

Perancangan dan Implementasi Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya Berbasis Arus DC untuk Penerangan Kampus Universitas Soerjo Ngawi

Fuzi Marati Sholihah^{1*}, Rudy Susanto², Henyk Nur Widaryanti³

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Soerjo, Ngawi, Indonesia

³Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Soerjo, Ngawi, Indonesia

*Penulis Korespondensi: uzikmamazaidan@gmail.com

Abstract. *The design and implementation of a Direct Current (DC)-based Solar-Powered Street Lighting System (PJUTS) represents an alternative solution to improve energy efficiency while promoting the utilization of renewable energy on university campuses. This study aims to design and implement a DC-based solar-powered street lighting system for the campus environment of Soerjo University, Ngawi. The research methodology included field observation, system design, component selection, installation, and performance testing of the proposed system. The implemented system consists of a 20 Wp solar panel, a 12 V 7.5 Ah VRLA battery, a 10 A solar charge controller, and a 20 W DC LED lamp. The solar panel converts solar energy into electrical energy during the daytime, which is stored in the battery and automatically utilized to power the lighting system at night through the controller. The total cost of designing and installing the system was IDR 1,460,000. The results indicate that the system operates effectively and provides adequate illumination for the campus environment according to the planned specifications. System performance is influenced by several technical factors, including installation location, pole height, solar panel tilt angle, cable installation quality, and protection system suitability. Potential problems include short circuits, cable damage, and component performance degradation due to environmental conditions. Therefore, the use of standardized components and regular maintenance is essential to ensure system reliability, efficiency, and service life. This study is expected to contribute to the development of efficient, economical, and environmentally friendly solar-powered street lighting systems, particularly in educational institutions.*

Keywords: DC System; LED Lights; Renewable Energy; Solar Panels; Street Lighting.

Abstrak. Perancangan dan implementasi Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) berbasis sistem arus searah (Direct Current/DC) merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi energi sekaligus mendukung pemanfaatan energi terbarukan di lingkungan kampus. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem PJUTS berbasis DC sebagai penerangan lingkungan Universitas Soerjo Ngawi. Metode penelitian meliputi observasi lapangan, perancangan sistem, pemilihan komponen, proses instalasi, serta pengujian kinerja sistem. Sistem yang dikembangkan terdiri atas panel surya 20 Wp, baterai VRLA 12 V 7,5 Ah, solar charge controller 10 A, dan lampu LED DC 20 W. Energi listrik yang dihasilkan panel surya pada siang hari disimpan dalam baterai dan dimanfaatkan secara otomatis sebagai sumber penerangan pada malam hari. Total biaya perancangan dan pemasangan sistem sebesar Rp1.460.000,00. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi dengan baik dan menyediakan penerangan sesuai kebutuhan lingkungan kampus. Kinerja sistem dipengaruhi oleh posisi pemasangan, tinggi tiang, sudut kemiringan panel surya, kualitas instalasi kabel, dan sistem proteksi. Potensi gangguan meliputi hubungan arus pendek, kerusakan kabel, serta penurunan kinerja komponen akibat kondisi lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan komponen berstandar dan pemeliharaan berkala diperlukan untuk menjaga keandalan, efisiensi, dan umur pakai sistem. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi pengembangan PJUTS yang efisien, ekonomis, dan ramah lingkungan di lingkungan pendidikan.

Kata Kunci: Energi Terbarukan; Lampu LED; Panel Surya; Penerangan Jalan; Sistem DC.

1. LATAR BELAKANG

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang saat ini cukup dilirik untuk menjadi solusi mengatasi krisis energi. Selain itu, energi surya juga menjadi penyelesaian dari masalah lingkungan berkaitan polusi penggunaan bahan bakar fosil. Penggunaan energi surya untuk meningkatkan efisiensi energi juga mendukung program *Sustainable Development Goals* (SDGs), yaitu pada aspek pengembangan sistem energi yang ramah lingkungan dan

berkelanjutan (Yasmin et al., 2024). Sistem Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) menggunakan panel surya untuk mengubah energi matahari ke energi listrik. Energi ini tersimpan di baterai, dengan menggunakan *solar cell controller* (SCC) akan disalurkan ke lampu agar menyala pada malam hari. PJUTS sangat menguntungkan karena mampu beroperasi sendiri tidak mengandalkan aliran listrik dari PLN. Jadi, penggunaannya lebih efektif, efisien dan ekonomis (Hasanuddin & Azis, 2021).

Peningkatan kebutuhan energi listrik, termasuk pada fasilitas penerangan jalan kampus, mendorong perlunya penerapan sistem penerangan yang hemat energi dan berkelanjutan. Pemakain PJUTS di area umum diharapkan mampu menghemat penggunaan listrik konvensional dan bisa meningkatkan efektifitas penerangan jalan (Kurniawan et al., 2023). Penerangan di area kampus Universitas Soerjo Ngawi masih terlalu minim, tidak semua tempat mendapatkan penyinaran yang memadai. Apalagi jika dihadapkan pada biaya pengelolaan yang cukup tinggi. Jadi penelitian ini perlu dilakukan agar dapat membantu penerangan di kampus.

Beberapa penelitian sebelumnya sudah membahas terkait implementasi dan pengembangan sistem PJUTS di berbagai tempat dan kebutuhan penerangan. Penelitian (Yasa & Sarief, 2021) mengedepankan perancangan PJUTS menggunakan simulasi DIALux di Jalan Kolonel Masturi Cimahi. Hasilnya, penggunaan lampu LED berbasis energi surya ternyata berhasil memberikan intensitas pencahayaan yang memenuhi standar dan mampu menghemat energi listrik. Ada lagi, pengembangan sistem monitoring dan kontrol PJUTS dengan basis *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini mampu menaikkan nilai efisiensi dengan cara mengatur tingkat pencahayaan dan pemantauan sistem secara *real-time* (Susilo et al., 2023). mengembangkan sistem monitoring dan kontrol PJUTS berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi melalui pengaturan tingkat pencahayaan dan pemantauan sistem secara *real-time*.

