Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X **(Printed)**
5 (3) 2025, Page: 26448-26455

Rancang Bangun Penerangan Jalan Umum Hemat Energi Menggunakan Panel Surya Di Politeknik Penerbangan Medan

Kristina Tambunan, Usman, Muhammad Caesar Akbar
Program Diploma Teknik Listrik Bandar Udara
Corresponding Author: kristinatbn123@gmail.com, usmanatkp@yahoo.co.id, mhdcaesar@poltekbangmedan.ac.id

Published: September, 2025

ABSTRAK

The Public Street Lighting (PJU) system at Medan Aviation Polytechnic still relies on conventional electricity from PLN and is not equipped with an automation system. The type of lamp used is a high-power mercury lamp, with several units in damaged condition, resulting in suboptimal lighting and high energy consumption. The existing system also leads to energy waste as the lamps remain on even when natural lighting is sufficient. This condition drives the need for the implementation of an energy-efficient, environmentally friendly, and sustainable PJU system that does not depend on the PLN electricity grid. This research uses applied research methods with the research procedure stages starting with a literature study on automatic lighting systems, the working principle of solar panels, and batteries as energy storage. The designed system utilizes a 120 Wp solar panel as the main energy source, an MPPT-type Solar Charge Controller (SCC), a 12V 80Ah battery as an energy storage unit, an inverter to convert DC to AC, and a photocell sensor as an automatic on-off controller for the lamps. The test results show that the system operates automatically and efficiently. The photocell is capable of turning on the lamps when the light intensity is below 20 lux and switching them off when it exceeds 300 lux. The system can power the lamps for approximately 12 hours per night without using PLN electricity. The application of a PJU system using solar panels and a photocell sensor is proven effective in reducing PLN electricity consumption and can serve as a sustainable solution for street lighting in the Medan Aviation Polytechnic area

***Keywords**: Solar Panel, Photocell, Street Lighting, Battery, Renewable Energy*

ABSTRAK

Penerangan Jalan Umum (PJU) di Politeknik Penerbangan Medan yang masih menggunakan listrik konvensional dari PLN dan tidak dilengkapi dengan sistem otomatisasi. Jenis lampu yang digunakan adalah lampu merkuri berdaya besar, dengan sebagian unit dalam kondisi rusak sehingga pencahayaan kurang optimal dan konsumsi energi tinggi. Sistem yang ada saat ini juga menyebabkan pemborosan energi karena lampu tetap menyala meskipun pencahayaan alami sudah cukup terang. Permasalahan ini mendorong perlunya penerapan sistem PJU hemat energi yang ramah lingkungan, berkelanjutan, dan tidak bergantung pada jaringan listrik PLN. Penelitian ini menggunakan metode penelitian terapan (*applied research*) dengan tahapan prosedur penelitian diawali dengan studi literatur mengenai sistem penerangan otomatis, prinsip kerja panel surya dan baterai sebagai penyimpan energi. Sistem yang dirancang memanfaatkan panel surya 120 Wp sebagai sumber energi utama, *Solar Charge Controller* (SCC) tipe MPPT, baterai 12V 80Ah sebagai penyimpan energi, *inverter* sebagai pengubah arus DC ke AC, dan sensor *photocell* sebagai pengontrol otomatis nyala-mati lampu. Hasil pengujian menunjukkan sistem bekerja secara otomatis dan efisien. *Photocell* mampu menyalakan lampu saat intensitas cahaya di bawah 20 *lux* dan memadamkan lampu di atas 300 *lux*. Sistem ini dapat menyalakan lampu selama ±12 jam per malam tanpa menggunakan listrik PLN. Penerapan sistem PJU menggunakan panel surya dan sensor *photocell* efektif dalam mengurangi konsumsi energi listrik PLN dan dapat menjadi solusi berkelanjutan untuk penerangan jalan di lingkungan kampus Politeknik Penerbangan Medan.

