Jurnal Elektrik e-ISSN: 2830-1838
Vol. 05 No. 01, 01 Juni 2026

Perancangan Konsep Alat Praktek PLTS Water Mounted

Adriyan Warokka[1], Stieven N. Rumokoy[2], I Gede Para Atmaja[3], Olga E. Melo[4], Anthon A. Kimbal[5]
[1]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia
[2,3]Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia
e-mail: [1]adryan.w@gmail.com, [2]rumokoy@polimdo.ac.id, [3]gedeparaatmaja@polimdo.ac.id,
[4]olgameloak@gmail.com, [5]anthon.kimbal@polimdo.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi terbarukan terus berkembang, namun ketersediaan sarana pembelajaran berbasis praktik yang merepresentasikan kondisi instalasi non-konvensional, seperti sistem terapung (water mounted), masih terbatas. Hal ini menjadi tantangan dalam pendidikan vokasi untuk menghasilkan tenaga kerja yang kompeten sesuai kebutuhan industri. Penelitian ini bertujuan untuk merancang konsep alat praktek PLTS water mounted sebagai media pembelajaran yang interaktif dan aplikatif. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur dan metode deskriptif melalui keterangan dari para ahli di bidang PLTS serta praktisi industri untuk mengidentifikasi kebutuhan teknis dan pembelajaran. Selain itu, dilakukan analisis kebutuhan pembelajaran vokasi serta perancangan konseptual yang mencakup aspek teknis, mekanik, dan keselamatan kerja (K3). Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan integrasi komponen utama PLTS. Hasil penelitian berupa rancangan konsep alat praktek PLTS water mounted yang terdiri dari platform terapung skala laboratorium. Konsep yang dihasilkan mencakup integrasi komponen utama, yaitu platform terapung, sistem mounting, modul surya bifacial, inverter, sistem monitoring, dan panel pembebanan. Rancangan ini disusun untuk menggambarkan konfigurasi sistem PLTS terapung secara terstruktur, termasuk aspek stabilitas, efisiensi, dan keselamatan, tanpa melalui tahap simulasi maupun pembuatan prototipe.

Kata kunci – Energi Surya, Kompetensi, Pendidikan vokasi

Abstract

The utilization of Solar Photovoltaic (PV) systems as a renewable energy source continues to grow; however, the availability of practice-based learning facilities that represent non-conventional installation conditions, such as floating or water-mounted systems, remains limited. This presents a challenge in vocational education to produce competent graduates aligned with industry needs. This study aims to design a conceptual model of a water-mounted PV training tool as an interactive and applicable learning medium. The research method employs a literature review and a descriptive approach based on input from PV experts and industry practitioners to identify technical and educational requirements. In addition, a vocational learning needs analysis and conceptual design were conducted, covering technical, mechanical, and occupational safety and health (OSH) aspects. The design considers the integration of key PV system components. The result of this study is a conceptual design of a water-mounted PV training system consisting of a laboratory-scale floating platform. The proposed concept integrates the main components, namely a floating platform, mounting system, bifacial solar modules, inverter, monitoring system, and load panel. The design is structured to represent a floating PV system configuration, including stability, efficiency, and safety aspects, without proceeding to simulation or prototype development stages.

Keywords *– Solar energy, Competency, Vocational education*

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi terbarukan menjadi salah satu strategi utama dalam menjawab tantangan krisis energi global dan perubahan iklim[1], [2], [3], [4]. Energi surya, sebagai salah satu sumber energi yang melimpah di wilayah tropis seperti Indonesia, memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber energi listrik yang berkelanjutan[5], [6], [7]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terus mengalami peningkatan kapasitas secara global seiring dengan penurunan biaya teknologi dan meningkatnya

kebutuhan energi bersih[8]. Selain sistem konvensional berbasis darat (ground-mounted) dan atap (rooftop), inovasi teknologi PLTS juga berkembang pada sistem terapung atau floating photovoltaic (FPV), yang dipasang di atas permukaan air seperti waduk, danau, maupun kolam[9], [10], [11], [12]. Sistem PLTS terapung memiliki beberapa keunggulan, antara lain efisiensi yang lebih tinggi akibat efek pendinginan alami dari air, pengurangan evaporasi air, serta optimalisasi penggunaan lahan[13], [14], [15]. Oleh karena itu, teknologi ini mulai banyak diadopsi di berbagai negara sebagai solusi integratif antara kebutuhan energi dan keterbatasan lahan[16].

