



COMMUNITY ENGAGEMENT ARTICLE

Pemanfaatan Solar Cell sebagai Energi Alternatif Terbarukan untuk Listrik Panti Asuhan di Kabupaten Merauke

Rapha Nichita Kaikatui¹ | Adik Putra Andika^{2*} | Nurjannah Yusman³

^{1,2*} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Musamus, Kabupaten Merauke, Provinsi Papua Selatan, Indonesia.
³ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Musamus, Kabupaten Merauke, Provinsi Papua Selatan, Indonesia.

Correspondence

^{2*} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Musamus, Kabupaten Merauke, Provinsi Papua Selatan, Indonesia.
Email: andika_ft@unmus.ac.id.

Funding information

Universitas Musamus.

Abstract

Abba Orphanage is an orphanage under the Abba Affection Foundation (YKSA) located in Merauke. This foundation specializes in serving and fostering indigenous Papuan children with dormitory education. Currently, the electrical capacity of the Abba Orphanage has an installed electrical power of 1300 VA and is not adequate to meet all daily electricity needs of the orphanage. This also causes a lack of lighting at the entrance of the orphanage along $\pm 300\text{m}$ from the main road. So the purpose of this activity is to utilize the potential of solar energy based on solar cell technology in order to help meet the electricity needs of the orphanage. The installed technology is 2 solar cells with a capacity of 100 Wp each, Solar Charge Controller/MPPT 40A, Battery/ACCU with a capacity of 60AH, DC Step-Up and Step-Down Converters, DC lights, and control boxes. The technological results of this activity have been handed over to partners as well as training activities/workshops on equipment operation and maintenance are carried out. The electrical energy storage capacity of this device is 1440W with load usage for 6 hours/working day, which is from 18:00 WIT to 21:00 WIT for an estimated use for 2 days.

Keywords

Solar Energy; Solar Cells; MPPT; Orphanages.

Abstrak

Panti Asuhan Abba merupakan panti asuhan di bawah Yayasan Kasih Sayang Abba (YKSA) yang berada di Merauke. Yayasan ini khusus melayani dan membina putra-putri asli Papua dengan pendidikan pola asrama. Saat ini kapasitas listrik Panti Asuhan Abba memiliki daya listrik terpasang sebesar 1300 VA dan belum memadai untuk memenuhi seluruh kebutuhan listrik harian panti. Hal tersebut juga menyebabkan minimnya penerangan di jalan masuk panti sepanjang $\pm 300\text{m}$ dari jalan utama. Sehingga tujuan dari kegiatan ini adalah memanfaatkan potensi energi matahari berbasis teknologi solar cell agar dapat membantu memenuhi kebutuhan listrik Panti. Teknologi yang terpasang yaitu 2 buah solar cell dengan kapasitas masing-masing 100 Wp, Solar Charge Controller/MPPT 40A, Baterai/ACCU berkapasitas 60AH, DC Step-Up dan Step-Down Converter, lampu-lampu DC, dan box kontrol. Hasil teknologi dari kegiatan ini telah di serahkan kepada pihak mitra sekaligus dilaksanakan kegiatan pelatihan/workshop pengoperasian dan pemeliharaan peralatan. Kapasitas penyimpanan energi listrik dari alat ini sebesar 1440W dengan penggunaan beban selama 6 jam/hari kerja yaitu dari 18:00 WIT sampai dengan 21:00 WIT untuk estimasi penggunaan selama 2 hari.

Kata Kunci

Energi Matahari; Solar cell; MPPT; Panti Asuhan.

