

**ANALISIS TEKNO-EKONOMI SISTEM *HYBRID FLOATING*
SOLAR PHOTOVOLTAIC DAN *WAVE ENERGY* DI WILAYAH
PANTAI PULAU JAWA**



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik pada Program Studi Teknik Elektro

Oleh:

Fajar Dwi Raditya

E.5051.2102277

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

**ANALISIS TEKNO-EKONOMI SISTEM *HYBRID FLOATING*
SOLAR PHOTOVOLTAIC DAN *WAVE ENERGY* DI WILAYAH
PANTAI PULAU JAWA**

Oleh:

Fajar Dwi Raditya

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Elektro pada Program Studi Teknik Elektro.

© Fajar Dwi Raditya

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2025

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lain tanpa izin dari penulis

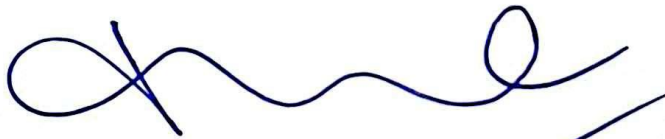
LEMBAR PENGESAHAN

FAJAR DWI RADITYA

**ANALISIS TEKNO-EKONOMI SISTEM *HYBRID FLOATING*
SOLAR PHOTOVOLTAIC DAN *WAVE ENERGY* DI WILAYAH
PANTAI PULAU JAWA**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Dosen Pembimbing

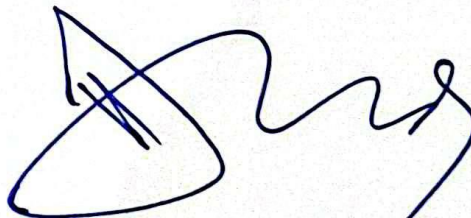


Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, S.Pd., M.Si.

NIP. 19721113 199903 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Didin Wahyudin, S.Pd., M.T., Ph.D.

NIP. 19760827 200912 1 001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Dengan ini, saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Analisis Tekno-Ekonomi Sistem *Hybrid Floating Solar Photovoltaic* dan *Wave Energy* di Wilayah Pantai Pulau Jawa” beserta semua isinya merupakan hasil karya saya sendiri. Saya menegaskan bahwa tidak ada tindakan penjiplakan/plagiarisme dari karya orang lain atau pengutipan yang melanggar etika ilmu pengetahuan dalam masyarakat keilmuan.

Saya bersedia menerima konsekuensi atau sanksi jika nantinya ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau terdapat klaim dari pihak terkait orisinalitas karya saya ini.

Bandung, Agustus 2025

Yang membuat pernyataan,



Fajar Dwi Raditya

NIM. 2102277

KATA PENGANTAR

Segala puji serta rasa syukur senantiasa dipanjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Tekno-Ekonomi Sistem *Hybrid Floating Solar Photovoltaic* dan *Wave Energy* di Wilayah Pantai Pulau Jawa”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.

Dalam proses penyelesaian skripsi ini penulis menyadari bahwa tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak baik secara moral maupun materiil. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Suyitno dan Ibu Sri Rejeki selaku orang tua penulis yang selalu mendoakan dan memberikan segala bentuk dukungan kepada penulis.
2. Rio Prananda Aditya, S.Tr.Stat. dan Triya Safira Nariswari selaku kakak dan adik beserta keluarga penulis yang selalu memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
4. Bapak Didin Wahyudin, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku dosen wali yang telah membantu perkuliahan selama 8 semester dan selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Seluruh staf dan dosen Program Studi Teknik Elektro FPTI UPI yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, serta wawasan yang luas dan bermanfaat kepada penulis.
6. Teman dekat penulis, yaitu Abiya, Azumah, Nanda, Rizky, dan Salma yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

7. Rekan-rekan Gaffar Cluster 12, yaitu Fahrul, Raihanah, Zalfa, Ridwan Septiyadi, Farsha, Mita, Lawudza, Neneng, Krisnaldi, Ridwan Riswana, Dasep, Irsyad, dan Arya yang telah memberikan dorongan dan dukungan dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.
8. Seluruh rekan kelas TE-01 dan TE-TTE angkatan 2021 yang telah memberikan banyak kenangan dan cerita bagi penulis selama masa perkuliahan.
9. Seluruh rekan pimpinan HME FPTI UPI periode 2023-2024 yang telah memberikan pengalaman, pembelajaran, dan kenangan berorganisasi selama masa kuliah.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat serta wawasan baru, khususnya untuk penulis dan umumnya untuk seluruh pembaca.

