

SKRIPSI

**PERANCANGAN PLTS UNTUK SISTEM GPS,
KOMUNIKASI DAN PENERANGAN PADA KAPAL
TONGKANG PT. KURNIA KENCANA PERSADA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

Made Manik Ardynatha

NIM. 2315374070

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

ABSTRAK

Energi listrik merupakan kebutuhan penting dalam kehidupan sehari-hari. PLTS merupakan teknologi energi terbarukan yang mengubah sinar matahari langsung menjadi listrik. Kapal Tongkang PT. Kurnia Kencana Persada masih menggunakan pembangkit listrik berbahan dasar fosil untuk memenuhi kebutuhan beban listrik seperti penerangan, sistem navigasi dan radio komunikasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan konfigurasi *off-grid* di Kapal Tongkang PT. Kurnia Kencana Persada. Perancangan dilakukan secara manual dan disimulasikan menggunakan perangkat lunak PVsyst. Sistem PLTS ini menggunakan 14 panel surya merk LONGI LR4-60HIB 350M G2 dengan kapasitas masing-masing 350 Wp disusun seri sebanyak 2 unit dengan total 7 string, satu inverter merk Schneider Homaya Pro S6000, dan 8 unit baterai merk Shoto. Hasil simulasi menunjukkan bahwa energi yang dihasilkan oleh PLTS mencapai 6.335 kWh per tahun. Berdasarkan analisis ekonomi, biaya siklus hidup *Life Cycle Cost* (LCC) dari sistem ini sebesar Rp 295.798.865, yang mencakup biaya investasi awal, operasi dan pemeliharaan, serta penggantian inverter dan baterai selama 25 tahun masa proyek. Sistem ini juga memiliki nilai *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp 67.560.466, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 12,11%, dan *Profitability Index* sebesar 1,39. Dengan hasil-hasil tersebut, perencanaan PLTS *off-grid* di Kapal Tongkang PT. Kurnia Kencana Persada dinyatakan layak (*feasible*) untuk diimplementasikan.

Kata Kunci: Energi terbarukan, PLTS, sistem *off-grid*, PVsyst, *Net Present Value* (NPV)

ABSTRACT

Electrical energy is an important necessity in everyday life. PLTS is a renewable energy technology that converts sunlight directly into electricity. PT Kurnia Kencana Persada barge still uses fossil-based power plants to meet the needs of electrical loads such as lighting, navigation systems and radio communication. This research aims to design a Solar Power Plant (PLTS) system with an off-grid configuration on the PT Kurnia Kencana Persada barge. The design is done manually and simulated using PVsyst software. This PLTS system uses 14 solar panels brand LONGI LR4-60HIB 350M G2 with a capacity of 350 Wp each arranged in series as many as 2 units with a total of 7 strings, one inverter brand Schneider Homaya Pro S6000, and 8 units of Shoto brand batteries. The simulation results show that the energy generated by the solar power plant reaches 6.335 kWh per year. Based on the economic analysis, the Life Cycle Cost (LCC) of this system is IDR 295.798.865, which includes the cost of initial investment, operation and maintenance, and replacement of inverters and batteries over the 25-year project period. The system also has a Net Present Value (NPV) of IDR 67.560.466, an Internal Rate of Return (IRR) of 12,11%, and a Profitability Index of 1,39. With these results, the off-grid solar PV planning at PT. Kurnia Kencana Persada barge is declared feasible for implementation.

Keywords: Renewable energy, Solar Power Plant (PLTS), off-grid system, PVsyst, Net Present Value (NPV)

KATA PENGANTAR

Syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, kami dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “PERANCANGAN PLTS Untuk Sistem GPS, Komunikasi dan Penerangan Pada Kapal Tongkang PT. KURNIA KENCANA PERSADA”. Proposal skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Rekognisi Pembelajaran Lampau (RPL) kelas Spesialisasi Energi Terbarukan pada Program Studi Diploma Empat (D4) Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali. Dalam penyusunan proposal ini, penulis memperoleh bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Karenanya, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom., selaku direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, S.T., M.T., selaku ketua jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Ibu Putri Alit Widyastuti Santiary, ST., M.T., selaku ketua program studi D4 Teknik Otomasi.
4. Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc. Ph.D., selaku dosen koordinator kelas RPL Energi Baru Terbarukan (EBT) Jurusan Teknik Elektro
5. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan proposal skripsi.
6. Bapak I Nyoman Sedana Triadi, ST, MT., selaku dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan proposal skripsi
7. Orang tua, Istri dan Anak yang telah banyak memberi dukungan dan kesempatan saya untuk kuliah di Politeknik Negeri Bali.
8. Teman-teman angkatan 2023 Kelas Spesialisasi Energi Terbarukan (EBT) kelas B dan kelas lain di Politeknik Negeri Bali.