Namun demikian, perkembangan teknologi PLTS terapung belum sepenuhnya diimbangi dengan kesiapan sumber daya manusia, khususnya pada sektor pendidikan vokasi. Ketersediaan media pembelajaran berbasis praktik yang mampu merepresentasikan kondisi nyata instalasi PLTS terapung masih sangat terbatas. Padahal, pembelajaran berbasis praktik sangat penting dalam pendidikan vokasi untuk meningkatkan kompetensi teknis mahasiswa agar sesuai dengan kebutuhan industri. Alat praktek sebagai media pembelajaran memiliki peran strategis dalam menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik[17], [18], [19], [20]. Penggunaan alat praktek yang dirancang secara kontekstual dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap sistem energi terbarukan secara komprehensif. Dalam konteks PLTS, pengembangan alat praktek telah banyak dilakukan, terutama untuk sistem rooftop dan grid-connected, namun masih jarang yang secara khusus mengakomodasi sistem water mounted atau terapung.

Selain aspek teknis, perancangan alat praktek juga perlu mempertimbangkan aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3), terutama karena sistem PLTS melibatkan instalasi listrik dan struktur mekanik yang berpotensi menimbulkan risiko. Oleh karena itu, pendekatan perancangan yang sistematis dan berbasis kebutuhan menjadi penting untuk menghasilkan alat praktek yang aman, efektif, dan sesuai dengan standar industri. Penelitian ini berfokus pada perancangan konsep alat praktek PLTS water mounted sebagai media pembelajaran di lingkungan pendidikan vokasi. Hasil perancangan ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan lebih lanjut dalam bentuk simulasi maupun prototipe alat praktek PLTS terapung.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur dan studi deskriptif yang bertujuan untuk menghasilkan rancangan konsep alat praktek Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) water mounted yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran vokasi dan perkembangan teknologi di industri. Pendekatan ini dipilih karena penelitian masih berada pada tahap konseptual, sehingga fokus utama adalah pada penggalian informasi, analisis kebutuhan, serta penyusunan desain awal tanpa melalui tahapan simulasi maupun pembuatan prototipe.

Tahapan penelitian diawali dengan studi literatur yang bertujuan untuk mengkaji perkembangan teknologi PLTS, khususnya sistem terapung (floating photovoltaic), serta konsep pengembangan media pembelajaran berbasis praktik pada pendidikan vokasi. Literatur yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, standar teknis, serta dokumen terkait keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada instalasi sistem tenaga listrik. Hasil studi literatur ini menjadi dasar dalam menentukan spesifikasi awal dan komponen utama yang akan digunakan dalam perancangan. Selanjutnya, dilakukan studi deskriptif pada ahli di bidang PLTS dan praktisi industri untuk memperoleh informasi terkait kebutuhan teknis, tantangan implementasi di lapangan, serta kompetensi yang harus dimiliki oleh peserta didik. Pertanyaan disusun secara terstruktur dengan fokus pada aspek desain sistem, pemilihan komponen, keselamatan kerja, serta kesesuaian alat dengan kebutuhan pembelajaran berbasis kompetensi. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi kebutuhan utama dalam perancangan alat praktek. Selain itu, dilakukan analisis kebutuhan pembelajaran yang mencakup identifikasi capaian pembelajaran, materi praktikum, serta skenario penggunaan alat dalam kegiatan laboratorium. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa konsep rancangan alat praktek yang dikembangkan tidak hanya memenuhi aspek teknis, tetapi juga relevan dengan kurikulum pendidikan vokasi dan kebutuhan industri.

Tahap akhir penelitian adalah perancangan konseptual alat praktek PLTS water mounted yang meliputi perancangan sistem secara keseluruhan, penentuan konfigurasi komponen utama seperti modul surya, inverter, sistem mounting terapung, unit kontrol dan monitoring, serta panel pembebanan. Selain itu, dalam perancangan juga dipertimbangkan aspek mekanik, stabilitas struktur terapung, serta penerapan

prinsip keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Hasil dari tahap ini berupa desain konseptual yang disajikan dalam bentuk deskripsi sistem dan rancangan fungsional sebagai dasar untuk pengembangan lebih lanjut pada tahap simulasi dan pembuatan prototipe.