Bandung, Agustus 2025

Penulis

ABSTRAK

Permasalahan global tentang ketergantungan masyarakat pada energi fosil mendorong diperlukannya inovasi energi terbarukan seperti sistem *Floating Solar Photovoltaic* (FPV). Akan tetapi, kinerja dari sistem FPV saja sangat dipengaruhi oleh perubahan iradiasi matahari sehingga *output* daya yang dihasilkan tidak dapat diprediksi, dan hanya mampu beroperasi ketika siang hari saja. Untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi dari sistem FPV, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis secara teknis dan ekonomi dari sistem FPV yang dihibrida dengan *Wave Energy Converter* (WEC) berskala kecil di wilayah pantai Pulau Jawa. Metode penelitian ini dilakukan melalui simulasi menggunakan *software* HOMER pada empat lokasi penelitian, yaitu Pantai Jember, Tuban, Sukabumi, dan Indramayu yang merepresentasikan pantai utara dan selatan Pulau Jawa. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem di Pantai Jember memiliki nilai *Net Present Cost* (NPC) terendah sebesar \$92.443 dan *Cost of Energy* (COE) sebesar \$0,0993/kWh, menjadikannya lokasi paling layak secara ekonomi. Sementara itu, lokasi Pantai Indramayu menunjukkan produksi energi tertinggi namun memiliki biaya paling besar dan persentase *output* yang hanya didominasi oleh FPV. Analisis sensitivitas terhadap perubahan variabel sumber daya energi mengonfirmasi bahwa sistem di Pantai Jember tetap tangguh secara teknis dan ekonomis. Penelitian ini membuktikan bahwa sistem HFPV-WV memiliki potensi besar khususnya di wilayah pantai selatan Pulau Jawa.

Kata Kunci: *Floating Solar Photovoltaic*, *Wave Energy*, Energi Terbarukan, HOMER, Analisis Tekno-Ekonomi

ABSTRACT

Global issues surrounding society's dependence on fossil fuels have driven the need for renewable energy innovations such as Floating Solar Photovoltaic (FPV) systems. However, the performance of standalone FPV systems is greatly affected by changes in solar irradiation, resulting in unpredictable power output and limiting operation to daytime hours only. To enhance the reliability and efficiency of FPV systems, this study aims to design and analyze the technical and economic aspects of an FPV system hybridized with a small-scale Wave Energy Converter (WEC) in coastal areas of Java Island. The research method involves simulations using the HOMER software at four study locations: Jember Beach, Tuban Beach, Sukabumi Beach, and Indramayu Beach, which represent the northern and southern coasts of Java Island. The simulation results indicate that the system at Jember Beach has the lowest Net Present Cost (NPC) of \$92,443 and a Cost of Energy (COE) of \$0.0993/kWh, making it the most economically viable location. Meanwhile, the Indramayu Beach location shows the highest energy production but has the highest costs and an output percentage dominated solely by FPV. Sensitivity analysis of changes in energy resource variables confirms that the system at Jember Beach remains technically and economically robust. This study demonstrates that the HFPV-WV system has great potential, particularly in the southern coastal region of Java Island.

Keywords: *Floating Solar Photovoltaic, Wave Energy, Renewable Energy, HOMER, Techno-Economic Analysis*

DAFTAR ISI

HALAMAN HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Floating Solar Photovoltaic (FPV)</i>	5
2.2 <i>Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources (HOMER)</i>	5
2.3 Tekno-Ekonomi	6
2.3.1 <i>Net Present Cost (NPC)</i>	6
2.3.2 <i>Cost of Energy (COE)</i>	7
2.3.3 <i>Renewable Fraction (RF)</i>	7
2.4 Penelitian Terdahulu Sistem HFPV-WV	8
BAB III METODE PENELITIAN	10
3.1 Prosedur Penelitian	10
3.2 Lokasi Penelitian	11
3.3 Metode Pengolahan Data	13