Kata Kunci: Panel Surya, *Photocell*, Penerangan Jalan Umum, Baterai, Energi Terbarukan

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) tahun 2025, Indonesia memiliki tingkat penyinaran matahari yang sangat tinggi dengan potensi energi surya yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. BMKG mencatat bahwa rata -rata intensitas radiasi matahari di Indonesia mencapai 4,8 kWh/m² per hari, yang setara dengan kapasitas energi

sebesar 112.000 GWp. Potensi besar ini memberikan peluang untuk memanfaatkan energi surya dalam Salah satu sektor yang sangat bergantung pada energi untuk operasionalnya adalah penerangan jalan umum (PJU). PJU merupakan lampu yang digunakan untuk penerangan jalan pada malam hari, yang tidak hanya membantu pengguna jalan melihat lebih jelas, tetapi juga berfungsi untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan, serta mencegah tindak kriminal dan kecelakaan.(Husolihah, 2023)

Saat ini, setidaknya terdapat dua sumber energi yang dapat digunakan untuk menjadi sumber penerangan jalan. Pertama, sumber listrik yang disediakan oleh energi listrik komersial seperti PLN (Perusahaan Listrik Negara) dan yang kedua, memanfaatkan energi terbarukan yang tersedia pada tempat pemasangan penerangan jalan umum. Penggunaan energi listrik komersial untuk PJU memiliki beberapa keterbatasan, seperti biaya operasional yang tinggi, ketergantungan pada jaringan listrik, serta dampak lingkungan yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar fosil dalam pembangkitan listrik.

Politeknik Penerbangan Medan merupakan sekolah tinggi kedinasan yang berada di bawah naungan Kementrian Perhubungan khususnya pada matra udara, yang memiliki tujuan untuk menyediakan pendidikan dan pelatihan berkualitas tinggi di bidang penerbangan, terutama di wilayah Sumatera dan sekitarnya. Sebagai Unit Pelaksana Teknis (UPT) BPSDM Perhubungan di bawah Kementerian Perhubungan, Politeknik Penerbangan Medan memiliki tugas untuk menyelenggarakan pendidikan diploma khusus di bidang Teknik dan Keselamatan Penerbangan. Saat ini, kondisi sistem PJU di lingkungan Politeknik Penerbangan Medan masih menggunakan listrik konvensional yang disuplai dari jaringan PLN. Pada saat pengukuran daya di lapangan, penggunaan daya pada satu lampu penerangan jalan umum cukup tinggi. Lampu yang digunakan adalah lampu jenis merkuri (*mercury lamp*) yang memiliki konsumsi daya besar, yaitu sekitar 125 watt hingga 250 watt per titik. Dengan durasi nyala lampu sekitar 12 jam per hari dapat mengonsumsi energi sekitar 3kWh untuk satu lampu. Penggunaan lampu merkuri saat ini sudah dianggap tidak efisien dan tidak lagi sesuai dengan standar penerangan jalan yang ramah lingkungan. Selain itu, beberapa unit lampu dalam keadaan tidak berfungsi (rusak), sehingga tidak memberikan pencahayaan yang optimal di malam hari. Sistem PJU juga tidak dilengkapi dengan sistem otomatisasi, sehingga lampu menyala dan mati secara manual.

Mengingat kondisi tersebut, penerapan sistem penerangan jalan umum menggunakan panel surya di Politeknik Penerbangan Medan menjadi sangat penting. Energi surya yang melimpah di wilayah Indonesia, memberikan peluang besar untuk memanfaatkan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Panel surya mampu mengonversi energi matahari menjadi energi listrik yang dapat disimpan dalam baterai untuk digunakan pada malam hari. Dengan memanfaatkan energi matahari yang melimpah, sistem penerangan ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional, tetapi juga mendukung upaya pengurangan emisi karbon.

Selain itu, penerapan teknologi sensor cahaya seperti *Light Dependent Resistor* dapat meningkatkan efisiensi sistem penerangan dengan mendeteksi intensitas cahaya sekitar dan mengontrol nyala atau mati lampu secara otomatis. Prinsip kerja ini juga telah diimplementasikan dalam bentuk modul *photocell* yang digunakan dalam sistem ini, di mana sensor dan saklar internal bekerja secara terintegrasi. Dengan demikian, lampu hanya akan menyala saat kondisi gelap dan mati saat kondisi terang, sehingga penggunaan energi dapat dioptimalkan.

