

Perancangan Prototipe Kapal Latih Dengan Sistem Penggerak Tenaga Surya Menggunakan Software Solidworks

Mujiono¹, Riyanto², Alvian Demaz Peramutya³, Yafid Effendi⁴ dan Ali Rosyidin⁵

^{1,2,3}Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Banten

Jl. Raya Karang Serang No.1 Ds. Karang Serang Kec. Sukadiri Kabupaten Tangerang

^{3,4}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

Jl. Perintis Kemerdekaan I/33 Cikokol-Tangerang

E-mail: ¹moejiono12@gmail.com

Submitted Date: November 05, 2023

Reviewed Date: November 22, 2023

Revised Date: November 24, 2023

Accepted Date: November 25, 2023

Abstract

Renewable energy in the maritime sector is very necessary, this is done to increase efficiency, especially the use of solar power to convert electrical energy as a propulsion system on training ships. Currently, many training vessels still use petroleum fuel, which of course results in the depletion of fossil fuel reserves. To reduce environmental impacts and the need for petroleum, the use of renewable energy sources, such as solar power, is very important. Utilizing solar power in ship propulsion is a step towards a more sustainable transportation system. Solar power can reduce fuel and maintenance costs. Solar-powered training vessels can be used for training and educational purposes. The aim of this research is to increase energy efficiency and petroleum dependence by applying solar cells as a propulsion system on training ships. Observation method by directly observing the training ship. As well as literature studies as a reference in analyzing calculations and training ship designs using Solidworks software. The results of this research show that the number of solar cells is 18 panels, each panel produces 114 WP of power, and the power produced by the solar cells is 2592 W.

Keywords: renewable energy, solar cells, power, training ships

Abstrak

Energi terbarukan pada bidang maritim sangatlah diperlukan, hal ini dilakukan untuk peningkatan efisiensi, khususnya penggunaan tenaga surya merubah energi listrik sebagai sistem penggerak pada kapal latih. Saat ini kapal latih masih banyak menggunakan bahan bakar minyak bumi, tentunya berakibat menipisnya cadangan bahan bakar fosil. Untuk mengurangi dampak lingkungan dan kebutuhan minyak bumi, penggunaan sumber energi terbarukan, seperti tenaga surya, menjadi sangat penting. Pemanfaatan tenaga surya dalam penggerak kapal adalah langkah menuju sistem transportasi yang lebih berkelanjutan. Tenaga surya dapat mengurangi biaya bahan bakar dan pemeliharaan. Kapal latih dengan tenaga surya dapat digunakan untuk tujuan pelatihan dan pendidikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk efisiensi energi dan ketergantungan minyak bumi dengan mengaplikasikan surya cell sebagai sistem penggerak pada kapal latih. Metode observasi dengan melakukan pengamatan secara langsung kapal latih. Serta studi literatur sebagai referensi dalam menganalisa perhitungan dan desain kapal latih dengan menggunakan software Solidworks. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah surya cell 18 panel, tiap panel menghasilkan daya 114 WP, dan daya yang dihasilkan oleh surya cell adalah 2592 W.

Kata kunci: energi terbarukan, surya cell, daya, kapal latih

I. Pendahuluan

Negara kepulauan terbesar di dunia adalah Indonesia, menempati letak strategis disebabkan antara dua samudera yaitu Samudera Hindia dan Pasifik merupakan jalan perdagangan se Asia Pasifik yang terdapat kuranglebih tujuh puluh titik pertukaran global. Indonesia pada garis

pantai palingpanjang di dunia. Indonesia berpotensi besar dalam persaingan industri pelayaran global, khususnya perusahaan perkapalan. Tetapi faktanya industri maritim Indonesia sedang kesulitan dalam persaingan global (Prasetyo, Ma'ruf, & Sulisetyono, 2016).

Angkutan perkapalan merupakan pengangkutan dan pemindahan barang dan penumpang menggunakan kapal (UU RI No. 17, 2008). kapal merujuk kepada kendaraan air yang lebih besar dan dirancang untuk berlayar di laut atau perairan besar. Kapal laut dapat digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk transportasi barang dan orang, penelitian laut, atau keperluan militer yang perlu dikembangkan (Perindustrian Kementerian Republik Indonesia, 2007).

Isu perubahan iklim akibat efek rumah kaca mendorong berbagai pihak untuk mencoba mengurangi emisi dalam pemenuhan energi.