3.4	Pengumpulan Data	14
3.4.1	Data Beban Listrik Harian.....	14
3.4.2	Potensi Energi Surya	14
3.4.3	Potensi Energi Gelombang Laut.....	15
3.5	Konfigurasi Sistem Pembangkitan.....	18
3.5.1	Panel Surya	19
3.5.2	<i>Wave Energy Converter</i>	19
3.5.3	Baterai.....	20
3.5.4	Konverter	20
3.5.5	Faktor <i>Economics</i> dan <i>Constraints</i>	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Temuan Penelitian	22
4.1.1	Analisis Aspek Teknis.....	22
4.1.2	Analisis Aspek Ekonomi	25
4.1.3	Analisis Sensitivitas.....	28
4.2	Pembahasan Penelitian.....	30
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		33
5.1	Simpulan	33
5.2	Saran	34
DAFTAR PUSTAKA		35
LAMPIRAN.....		40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	10
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian (a) Wilayah Pantai Jember, (b) Wilayah Pantai Tuban, (c) Wilayah Pantai Sukabumi, dan (d) Wilayah Pantai Indramayu	12
Gambar 3.3 Diagram Alir Analisis HOMER.....	13
Gambar 3.4 Profil Beban Listrik.....	14
Gambar 3.5 Data Rata-Rata Bulanan GHI di Lokasi Penelitian.....	15
Gambar 3.6 Data Rata-Rata Bulanan Temperatur di Lokasi Penelitian	15
Gambar 3.7 Data <i>Significant Wave Height</i> di Lokasi Penelitian	16
Gambar 3.8 Data <i>Mean Wave Period</i> di Lokasi Penelitian	16
Gambar 3.9 Data <i>Wave Speed</i> sebagai <i>resource</i> HOMER	17
Gambar 3.10 Konfigurasi Sistem HFPV-WV pada HOMER.....	18
Gambar 4.1 Produksi Listrik Bulanan Sistem HFPV-WV di Lokasi Penelitian (a) Pantai Jember, (b) Pantai Tuban, (c) Pantai Sukabumi, dan (d) Pantai Indramayu	25
Gambar 4.2 Dampak Perubahan Variabel Sensitivitas terhadap Produksi Listrik Tahunan.....	29
Gambar 4.3 Dampak Perubahan Variabel Sensitivitas terhadap NPC dan COE..	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	8
Tabel 3.1 Koordinat Geografis Lokasi Penelitian.....	11
Tabel 3.2 Spesifikasi Teknis Panel Surya	19
Tabel 3.3 Spesifikasi Teknis <i>Hydrokinetic</i>	19
Tabel 3.4 Spesifikasi Teknis Baterai.....	20
Tabel 3.5 Spesifikasi Teknis Konverter	20
Tabel 3.6 Faktor <i>Economics</i> dan <i>Constraints</i>	20
Tabel 4.1 Hasil Teknis dari Sistem HFPV-WV	22
Tabel 4.2 Hasil Aspek Ekonomi dari Sistem HFPV-WV	26
Tabel 4.3 Rentang Variabel Sensitivitas	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. SK Dosen Pembimbing Skripsi	40
Lampiran 2. Hasil Analisis Sensitivitas pada HOMER	41
Lampiran 3. Data <i>Global Horizontal Irradiation</i> (GHI).....	43
Lampiran 4. Data Temperatur	44
Lampiran 5. Data <i>Significant Wave Height</i>	45
Lampiran 6. Data <i>Mean Wave Period</i>	46
Lampiran 7. Data <i>Wave Speed</i> untuk <i>Resource</i> HOMER.....	47

DAFTAR SINGKATAN

A	: Luas penampang
AC	: <i>Alternating Current</i>
C _{ta}	: Total biaya tahunan
CMEMS	: Copernicus Marine Service
COE	: <i>Cost of Energy</i>
CRF(<i>i,n</i>)	: Faktor pemulihan modal
DAV	: <i>Data Access Viewer</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
E _S	: Total energi yang dihasilkan per tahun
E _L	: Total energi yang digunakan
E _{non-ren}	: Proporsi energi sistem pembangkit tak terbarukan
<i>f</i>	: Tingkat inflasi tahunan
FPV	: <i>Floating Solar Photovoltaic</i>
g	: Percepatan gravitasi
GHI	: <i>Global Horizontal Irradiance</i>
HFPV-WV	: <i>Hybrid Floating Solar Photovoltaic dan Wave Energy</i>
HOMER	: <i>Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources</i>
H _s	: Tinggi gelombang signifikan
<i>i</i>	: Suku bunga tahunan
<i>i'</i>	: Suku bunga nominal
L	: Diameter rotor
LCOE	: <i>Levelized Cost of Energy</i>
NPC	: <i>Net Present Cost</i>
NREL	: <i>National Renewable Energy Laboratory</i>
O&M	: <i>Operational and Maintenance</i>
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
POWER	: <i>Prediction of Worldwide Energy Resources</i>
ρ	: Densitas air laut
P _w	: Daya gelombang laut