Dalam merancang sistem penerangan jalan umum (PJU) berbasis energi surya, terdapat sejumlah regulasi dan kebijakan nasional yang relevan dan dapat dijadikan landasan. Salah satunya adalah Permen Perhubungan Nomor 27 Tahun 2018 tentang Alat Penerangan Jalan, yang menekankan efisiensi energi, keselamatan pengguna jalan, dan keberlanjutan sistem pencahayaan. Permen ini mengatur aspek teknis seperti tingkat pencahayaan, distribusi cahaya, serta efisiensi penggunaan energi yang harus dipenuhi dalam sistem PJU.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, diperlukan sebuah solusi untuk mengatasi masalah dan memaksimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia. Oleh karena itu, penulis mengambil judul Rancang Bangun Penerangan Jalan Umum Hemat Energi Menggunakan Panel

Surya Di Politeknik Penerbangan Medan". Dengan mengembangkan sistem ini, diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional dan mendukung upaya pelestarian lingkungan melalui pemanfaatan energi terbarukan. Sistem ini juga diharapkan dapat menjadi solusi penerangan jalan yang ramah lingkungan dan mudah diterapkan di berbagai wilayah, khususnya di lingkungan pendidikan seperti kampus.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian terapan (*applied research*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan menerapkan sistem penerangan jalan umum (PJU) hemat energi yang menggunakan panel surya sebagai sumber daya utama dan sensor *photocell* sebagai pengendali otomatisasi nyala dan mati lampu, yang diterapkan langsung di lingkungan Kampus Politeknik Penerbangan Medan. Prosedur penelitian diawali dengan studi literatur mengenai sistem penerangan otomatis, prinsip kerja panel surya dan baterai sebagai penyimpan energi. Sensor *photocell* dipilih karena memiliki kemampuan untuk mendeteksi perubahan intensitas cahaya dengan prinsip resistansi yang berubah tergantung pada jumlah cahaya yang diterima. Sensor ini akan bekerja sebagai saklar otomatis yang mengaktifkan atau mematikan lampu sesuai dengan kondisi terang atau gelap di sekitarnya..

Perancangan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan panel surya sebagai sumber energi utama, baterai sebagai penyimpanan energi, sensor *photocell* sebagai pendeteksi intensitas cahaya. Setelah perancangan selesai, sistem dipasang secara langsung pada penerangan jalan umum yang telah tersedia di area kampus tepatnya pada lampu jalan di sebelah Asrama *Foxtrot*. Setelah instalasi selesai, dilakukan pengujian lapangan untuk mengukur performa sistem berdasarkan beberapa parameter seperti tegangan dan arus keluaran panel surya, tegangan baterai saat pengisian dan pengeluaran daya, intensitas cahaya lingkungan saat sistem aktif, serta durasi waktu nyala lampu. Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif untuk menilai efisiensi energi dari panel surya, kestabilan *output inverter*, serta keandalan sistem otomatisasi nyala dan mati lampu berdasarkan respon sensor LDR terhadap kondisi lingkungan sekitar. Hasil analisis ini digunakan untuk mengevaluasi kelayakan sistem apabila diterapkan lebih luas di area kampus maupun tempat lainnya.

Gambar 1. Desain Alat



Cara Kerja Alat

Sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) tenaga surya bekerja otomatis dengan prinsip konversi energi terbarukan dan kontrol otomatis. Siang hari, panel surya menyerap cahaya matahari dan mengubahnya menjadi listrik DC, lalu dialirkan ke *Solar Charge Controller* (SCC) tipe MPPT untuk mengatur dan mengoptimalkan pengisian baterai. Energi disimpan hingga malam hari, saat sensor cahaya mendeteksi penurunan intensitas dan memberi sinyal ke *inverter* untuk mengubah listrik DC menjadi AC guna menyalakan lampu. Lampu menyala otomatis pada malam hari dan mati kembali saat pagi ketika sensor mendeteksi cahaya cukup. Sistem ini efisien, mandiri, dan ramah lingkungan.

Komponen Alat

Tabel 1 Spesifikasi Panel Surya

No	Kriteria	Kapasitas
1	*Maximum Power*	120 W
2	*Voltage at Pmax (*Vmp*)*	21,2 V
3	*Current at Pmax (*Imp*)*	5,67 A
4	*Open Circuit Voltage (*Voc*)*	24,58 V
5	*Short Circuit Current (*Isc*)*	6,38 A
6	*Dimension*	900 × 670 × 35 mm

Tabel 2. Spesifikasi MPPT

No	Kriteria	Kapasitas
1	*Rated Voltage*	12 V / 24 V
2	*Rated Current*	10 A
3	*Max* PV *Voltage*	50 V
4	*Max* PV *Input Power*	130 W (12 V) / 260 W (24 V)