Di sektor maritim, International Maritime Organization (IMO) telah mengadopsi langkah-langkah yang diperlukan dalam pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) dari perkapalan global di bawah perjanjian pencegahan polusi IMO. Selain Karbon Oksida (CO₂), statistik menunjukkan bahwa emisi pembakaran lainnya Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur Oksida (SO_x) dan Partikulat (PM) terjadi peningkatan secara signifikan dalam tahun-tahun sebelumnya, karena peningkatan pesat transportasi laut. Penting bagi industri perkapalan untuk mengetahui energi jernih yang tersedia untuk mengurangi emisi GRK (Zakiah & Selasdini, 2023).

Perkembangan teknologi energi terbarukan untuk industri kelautan saat ini sudah sangat maju, khususnya penggunaan energi surya pada kapal. Namun di Indonesia pun, jumlah orang yang menerapkannya masih sangat terbatas. Saat ini banyak sekali jenis energi terbarukan yang terutama digunakan sebagai bahan bakar, harganya semakin tinggi dan cadangan yang ada di bumi semakin berkurang. Oleh karena itu, penggunaan energi terbarukan untuk menghasilkan listrik menggunakan sel surya sangat diperlukan.

Manfaat menggunakan sel surya adalah tidak mencemari lingkungan, menghemat bahan bakar fosil. Dalam proses perkembangannya, sumber energi ini telah

banyak diterapkan di banyak tempat, misalnya pada penerangan jalan yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik sebagai penerangan jalan saat malam hari.

Solidworks merupakan perangkat lunak yang sangat populer dan kuat yang digunakan untuk desain produk, pemodelan 3D, simulasi, dan dokumentasi teknis. Perangkat lunak ini dikembangkan oleh Dassault System dan banyak digunakan di berbagai industri termasuk manufaktur, teknik, desain produk, otomotif, kesehatan, dan banyak lainnya. Software ini digunakan untuk membuat model 3D dan simulasi.

Pemanfaatan energi terbarukan pada bidang maritim, khususnya penggunaan solar cell pada kapal di Indonesia sangatlah sedikit. Hal ini perlu dikembangkan guna peningkatan efisiensi energi. Efisiensi energi ini salah satunya pengembangan solar cell untuk menghasilkan listrik untuk penggerak kapal sebagai energi alternatif karena menipisnya bahan bakar fosil dan semakin mahal harganya (A Zamista, 2017). Sumber energi alternatif merupakan sumber bersih, ramah lingkungan dan tidak terbatas. Untuk sifat-sifat ini, sumber-sumber ini dianggap sebagai metode yang dapat diterapkan oleh kapal dalam menanggapi pengurangan emisi gas. Oleh karena itu, kajian tersebut terkait dengan pemanfaatan sumber alternatif pada kapal laut seperti tenaga surya (Wang, Oguz, Jeong, & Zhou, 2019) dan (Tang, 2017), angin (Ionescu, Szava, Vlase, Ivanoiu, & Munteanu, 2015), tenaga ombak (Alujević, Čatipović, Malenica, Senjanović, & Vladimir, 2019) dan fuel cell (Inal & Deniz, 2020) dilakukan baik dalam sistem hybrid (Alfonsín, Suarez, Cancela, Sanchez, & Maceiras, 2014).

Dewasa ini, teknologi pemanfaatan energi terbarukan seperti energi surya, lepas pantai tenaga angin dan sel bahan bakar meningkat pesat, promosi dan penerapan energi terbarukan laut telah menjadi tren yang tidak terhidari terutama di kapal (Hank dkk., 2020) dan (Hadžić, Kozmar, & Tomić, 2018). Radiasi matahari merupakan sumber energi utama di permukaan bumi dengan

jumlah energi yang besar untuk kapal dengan pemasangan solar cell (Zereshkian & Mansoury, 2021).

Karatuğ & Durmuşoğlu, 2020 meneliti desain sistem solar photovoltaic dan analisa estimasi performa pada kapal. studi mereka menunjukkan efisiensi energi 7,38% masih dibutuhkan bahan bakar untuk mulai peralatan oleh desain solar. Selain itu, investasi solar adalah dianalisis di bawah tiga indikator ekonomi yang berbeda dan ternyata menguntungkan secara ekonomi untuk diimplementasikan pada kapal. Sardi, Pulungan, Risfendra, & Habibullah, 2020 mengusulkan teknologi surya cell sebagai generator sistem penerangan kapal nelayan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa panel surya mempunyai kapasitas 200 Wp, tegangan keluaran sekitar 29,50 V, dan arus keluaran umumnya 3,01 A.