PJUTS juga pernah dirancang untuk memenuhi kebutuhan penerangan di Desa Wisata Matar, pada perancangannya menunjukkan jika dapat memilih kapasitas panel surya, baterai dan SCC yang benar akan sangat menguntungkan pengguna (Kurniawan et al., 2023). Selain itu, peneliti lain (Hidayati et al., 2023) meyakinkan jika Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini bisa menjadi andalan di seluruh wilayah yang belum terjangkau listrik. Dari penelitian yang ada, perencanaan PJUTS di Kampus Universitas Soerjo akan menggunakan sistem arus searah (DC) dengan SCC 10 A.

Keunggulan penelitian ini ada pada implementasi langsung sistem PJUTS berbasis DC serta evaluasi menyeluruh terhadap aspek teknis, kinerja, dan biaya instalasi. Jika dibandingkan

dengan penelitian sebelumnya, para peneliti hanya memfokuskan diri pada simulasi, pengembangan sistem monitoring berbasis IoT atau optimalisasi komponen. Pada penelitian ini akan melakukan kajian, merancang, memasang, menguji serta mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi sistem. Harapannya penelitian ini dapat menjadi model implementasi PJUTS yang praktis, efisien, ekonomis.

2. KAJIAN TEORITIS

Teori Penerangan Jalan Umum (PJU)

Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan sistem penerangan yang dipasang pada jalan, kawasan publik, maupun lingkungan tertentu untuk meningkatkan keamanan, keselamatan, dan kenyamanan pengguna jalan (Sefiyuchanna et al., 2026). Dalam lingkungan kampus, PJU memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas akademik pada malam hari, mempermudah mobilitas sivitas akademika, serta meminimalkan potensi terjadinya kecelakaan maupun tindak kriminalitas. Menurut SNI 7391:2008, perencanaan PJU harus mempertimbangkan tingkat iluminansi, keseragaman pencahayaan, efisiensi energi, dan karakteristik jalan sehingga kualitas penerangan dapat memenuhi standar yang ditetapkan (Mayura et al., 2023).

Seiring berkembangnya teknologi, sistem PJU mengalami transformasi dari penggunaan sumber listrik konvensional menuju pemanfaatan energi terbarukan, khususnya tenaga surya. Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) memanfaatkan panel fotovoltaik untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang disimpan dalam baterai dan digunakan sebagai sumber daya lampu LED. Menurut Yasa & Sarief (2021), penerapan PJUTS mampu mengurangi konsumsi energi listrik konvensional, menekan biaya operasional, serta mendukung pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan. Selain itu, penggunaan lampu LED pada sistem PJUTS memberikan efisiensi energi yang lebih tinggi, umur pakai lebih panjang, dan kualitas pencahayaan yang lebih baik dibandingkan lampu konvensional (Firman et al., 2026).

Teori Energi Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Afif & Martin (2022) menjelaskan bahwa Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang berasal dari radiasi matahari dan dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik melalui teknologi fotovoltaik (*photovoltaic*). Indonesia memiliki potensi energi surya yang cukup besar karena berada di wilayah khatulistiwa dengan intensitas penyinaran rata-rata sekitar 4,5–5,5 kWh/m² per hari. Potensi tersebut menjadikan energi surya sebagai alternatif yang efektif untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil sekaligus mendukung

pengembangan sistem kelistrikan yang ramah lingkungan. Abdan fajrul Falah et al., (2025) menjelaskan bahwa perkembangan teknologi modul fotovoltaik terus meningkatkan efisiensi konversi energi serta menurunkan biaya investasi sehingga penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) semakin kompetitif.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem pembangkit yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik arus searah (DC) menggunakan panel surya. Sistem PLTS terdiri atas panel fotovoltaik, *solar charge controller*, baterai penyimpanan, inverter (untuk sistem AC), dan beban listrik. Pada sistem off-grid, energi yang dihasilkan panel surya disimpan dalam baterai sehingga dapat dimanfaatkan ketika intensitas matahari menurun atau pada malam hari. Kinerja PLTS dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari, temperatur modul, orientasi panel, serta efektivitas komponen pendukung. Penelitian Gobel et al. (2026) menunjukkan bahwa evaluasi *performance ratio* menjadi indikator penting dalam menilai efisiensi operasional PLTS, sedangkan Kiswanto et al., (2025) menegaskan bahwa intensitas cahaya merupakan faktor lingkungan yang paling dominan memengaruhi daya keluaran sistem.

Dalam penelitian ini, teori energi surya dan PLTS menjadi dasar dalam merancang sistem Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) berbasis arus DC di Kampus Universitas Soerjo Ngawi. Pemahaman terhadap karakteristik energi surya, komponen PLTS, dan faktor-faktor yang memengaruhi kinerja sistem sangat diperlukan untuk menghasilkan rancangan yang efisien, andal, dan berkelanjutan.

Teori Sistem Arus Searah (*Direct Current/DC*)

Sistem arus searah (*Direct Current* atau DC) merupakan sistem kelistrikan yang memiliki aliran arus dengan arah tetap dari kutub positif menuju kutub negatif (Marwiyah, 2024). Berbeda dengan arus bolak-balik (*Alternating Current* atau AC) yang arah alirannya berubah secara periodik, arus DC memiliki tegangan yang relatif konstan sehingga banyak digunakan pada perangkat elektronik, sistem penyimpanan energi, serta pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Menurut Irawati et al., (2023), sistem DC menjadi pilihan utama pada PLTS karena energi listrik yang dihasilkan panel fotovoltaik secara alami berbentuk arus searah, sehingga tidak memerlukan proses konversi tambahan apabila digunakan untuk beban DC. Hal ini mampu meningkatkan efisiensi sistem dan mengurangi kehilangan daya akibat proses konversi energi.