P_{wec}	: Daya wave energy converter
RF	: Renewable Fraction
T	: Periode gelombang rata-rata
V	: Kecepatan gelombang
WEC	: Wave Energy Converter
WH	: Wave Height
WS	: Wave Speed
η_{hy}	: Efisiensi hydrokinetic
η_{wec}	: Efisiensi wave energy converter

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, M., & Devraj, S. (2019). Floating solar photovoltaic (FSPV): a third pillar to solar PV sector. *New Delhi, India: The Energy and Resources Institute*. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.33529.68965>
- Arévalo, P., Benavides, D., Lata-García, J., & Jurado, F. (2020). Energy control and size optimization of a hybrid system (photovoltaic-hidrokinetic) using various storage technologies. *Sustainable Cities and Society*, 52(August 2019), 101773. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101773>
- BI. (2025). *Bank Indonesia*. Diakses dari <https://www.bi.go.id/id/default.aspx>
- Cazzaniga, R., Cicu, M., Rosa-Clot, M., Rosa-Clot, P., Tina, G. M., & Ventura, C. (2018). Floating photovoltaic plants: Performance analysis and design solutions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(September 2016), 1730–1741. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.269>
- Cazzaniga, R., Rosa-Clot, M., Rosa-Clot, P., & Tina, G. M. (2019). Integration of PV floating with hydroelectric power plants. *Heliyon*, 5(6), e01918. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01918>
- Chai, S. Y. W., Phang, F. J. F., Yeo, L. S., Ngu, L. H., & How, B. S. (2022). Future era of techno-economic analysis: Insights from review. *Frontiers in Sustainability*, 3. <https://doi.org/10.3389/frsus.2022.924047>
- CMEMS. (2025). *Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)*. Diakses dari <https://marine.copernicus.eu/>
- Dahalan, W. M., Mamat, A. S., Abdullah, A. M., Othman, A. G., Salih, N. M., & Zoolfakar, M. R. (2020). HYBRID RENEWABLE ENERGY FROM SOLAR AND WAVE IN APPLICATION OF 12 VOLT MOTOR. *Marine Frontier*, 11(1). <https://ejournal.unikl.edu.my/index.php/mf/article/view/382>
- Elhassan, Z. A. (2023). Utilizing Homer Power Optimization Software for A Techno-Economic Feasibility, Study of a Sustainable Grid-Connected Design for Urban Electricity in, Khartoum. *Metallurgical and Materials Engineering*, 29(1), 97–114. <https://doi.org/10.56801/mme988>
- Esparza, I., Olábarri Candela, Á., Huang, L., Yang, Y., Budiono, C., Riyadi, S., Hetharia, W., Hantoro, R., Setyawan, D., Utama, I. K. A. P., Wood, T., & Luo, Z. (2024). Floating PV Systems as an Alternative Power Source: Case Study on Three Representative Islands of Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 16(3). <https://doi.org/10.3390/su16031345>
- Friel, D., Karimirad, M., Whittaker, T., Doran, J., & Howlin, E. (2019). A review of floating photovoltaic design concepts and installed variations. *4th International Conference on Offshore Renewable Energy. CORE2019 Proceedings, Glasgow: ASRANet Ltd, UK, 30 Aug 2019*. https://pure.qub.ac.uk/ws/portalfiles/portal/188420033/CORE_Paper_2019.pdf

