handoyono, J J. Teknik Kelistrikan Kapal; Ahli Teknik Tingkat III. Jakarta: Buku Maritim Djangkar; 2017

- [2] Sudjasta B, Montrano D, Prayitno S. 2019. Pemanfaatan energi surya pada kapal penangkap ikan 10 GT sebagai sarana pelistrikan alternatif di PPI Cituis Kabupaten Tangerang. *Jurnal ilmiah GIGA*, Vol. 22 (2).
- [3] Budiyarti P, Prayitno T.O, dan Hendrawan A. 2022. Sistem hibrida dalam penyediaan energi di kapal. *Majalah Ilmiah BAHARI Jogja*, Vol 20, No.2. doi <https://doi.org/10.33489/mibj.v20i2.307>
- [4] Habibullah, Hidayat R, dan Anugrah P. 2020. Penerapan panel surya untuk penerangan kapal kelompok nelayan Pantai Jaya, Padang. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*. Vol 1 No. 1. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i1.9>
- [5] Eikeland, Apostoleris, A. Santos, S. Ingebrigtsen, K. Boström, T. & Matteo Chiesa. 2020. Rethinking the role of solar energy under location specific constraints. *Energy* Volume 211, 15 November, 118838
- [6] Nuru, T, Rhoades, J.L. & Sovacool B.K. 2022. Virtue or vice? Solar micro-grids and the dualistic nature of low-carbon energy transitions in rural Ghana. *Energy Research & Social Science*. Volume 83, 102352
- [7] Jaradat, M. Al-Manasreh, M. Juaidi, A. & Agugliaro, M. F. 2024. Renewable process heat from solar thermal: Poultry slaughterhouse processes. *Engineering*. Volume 21, 101968
- [8] Zhang, Y. L. Sun, L. Tianyuan Fan, L. Ma, F. & Xiong, Y. 2023. Speed and energy optimization method for the inland all-electric ship in battery-swapping mode. *Ocean Engineering* Volume 284, 115234
- [9] Wu, Z. & Xia, X. 2018. Tariff-driven demand side management of green ship. *Solar Energy*. Volume 170, Pages 991-1000
- [10] Nugraha A.M.I, 2020. Penggunaan pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber energi pada kapal nelayan. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*. Vol.4 No.2. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2020.Vol.4.No.2.76>
- [11] Kurniawan, R.M. & Suhelmi. 2022. Instalasi dan Penerangan Listrik pada kapal nelayan penangkap ikan Triple Energi terbaru. *lektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*. Volume 12, Number 2. e-ISSN: 2830-3512. p-ISSN: 2086-6933. <https://doi.org/10.47709/elektriese.v12i02.1988>
- [12] Purwoto H. B, Jatmiko, Alimul M, dan Huda F. I. 2018. Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*. Vol. 18 No. 1
- [13] Nugraha, I M A. 2019. Solar Home System Dapat Meningkatkan Kesehatan Masyarakat Desa Ban di Bali. *Bali Health Journal*. Vol. 3 No 1. 2019
- [14] López B M , Diego C A D, Ordoñez R T M. 2024. Chapter 8 - Hybrid generation system based on nonconventional. *Energy Sources for Artisanal Fishing*. Pages 135-157
- [15] Xu Lijie. Ji, Jie. Yuan C, Cai, J. & Dai, L. 2023. Electrical and thermal performance of multidimensional semi-transparent CdTe PV window on offshore passenger ships in moored and sailing condition. *Energy*. Volume 349, 1 November 2023, 121672
- [16] Cohen, P. J. Allison, E. H. Andrew, N. L. Cinner, J. Evans, L. S. Fabinyi, M. Garces, L. R. Hall, S. J. Hicks, C. C. Hughes, T. P. Jentoft, S. Mills, D. J. Masu, R. Mbaru, E. K. & Ratner, B. D. (2019). Securing a just space for small-scale fisheries in the blue economy. *Frontiers in Marine Science*. 6(MAR), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00171>.