Penulis sadar jika proposal skripsi ini banyak terdapat kekurangan dan keterbatasan. Kritik dan saran untuk perbaikan kami harapkan untuk menyempurnakan proposal skripsi ini.

Akhirnya, penulis harap proposal skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pembaca dan memberikan kontribusi dalam dunia pendidikan, dan energi terbarukan.

Bukit Jimbaran, 18 Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	IV
ABSTRAK	V
ABSTRACT.....	VI
KATA PENGANTAR.....	VII
DAFTAR ISI	VIII
DAFTAR GAMBAR.....	X
DAFTAR TABEL	XI
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	6
2.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja PLTS.....	6
2.2.3 Komponen-Komponen PLTS	9
2.2.5 Perhitungan PLTS.....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
3.2 Bagan Alir Penelitian.....	17
3.3 Pengumpulan Data.....	19
3.3.3 Perancangan Sistem PLTS.....	20
3.4 Analisa Data	20
3.4.1 Analisa Teknis	20
3.4.2 Analisa Ekonomis.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Hasil.....	23
4.1.1. Data Jalur Expedisi BBM Pontianak – Padang Tikar.....	23
4.1.2. Data Radiasi Matahari dan Temperature	24

4.1.3. Data Pemakaian Beban	25
4.2. Pembahasan	26
4.2.1. Perhitungan Potensi Energi Surya di Kapal Tongkang PT. Kurnia Kencana Persada	26
4.2.2. Perhitungan Perencanaan PLTS	27
4.2.2.1 Pemilihan Modul Surya	28
4.2.2.1 Analisis Teknis PLTS Off Grid	29
4.2.2.2 Analisis Hasil Simulasi Aplikasi PVSyst	41
4.2.3. Analisa Ekonomi	45
4.2.3.1 Rancangan Anggaran Biaya (Biaya Investasi)	45
4.2.3.2 Biaya Operasional dan Pemeliharaan(O&M)	45
4.2.3.3 Biaya Penggantian Inverter dan Baterai	46
4.2.3.4 Biaya Siklus Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>).....	47
4.2.3.5 Arus Kas Rata-Rata	47
4.2.3.6 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	48
4.2.3.7 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	48
4.2.3.8 <i>Profitability Index</i> (PI).....	49
4.2.3.9 Analisis Kelayakan Ekonomi PLTS	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	53

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2. 1 KARAKTERISTIK VARIASI TEGANGAN TERHADAP RADIASI....	7
GAMBAR 2. 2 ILUSTRASI SUDUT KEMIRINGAN DAN AZIMUTH MATAHARI ..	7
GAMBAR 2. 3 PENGARUH SUHU SEL SURYA PADA KURVA I-V DENGAN BESAR IRADIASI 1000 W/M2	8
 GAMBAR 3. 1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	18
GAMBAR 3. 2 SKEMA PLTS	20
GAMBAR 3. 3 DIAGRAM ALIR PENGOPERASIAN SOFTWARE PVSYST	21
 GAMBAR 4. 1 JALUR EKSPEDISI BBM PONTIANAK-PADANG TIKAR.....	23
GAMBAR 4. 2 DIMENSI KAPAL	27
GAMBAR 4. 3 LONGI SOLAR LR4-60 HIB 350 M G2	28
GAMBAR 4. 4 INVERTER	34
GAMBAR 4. 5 DUDUKAN PLTS.....	34
GAMBAR 4. 6 BATERAI.....	36
GAMBAR 4. 7 SINGLE LINE DIAGRAM SISTEM PLTS	40
GAMBAR 4. 8 RENCANA PEMASANGAN PLTS.....	40
GAMBAR 4. 9 HASIL SIMULASI PVSYST (1)	41
GAMBAR 4. 10 HASIL SIMULASI PVSYST (2)	42
GAMBAR 4. 11 HASIL SIMULASI PVSYST (3)	43
GAMBAR 4. 12 HASIL SIMULASI PVSYST (4)	44