- Hidayat, B. S., Nahor, K. M. B., Hariyanto, N., & Pandi, P. (2024, November). Optimization of Hybrid Power Plant Planning Based on Solar, Wind, and Ocean-Wave Energy in Isolated Microgrid. In *2024 6th International Conference on Power Engineering and Renewable Energy (ICPERE)* (pp. 1-6). IEEE. doi: 10.1109/ICPERE63447.2024.10845358.
- Iskandar, H. R., Iman, A., & Daelami, A. (2023). Feasibility and Design of Grid-connected Floating PVs in West Java, Indonesia. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 15(September), 27–35. <https://doi.org/10.30630/eji.0.0.361>
- Jariwala, A. M., Dash, S. K., Sahu, U. K., & Chudjuarjeen, S. (2024). Design and dynamic emulation of hybrid solar-wind-wave energy converter (SWWEC) for efficient power generation. *Scientific Reports*, 14(1), 1–22. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72827-9>
- Jiang, Z., Dai, J., Saettone, S., Tørå, G., He, Z., Bashir, M., & Souto-Iglesias, A. (2023). Design and model test of a soft-connected lattice-structured floating solar photovoltaic concept for harsh offshore conditions. *Marine Structures*, 90(April). <https://doi.org/10.1016/j.marstruc.2023.103426>
- Kangaji, L., Raji, A., & Orumwese, E. (2025). *Cost Optimization Model for a Grid-Connected Offshore Wind and Tidal Power Generation System Using Homer : A Case Study in Buffels Bay South Africa*. 8(1). <https://ijeeas.utm.edu.my/ijeeas/article/view/6242>
- Kasman, K. (2019). *Studi Karakteristik Aliran dan Potensi Pemanfaatan Energi Hidrokinetik pada Discharge Turbin Plta Balambano PT. Vale Indonesia Tbk* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Khalil, L., Liaquat Bhatti, K., Arslan Iqbal Awan, M., Riaz, M., Khalil, K., & Alwaz, N. (2020). Optimization and designing of hybrid power system using HOMER pro. *Materials Today: Proceedings*, 47(xxxx), S110–S115. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.054>
- Khosravani, A., Safaei, E., Reynolds, M., Kelly, K. E., & Powell, K. M. (2023). Challenges of reaching high renewable fractions in hybrid renewable energy systems. *Energy Reports*, 9, 1000–1017. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.12.038>
- Kumar, P. H., Gopi, R. R., Rajarajan, R., Vaishali, N. B., Vasavi, K., & Kumar P, S. (2024). Prefeasibility techno-economic analysis of hybrid renewable energy system. *E-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 7(October 2023), 100443. <https://doi.org/10.1016/j.prime.2024.100443>
- Kumar, S., Sethuraman, C., & Chandru, G. (2021). Sizing optimization and techno-economic analysis of a hybrid renewable energy system using HOMER pro simulation. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 80(9), 777–784. <https://doi.org/10.56042/jsir.v80i09.47664>

- Lee, N., Grunwald, U., Rosenlieb, E., Mirletz, H., Aznar, A., Spencer, R., & Cox, S. (2020). Hybrid floating solar photovoltaics-hydropower systems: Benefits and global assessment of technical potential. *Renewable Energy*, 162, 1415–1427. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.08.080>
- López, M., Rodríguez, N., & Iglesias, G. (2020). Combined floating offshore wind and solar PV. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/JMSE8080576>
- Madeško, M., Helać, V., Fejzić, A., Konjicija, S., Akšamović, A., & Grebović, S. (2024). Integrating Floating Photovoltaics with Hydroelectricity. *Energies*, 17(11). <https://doi.org/10.3390/en17112760>
- Manolache, M., Manolache, A. I., & Andrei, G. (2025). *Floating Solar Energy Systems : A Review of Economic Feasibility and Cross-Sector Integration with Marine Renewable Energy , Aquaculture and Hydrogen*. 1–39. <https://doi.org/10.3390/jmse13081404>
- Naiborhu, M. A., Firdaus, A. M., Bakti, F. P., Tawekal, R. L., & Ilman, E. C. (2024). State-of-the-Art of Floating PV Development in the Indonesian Waters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1395(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1395/1/012028>
- Nasri, M. S. M., & Soomro, D. M. (2023). Micro Hybrid Power Generation Using Solar and Wave Energy. *Evolution in Electrical and Electronic Engineering*, 4(2), 267-271. <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/eeee/article/view/12534>
- Nuri, M. Z., Putri, S. E., Hidayat, T., Puspadiamiati, W., & Priyono, B. (2024). Techno-Economic Analysis of the Integration of Floating Photovoltaic (FPV) Solar Power Plant and Pumped Hydro Storage (PHS) Hydroelectric Power Plant at Matenggeng. *Journal of Technology and Policy in Energy and Electric Power*, 1(1), 95-105. <https://doi.org/10.33322/f0tvz838>
- NASA POWER. (2025). *NASA Prediction of Worldwide Energy Resources*. Diakses dari <https://power.larc.nasa.gov/>
- Patil, A., Mamatha, G., Kulkarni, P. S., & Verma, A. (2022). Analysis of Hybrid Floating Photovoltaic and Hydro-Power plant with HOMER Pro Software. *10th IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems, PEDES 2022, March*. <https://doi.org/10.1109/PEDES56012.2022.10080502>
- Pérez Uc, D. A., de León Aldaco, S. E., & Aguayo Alquicira, J. (2024). Trends in Hybrid Renewable Energy System (HRES) Applications: A Review. *Energies*, 17(11). <https://doi.org/10.3390/en17112578>
- Ribeiro, A., Costoya, X., de Castro, M., Carvalho, D., Dias, J. M., Rocha, A., & Gomez-Gesteira, M. (2020). Assessment of hybrid wind-wave energy resource for the NW coast of Iberian Peninsula in a climate change context.