1 | PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif telah menjadi isu penting dalam beberapa tahun terakhir (Rao & Pachauri, 2017; Acheampong *et al.*, 2021). Energi matahari dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan listrik (Islami *et al.*, 2021). Sebagai sumber energi yang melimpah, energi matahari dapat diakses hampir di seluruh dunia. Energi yang dihasilkan oleh matahari dalam bentuk sinar dapat diubah menjadi listrik menggunakan panel surya (Saleh *et al.*, 2020). Teknologi panel surya telah berkembang pesat, sehingga efisiensi konversi energi matahari menjadi listrik semakin meningkat (Saleh *et al.*, 2020). Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif juga memiliki dampak positif terhadap lingkungan, karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Dengan mengadopsi energi matahari, ketergantungan pada sumber energi fosil dapat dikurangi, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Taufik *et al.*, 2023). Panti Asuhan Abba, yang berada di bawah Yayasan Kasih Sayang Abba (YKSA), mendidik dan melayani masyarakat, khususnya anak-anak asli Papua, dengan menggunakan sistem pendidikan berbasis asrama. Panti ini dikelola oleh sembilan pengelola dan dihuni oleh 28 anak asli Papua, terdiri dari 19 anak tingkat SMA, 8 anak tingkat SMP, dan 1 anak yang sedang menempuh pendidikan tinggi di Universitas Musamus. Kapasitas daya listrik yang terpasang di Panti Asuhan Abba saat ini sebesar 1300 VA, yang tidak cukup untuk memenuhi seluruh kebutuhan listrik harian panti. Hal ini menyebabkan masalah overload ketika semua peralatan elektronik digunakan secara bersamaan. Rencana peningkatan daya menjadi 2200 VA dihadapkan pada tantangan finansial, mengingat biaya tagihan listrik yang akan meningkat signifikan. Selain itu, penerangan di jalan masuk panti sepanjang ±300 meter dari jalan utama juga sangat minim.

Masalah ini menjadi perhatian utama, karena jalan tersebut sering dilalui pada malam hari oleh penghuni, pengunjung, dan mitra sosial panti lainnya. Provinsi Papua masih menghadapi tantangan dalam hal akses listrik. Meskipun rasio elektrifikasi nasional mencapai 99,78% dan rasio elektrifikasi untuk Papua sudah mencapai 95,01%, pemerataan elektrifikasi belum tercapai di seluruh wilayah Papua. Elektrifikasi merupakan salah satu prasyarat untuk pembangunan negara karena berpotensi meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Akbar *et al.*, 2021; Oni *et al.*, 2024). Indonesia sebagai negara tropis, yang dilalui oleh garis khatulistiwa, memiliki potensi besar dalam penerimaan panas matahari (Spiru, 2023). Provinsi Papua Selatan, khususnya, memiliki potensi energi matahari yang besar karena letaknya yang terletak di ujung timur Indonesia, sehingga menerima paparan sinar matahari yang intens sepanjang tahun. Oleh karena itu, kegiatan ini bertujuan untuk memanfaatkan potensi energi matahari guna membantu menyelesaikan beberapa permasalahan terkait kebutuhan listrik di Panti Asuhan Abba.

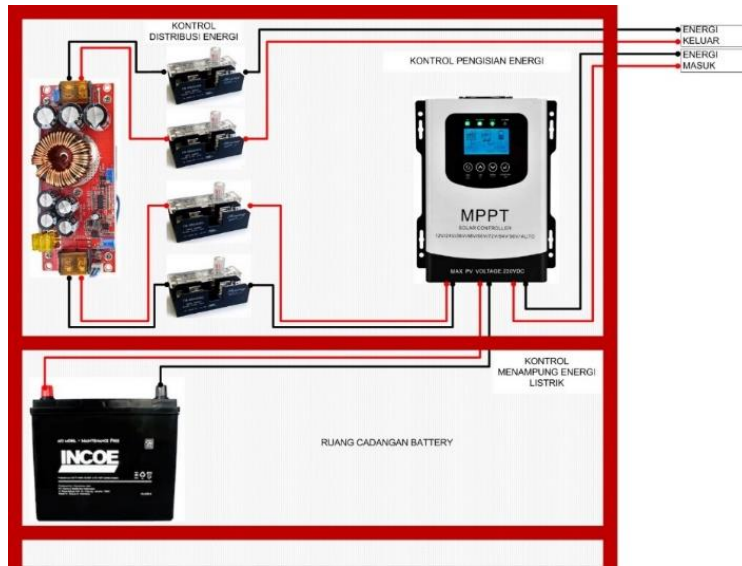
2 | METODE

Pelaksanaan program ini mengadopsi metode *Oriented Project Planning* (OPP), yaitu pendekatan perencanaan proyek yang berfokus pada pencapaian tujuan dan hasil yang telah ditetapkan. Pendekatan ini menekankan pentingnya pengorganisasian dan pengelolaan kegiatan dengan memperhatikan secara mendalam tujuan, hasil yang diharapkan, serta manfaat yang ingin dicapai. Dengan menggunakan metode OPP, kegiatan pengabdian yang dilaksanakan menjadi lebih terarah dan terfokus pada pencapaian hasil yang optimal. Pendekatan ini juga membantu mengurangi risiko, memaksimalkan manfaat, dan meningkatkan peluang keberhasilan program. Rencana program ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan kegiatan, yang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