.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dalam penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi pembelajaran yang tersedia saat ini dengan kebutuhan kompetensi di bidang instalasi dan pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), khususnya sistem water mounted (terapung). Proses analisis dilakukan melalui studi literatur serta keterangan dari para ahli di bidang PLTS dan praktisi industri, sehingga diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai kebutuhan teknis dan pedagogis. Berdasarkan hasil studi literatur, pembelajaran PLTS di lingkungan pendidikan vokasi umumnya masih berfokus pada sistem rooftop dan sistem berbasis darat (ground-mounted). Sementara itu, perkembangan teknologi di industri menunjukkan peningkatan implementasi sistem PLTS terapung sebagai solusi terhadap keterbatasan lahan dan peningkatan efisiensi sistem. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara materi pembelajaran yang tersedia dengan perkembangan teknologi terkini di industri energi surya. Keterangan dari ahli dan praktisi industri menunjukkan bahwa lulusan di bidang ketenagalistrikan diharapkan tidak hanya memahami prinsip dasar PLTS, tetapi juga memiliki kompetensi dalam aspek instalasi sistem non-konvensional, termasuk pemahaman terhadap struktur terapung, stabilitas sistem di atas air, serta pengaruh lingkungan terhadap performa sistem. Selain itu, aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menjadi perhatian utama, mengingat instalasi PLTS water mounted memiliki risiko tambahan akibat interaksi antara sistem listrik dan lingkungan berair.

Dari sisi pembelajaran, dibutuhkan media praktikum yang mampu merepresentasikan kondisi nyata di lapangan secara sederhana namun tetap fungsional. Alat praktek yang dikembangkan diharapkan dapat memfasilitasi kegiatan pembelajaran berbasis praktik (hands-on learning), seperti pemasangan modul surya, pengujian sistem kelistrikan, serta pemantauan parameter listrik secara langsung. Selain itu, fleksibilitas alat dalam mendukung berbagai skenario praktikum juga menjadi kebutuhan penting agar dapat digunakan dalam berbagai topik pembelajaran.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan utama dalam pengembangan alat praktek PLTS water mounted meliputi: (1) representasi sistem terapung; (2) integrasi komponen utama PLTS yang lengkap dan fungsional; (3) kemudahan dalam penggunaan dan pengamatan parameter sistem; (4) penerapan aspek keselamatan kerja yang memadai. Hasil analisis kebutuhan ini kemudian menjadi dasar dalam penyusunan rancangan konseptual alat praktek yang dikembangkan pada penelitian ini.

3.2. Konsep Umum Sistem PLTS Water Mounted

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) water mounted, atau yang dikenal sebagai floating photovoltaic (FPV), merupakan teknologi pembangkitan listrik tenaga surya yang dipasang di atas permukaan air seperti waduk, danau, kolam, maupun bendungan. Sistem ini dikembangkan sebagai alternatif dari instalasi berbasis darat dan atap, dengan tujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan ruang serta meningkatkan kinerja sistem melalui kondisi lingkungan yang lebih mendukung. Secara umum, prinsip kerja PLTS water mounted tidak berbeda dengan sistem PLTS konvensional, yaitu mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik melalui modul fotovoltaik. Energi listrik yang dihasilkan dalam bentuk arus searah (DC) kemudian dikonversi menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan inverter untuk selanjutnya disalurkan ke beban atau sistem jaringan. Perbedaan utama terletak pada sistem pemasangan (mounting system) yang berada di atas air, sehingga memerlukan struktur terapung sebagai penopang utama. Struktur terapung pada sistem ini umumnya menggunakan material yang tahan terhadap korosi dan memiliki daya apung tinggi, seperti high-density polyethylene (HDPE). Struktur ini dirancang untuk menopang modul surya sekaligus menjaga stabilitas sistem terhadap pengaruh lingkungan, seperti gelombang air, angin, dan perubahan muka air. Selain itu, sistem penjangkaran (anchoring system) digunakan untuk menjaga posisi instalasi agar tetap stabil dan tidak berpindah akibat arus atau angin.