Penelitian ini difokuskan pada desain prototype kapal latih dengan menggunakan sistem penggerak tenaga surya sebagai penerapan energi terbarukan dengan menggunakan software solidworks.

II. Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur meliputi teori yang berkaitan dengan desain kapal latih, serta artikel dan studi lapangan.

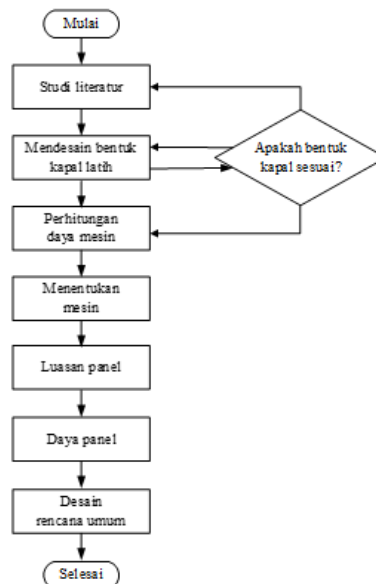
2. Merancang kapal latih

Pada tahapan ini mendesain kapal latih dengan menggunakan bantuan software Solidworks. Merancang kapal latih melibatkan beberapa tahap yang kompleks dan melibatkan berbagai aspek teknis, fungsional, dan keamanan. Menghitung daya dilakukan secara teoritis, berdasarkan referensi dari buku maupun artikel ilmiah bereputasi.

3. Kebutuhan luasan panel surya yang akan dipasang

Luasan panel surya didasarkan pada perhitungan kebutuhan daya output dari motor listriknya.

Prosedur dalam penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

III. Hasil dan Pembahasan

Pada analisa perancangan prototipe kapal latih dengan sistem penggerak tenaga surya menggunakan software solidworks, melalui beberapa tahapan dari dimensi yang

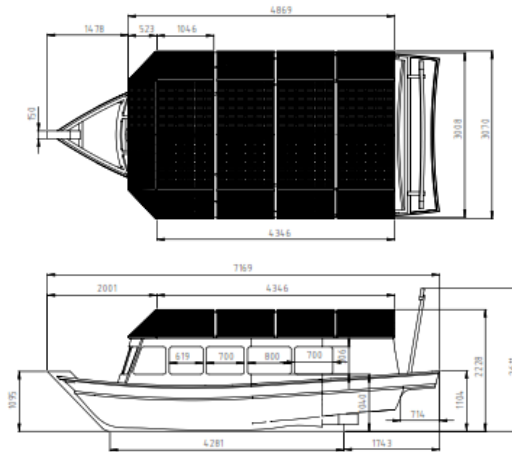
direncanakan, kebutuhan daya motor, kebutuhan baterai, daya output surya cell.

1. Dimensi Kapal Latih

Perancangan dalam penelitian ini adalah mendesain bentuk kapal latih. Data dimensi kapal latih dengan Panjang (l) : 7 m, Lebar (b) : 3 m

dan Tinggi (t) : 1 m.

Dalam perancangan kapal latih ini menggunakan software Solidworks yang diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kapal Latih

2. Luas Panel Surya

Untuk mendapatkan daya maksimal dalam pemasangan panel surya diatur semaksimal mungkin pada posisi bagian kapal yang terkena sinar matahari. Dalam menentukan jenis dan ukuran panel surya, harus mempertimbangkan ukuran panel surya dan daya. Penentuan panel surya sebaiknya mempunyai keluaran semaksimal mungkin dengan

luas permukaan terkecil agar dapat dipasang dengan baik pada kapal dengan luas permukaan terbatas.

Dalam perhitungan daya maksimum panel surya kapal latih, Daya maksimal = $\sum \text{panel} \times (\text{daya} / \text{panel})$. Untuk pemilihan kebutuhan daya panel surya diperlihatkan pada Tabel 1

Tabel 1. Rasio Daya Panel Surya

No.	Solar Maker	Dimensi (mm)	Daya (Watt)	Jumlah	Total Daya
1	Solbian flexCP140L	1523 x 676	144	18	2592
2	Solbian flexCP140Q	1046 x 996	144	18	2592
3	Solbian flexSP112Q	855 x 800	112	30	3360
4	Solbian flexSP125	1365 x 546	125	25	3125
5	Astronergy CHSM 6612P-305	1956 x 994	304	10	3040

(Sumber: Ridla Adlin, 2014)

Pada Tabel 1 didapatkan spesifikasi panel surya yang sesuai dengan desain kapal

latih ini adalah dengan pemilihan tipe Solbian flexCP140Q dengan spesifikasi (Tabel 2).