- Applied Sciences* (Switzerland), 10(21), 1–19.
<https://doi.org/10.3390/app10217395>
- Rifansyah, M., & Hakam, D. F. (2024). Techno economic study of floating solar photovoltaic project in Indonesia using RETScreen. *Cleaner Energy Systems*, 9(October). <https://doi.org/10.1016/j.cles.2024.100155>
- Samatar, A. M., Lekbir, A., Mekhilef, S., Mokhlis, H., Tey, K. S., & Alassaf, A. (2025). Techno-economic and environmental analysis of a fully renewable hybrid energy system for sustainable power infrastructure advancement. *Scientific Reports*, 15(1), 1–21. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-96401-z>
- Satria, H., Rizaldi, E., Pramudito, R., & Sandi, Z. (2024). Cirata floating photovoltaic solar plant 192 MWp: A review of the biggest floating solar PV in Indonesia. *Proceedings - 2024 IEEE 6th Global Power, Energy and Communication Conference, GPECOM 2024*, 838–845. <https://doi.org/10.1109/GPECOM61896.2024.10582760>
- Silalahi, D. F., & Blakers, A. (2023). Global Atlas of Marine Floating Solar PV Potential. *Solar*, 3(3), 416–433. <https://doi.org/10.3390/solar3030023>
- Sinnadurai, R., Sethu, D., & Hairulizam, M. F. (2023). Simulating a Sea Wave Power Plant for Malaysia. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 30(1), 90–104. <https://doi.org/10.37934/araset.30.1.90104>
- Solomin, E., Sirotkin, E., Cuce, E., Selvanathan, S. P., & Kumarasamy, S. (2021). Hybrid floating solar plant designs: A review. *Energies*, 14(10), 1–25. <https://doi.org/10.3390/en14102751>
- Terkas, M., Tercan, S. M., Demirci, A., & Gokalp, E. (2022). An Evaluation of Renewable Fraction Using Energy Storage for Electric Vehicle Charging Station. *HORA 2022 - 4th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/HORA55278.2022.9800091>
- Thirunavukkarasu, M., Sawle, Y., & Lala, H. (2023). A comprehensive review on optimization of hybrid renewable energy systems using various optimization techniques. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 176, 113192. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113192>
- Triaslian, B., Indartono, Y. S., Ningsih, N. S., & Novitasari, D. (2019). Device Selection of the Potential Wave Energy Site in Indonesian Seas. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 291(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/291/1/012040>
- Vidović, V., Krajačić, G., Matak, N., Stunjek, G., & Mimica, M. (2023). Review of the potentials for implementation of floating solar panels on lakes and water reservoirs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 178(April). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113237>

- Vo, T. T. E., Ko, H., Huh, J., & Park, N. (2021). Overview of possibilities of solar floating photovoltaic systems in the offshore industry. *Energies*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/en14216988>
- Waskito, K. T., Yudho, R. H., Yanuar, Rahardjo, G. P. (2023). Evaluating Wave Potential and Assessing the Economic Viability of Wave Energy Converters in the South Java Seas. *E Journal Undip Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan (Kapal: Journal of Marine Science and Technology)*, 20(3), 391–400. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/kapal>
- Yazdani, H., Baneshi, M., & Yaghoubi, M. (2023). Techno-economic and environmental design of hybrid energy systems using multi-objective optimization and multi-criteria decision making methods. *Energy Conversion and Management*, 282, 116873. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.116873>