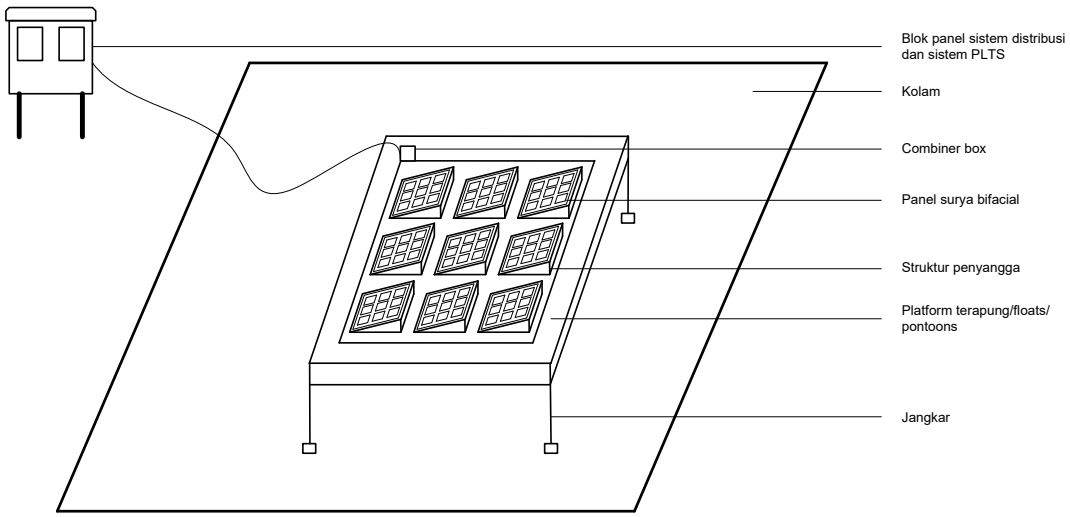
Salah satu keunggulan utama dari PLTS water mounted adalah adanya efek pendinginan alami dari air yang dapat menurunkan suhu operasi modul surya. Penurunan suhu ini berkontribusi pada peningkatan efisiensi konversi energi dibandingkan dengan sistem berbasis darat. Selain itu, keberadaan panel surya di atas permukaan air juga dapat mengurangi laju evaporasi, sehingga memberikan manfaat tambahan dalam pengelolaan sumber daya air. Dalam hal peningkatan produksi energi, sistem ini juga memungkinkan penggunaan modul surya tipe bifacial yang dapat menangkap radiasi pantulan dari permukaan air, sehingga meningkatkan total energi yang dihasilkan. Namun demikian, sistem ini juga memiliki tantangan teknis yang perlu diperhatikan, seperti potensi korosi akibat lingkungan lembap, kebutuhan desain struktur yang tahan terhadap beban dinamis, serta aspek keselamatan dalam instalasi dan pemeliharaan. Integrasi sistem kelistrikan dengan lingkungan berair menuntut penerapan standar proteksi yang lebih ketat untuk mencegah risiko gangguan listrik maupun kecelakaan kerja.

3.3. Rancangan Komponen Utama

Rancangan komponen utama pada konsep alat praktek PLTS water mounted disusun untuk merepresentasikan sistem pembangkitan listrik tenaga surya terapung dalam skala laboratorium secara fungsional dan edukatif. Setiap komponen dirancang dengan mempertimbangkan kemudahan penggunaan, aspek keselamatan, serta kemampuan dalam mendukung kegiatan pembelajaran berbasis praktik.

Komponen pertama adalah platform terapung, yang berfungsi sebagai struktur utama penopang seluruh sistem. Platform ini dirancang menggunakan material ringan dan tahan air, seperti pelampung berbasis plastik atau high-density polyethylene (HDPE), yang memiliki daya apung tinggi serta ketahanan terhadap korosi. Desain platform mempertimbangkan stabilitas sistem agar tetap seimbang saat menopang modul surya dan komponen lainnya. Dalam skala laboratorium, ukuran platform disesuaikan agar mudah dipindahkan dan digunakan dalam berbagai skenario praktikum.

Selanjutnya adalah sistem mounting modul surya, yang berfungsi sebagai penopang dan pengatur posisi modul fotovoltaik. Sistem mounting dirancang dengan sudut kemiringan tertentu untuk mengoptimalkan penyerapan radiasi matahari, sekaligus mempertimbangkan faktor keseimbangan pada platform terapung. Material yang digunakan dipilih dari bahan yang tahan terhadap kelembaban dan korosi, seperti aluminium atau baja ringan berlapis pelindung.



Gambar 1. Konsep rancangan alat praktek PLTS water mounted

Komponen berikutnya adalah modul surya (photovoltaic module) sebagai sumber utama pembangkitan energi listrik. Modul ini menghasilkan energi listrik dalam bentuk arus searah (DC) yang selanjutnya diproses oleh sistem konversi. Kapasitas modul disesuaikan dengan kebutuhan skala laboratorium agar aman dan mudah digunakan dalam proses pembelajaran. Modul yang digunakan dirancang menggunakan tipe bifacial, yang mampu menyerap radiasi matahari dari kedua sisi permukaan.