Tabel 2. Spesifikasi Solbian flexCP140Q

Peak Power (+/-5%) - Pmax	144 W
Rated Voltage - Vmp	18 V
Rated Current - Imp	8 A
Open Circuit Voltage - Voc	23 V
Short Circuit Current - Isc	8.5 A
Temp. coeff. Pmax	-0.43%/°C

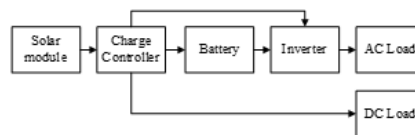
Temp. coeff. Voc	-0.33%/°C
Temp. coeff. Isc	0.05%/°C
Length	41.18" (1046 mm)
Width	39.21" (996 mm)
Thicckness	0.079" (2 mm)
Weight	5.73 lbs (2.6 kg)
Num. of cells	36

(sumber: <https://www.ervsolar.com/Solbian-144W-Flexible-Solar-Panel-CP140Q>, 2 Oktober 2023, jam 07.00 WIB)

3. Desain Sistem Penggerak

Desain surya cell menggunakan motor listrik dan otto pada kapal latih, penggeraknya berupa 2 motor tempel yang digunakan meliputi motor listrik dan otto. Surya cell menghasilkan sumber

energi listrik sebagai yang dihubungkan ke motor tempel listrik. Sedangkan pada motor tempel otto sumber energinya didapatkan dari bahan fosil yaitu bensin. Diagram sistem surya cell ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sistem surya cell

a. Mendesain rangkaian panel

Desain surya cell dengan luaran gabungan panel disesuaikan dengan

kebutuhan motor listrik. Motor listrik yang digunakan adalah merek Aqua (Gambar 4) dengan spesifikasi pada Tabel 3.



Gambar 4. Spesifikasi motor listrik

Tabel 3 Spesifikasi motor listrik

Green Power AB13R and T	:	
Transsom hight	:	20 inch
Nominal voltage	:	48/51 volts
Current max. AGM/ Lithium	:	240/300 Amp
Power output AGM/Li Battery	:	10/13 kW
Battery System	:	48v agm/51V Li Ion
Plug connection type	:	SBE 320
Cabletype for remot installation	:	C2
Weight	:	52 kg
Propeller size	:	9,25 bis 10 Zoll
Thrust with standard propeller	:	112 da N/135 da N
Thrust with thrust propeller	:	123 da N/148 da N
Maximum speed	:	23 Knots
Range of use	:	Lakes, coast, rivers-suitable for salt water use

Agar motor listrik bisa beroperasi dengan baik, dengan menggunakan voltage: 48 V, current max 240 A.

Rangkaian seri dan paralel sebagai berikut:

Total rangkain seri menggunakan rumus, panel 1 seri = V motor per tegangan surya panel = 2 panel. Dua panel seri diparalel dirancang dengan 5 panel seri lainnya total 1 set rangkaian modul 10 panel. Jumlah rangkain modul= 3 set. Total rangkain modul ada 3. 1 output 1 modul=30 A, I output total = 90 A

b. Charge controller

Arus yang kurang stabil dihasilkan oleh surya cell. Untuk menstabilkan arus listrik digunakan charger controller. Dalam desain ini, pengisi daya dihubungkan ke sirkuit surya Lubang-

Tabel 4. Speisifikasi charger controller

Merk	: Tristar MPPT (TS-MPPT-45)
Max Battery Current	: 45 Ampere
Nominal Solar Input	: 48 Volt
Battery Operating Volts	: 8 – 72 Volt DC
Self Consumption	: 2.7 Watt

Satu cherge controller dapat mencakup 10 surya cell yang dirancang paralel dan seri. Total charger = 3 unit. Arus output cherge controller I = 30 A, arus output totalnya = 90 A. daya maksimal yang diharislkan charger controller = Daya (P) = 4320.

c. Sistem baterai

Kebutuhan pengisian daya agar berfungsi dengan baik, maka perlu dilakukan penyesuaian konfigurasi baterai. Surya cell menghasilkan energi yang disimpan didalam baterai.

Surya cell menghasilkan daya 3360 W. Asumsi menggunakan daya 80% dari daya sebenarnya. $80\% \times 3360W = 2688$ W. Penggunaan motor dengan tegangan 48 V, pada tegangan 12 V.