Dalam sistem Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS), energi listrik yang dihasilkan panel surya disalurkan menuju *solar charge controller* untuk mengatur proses pengisian baterai sebelum digunakan sebagai sumber energi bagi lampu LED berbasis DC (Wartoyo et al., 2024). Konfigurasi tersebut memungkinkan sistem bekerja secara mandiri (*off-grid*) tanpa bergantung pada jaringan listrik PLN. Hidayat dan Nugraha (2024) menjelaskan bahwa penggunaan sistem DC pada PJUTS mampu meningkatkan efisiensi energi hingga lebih dari 90% karena menghilangkan rugi-rugi daya yang umumnya terjadi pada inverter AC (Adji et al., 2023). Selain itu, sistem DC memiliki instalasi yang lebih sederhana, biaya operasional yang rendah, serta perawatan yang lebih mudah dibandingkan sistem AC.

Keunggulan lain sistem arus searah adalah kompatibilitasnya dengan teknologi lampu LED yang juga beroperasi menggunakan tegangan DC. Integrasi antara panel surya, baterai, dan lampu LED dalam satu sistem arus searah mampu menghasilkan distribusi energi yang lebih stabil dan efisien. Oleh karena itu, teori sistem arus searah menjadi landasan penting dalam penelitian ini untuk merancang Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya berbasis DC di Kampus Universitas Soerjo Ngawi, sehingga diperoleh sistem penerangan yang hemat energi, andal, dan berkelanjutan.

Teori Perancangan dan Implementasi Sistem PJU Tenaga Surya

Perancangan sistem Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) merupakan proses rekayasa yang bertujuan menghasilkan sistem penerangan yang efisien, andal, dan sesuai dengan kebutuhan beban (Wehantouw et al., 2024). Tahap perancangan diawali dengan identifikasi kebutuhan pencahayaan, penentuan daya lampu, analisis konsumsi energi harian, serta perhitungan kapasitas panel surya, baterai, dan *solar charge controller*. Selain itu, perancangan juga mempertimbangkan intensitas radiasi matahari, lama penyinaran, orientasi panel surya, dan efisiensi setiap komponen agar sistem mampu beroperasi secara optimal. Syarwan Ariwibowo et al., (2025) menyatakan bahwa ketepatan dalam menentukan kapasitas komponen PLTS sangat memengaruhi keandalan sistem dan kontinuitas penyediaan energi listrik.

Tahap implementasi merupakan proses penerapan hasil perancangan ke dalam sistem nyata melalui pemasangan panel surya, *solar charge controller*, baterai, jaringan distribusi arus searah (DC), dan lampu LED. Setelah instalasi selesai, dilakukan pengujian terhadap parameter teknis seperti tegangan, arus, daya keluaran, lama penyalaan, dan tingkat pencahayaan untuk memastikan sistem bekerja sesuai spesifikasi. Penelitian Alhamzani & Burhan (2025) menunjukkan bahwa implementasi sistem penerangan berbasis energi terbarukan yang

dirancang secara tepat mampu menjaga kestabilan suplai daya, meningkatkan efisiensi energi, serta mendukung keberlanjutan infrastruktur penerangan.

Dalam penelitian ini, teori perancangan dan implementasi sistem PJUTS menjadi landasan untuk menyusun desain penerangan jalan umum berbasis arus DC di Kampus Universitas Soerjo Ngawi. Melalui tahapan analisis kebutuhan, pemilihan komponen, instalasi, dan pengujian kinerja, diharapkan sistem yang dihasilkan mampu menyediakan penerangan yang optimal, hemat energi, ramah lingkungan, dan memiliki keandalan operasional yang tinggi.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dipakai adalah metode penelitian rekayasa (*engineering design research*) serta menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Metode ini dipilih karena bisa digunakan untuk menyelesaikan perancangan, implementasi dan evaluasi pada penelitian. Sekaligus dapat digunakan dengan menyesuaikan kondisi lapangan. Pendekatan kualitatif untuk mengidentifikasi kondisi lapangan dan kebutuhan saat merancang sistem. Sedangkan pendekatan kuantitatif untuk melakukan Analisa berbagai parameter teknis dan cara kerja sistem. Pelaksanaan penelitian di kampus Universitas Soerjo Ngawi. PJUTS yang akan dibuat adalah PJUTS berbasis DC.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

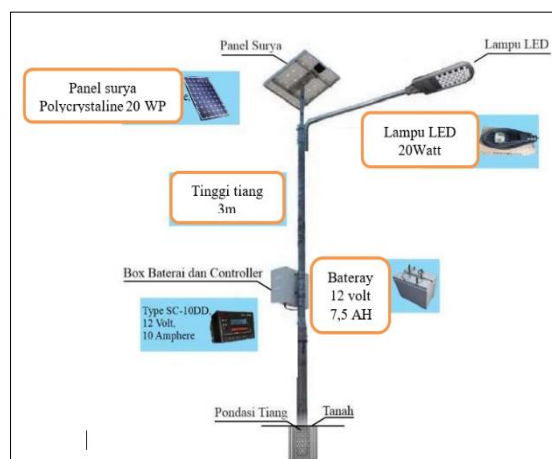
PJUTS telah dipasang di depan Rektorat Kampus Universitas Soerjo Ngawi, Jalan Cepu Km 3, Kecamatan Ngawi, Jawa Timur. PJUTS diletakkan pada area terbuka untuk meminimalisir terhalang oleh bangunan. Hal ini dilakukan agar panel surya bisa bekerja secara maksimal dan tidak mengalami *shading* yang bisa menurunkan daya keluaran. Tiang yang dipakai dalam sistem PJUTS ini adalah tiang *octagonal hot dip galvanized* setinggi 3 m. Bahan ini dipilih karena dibuat dari material yang ketahanan mekaniknya bagus dan juga tahan korosi. Adapun tingginya, telah disesuaikan dengan keadaan lokasi. Tujuannya agar panel surya bisa mendapat sinar matahari secara maksimal. Selain itu, tinggi tiang juga menyesuaikan kebutuhan intensitas pencahayaan di jalan kampus. Sifat bahan yang tahan korosi akan memperpanjang waktu guna sehingga bisa meminimalisir biaya pemeliharaan. Ini sudah sesuai dengan rekomendasi SNI 7391:2008 mengenai Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan (Wartoyo et al., 2024a).