Tabel 3. Spesifikasi *Inverter*

No	Kriteria	Kapasitas
1	*Power Output*	500 W
2	*Input Voltage* DC	12 V
3	*Output Voltage* AC	220 V
4	*Output Frequency*	50 *Hz*

Tabel 4. Spesifikasi Baterai

No.	Kriteria	Kapasitas
1	*Type*	Aki Kering
2	Kapasitas	12 V / 80 Ah
3	Dimensi (mm)	305 × 173 × 202 mm

Tabel 5. Spesifikasi *Photocell*

No	Kriteria	Kapasitas
1	*Voltage*	220 V AC
2	*Current*	10 A

3	*Maximum Power*	2200 W

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Kerangka

Gambar 2. Kerangka Alat



Rangka dibuat menggunakan besi ringan yang mampu menopang panel surya berkapasitas 120 Wp Di bagian tengah rangka terdapat *box* kedap air yang berfungsi melindungi komponen elektronik dari hujan dan debu. Di dalam *box* ini terdapat tiga komponen utama yang telah dirangkai, *Solar Charge Controller* (SCC) tipe MPPT, baterai, dan *inverter*.

Instalasi di Lapangan

Gambar 3. Instalasi Sistem



Sistem dipasang di 2 titik PJU di area jalan sebelah asrama *Foxtrot* kampus Politeknik Penerbangan Medan. Lokasi dipilih dengan mempertimbangkan paparan sinar matahari penuh pada siang hari dan minim gangguan bayangan dari pohon atau bangunan.

Hasil Pengujian Baterai

Tabel 6. Performa Baterai

Fase	Waktu	Tegangan Baterai (V_{DC})	Arus (A_{DC})	Keterangan
Charging	10:00 WIB	12,6	0,1	Pengisian dari panel surya
Charging	12:00 WIB	12,6	0,2	Pengisian dari panel surya
Discharging	19:00 WIB	12,6	0,7	Lampu menyala
Discharging	20:00 WIB	12,4	0,8	Lampu menyala

Hasil Pengujian Panel Surya

Tabel 7. Hasil Pengukuran Panel Surya

Waktu Pengukuran	Intensitas Cahaya Matahari (*Lux*)	Tegangan Keluaran (V_{DC})	Arus Keluaran (A_{DC})	Daya Keluaran (Watt)	Kondisi Cuaca
08:00 WIB	9795	12,2	0,3	3,66	Cerah Redup
10:00 WIB	13100	13,1	1,9	24,89	Cerah
12:00 WIB	100000	13,6	3,7	50,32	Terik
14:00 WIB	20690	12,5	0,6	7,5	Cerah Berawan
16:00 WIB	8227	12,4	0,3	3,72	Mulai Mendung

Hasil Pengujian *Inverter*

Tabel 8. Hasil Pengujian *Inverter*

Waktu	Tegangan *Input* (DC)	Arus *Input* (DC)	Daya *Input* (W)	Tegangan *Output* (AC)	Arus *Output* (AC)	Daya *Output* (W)
18:30 WIB	12,8V	0,3A	3,84W	220V	0,02A	4,4W
20:30 WIB	12,5V	0,7A	8,75W	220V	0,08A	17,6W
22:30 WIB	12,2V	1,0A	12,2W	220V	0,11A	24.2W
04:30 WIB	11,7V	1,5A	17,55W	220V	0,16A	35,2W
06:30 WIB	11,5V	1,7A	19,55W	220V	0,18A	39,6W

Hasil Pengujian Sensor *Photocell*

Tabel 9. Hasil Pengujian Respon *Photocell*

Hari	Waktu Lampu ON	Intensitas Cahaya Matahari Saat ON	Waktu Lampu OFF	Intensitas Cahaya Matahari Saat OFF	Durasi Nyala (Jam)
1	18:35 WIB	12	06:30 WIB	385	12 Jam 5 Menit
2	18:40 WIB	15	06:35 WIB	381	12 Jam 5 Menit
3	18:35 WIB	13	06:35 WIB	375	12 Jam
4	18:38 WIB	11	06:40 WIB	395	12 Jam 2 Menit
5	18:35 WIB	13	06:37 WIB	379	12 Jam 2 Menit
6	18:40 WIB	10	06:35 WIB	386	11 Jam 55 Menit
7	18:37 WIB	12	06:40 WIB	393	12 Jam 3 Menit

Hasil Pengujian Sistem Kerja Alat

Pengujian selama tujuh hari menunjukkan bahwa sistem PJU hemat energi berbasis panel surya dengan sensor *photocell* bekerja otomatis sesuai kondisi cahaya. Lampu menyala malam hari saat intensitas cahaya rendah (12–15 *Lux*) dan mati pagi hari saat cahaya meningkat (375– 395 *Lux*), dengan durasi nyala rata-rata 12 jam.