Penggunaan modul bifacial ini menjadi salah satu keunggulan rancangan, karena dapat merepresentasikan karakteristik sistem PLTS terapung yang memanfaatkan pantulan cahaya dari permukaan air.

Pada sisi konversi energi, digunakan inverter yang berfungsi untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Dalam konsep alat praktek ini, inverter yang digunakan dapat berupa tipe skala kecil yang mendukung pembelajaran dasar mengenai sistem konversi energi. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan komponen proteksi dasar seperti sekering dan pemutus arus untuk meningkatkan keamanan penggunaan. Untuk mendukung pengamatan dan analisis sistem, dirancang sistem monitoring yang memungkinkan pengukuran parameter listrik seperti tegangan, arus, dan daya. Komponen terakhir adalah panel pembebanan, yang berfungsi sebagai simulasi penggunaan energi listrik. Panel ini dirancang menggunakan beban listrik sederhana, seperti lampu atau resistor, yang dapat diatur untuk mensimulasikan variasi kondisi beban. Dengan adanya panel pembebanan, pengguna dapat memahami hubungan antara pembangkitan energi dan konsumsi daya dalam sistem PLTS. Secara keseluruhan, integrasi dari seluruh komponen utama ini menghasilkan suatu konsep alat praktek yang mampu merepresentasikan sistem PLTS water mounted secara utuh dalam skala laboratorium. Rancangan ini tidak hanya menekankan aspek teknis, tetapi juga memperhatikan kemudahan operasional dan keamanan, sehingga dapat digunakan secara efektif dalam mendukung proses pembelajaran di bidang energi terbarukan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan konsep alat praktek PLTS water mounted yang ditujukan untuk mendukung pembelajaran berbasis praktik pada pendidikan vokasi. Rancangan disusun berdasarkan analisis kebutuhan melalui studi literatur dan wawancara ahli, sehingga relevan dengan perkembangan teknologi PLTS terapung dan kebutuhan industri. Konsep yang dihasilkan mencakup integrasi komponen utama, yaitu platform terapung, sistem mounting, modul surya bifacial, inverter, sistem monitoring, dan panel pembebanan. Konsep rancangan alat praktek ini dimungkinkan dalam merepresentasikan sistem PLTS terapung dalam skala laboratorium dengan memperhatikan aspek fungsional, kemudahan penggunaan, dan keselamatan kerja.

5. SARAN

Penelitian ini masih berada pada tahap perancangan konsep, sehingga disarankan untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut melalui simulasi sistem guna menguji kesesuaian desain secara teknis. Selanjutnya, diperlukan pembuatan prototipe skala laboratorium agar rancangan dapat diuji secara langsung, terutama pada aspek stabilitas, kinerja sistem kelistrikan, dan efektivitas pembelajaran.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terselesaikannya penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada ahli dan praktisi di bidang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang telah berkontribusi dalam penyusunan rancangan konsep alat praktek PLTS water mounted.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. I. Osman et al., “Cost, environmental impact, and resilience of renewable energy under a changing climate: a review,” Environmental Chemistry Letters, vol. 21, no. 2, pp. 741–764, Oct. 2022, doi: 10.1007/s10311-022-01532-8.

[2] S. K. Kim and S. Park, “Impacts of renewable energy on climate vulnerability: A global perspective for energy transition in a climate adaptation framework,” The Science of The Total Environment, vol. 859, pp. 160175–160175, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.160175.

[3] A. G. Olabi and M. A. Abdelkareem, “Renewable energy and climate change,” Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 158, pp. 112111–112111, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.rser.2022.112111.