Panel surya yang dipakai dalam penelitian ini adalah jenis panel surya *polycrystalline* 20 Wp, baterai VRLA 12 V 7,5 Ah, SCC 10 A, dan lampu LED DC 20 W. Panel surya ini

merupakan alat yang mempunyai efisiensi cukup baik untuk penggunaan sistem skala kecil. Selain itu juga mudah dan murah perawatannya (Latuconsina et al., 2026). Cara kerja panel surya ini adalah dengan mengubah energi surya menjadi energi listrik yang kemudian disimpan di baterai. Setelah itu akan disalurkan oleh SCC untuk menyalakan lampu secara otomatis. SCC yang dipakai adalah SCC 10 A. Alat ini berfungsi untuk mengatur proses pengisian dan pengosongan baterai agar sistem bisa stabil dan aman. Sistem SCC yang dipakai dapat menyesuaikan kondisi pengisian secara otomatis sesuai intensitas cahaya matahari. Penggunaan baterai VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) dipilih karena mempunyai karakteristik tertutup (*sealed battery*), tahan terhadap getaran, dan memiliki tingkat perawatan yang rendah. Karakteristik tersebut cocok untuk penelitian sistem PJUTS yang berbasis *off-grid*. Skema penjelasan set up PJUTS dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Set Up Pemasangan Lampu Sistem Panel Surya.

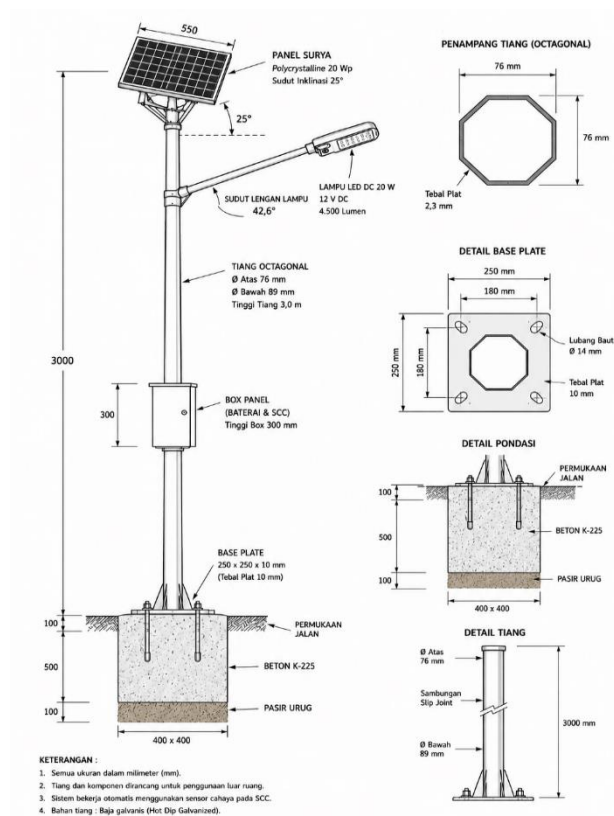


Gambar 2. Penjelasan Skema Set Up Pemasangan Lampu Sistem Panel Surya.

Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa PJUTS yang dirancang ternyata bisa dipakai untuk alternatif penerangan di kampus. Penggunaan PJUTS ini dapat menjadi alternatif untuk penerangan jalan kampus dengan berbasis energi terbarukan. Dengan demikian, sistem ini bisa diharapkan untuk mengurangi konsumsi energi listrik PLN dan lebih ramah lingkungan (Mulyadi et al., 2026). Skema rancangan diperlihatkan oleh Gambar 3. Sedangkan spesifikasi sistem PJU dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perancangan Sistem PJUTS.

Parameter	Hasil
Tinggi tiang	3 m
Sudut inklinasi panel	25°
Jarak antar tiang	40 m
Jarak tiang ke temi jalan	50 cm
Sudut kemiringan stang	42,6°
Panjang pencahayaan efektif	9,56 m



Gambar 3. Rancangan Tiang PJUTS Dan Arah Pencahayaan.

Beberapa hal yang dilakukan untuk merancang sistem ini adalah dengan mempertimbangkan standar teknis penerangan jalan, kondisi lokasi pemasangan, kebutuhan intensitas pencahayaan, serta efisiensi penggunaan energi listrik. Sedangkan spesifikasi sistem ditentukan dengan mengacu pada standar umum yang sudah ditentukan. Harapannya, dengan melakukan ketentuan itu, penerangan akan memberikan kerja secara optimal dan aman.

Perancangan sistem menggunakan tiang lampu jenis *octagonal hot dip galvanized* dengan tinggi 3 m dan sudut inklinasi sebesar 25° . Jarak antar tiang sebesar 40 m dengan jarak tiang terhadap tepi jalan sekitar 50 cm. Pemilihan spesifikasi tersebut disesuaikan dengan kondisi area kampus yang memiliki lebar jalan relatif kecil dibandingkan jalan umum perkotaan. Selain itu, penggunaan tiang dengan konstruksi *base plate* dan pondasi beton bertujuan untuk meningkatkan kestabilan dan ketahanan struktur terhadap kondisi lingkungan luar ruangan.