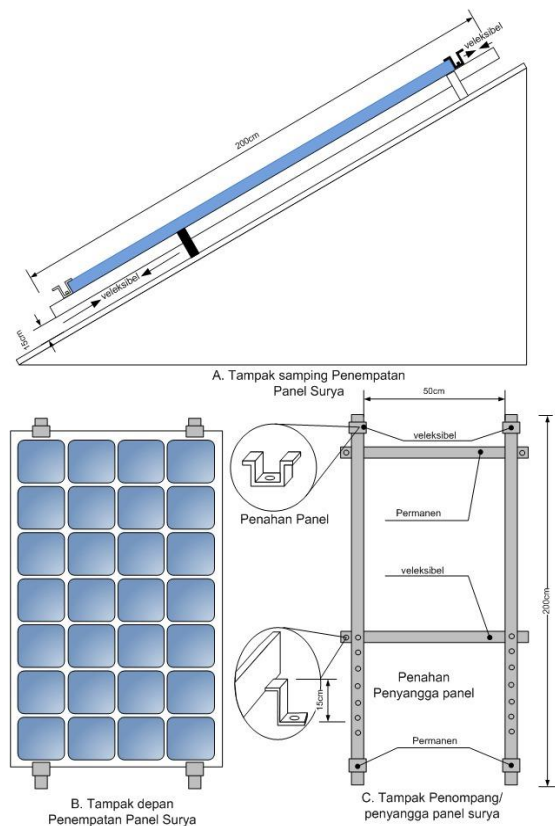


Gambar 1. Tahapan pelaksanaan kegiatan

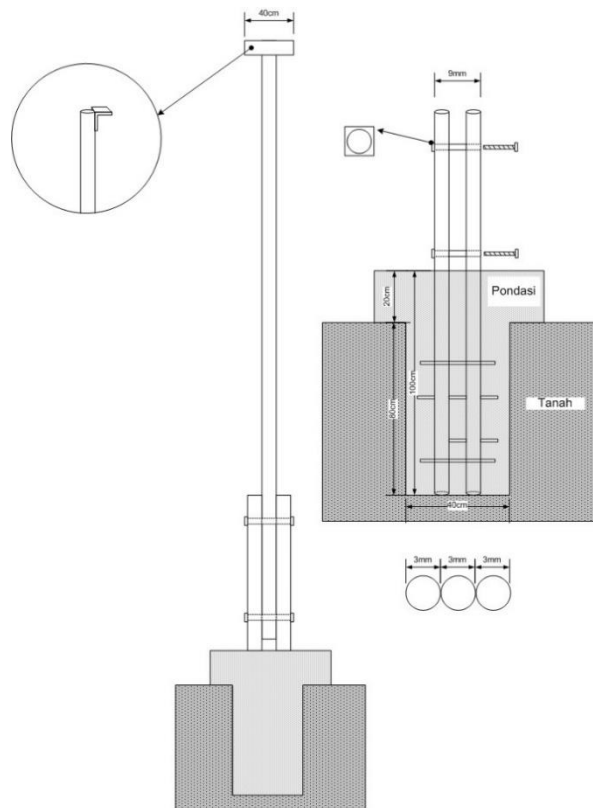
Pada tahap perancangan teknologi, desain alat dirancang secara mendetail. Seluruh rancangan teknologi dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.



Gambar 2. Rancangan box control



Gambar 3. Rancangan dudukan solar cell pada atap gedung/rumah



Gambar 4. Rancangan tiang lampu jalan

Rincian Teknologi Utama dalam Kegiatan Ini Adalah Sebagai Berikut:

- 1) Panel Surya
Panel surya yang terpasang adalah 2 buah panel surya dengan kapasitas 100Wp yang dipasang secara paralel.
- 2) Solar Charge Controller / MPPT (Maximum Power Point Tracking)
Solar Charge Controller yang digunakan memiliki kapasitas arus maksimal 40A dengan tegangan input yang dapat bekerja pada rentang 12V hingga 40V. Penggunaan *MPPT* memungkinkan sistem untuk mengoptimalkan daya yang dihasilkan oleh panel surya, memastikan pengisian baterai dilakukan dengan efisien.
- 3) Solar Baterai / ACCU
Baterai yang digunakan memiliki kapasitas 60AH dengan tegangan input-output 12V hingga 13V, dan pada pengabdian ini, baterai yang digunakan sebanyak 2 unit.
- 4) DC Step-Up Converter
DC Step-Up Converter adalah perangkat yang digunakan untuk meningkatkan tegangan DC yang dihasilkan oleh sistem. Alat ini memungkinkan peningkatan tegangan hingga 2 hingga 10 kali dari energi yang diterima, memastikan energi listrik tetap stabil meskipun jarak antara panel surya dan beban cukup jauh.
- 5) DC Step-Down Converter
DC Step-Down Converter digunakan untuk menurunkan tegangan DC ke tingkat yang dibutuhkan oleh perangkat listrik yang terhubung. Penggunaan *step-down converter* ini mencegah kerusakan perangkat akibat kelebihan tegangan, menjaga keamanan dan keandalan sistem.
- 6) Beban
 - a) Beban yang terhubung ke sistem ini terdiri dari beberapa perangkat penerangan, yaitu:
3 lampu kamar dengan daya 20 Watt DC.
 - b) lampu ruangan dengan daya 50 Watt DC.
 - c) 2 lampu jalan dengan daya sorot 50 Watt DC.
- 7) Box Kontrol
Box kontrol yang digunakan untuk sistem panel surya dirancang dalam kondisi terbuka. Desain ini bertujuan untuk memungkinkan sirkulasi udara yang optimal, sehingga panas yang dihasilkan oleh komponen elektronik di dalam *box* dapat dengan mudah terdisipasi. Sirkulasi udara yang baik sangat penting untuk mencegah terjadinya peningkatan suhu yang berlebihan (*overheating*), yang dapat mengakibatkan kerusakan pada perangkat elektronik yang terpasang di dalam *box kontrol*. Oleh karena itu, desain terbuka pada *box kontrol* merupakan upaya untuk menjaga kinerja dan umur panjang dari teknologi panel surya.

3 | HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Seluruh tahapan kegiatan pengabdian kepada masyarakat telah selesai dilaksanakan. Pemasangan teknologi utama energi terbarukan berbasis solar cell juga telah terpasang di tempat lokasi mitra dan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Hasil Box Kontrol yang terpasang di lokasi Mitra



Gambar 6. Panel Surya yang terpasang



Gambar 7. Pemasangan tiang lampu jalan



Gambar 8. Pengujian lampu jalan berbasis solar cell pada malam hari



Gambar 9. Penerangan ruangan Berbasis solar cell

Penerapan sistem energi matahari di Panti Asuhan Abba memiliki kapasitas penyimpanan energi listrik sebesar 1440W. Namun, kapasitas ini belum mencukupi untuk memenuhi kebutuhan daya selama minimal 10 jam kerja per hari. Jika dihitung untuk penggunaan penuh selama 10 jam kerja, total daya yang dibutuhkan adalah 2,6 kW. Oleh karena itu, penggunaan beban dibatasi menjadi 6 jam per hari, dengan jam operasional mulai pukul 18:00 WIT hingga 21:00 WIT, dan beban terpasang sebesar 1560W. Dengan pengaturan ini, estimasi penggunaan energi adalah untuk dua hari kerja.

Pembatasan jam operasional kelistrikan ini bertujuan untuk menjaga efisiensi penyimpanan energi listrik, mengingat sistem yang terpasang tidak dilengkapi dengan sistem pemantauan otomatis untuk membatasi penyimpanan energi pada baterai. Oleh karena itu, pembatasan penyerapan energi listrik perlu diterapkan. Setelah seluruh teknologi terpasang dan dilakukan uji coba serta analisis sistem, selanjutnya dilakukan kegiatan serah terima alat kepada mitra, yang dihadiri oleh para pengelola dan penghuni Panti Asuhan Abba, Merauke, Papua Selatan.



Gambar 10. Prosesi kegiatan serah terima alat kepada mitra PkM



Gambar 11. Kegiatan *workshop* baik secara teori maupun langsung praktik

Kegiatan ini dilaksanakan bersamaan dengan penyerahan alat dan melibatkan berbagai pelatihan/*workshop*, mulai dari pengoperasian sistem energi, hingga pemeliharaan agar sistem dapat berfungsi optimal dalam jangka panjang. Pengoperasian sistem energi surya dijelaskan secara rinci, termasuk bagaimana cara mengatur dan memonitor aliran listrik, serta memahami fungsi dari setiap komponen sistem. Selain itu, pemeliharaan menjadi fokus utama dalam *workshop* ini untuk memastikan keberlangsungan sistem energi surya yang telah terpasang. Peserta dilatih untuk melakukan pemeriksaan rutin, penanganan gangguan, serta pembersihan panel surya agar dapat beroperasi dengan efisien dan menghasilkan energi yang optimal. *Workshop* ini diharapkan dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi pengelola panti asuhan, sehingga teknologi energi surya yang telah dipasang dapat dimanfaatkan secara maksimal dan berkelanjutan. Tim PkM juga melakukan evaluasi dan monitoring secara berkala pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sangat penting untuk memastikan sistem berjalan optimal dan efisien.