[4] M. I. al Irsyad, A. Halog, and R. Nepal, "Renewable energy projections for climate change mitigation: An analysis of uncertainty and errors," Renewable Energy, vol. 130, pp. 536–546, June 2018, doi: 10.1016/j.renene.2018.06.082.
[5] H. Bayu and J. Windarta, "Tinjauan Kebijakan dan Regulasi Pengembangan PLTS di Indonesia," Jurnal Energi Baru dan Terbarukan, vol. 2, no. 3, pp. 123–132, Aug. 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.10043.
[6] J. Pongoh, M. Langie, S. Tuwongkesong, W. P. Restiawan, and J. Tampemawa, "PLTS Sebagai Energi Alternatif Di Indonesia Yang Ramah Lingkungan," Journal Central Publisher, vol. 1, no. 4, pp. 289–294, June 2023, doi: 10.60145/jcp.v1i4.87.
[7] S. Manahara, S. K. Putri, and I. S. K. W, "Tantangan transisi energi terbarukan di Indonesia," Journal of Innovation Materials Energy and Sustainable Engineering, vol. 1, no. 1, July 2023, doi: 10.61511/jimese.v1i1.2023.259.
[8] B. HILEMAN, "Energy For A Sustainable Future," Chemical & Engineering News, vol. 84, no. 7, pp. 70–75, Feb. 2006, doi: 10.1021/cen-v084n007.p070.
[9] L. Essak and A. Ghosh, "Floating Photovoltaics: A Review," Clean Technologies, vol. 4, no. 3, pp. 752–769, Aug. 2022, doi: 10.3390/cleantechnol4030046.
[10] M. H. Oeishee and Md. M. Rahman, "A Review of Floating Photovoltaic Systems: Prospects, Challenges, and Sustainability Considerations," Global Challenges, vol. 10, no. 2, Feb. 2026, doi: 10.1002/gch2.202500581.
[11] A. Amer et al., "Floating Photovoltaics: Assessing the Potential, Advantages, and Challenges of Harnessing Solar Energy on Water Bodies," Journal of Ecological Engineering, vol. 24, no. 10, pp. 324–339, Aug. 2023, doi: 10.12911/22998993/170917.
[12] C. J. Ramanan, K. H. Lim, J. C. Kurnia, S. Roy, B. J. Bora, and B. J. Medhi, "Towards sustainable power generation: Recent advancements in floating photovoltaic technologies," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 194, pp. 114322–114322, Feb. 2024, doi: 10.1016/j.rser.2024.114322.
[13] D. Silalahi and D. Gunawan, "Solar Energy Potentials and Opportunity of Floating Solar PV in Indonesia," in Penerbit BRIN eBooks, 2022. doi: 10.55981/brin.562.c5.
[14] D. Paul, D. Devaprakasam, S. Patil, and A. P. Agrawal, "Floating Solar: A Review on the Comparison of Efficiency, Issues, and Projections with Ground-Mounted Solar Photovoltaics," International Journal of Sustainable Development and Planning, vol. 18, no. 10. International Information and Engineering Technology Association, pp. 3213–3228, Oct. 30, 2023. doi: 10.18280/ijsdp.181021.
[15] H. M. Pouran, M. P. C. Lopes, T. Nogueira, D. A. C. Branco, and Y. Sheng, "Environmental and technical impacts of floating photovoltaic plants as an emerging clean energy technology," iScience, vol. 25, no. 11, pp. 105253–105253, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.isci.2022.105253.
[16] N. Ravichandran, N. Ravichandran, and B. Panneerselvam, "Floating photovoltaic system for Indian artificial reservoirs—an effective approach to reduce evaporation and carbon emission," International Journal of Environmental Science and Technology, vol. 19, no. 8, pp. 7951–7968, Oct. 2021, doi: 10.1007/s13762-021-03686-4.
[17] S. N. Rumokoy, A. Warokka, I. G. P. Atmaja, L. Gumilar, and D. Monika, "Safety Analysis: Rooftop PV System Training Equipment," CCIT Journal, vol. 18, no. 2, pp. 139–147, Feb. 2025, doi: 10.33050/ccit.v18i1.3538.
[18] S. N. Rumokoy, C. H. Simanjuntak, I. G. P. Atmaja, and J. L. Mappadang, "Perancangan Konsep Alat Praktek PLTS Skala Rumah Tangga Berbasis PV Roof Top Installation," Setrum Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer, vol. 9, no. 1, pp. 68–68, June 2020, doi: 10.36055/setrum.v9i1.7751.
[19] S. N. Rumokoy, A. Warokka, I. G. P. Atmaja, L. Gumilar, and D. Monika, "Design of rooftop PV system training equipment for competency testing," ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, pp. 1375–1380, Nov. 2025, doi: 10.59018/0825157.
[20] S. N. Rumokoy, I. G. P. Atmaja, A. Warokka, Y. O. Sihombing, and C. O. Pelealu, "The Angle Adjustment System of The Solar Energy to Electrical Energy Converter Practice Tool," CCIT Journal, vol. 16, no. 2, pp. 248–257, July 2023, doi: 10.33050/ccit.v16i2.2193.