Perhitungan sudut kemiringan stang ornamen ini dilakukan untuk mendapatkan arah pencahayaan yang maksimal ke badan jalan. Berdasarkan perhitungan geometris dengan tinggi tiang 3 meter dan jarak horizontal lampu terhadap titik pencahayaan sebesar 7,5 meter, diperoleh panjang pencahayaan efektif sebesar 9,56 meter dan sudut kemiringan stang sekitar $42,6^\circ$. Sudut tersebut dinilai mampu menghasilkan distribusi cahaya yang cukup baik pada area penerangan kampus.

Sistem penerangan menggunakan lampu LED DC 20 Watt dengan tegangan kerja 12 Volt. Lampu LED dipilih karena mempunyai efisiensi energi yang tinggi, umur pemakaian lebih panjang, dan memerlukan daya yang lebih rendah. Selain itu, lampu LED DC membuat sistem bekerja langsung menggunakan arus DC dari panel surya dan baterai tanpa memerlukan inverter. Dengan demikian bisa mengurangi rugi daya dan biaya investasi sistem. Lampu yang digunakan memiliki intensitas cahaya sebesar 4.500 lumen dengan temperatur warna putih 6500 K sehingga mampu memberikan pencahayaan yang cukup terang pada area jalan kampus.



Gambar 4. Penampakan Lampu Sistem Panel Surya Di Malam Hari.

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan energi listrik, lampu dirancang untuk beroperasi mulai pukul 17.00 hingga 05.00 atau selama ± 12 jam setiap malam. Dengan daya lampu sebesar 50 Watt, maka kebutuhan energi listrik harian diperoleh sebesar 600 Wh.

Perhitungan kebutuhan energi ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan kapasitas panel surya, baterai, dan SCC yang sesuai agar sistem dapat bekerja secara optimal dan berkelanjutan.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem PJUTS berbasis arus DC yang dirancang mampu memenuhi kebutuhan penerangan jalan di lingkungan kampus dengan konsumsi energi yang relatif efisien. Penggunaan sistem ini diharapkan dapat menjadi alternatif penerangan jalan yang hemat energi, ramah lingkungan, dan mendukung pemanfaatan energi terbarukan pada fasilitas pendidikan (Adji et al., 2023b). Penampakan nyala lampu pada sistem ini dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada penelitian ini digunakan spesifikasi komponen utama sistem seperti yang dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Komponen Utama Sistem PJUTS.

Komponen	Spesifikasi
Panel surya	Polycrystalline 20 Wp
Baterai	VRLA 12 V 7,5 Ah
SCC	series SC-10DD, 10 A, PWM
Lampu	LED DC 20 W, 12 V
Tiang	Octagonal hot dip galvanized

Pemilihan panel surya jenis *polycrystalline* didasarkan pada pertimbangan biaya dan performa. Dibandingkan panel *monocrystalline*, panel *polycrystalline* memiliki harga yang lebih ekonomis dengan efisiensi yang masih memadai untuk aplikasi penerangan jalan skala kecil (Hidayatullah et al., 2019). Hal tersebut menjadikan panel jenis ini banyak digunakan pada sistem PLTS sederhana.

Berdasarkan spesifikasi teknis, panel surya memiliki daya maksimum sebesar 20 Watt dengan tegangan keluaran 12 Volt. Panel ini juga memiliki masa pakai yang cukup panjang dengan garansi penggunaan hingga lebih dari 25 tahun. Penggunaan panel surya pada sistem ini berfungsi untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik yang kemudian disimpan pada baterai sebagai sumber daya utama penerangan jalan pada malam hari.

Baterai yang digunakan pada sistem PJUTS adalah baterai tipe VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) dengan kapasitas 12 Volt 7,5 Ah. Jenis baterai ini dipilih karena memiliki karakteristik tertutup (*sealed battery*), bebas perawatan (*maintenance free*), tahan terhadap getaran, dan memiliki efisiensi penyimpanan energi yang cukup tinggi. Baterai VRLA banyak digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya karena mampu bekerja dengan baik pada sistem *off-grid*.

Kapasitas baterai disesuaikan dengan kebutuhan beban lampu LED sehingga mampu menyuplai energi listrik selama ± 12 jam operasi malam hari. Dalam pengoperasiannya, sistem

dirancang dengan memperhatikan nilai *Depth of Discharge* (DOD) sebesar 75% untuk menjaga umur pakai baterai tetap optimal. Selain itu, baterai juga berfungsi sebagai cadangan energi ketika kondisi cuaca mendung menyebabkan panel surya tidak dapat menghasilkan energi listrik secara maksimal.

SCC yang digunakan bertipe *series SC-10DD* dengan kapasitas 10 A dan tegangan nominal 12 Volt. SCC berfungsi sebagai pengatur proses pengisian dan pengosongan baterai agar sistem dapat bekerja secara stabil dan aman. Komponen ini juga berfungsi melindungi baterai dari kondisi *overcharge* dan *overdischarge* yang dapat menurunkan performa dan umur baterai. Sistem SCC menggunakan metode pengisian *Pulse Width Modulation* (PWM) dengan empat tahapan pengisian, yaitu *boost*, *main*, *equalization*, dan *float*. SCC yang digunakan memiliki kemampuan pengaturan otomatis sesuai kondisi intensitas cahaya matahari sehingga mampu meningkatkan efisiensi kerja sistem PJUTS. Selain itu, SCC dapat bekerja pada rentang temperatur -40°C hingga 60°C sehingga sesuai digunakan pada kondisi lingkungan luar ruangan.