Panel surya menghasilkan daya optimal pada siang hari dan energi tersimpan di baterai dengan stabil untuk digunakan malam hari. *Inverter* mampu mengubah arus DC menjadi AC dengan tegangan *output* stabil 220V. Sistem ini memiliki efisiensi sekitar 80% dan mampu menghemat energi hingga 92% dibandingkan PJU konvensional, sekaligus menghilangkan biaya listrik. Dengan demikian, PJU berbasis panel surya terbukti hemat energi, efisien, ramah lingkungan, dan layak dijadikan solusi penerangan jalan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian selama tujuh hari, dapat disimpulkan bahwa sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) hemat energi berbasis panel surya dengan sensor *photocell* di Politeknik Penerbangan Medan mampu bekerja otomatis sesuai kondisi cahaya. Lampu menyala secara otomatis pada malam hari saat intensitas cahaya rendah (12–15 *Lux*) dan mati pada pagi hari saat intensitas cahaya meningkat (375–395 *Lux*), dengan durasi nyala rata-rata 12 jam. Panel surya mampu menghasilkan daya optimal pada siang hari, sementara baterai menyimpan energi secara stabil untuk digunakan malam hari. *Inverter* bekerja dengan baik dalam mengonversi arus DC menjadi AC dengan tegangan *output* stabil 220V. Efisiensi sistem mencapai 80%, dan penerapan sistem ini dapat menghemat energi hingga 92% dibandingkan PJU konvensional berbasis PLN, sekaligus menghilangkan biaya listrik. Dengan demikian, sistem PJU berbasis panel surya ini terbukti hemat energi, ramah lingkungan, efisien, dan layak diterapkan sebagai solusi penerangan jalan berkelanjutan di lingkungan kampus maupun wilayah lainnya.

SARAN

Sistem PJU berbasis panel surya sebaiknya diterapkan lebih luas di lingkungan kampus atau jalan umum untuk menghemat energi dan biaya, dengan tetap melakukan perawatan rutin pada panel surya, baterai, dan sensor *photocell* agar sistem bekerja stabil dan efisien, serta pengembangan selanjutnya dapat menambahkan fitur *monitoring* jarak jauh atau integrasi dengan sistem smart city untuk mempermudah pengelolaan dan pemantauan penerangan jalan.

DAFTAR PUSAKA

Husolihah, N. (2023). Penerapan Sistem Penerangan Jalan Umum Berbasis Energi Terbarukan. Jurnal Teknik Energi, 12(2), 45–53.

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). (2025). Data Intensitas Radiasi Matahari Indonesia 2025. Jakarta: BMKG.

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2018). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 27 Tahun 2018 tentang Alat Penerangan Jalan. Jakarta: Kemenhub RI.

Siregar, R., & Putra, A. (2022). Efisiensi Energi Panel Surya untuk Penerangan Jalan di Kampus. Jurnal Energi Terbarukan, 8(1), 33–42.

Peraturan Presiden (PERPRES) Nomor 5 Tahun 2006. (2006). Kebijakan Energi Nasional. Pemerintahan Indonesia Periode SBY, 1–8. https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/41945/perpres-no-5-tahun-2006

Rauf, R., Rachim, F., Dahri, A. T., Andre, H., Napitupulu, R. A. M., & ... (2023). *Matahari sebagai Energi Masa Depan| Panduan Lengkap Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. (A. Karim, Ed.), *repository.uhn.ac.id* (Vol. 1, pp. 178 PP-Padang). Yayasan Kita Menulis.

Rauf, R., Rachim, F., Dahri, A. T., Andre, H., Napitupulu, R. A. M., & ... (2023). *Matahari sebagai Energi Masa Depan| Panduan Lengkap Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. (A. Karim, Ed.), *repository.uhn.ac.id* (Vol. 1, pp. 178 PP-Padang). Yayasan Kita Menulis.