DAFTAR TABEL

TABEL 3. 1 DATA YANG DIBUTUHKAN DAN SUMBER DATA.....	19
TABEL 3. 2 KOMPONEN PLTS.....	20
TABEL 4. 1 DATA RADIASI MATAHARI [32]	24
TABEL 4. 2 DATA TEMPERATURE [32]	24
TABEL 4. 3 DATA BEBAN PERALATAN LISTRIK KAPAL TONGKANG	25
TABEL 4. 4 DATA PENDUKUNG.....	28
TABEL 4. 5 SPESIFIKASI MODUL PANEL	28
TABEL 4. 6 SPESIFIKASI INVERTER.....	33
TABEL 4. 7 SPESIFIKASI BATERAI	37
TABEL 4. 8 RANCANGAN ANGGARAN BIAYA.....	45
TABEL 4. 9 <i>NET CASH FLOW</i> (NCF)	48
TABEL 4. 10 ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang kaya akan sumber daya alam dan memiliki jaringan sungai yang luas yaitu terdiri dari 17,500 pulau dan 70,000 batang sungai. Sungai Kapuas, yang merupakan sungai terpanjang di Kalimantan dan di Indonesia dengan panjang sekitar 1.143 km, memainkan peran penting dalam distribusi barang dan logistik di wilayah tersebut. Kapal tongkang merupakan salah satu sarana transportasi utama yang digunakan untuk mengangkut barang melalui Sungai Kapuas. Namun, salah satu tantangan besar yang dihadapi adalah kebutuhan energi yang berkelanjutan dan efisien untuk mendukung operasi kapal tersebut, terutama dalam hal sistem GPS, komunikasi, dan penerangan.

Kebutuhan akan sistem navigasi yang andal seperti GPS sangat penting untuk memastikan keamanan dan ketepatan waktu pengiriman barang. Selain itu, sistem komunikasi yang handal juga diperlukan untuk menjaga koordinasi yang baik antara kapal dan pusat pengendali di darat. Penerangan yang memadai pada kapal tongkang juga krusial untuk mendukung operasional malam hari dan meningkatkan keselamatan awak kapal.

Saat ini, kapal tongkang masih mengandalkan mesin dengan bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama. Namun, penggunaan bahan bakar fosil tidak hanya mahal tetapi juga berdampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu penggunaan alat elektronik pada kapal tongkang sangat bergantung pada pengoperasian mesin sehingga pada saat kapal dalam kondisi berlabuh atau terhenti karena terkendala dalam perjalanan, sistem kelistrikan kapal juga ikut terhenti.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu solusi yang potensial untuk mengatasi masalah ini karena potensi energi terbarukan di Indonesia cukup memadai seperti energi matahari. Data menunjukkan potensi energi matahari bernilai 207.898 MW sedangkan pemanfaatannya masih minim yakni 0.04% (PT. PLN Persero). Teknologi PLTS menawarkan sumber energi yang terbarukan dan ramah lingkungan. Dengan memanfaatkan sinar matahari, PLTS dapat menyediakan listrik untuk berbagai kebutuhan operasional kapal tanpa menghasilkan emisi gas rumah kaca. Implementasi PLTS pada kapal tongkang juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan mengurangi biaya operasional dalam

jangka panjang.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan implementasi PLTS pada kapal tongkang guna mendukung sistem GPS, komunikasi, dan penerangan. Dengan adanya perencanaan yang baik, diharapkan kapal tongkang dapat beroperasi dengan lebih efisien dan ramah lingkungan, sehingga mendukung distribusi barang dan logistik di Sungai Kapuas secara lebih optimal.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai potensi, tantangan, dan solusi implementasi PLTS pada kapal tongkang. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi energi terbarukan di sektor transportasi air, khususnya di wilayah sungai yang strategis seperti Sungai Kapuas.