Lampu yang digunakan pada penelitian ini adalah lampu LED DC 20 Watt dengan tegangan kerja 12 Volt. Penggunaan lampu LED dipilih karena memiliki konsumsi daya yang rendah, efisiensi pencahayaan tinggi, dan umur pemakaian lebih panjang dibandingkan lampu konvensional (Setyaningsih et al., 2024). Lampu LED juga mampu menghasilkan intensitas cahaya sebesar 4.500 lumen sehingga cukup efektif digunakan sebagai penerangan jalan kampus.

Selain komponen utama tersebut, sistem juga dilengkapi dengan tiang PJU jenis *octagonal hot dip galvanized*, kabel standar PLN, dan *box panel* sebagai tempat penyimpanan baterai serta SCC. Seluruh komponen dirancang agar mampu bekerja secara terintegrasi dalam mendukung sistem penerangan jalan berbasis energi surya yang efisien, aman, dan ramah lingkungan (Manunggal et al., 2023).

Adapun perkiraan total biaya yang dihabiskan dalam pembuatan penerangan berbasis panel surya ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisa Biaya Pembuatan Sistem PJUT.

No	Bahan/ Komponen	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1.	Paket Panel Surya (Panel 20 WP, SCC, Baterai)	1 Set	520.000	520.000
2.	Besi Kotak 4 × 6	1 Batang	180.000	180.000
3.	Besi Kotak 4 × 2	1 Batang	95.000	95.000
4.	Besi Plat	0,5 Lembar	50.000	50.000
5.	Kabel Standar PLN	5 Meter	12.000	60.000
6.	Lampu LED DC 20 Wattt	1 Buah	25.000	25.000
7.	Tebeng/Pelindung Lampu	1 Buah	20.000	20.000

8.	Mur dan Baut	1 Set	20.000	20.000
9.	Semen dan Pasir	1 Paket	80.000	80.000
10.	Cat Minyak	1 Kaleng	60.000	60.000
11.	Biaya Produksi dan Instalasi	-	350.000	350.000
Jumlah Total				1.460.000

Berdasarkan Tabel 3, total biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan satu titik sistem Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) sebesar Rp1.460.000,00. Biaya terbesar terdapat pada paket panel surya yang meliputi panel surya, baterai, dan *solar charge controller* karena komponen tersebut merupakan bagian utama dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya. Selain itu, biaya konstruksi tiang dan rangka juga cukup besar karena menggunakan material besi galvanis yang memiliki ketahanan terhadap korosi dan cuaca luar ruangan.

Secara keseluruhan, biaya pembangunan sistem PJUTS masih tergolong ekonomis untuk penerangan jalan skala kecil di lingkungan kampus. Penggunaan lampu LED DC dan sistem berbasis arus DC tanpa inverter juga membantu menekan biaya investasi dan mengurangi rugi-rugi daya listrik. Dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi utama, sistem ini berpotensi mengurangi biaya operasional listrik dalam jangka panjang sehingga lebih efisien dan ramah lingkungan dibandingkan sistem penerangan jalan konvensional.

Penggunaan sistem PJUTS berbasis arus DC pada penelitian ini dinilai lebih efisien karena tidak memerlukan inverter untuk mengubah arus DC menjadi arus AC. Dengan demikian, rugi-rugi daya dapat dikurangi dan biaya investasi sistem menjadi lebih rendah. Selain itu, penggunaan lampu LED dengan konsumsi daya rendah juga membantu mengurangi kebutuhan kapasitas panel surya dan baterai sehingga total biaya sistem dapat ditekan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan PJUTS pada lingkungan kampus memiliki potensi sebagai solusi penerangan jalan yang ekonomis, hemat energi, dan ramah lingkungan. Walaupun biaya investasi awal relatif lebih tinggi dibandingkan penerangan konvensional, biaya operasional dan perawatan sistem PJUTS cenderung lebih rendah dalam jangka panjang karena memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi utama. Oleh karena itu, sistem ini layak dikembangkan sebagai alternatif penerangan jalan pada area kampus maupun fasilitas umum lainnya.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Hasanuddin & Azis, 2021a) yang menyatakan bahwa sistem PJUTS berbasis LED dan tenaga surya bisa beroperasi mandiri tidak terpengaruh jaringan listrik PLN. Penelitian tersebut menggunakan metode *value engineering* dan menunjukkan bahwa penggunaan lampu LED memberikan efisiensi energi yang lebih baik.

Perbedaannya, penelitian ini lebih difokuskan pada implementasi sistem berbasis arus DC skala kecil dengan kapasitas panel 20 Wp yang diterapkan pada lingkungan kampus.

Penelitian oleh (Yasa & Sarief, 2021a) menunjukkan bahwa perencanaan PJUTS menggunakan simulasi DIALux bisa menghasilkan intensitas pencahayaan sesuai standar penerangan jalan. Hasil tersebut mendukung penelitian ini, dengan penggunaan lampu LED 20 Watt ternyata mampu memberikan pencahayaan optimal dengan jarak efektif sekitar 9 meter. Namun, penelitian ini lebih menitikberatkan pada aspek implementasi langsung di lapangan dan analisis biaya sistem dibandingkan simulasi pencahayaan.

Dari aspek efisiensi energi, penelitian (Muchlishah et al., 2023) menjelaskan bahwa orientasi panel surya, sudut kemiringan, dan kondisi *shading* sangat memengaruhi daya keluaran panel surya. Hasil penelitian ini mendukung teori tersebut, dimana lokasi pemasangan panel surya dipilih pada area terbuka di depan Rektorat Universitas Soerjo Ngawi agar intensitas penyinaran matahari dapat diterima secara optimal oleh panel surya.