3.2 Pembahasan

Penerapan sistem energi matahari di Panti Asuhan Abba bertujuan untuk mengatasi permasalahan keterbatasan pasokan listrik, yang sering kali mengalami overload terutama pada jam-jam sibuk saat penggunaan peralatan elektronik meningkat. Sistem yang terpasang memiliki kapasitas penyimpanan energi listrik sebesar 1440W, namun kapasitas ini tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan daya selama 10 jam penuh, yang diperkirakan mencapai 2,6 kW. Oleh karena itu, penggunaan beban dibatasi menjadi 6 jam per hari, yaitu dari pukul 18:00 WIT hingga 21:00 WIT, dengan beban terpasang sebesar 1560W. Pembatasan ini bertujuan untuk menjaga efisiensi penyimpanan energi dalam baterai, yang pada saat ini belum dilengkapi dengan sistem pemantauan otomatis untuk membatasi penggunaan energi dalam baterai (Islami *et al.*, 2021; Saleh *et al.*, 2020). Pemanfaatan energi terbarukan berbasis *solar cell* ini sangat relevan dengan kondisi di daerah seperti Papua yang masih memiliki akses listrik terbatas. Sebagaimana disebutkan oleh Akbar *et al.* (2021), integrasi teknologi energi terbarukan di daerah-daerah terpencil sangat mendukung peningkatan kualitas hidup dan pemerataan energi. Meski rasio elektrifikasi di Papua telah mencapai 95%, belum seluruh wilayah dapat menikmati pasokan listrik

yang stabil. Oleh karena itu, penerapan sistem energi surya ini di Panti Asuhan Abba tidak hanya mengurangi ketergantungan pada sumber daya fosil tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan emisi gas rumah kaca (Taufik *et al.*, 2023). Sistem *solar cell* yang dipasang di Panti Asuhan Abba telah berfungsi dengan baik pada tahap uji coba dan analisis sistem. Meskipun demikian, untuk memenuhi kebutuhan daya dalam jangka panjang dan memperluas penerapan teknologi ini, diperlukan penambahan kapasitas baterai dan panel surya. Sebagaimana yang dibahas dalam penelitian oleh Oni *et al.* (2024), salah satu faktor yang dapat meningkatkan efisiensi sistem *solar photovoltaic* adalah dengan memperbesar kapasitas penyimpanan dan penambahan sistem pemantauan otomatis yang dapat mengoptimalkan kinerja sistem.

Selain itu, meskipun pembatasan jam operasional telah diterapkan untuk menjaga kinerja sistem, penting untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi optimal dalam berbagai kondisi cuaca dan perubahan pola konsumsi listrik. Dalam hal ini, pendekatan *off-grid solar power* yang telah diterapkan pada Panti Asuhan Abba mirip dengan aplikasi serupa di berbagai lokasi di Indonesia, seperti yang dikembangkan oleh Taufik *et al.* (2023) pada sistem penerangan jalan otomatis berbasis *solar cell*. Namun, untuk memastikan keberlanjutan, perlu adanya peningkatan infrastruktur yang dapat memperkuat kapasitas penyimpanan dan distribusi energi. Pelatihan yang diberikan kepada pengelola panti asuhan juga menjadi bagian penting dalam memastikan keberlanjutan penggunaan sistem. Mengingat pentingnya pengelolaan dan pemeliharaan sistem *solar cell* untuk memastikan efisiensinya, seperti yang disarankan oleh Acheampong *et al.* (2021), penting bagi pengelola untuk memahami cara kerja dan cara merawat peralatan untuk mencegah kerusakan sistem yang dapat mengganggu operasional jangka panjang. Secara keseluruhan, penerapan sistem energi matahari ini memberikan solusi yang signifikan bagi Panti Asuhan Abba, baik dari segi penghematan biaya operasional maupun pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan adanya pemanfaatan energi terbarukan ini, panti asuhan dapat lebih mandiri dalam memenuhi kebutuhan energinya, serta mendukung pendidikan dan kesejahteraan anak-anak di panti asuhan. Kedepannya, pengembangan sistem ini perlu memperhatikan faktor peningkatan kapasitas untuk mengakomodasi kebutuhan energi yang lebih besar, serta memperkenalkan teknologi yang lebih efisien untuk memaksimalkan penggunaan energi matahari yang ada.