1.2 Perumusan Masalah

Dari Uraian latar belakang diatas dapat ditarik suatu rumusan masalah yaitu:

1. Berapa besar potensi energi yg ada pada jalur ekspedisi pengiriman BBM PLTD Padang Tikar?
2. Bagaimana perancangan sistem PLTS di kapal tongkang PT. Kurnia Kencana Persada?
3. Bagaimana kelayakan investasi perancangan PLTS perancangan di kapal tongkang PT. Kurnia Kencana Persada?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan-batasan dari penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini dibatasi pada kapal tongkang PT. Kurnia Kencana Persada.
2. Fokus penelitian adalah pada kapal tongkang yang digunakan untuk distribusi Bahan Bakar PLTD Padang Tikar.
3. Penelitian ini terbatas pada perencanaan PLTS untuk mendukung sistem GPS, komunikasi, dan penerangan pada kapal tongkang PT. Kurnia Kencana Persada.
4. Penelitian ini hanya membahas teknologi PLTS dan tidak mencakup sumber energi terbarukan lainnya.
5. Analisis terbatas pada investasi awal akibat penggunaan PLTS, tanpa membahas dampak ekonomi lainnya secara mendetail.
6. Biaya investasi awal akibat penggunaan PLTS, tanpa membahas dampak ekonomi lainnya secara mendetail.

7. Penelitian menggunakan data cuaca dan radiasi matahari yang tersedia untuk wilayah Kalimantan Barat, khususnya jalur ekspedisi Pontianak – PLTD Padang Tikar.
8. Studi ini dibatasi pada periode tertentu yang mencakup pengumpulan data, analisis, dan simulasi yang relevan dengan implementasi PLTS.
9. Penelitian ini mempertimbangkan keterbatasan teknologi dan infrastruktur yang ada, serta asumsi-asumsi yang realistis mengenai perkembangan teknologi PLTS dalam jangka waktu penelitian.

Dengan batasan-batasan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan hasil yang spesifik, terukur, dan aplikatif untuk implementasi PLTS pada kapal tongkang di Sungai Kapuas, serta memberikan rekomendasi yang relevan dan dapat diimplementasikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari Uraian rumusan masalah diatas dapat tujuan penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui besar potensi energi yg ada pada jalur ekspedisi pengiriman BBM PLTD Padang Tikar.
2. Untuk mengetahui perancangan sistem PLTS di kapal tongkang PT. Kurnia Kencana Persada.
3. Untuk mengetahui kelayakan infestasi perancangan PLTS perancangan di kapal tongkang PT. Kurnia Kencana Persada.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademis:

- a. Menambah literatur dan referensi dalam bidang teknologi energi terbarukan, khususnya aplikasi PLTS pada kapal tongkang.
- b. Menyediakan studi kasus yang konkret mengenai implementasi PLTS dalam konteks transportasi air, yang dapat menjadi referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

2. Manfaat Praktis:

- a. Memberikan panduan praktis bagi pemilik dan operator kapal tongkang dalam mengimplementasikan PLTS untuk mendukung sistem navigasi, komunikasi dan penerangan.
- b. Membantu dalam perencanaan dan desain sistem PLTS yang efisien dan efektif, sehingga dapat menjadi cadangan energi untuk sistem navigasi komunikasi, penerangan dan meningkatkan kinerja kapal tongkang.

3. Manfaat Ekonomi:

- a. Menyediakan energi yang lebih murah dan berkelanjutan dalam jangka panjang, sehingga mendukung keamanan pada kapal tongkang baik ketika parkir maupun berlayar.

4. Manfaat Sosial:

- a. Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan awak kapal dengan menyediakan penerangan yang memadai dan sistem komunikasi yang handal.

5. Manfaat Kebijakan:

- a. Memberikan data dan informasi yang dapat digunakan oleh pembuat kebijakan untuk mendukung dan mempromosikan penggunaan energi terbarukan dalam sektor transportasi air.
- b. Menjadi acuan bagi pemerintah dalam merumuskan kebijakan dan regulasi terkait pengembangan dan implementasi PLTS pada kapal transportasi.