Penelitian lain oleh (Sikumbang, 2024) menunjukkan bahwa penggunaan sistem kontrol MPPT pada panel surya dapat meningkatkan efisiensi daya keluaran hingga 72%. Pada penelitian ini digunakan *solar charge controller* tipe PWM yang dinilai cukup efektif untuk sistem PJUTS skala kecil karena memiliki biaya yang lebih ekonomis dan instalasi yang lebih sederhana dibandingkan sistem MPPT.

Dari sisi ekonomi, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa biaya pembangunan satu titik PJUTS sebesar Rp1.460.000,00 masih tergolong ekonomis untuk sistem penerangan jalan kampus skala kecil. Hasil ini mendukung penelitian (Pradiva et al., 2026) yang menyatakan bahwa PJUTS memiliki biaya investasi awal yang lebih tinggi dibandingkan PJU konvensional, tetapi memiliki biaya operasional yang jauh lebih rendah karena tidak memerlukan konsumsi listrik PLN secara rutin. Dalam jangka panjang, PJUTS dinilai lebih hemat dan ramah lingkungan dibandingkan sistem penerangan konvensional.

Berdasarkan perbandingan dengan penelitian terdahulu, penelitian ini memiliki keunggulan pada implementasi sistem PJUTS berbasis arus DC dengan biaya relatif rendah, penggunaan komponen sederhana, serta penerapan langsung pada lingkungan kampus. Sistem yang dirancang mampu menjadi alternatif penerangan jalan yang hemat energi, mudah dalam perawatan, dan mendukung pengembangan energi terbarukan di lingkungan pendidikan.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem PJUTS berbasis arus searah (DC) di Kampus Universitas Soerjo Ngawi sebagai alternatif penerangan yang hemat energi dan ramah lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang menggunakan panel surya 20 Wp, baterai VRLA 12 V 7,5 Ah, *solar charge controller* 10 A, dan lampu LED DC 20 W mampu beroperasi selama ± 12 jam setiap malam dengan biaya pembangunan sebesar Rp1.460.000,00 per titik. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa model implementasi PJUTS skala kecil yang dapat menjadi acuan penerapan energi terbarukan di lingkungan pendidikan. Keterbatasan penelitian terletak pada pengujian yang masih dilakukan pada satu titik pemasangan dan belum mengevaluasi kinerja jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem dengan kapasitas yang lebih besar serta melakukan analisis performa dan keekonomian dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Soerjo Ngawi yang telah memberikan izin dan fasilitas selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu proses pengumpulan data, pelaksanaan instalasi, serta pengujian sistem PJUTS, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR REFERENSI

- Abdan fajrul Falah, Muhamad Lukman Hakim, & Dr. Ikhwanul Qiram, S. T. , M. T. (2025). Literature Study on the Development of Solar Power Plant (PLTS) Technology. *Journal of Educational Engineering and Environment*, 4(1), 13–19. <https://doi.org/10.36526/jeee.v4i1.5775>
- Adji, B. R., Prajogo, S., & Pudir, A. (2023). Perancangan PJUTS terpusat off-grid di wilayah 1 Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda Bandung. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, Dan Listrik Tenaga)*, 3(2), 91–100. <https://doi.org/10.35313/jitel.v3.i2.2023.91-100>
- Afif, F., & Martin, A. (2022). Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 6(1), 43. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v6i1.997>
- Alhamzani, I., & Burhan, L. I. (2025). Pengembangan Energi Terbarukan melalui Panel Surya di Desa Tertinggal. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Inovasi Teknologi Tepat Guna*, 1(02), 63–75. <https://doi.org/10.63982/ryx0kd84>
- Firman, F., Pratama, M. A. I., & Pratama, A. W. (2026). Pengembangan Sistem Penerangan Jalan Umum Tenaga Terbarukan Berbasis Solarcell sebagai Upaya Peningkatan