Baterai disusun seri 4 buah, maka total baterai $3 \times 4 = 12$ unit.

Tabel 5. Spesifikasi mesin

Spec	: Honda Outboard Engine BF115
Stroke	: 4 (four stroke)
Power	: 115 hp (85.76 kW) @5250 rpm
RPM	: 4500-6000 rpm
Jumlah motor	: 2 buah

lubang tersebut harus disesuaikan dengan arus, tegangan dan Daya yang sesuai dengan kebutuhan charger. Arusnya sebesar 30A pada rangkaian modul surya. Untuk Saat memilih pengisi daya, 25% arus biasa ditambahkan untuk memastikan kapasitas. Surya Cell menghasilkan tenaga lebih besar dari sebelumnya. Maka arus minimal yang digunakan adalah $30 A + (30 A \times 0,25) = 37,5 A$. perancangan ini menggunakan charger controller dengan spesifikasi ditunjukkan pada Tabel 4.

d. Inverter

Surya cell menghasilkan arus DC. Inverter dipakai sebagai pengubah arus DC ke AC. Rumus perhitungan inverter, $\Sigma_{Inverter} = \text{Daya inverter} = 3360/3500 = 1$, maka jumlah inverter sebanyak 1 unit.

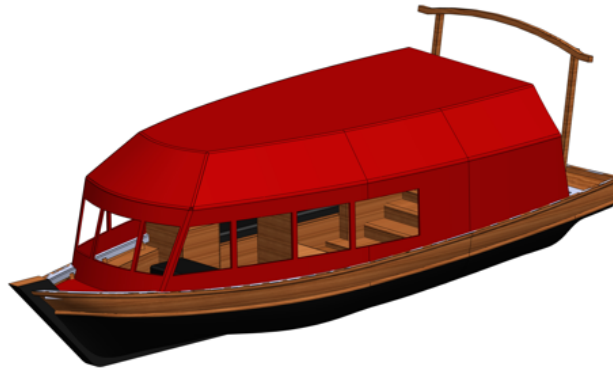
e. Menentukan motor

Pada perancangan ini kendaraan dirancang menggunakan 2 kecepatan minimal dan maksimal. Untuk kecepatan minimal irancang dengan kecepatan 6 knot menggunakan tenaga surya sel dengan motor listrik sesuai perhitungan dan desain Pertama. Perkiraan kecepatan dalam kondisi kecepatan tinggi 24 knot daya yang dibutuhkan adalah 150 kW.

Spesifikasi mesin Otto yang beredar di pasaran adalah Honda dengan spesifikasi (Tabel 5) sebagai berikut:

4. Desain Kapal Latih

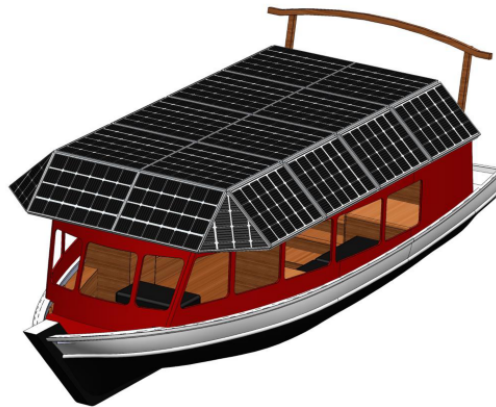
Pada tahapan desain kapal latih secara umum ditunjukkan pada Gambar 5 dibawah ini.



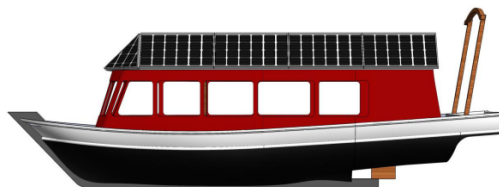
Gambar 5. Kapal Latih isometric

Pada tahap ini pemasangan surya cell pada kapal latih diletakkan pada atap kapal dan disamakan dengan luas kapal.

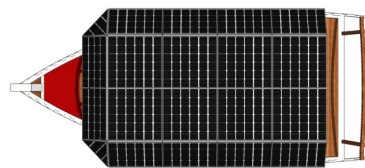
Kapal latih dengan pemasangan surya cell diperlihatkan pada Gambar 6 sampai dengan Gambar 8 sebagai berikut.