Dengan manfaat-manfaat tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan tidak hanya dalam aspek akademis, tetapi juga dalam aspek praktis, ekonomi, sosial, dan kebijakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi menggunakan *software* PVsyst, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Potensi energi listrik yang dapat dihasilkan di Kapal Tongkang PT. Kurnia Kencana Persada dengan menggunakan modul panel LONGI LR4-60 HIB 350 M G2 dengan efisiensi modul sebesar 19,2% adalah sebesar 25,16 kWh/hari.
2. PLTS dengan sistem *off grid* yang telah dirancang secara manual di Kapal Tongkang PT. Kurnia Kencana Persada, dari hasil jumlah sebanyak 14 panel berkapasitas 350 Wp dengan merk LONGI LR4-60 HIB 350 M G2. Konfigurasi Array panel PV disusun dengan jumlah string sebanyak 7, PV modul disusun seri sebanyak 2 unit, sehingga tegangan input DC maksimal 80,2Volt , output tegangan AC 1 phasa 230 VAC menggunakan 1 inverter dengan merk Schneider Homaya Pro S6000. Sedangkan jumlah baterai yang digunakan sebanyak 8 unit dengan kapasitas masing-masing 100Ah, dengan tegangan 48V dirangkai secara paralel, sehingga tegangan sistem input inverter 48VDC. Berdasarkan hasil simulasi di PVsyst Energi pertahun yang dihasilkan PLTS mencapai 6.335 kWh.
3. Berdasarkan analisis ekonomi dengan perhitungan manual, PLTS sistem *off grid* yang direncanakan di Kapal Tongkang mendapat hasil LCC (*Life Cycle Cost*) sebesar Rp 295.798.865 yang terdiri dari biaya investasi awal, biaya operasi dan pemeliharaan serta biaya penggantian inverter dan baterai dalam periode 25 tahun masa proyek. PLTS dengan sistem *off grid* mendapat hasil *Net Present Value* sebesar Rp 67.560.466, *Internal Rate of Return* sebesar 12,11% dan *Profitability Index* sebesar 1,39. Maka, perencanaan PLTS sistem *off-grid* di Kapal Tongkang PT. Kurnia Kencana Persada dikategorikan layak (*feasible*).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian diatas, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan guna meningkatkan keberlanjutan dan keefektifan penelitian ini serta memberikan kontribusi lebih lanjut dalam pengembangan energi terbarukan. Berikut merupakan saran dari peneliti.

Sebaiknya dalam perhitungan manual lebih teliti lagi pada saat perhitungan dan pemilihan komponen agar lebih maksimal dan bisa menambah nilai jual PLTS. Agar lebih akurat dalam perancangan sebaiknya kedepannya menggunakan perbandingan dari software yang mendukung perancangan PLTS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. H. T. Taba and Y. O. Tulaseket, “Analisa Penggunaan Solar Cell Untuk Penerangan Lampu Pada Perahu Nelayan,” 2019.
- [2] M. Bachtiar, “Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (Solar Home System),” vol. 4, no. 3.
- [3] N. H. Sudarjo, M. Haddin, and A. Suprajitno, “Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem Hybrid di PT. Koloni Timur,” *elektrika*, vol. 14, no. 1, p. 20, Apr. 2022, doi: 10.26623/elektrika.v14i1.3784.
- [4] H. Hasan, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saugi,” vol. 10, 2012.
- [5] R. Foster, M. Ghassemi, and A. Cota, *Solar energy: renewable energy and the environment*. in Energy and the environment. Boca Raton: CRC Press, 2010.
- [6] F. Hidayat, D. Rusirawan, and I. R. Fajar Tanjung, “Evaluasi Kinerja PLTS 1000 Wp di Itenas Bandung,” *ELKOMIKA*, vol. 7, no. 1, p. 195, Jan. 2019, doi: 10.26760/elkomika.v7i1.195.
- [7] I. M. A. Nugraha, L. G. G. Serihollo, J. S. M. Siregar, and I. G. M. N. Desnanjaya, “Kajian Pemanfaatan dan Ketersediaan PLTS Sebagai Sumber Energi Listrik pada Kapal 5 GT di Nusa Tenggara Timur,” *Jurnal Kelautan Nasional*, vol. 17, no. 2, p. 123, Jul. 2022, doi: 10.15578/jkn.v17i2.8831.
- [8] R. Baharuddin, “Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Portable,” *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, vol. 9, no. 1, pp. 65–70, Apr. 2021, doi: 10.32487/jtt.v9i1.1087.
- [9] A. Sopandi, R. Sitepu, and A. Joewono, “Perancangan dan Produksi Modul Surya 240 Wp untuk Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) - Independent Power Producer (IPP) di Kupang, Nusa Tenggara Timur,” *bpi*, vol. 4, no. 1, pp. 29–37, May 2021, doi: 10.20527/bpi.v4i1.96.
- [10] I. K. Daging, M. S. Alirejo, I. P. W. Antara, E. F. Dwiyatmo, and T. Wahyu, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Listrik Untuk Kapal Perikanan Skala Kecil di Kabupaten Pangke, Sulawesi Selatan,” *j. kelaut. perikan. terap.*, vol. 2, no. 1, p. 33, Sep. 2019, doi:

10.15578/jkpt.v2i1.7385.

- [11] H. E. Hardianto and R. S. Rinaldi, “Perancangan Prototype Penjejak Cahaya Matahari Pada Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” vol. 2, no. 2, 2012.
- [12] K. N. Irfani, J. Windarta, and S. Handoko, “Studi Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada UMKM Coffee Shop di Kota Semarang Ditinjau Dari Analisis Kelayakan Teknis Menggunakan Software Pvsyst,” *Transient*, vol. 10, no. 4, pp. 643–652, Dec. 2021, doi: 10.14710/transient.v10i4.643-652.
- [13] M. F. Zambak, K. Lubis, and A. Faisal, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Pada Laboratorium Teknik UMSU Menggunakan Simulasi PVSyst,” *JTE*, vol. 14, no. 2, p. 72, Jun. 2023, doi: 10.22441/jte.2023.v14i2.003.
- [14] U. Wiharja and A. Rifaldi, “Perancangan PLTS Untuk Penerangan Listrik Kapal Perintis 750 DWT di Dok Kodja Bahari,” vol. 9, no. 1, 2021.
- [15] Y. N. Hilal, P. Muliandhi, and E. N. Ardina, “Analisa Balancing BMS (Battery Management System) Pada Pengisian Baterai Lithium-Ion Tipe inr 18650 Dengan Metode Cut Off,” *Simetris J. Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 14, no. 2, pp. 367–374, Nov. 2023, doi: 10.24176/simet.v14i2.9852.
- [16] T. Kristyadi and T. Arfianto, “Optimasi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Wilayah Pulau Terluar,” *infotekmesin*, vol. 12, no. 2, pp. 167–174, Aug. 2021, doi: 10.35970/infotekmesin.v12i2.672.
- [17] A. Santoso, D. S. Pasisarha, A. J. Firdaus, A. Hardito, M. Khambali, and Y. Badruzzaman, “Pemakaian PLTS Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Penerangan Lingkungan Panti Asuhan Semarang,” *Community Development Journal*, 2023.
- [18] A. Stefanie and F. C. Suci, “Analisis Performansi PLTS Off-Grid 600 Wp menggunakan Data Akuisisi berbasis Internet of Things,” *ELKOMIKA*, vol. 9, no. 4, p. 761, Oct. 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i4.761.
- [19] Y. A. Nugroho, “Analisis Tekno-Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Di Pt Pertamina (Persero) Unit Pengolahan Iv Cilacap”.
- [20] B. Winardi, A. Nugroho, and E. Dolphina, “Perencanaan Dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Untuk Desa Mandiri,” *jtekno*, vol. 16, no. 2, pp. 1–11, Oct. 2019, doi: 10.33557/jtekno.v16i1.603.

- [21] J. M. Kadang and J. Windarta, “Optimasi Sosial-Ekonomi pada Pemanfaatan PLTS PV untuk Energi Berkelanjutan di Indonesia,” *J. En. Baru & Terbarukan*, vol. 2, no. 2, pp. 74–83, Jul. 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11113.
- [22] F. Hidayat, B. Winardi, and A. Nugroho, “Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro,” *Transient*, vol. 7, no. 4, p. 875, May 2019, doi: 10.14710/transient.7.4.875-882.
- [23] K. Tanto, “Penerapan Teknologi Panel Surya untuk Penerangan dalam Mendukung Green Environment dalam Implementasi Ekonomi Sirkular,” *jgg*, vol. 12, no. 1, pp. 22–39, Mar. 2023, doi: 10.21009/10.21009/jgg.v12i1.02.