- Keamanan Lingkungan Teritip RT 30. *Bima Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 511–520. <https://doi.org/10.53299/ba-jpm.v6i1.4030>
- Gobel, J., Djafar, R., Harun, E. H., & Giu, J. D. (2026). Analisis Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 2 MWp Sumalata Berdasarkan Performance Ratio (PR). *Journal Of Renewable Energy Engineering*, 4(1), 127–133. <https://doi.org/10.56190/jree.v4i1.79>
- Hasanuddin, S., & Azis, L. (2021). Instalasi Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS). *AINET: Jurnal Informatika*, 3(2), 83–90.
- Hidayati, Q., Jamal, N., Yanti, N., & Prasetyo, Y. T. (2023). Sistem monitoring dan kontrol penerangan jalan umum tenaga surya berbasis Internet of Things. *Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, Dan Listrik Tenaga*, 3(1), 19–26.
- Hidayatullah, A., Maruf, A., Islachulchoir, D. A., Pribadi, D. P., & Rahmwati, Y. (2019). Sistem Pembangkit Energi Surya Pada Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya di Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang. *Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 2.
- Irawati, I., Sunardi, S., & Nurwanto, A. (2023). Rancang Bangun Alat Pakan Ikan Otomatis Berbasis Catuan Panel Surya. *JEIS : Jurnal Elektro Dan Informatika Swadharma*, 3(1), 22–30. <https://doi.org/10.56486/jeis.vol3no1.288>
- Kiswanto, H., Noviarianto, N., Suyono, S., Harsono, P., Oscar, Y., & Putranto, W. A. (2025). Analisis Eksperimental Pengaruh Sudut Kemiringan dan Intensitas Cahaya terhadap Kinerja Panel Surya Portabel. *Wahana Fisika*, 10(2), 105–120. <https://doi.org/10.17509/wafi.v10i2.92185>
- Kurniawan, M. A., Yamin, A., & Sakti, P. (2023). Analisis Perancangan Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJU-TS) Akses Desa Wisata Mantar Kabupaten Sumbawa Barat. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6, 2951–2956.
- Latuconsina, R., Jamlaay, M., Patty, M., Muskita, H. M., & Wahyudi, I. (2026). Implementasi Sistem Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) Di Wilayah Pesisir Pedesaan Negeri Ameth Dan. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks*, 9, 92–98.
- Manunggal, B. P., Mursid, S. P., Utami, S., & Mardiyanto, Ign. R. (2023). Rancang Bangun Pju Energi Surya Mempertimbangkan Estetika Dan Ramah Lingkungan. *Jurnal Energi*, 12(November), 1–7.
- Masringgit Marwiyah. (2024). Penggunaan Arus Searah / Direct Current (Dc) Pada Rangkaian Listrik. *Journal of Maritime and Education (JME)*, 6(2), 676–680. <https://doi.org/10.54196/jme.v6i2.146>
- Mayura, Y., Hendri, Z., Abadi, A., Rahman, A., Fibriyanti, F., & Aidha, Z. R. (2023). Planning Penerangan Jalan Umum (PJU) Mushalla Al-Barkah Lambung Bukit Kec. Pauh Kota Padang. *Jurnal Andalas: Rekayasa Dan Penerapan Teknologi*, 3(1), 40–46. <https://doi.org/10.25077/jarpet.v3i1.41>
- Muchlishah, Nadhiroh, N., Nugroho, D. A., & Imaduddin, A. (2023). Peningkatan efisiensi sistem PLTS melalui optimasi susunan array panel surya. *Jurnal ELTEK*, 21(2), 50–57. <https://doi.org/10.33795/eltek.v21i2.3191>
- Mulyadi, A. H., Putri, D. H., Avrizal, D. A. E., Herdiansyah, D. R., & Purnomo, A. (2026). Perancangan Penerangan Jalan Umum Menggunakan Sistem Panel Surya di Padukuhan

- Masahan, Kelurahan Tirenggo. *Jurnal Abdimas Madani Dan Lestari (JAMALI)*, 08(1), 62–75.
- Pradiva, F. D., Pradiva, F. D., & Kurniawan, Y. (2026). Kajian teoritik perbandingan biaya penerangan lampu jalan umum berbasis panel surya dengan konvensional di Indonesia. *Perwira Journal Of Science & Engineering*, 6(1), 255–262.
- Sefiyuchanna Sefiyuchanna, Nur Baiti Jannati, Tyastiana Tyastiana, Dina Lutfi Azizi, Gian Afdad, Intan Ramadhany, Khofifah Nur Hasanah, Krisna Dwi Hartanto, Muhammad Miftakhus Salam, Muhammad Rafi Firnanda, Ni'matul Holisoh, Rifig Al Wafaa, Riza Maysharoh, Sylvia Wulandari, Tiya Feza Qarina, & Yuangga Ilham Akbar. (2026). Peningkatan Visibilitas dan Keselamatan Pengguna Jalan melalui Pemasangan Reflektor Jalan dan Penerangan Jalan Umum Berbasis Sensor Photocell di Desa Kemejing. *ARDHI: Jurnal Pengabdian Dalam Negri*, 4(1), 01–12. <https://doi.org/10.61132/ardhi.v4i1.1859>
- Setyaningsih, E., Kelvin, & Utama, H. S. (2024). Analisis Pola Arus dan Tegangan Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya. *Jurnal Serina Sains, Teknik, Dan Kedokteran*, 2.
- Sikumbang, R. W. (2024). Analisis Efisiensi Solar Charge Controller Menggunakan Integrasi Numerik dengan Matlab Simulink. *Kurvatek*, 9(2).
- Susilo, R. A., Sodikin, A., Ramadhani, S., Gunanto, L. H., Arbain, & Qomaruddin. (2023). Perencanaan Penerangan Jalan Umum Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Jalan Ir. H. Nursyirwan Ismail, M.SI di Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda. *Journal of Engineering and Sustainable Technology*, 09(02), 785–793.
- Syarwan Ariwibowo, M., Usman, U., Putri L, M., & Rahmadani, A. (2025). Analisis Pengaruh Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terhadap Kestabilan Sistem Kelistrikan Kepulauan Sangehe. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(3S1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i3S1.8048>
- Wartoyo, B. P., Suhanto, & Driyono, B. (2024a). Penggunaan Penerangan Jalan Umum Berbasis Tenaga Surya. *ADMA : Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 4(2), 545–558. <https://doi.org/10.30812/adma.v4i2.3291>
- Wartoyo, B. P., Suhanto, S., & Driyono, B. (2024b). Penggunaan Penerangan Jalan Umum Berbasis Tenaga Surya. *ADMA : Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 4(2), 545–558. <https://doi.org/10.30812/adma.v4i2.3291>
- Wehantouw, F., Sasela, H., Medendehe, T., & Dotulung, N. (2024). Review Jurnal : Teknologi & Efektivitas Penggunaan PJUTS di Indonesia . *Jurnal Elektrik*, 3(1), 51–64. <https://doi.org/10.65485/elektrik.v3i1.1075>
- Yasa, M. T., & Sarief, I. (2021b). Perencanaan Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) Dan Simulasi Dialux (Studi Kasus Jalan Kolonel Masturi Cimahi). *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, 6(1), 7. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2021.6.1.606>
- Yasmin, S. Y., Syah, F. F., Azka, A. A., & Ariwibowo, D. (2024). Energi Surya Sebagai Solusi Dalam Peningkatan Efisiensi Energi Perspektif SDGs 7 (Sustainable Development Goals 7) 2030 (Studi Kasus Penerapan Panel Surya Mewujudkan Smart And Green Campus di UNTIRTA). *Venus : Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 108–118.