Gambar 6. Kapal Latih Surya Cell isometric



Gambar 7. Kapal Latih pandangan depan



Gambar 8. Kapal Latih pandangan Atas

IV. Kesimpulan

Penelitian desain kapal latih dengan menggunakan surya cell dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Surya cell yang dipasang sebanyak 18 panel, tiap panel menghasilkan daya 114 WP.
2. Surya cell menghasilkan daya 2592 W
3. Pada kecepatan maksimum 24 knot membutuhkan daya 150 kW dan ditambah motor otto.

Ucapan terimakasih

Penelitian ini hasil dari kerjasama politeknik pelayaran banten dengan prodi teknik mesin FT UMT. Kami ucapkan banyak terima kasih kepada LPPM poltekel banten yang telah memberikan dana penelitian ini, dan juga LPPM UMT yang telah mensupport penelitian ini

Daftar pustaka

- A Zamista, A. (2017). Perancangan Solar Cell untuk Kebutuhan Energi Listrik pada Kapal Nelayan. *Jurnal Unitek*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.52072/unitek.v10i1.66>
- Alfonsín, V., Suarez, A., Cancela, A., Sanchez, A., & Maceiras, R. (2014). Modelization of hybrid systems with hydrogen and renewable energy oriented to electric propulsion in sailboats. *International Journal of Hydrogen Energy*, 39(22), 11763–11773. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.05.104>
- Alujević, N., Čatipović, I., Malenica, Senjanović, I., & Vladimir, N. (2019). Ship roll control and power absorption using a U-tube anti-roll tank. *Ocean Engineering*, 172(September 2018), 857–870. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.12.007>
- Hadžić, N., Kozmar, H., & Tomić, M. (2018). Feasibility of investment in

renewable energy systems for shipyards. *Brodogradnja*, 69(2), 1–16. <https://doi.org/10.21278/brod69201>

- Hank, C., Sternberg, A., Köppel, N., Holst, M., Smolinka, T., Schaadt, A., ... Henning, H. M. (2020). Energy efficiency and economic assessment of imported energy carriers based on renewable electricity. *Sustainable Energy and Fuels*, 4(5), 2256–2273. <https://doi.org/10.1039/d0se00067a>
- Inal, O. B., & Deniz, C. (2020). Assessment of fuel cell types for ships: Based on multi-criteria decision analysis. *Journal of Cleaner Production*, 265, 121734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121734>
- Ionescu, R. D., Szava, I., Vlase, S., Ivanoiu, M., & Munteanu, R. (2015). Innovative Solutions for Portable Wind Turbines, Used on Ships. *Procedia Technology*, 19, 722–729. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2015.02.102>
- Karatuğ, Ç., & Durmuşoğlu, Y. (2020). Design of a solar photovoltaic system for a Ro-Ro ship and estimation of performance analysis: A case study. *Solar Energy*, 207(July), 1259–1268. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.07.037>
- Perindustrian Kementerian Republik Indonesia. (2007). *Kemampuan Industri Perkapalan Nasional Dalam Menghadapi Persaingan Global*. Diambil dari <https://kemenperin.go.id/artikel/476/Kemampuan-Industri-Perkapalan-Nasional-Dalam-Menghadapi-Persaingan-Global>
- Prasetyo, T., Ma'ruf, B., & Sulisetyono, A. (2016). *Analisis Pengembangan Industri Komponen Kapal Dalam Negeri (Taufan Prasetyo, Buana Ma'ruf, Aries Sulisetyono)*. 39–46.
- Sardi, J., Pulungan, A. B., Risfendra, R., & Habibullah, H. (2020). Teknologi Panel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Untuk Sistem Penerangan Pada

- Kapal Nelayan. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 7(1), 21–26. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v7i1.794>
- Tang, R. (2017). Large-scale photovoltaic system on green ship and its MPPT controlling. *Solar Energy*, 157(August), 614–628. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.08.058>
- UU RI No. 17. (2008). *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran* (hal. 1–205). hal. 1–205.
- Wang, H., Oguz, E., Jeong, B., & Zhou, P. (2019). Life cycle and economic assessment of a solar panel array applied to a short route ferry. *Journal of Cleaner Production*, 219, 471–484. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.124>
- Zakiah, D., & Selasdini, V. (2023). Solar and Wind Energy for Ship Power System, Current Status and Future Prospect. *Jurnal Maritim Malahayati (JuMMA)*, 4(1), 7–15. Diambil dari <https://www.eco-business.com/news/bali->
- Zereshkian, S., & Mansoury, D. (2021). A study on the feasibility of using solar radiation energy and ocean thermal energy conversion to supply electricity for offshore oil and gas fields in the Caspian Sea. *Renewable Energy*, 163, 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.08.111>