4 | KESIMPULAN

Kegiatan telah ini sukses menerapkan pemanfaatan teknologi energi terbarukan berbasis solar cell di Panti Asuhan Abba, Merauke, Papua Selatan. Teknologi ini telah memberikan solusi untuk mengatasi masalah *overload* listrik, meningkatkan keamanan, dan mendukung aktivitas sosial serta aktivitas pendidikan di panti asuhan. Kegiatan ini juga dapat mengurangi ketergantungan pengelola kepada listrik PLN, menekan biaya operasional, dan memberikan manfaat jangka panjang bagi kualitas hidup anak-anak panti asuhan. Namun pengelola panti dapat menambahkan kapasitas baterai dan jumlah panel surya untuk mendukung kebutuhan energi yang lebih besar untuk mendukung penggunaan energi listrik hingga 10-14 jam sehari tanpa kendala. Juga sebaiknya memasang perangkat monitoring otomatis untuk memantau penyimpanan energi secara real-time, sehingga sistem dapat beroperasi lebih efisien dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim PkM mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang mendukung terlaksananya kegiatan ini, yaitu pihak mitra panti asuhan Abba, Universitas Musamus melalui LP2M serta Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi Republik Indonesia. Ucapan terimakasih juga kepada mahasiswa-mahasiswa yang terlibat aktif dari awal hingga selesai kegiatan serta pihak Jurusan dan laboratotium Teknik elektro Universitas Musamus.

REFERENSI

- Acheampong, A. O., Erdiaw-Kwasie, M. O., & Abunyewah, M. (2021). Does energy accessibility improve human development? Evidence from energy-poor regions. *Energy Economics*, 96, 105165. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105165>.
- Akbar, M., Pamuttu, D. L., Andika, A. P., & Rusdi, M. (2021). Pemodelan Penerangan Jalan Umum (Pju) Dengan Menggunakan Kombinasi Teknologi Turbin Vertikal Axis Dan Solar Cell. *Mustek Anim Ha*, 10(01), 12-16.

- Islami, M. S., Urmee, T., & Kumara, I. N. S. (2021). Developing a framework to increase solar photovoltaic microgrid penetration in the tropical region: A case study in Indonesia. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 101311. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101311>.
- Kango, R., Hadiyanto, H., Suhaedi, S., & Ihsan, I. (2021). Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Fasilitas Bangku Taman Ruang Terbuka Hijau. *Literasi Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Inovasi*, 1(1), 50-55.
- Oni, A. M., Mohsin, A. S., Rahman, M. M., & Bhuian, M. B. H. (2024). A comprehensive evaluation of solar cell technologies, associated loss mechanisms, and efficiency enhancement strategies for photovoltaic cells. *Energy Reports*, 11, 3345-3366.
- Pribadi, A. N. (2013). Analisis pemanfaatan solar cell sebagai energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan listrik kapal wisata bawah laut.
- Rao, N. D., & Pachauri, S. (2017). Energy access and living standards: some observations on recent trends. *Environmental Research Letters*, 12(2), 025011. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5b0d>.
- Saleh, C., Setiawan, R., & Parada D. P., B. R. (2020). Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif pada proses produksi hidrogen pada hidrofili. *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, 2(2), 99-104. <https://doi.org/10.30812/bite.v2i2.913>.
- Spiru, P. (2023). Assessment of renewable energy generated by a hybrid system based on wind, hydro, solar, and biomass sources for decarbonizing the energy sector and achieving a sustainable energy transition. *Energy Reports*, 9, 167-174. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.04.316>.
- Taufik, M., Asrul, J., & Widia, R. (2023). Rancang bangun prototipe solar cell off grid pada lampu taman otomatis. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, 19(1).

How to cite this article: Kaikatui, R. N., Andika, A. P., & Yusman, N. (2025). Pemanfaatan Solar Cell sebagai Energi Alternatif Terbarukan untuk Listrik Panti Asuhan di Kabupaten Merauke. *AJAD : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 110-117. <https://doi.org/10.59431/ajad.v5i1.477>.