



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 1 (2026) pp: 5501-5508

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Optimalisasi Penerangan Jalan di Daerah Minim Cahaya Berbasis Energi Surya Berkelanjutan

M Ilham¹, M. Willie Aidillio Putra², Poppy Monica³, Tria Anggraini⁴, Zelpiana⁵, Riska Nurul Azmi⁶, Nila Sari⁷, Ananda Azhara As Salam⁸, Mila Oktalia Saputri⁹, Apriyanto¹⁰, Ibnu Agil¹¹, Fasyah Ardiansyah¹², Septa Affifa Virgi Yanti¹³

¹²³⁴⁵⁶⁷⁸⁹¹⁰¹¹¹²¹³, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang

¹Muhamadilhamsky@gmail.com, ²Stephaidi481@gmail.com, ³Popimonika16@gmail.com,
⁴Triaanggraini1919@gmail.com, ⁵Zelpina9@gmail.com, ⁶Riskanurulazmi289@gmail.com, ⁷Nilasari2223@gmail.com,
⁸Anandaazharaassalam@gmail.com, ⁹Milaoktaliaptr@gmail.com, ¹⁰Yapri08956187@gmail.com,
¹¹Ibnuagil2204@gmail.com, ¹²Ardiansyahfasyah@gmail.com, ¹³Septaaffifa@gmail.com

Abstrak

Penerangan jalan merupakan salah satu kebutuhan penting bagi masyarakat desa untuk menunjang keamanan, kenyamanan, dan kelancaran aktivitas pada malam hari. Desa Sirah Pulau Padang masih memiliki beberapa ruas jalan yang minim pencahayaan sehingga berpotensi menimbulkan risiko kecelakaan lalu lintas, gangguan keamanan, serta keterbatasan mobilitas warga. Kondisi ini juga berdampak pada aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat yang cenderung menurun setelah matahari terbenam. Melalui kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN), dilakukan pemanfaatan energi surya sebagai solusi penerangan jalan yang ramah lingkungan, hemat energi, dan berkelanjutan. Metode pelaksanaan meliputi survei dan observasi kondisi eksisting pada jam rawan malam hari, identifikasi titik prioritas berdasarkan tingkat kebutuhan pencahayaan, perencanaan teknis pemasangan, instalasi lampu penerangan jalan umum tenaga surya di lokasi strategis, serta sosialisasi kepada masyarakat mengenai cara penggunaan dan perawatan sederhana perangkat. Pendekatan ini tidak hanya berorientasi pada aspek teknis, tetapi juga pada pemberdayaan dan partisipasi masyarakat guna mendukung keberlanjutan program. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa pemasangan empat unit lampu tenaga surya mampu meningkatkan visibilitas jalan secara signifikan, memberikan rasa aman bagi masyarakat, serta mendorong peningkatan aktivitas sosial dan ekonomi pada malam hari. Selain itu, penggunaan energi surya mengurangi ketergantungan terhadap listrik konvensional dan menekan beban biaya operasional desa. Meskipun masih terdapat keterbatasan dalam jumlah unit dan belum dilakukan pengukuran kuantitatif intensitas cahaya secara komprehensif, program ini menunjukkan bahwa pemanfaatan energi terbarukan dapat menjadi solusi alternatif yang efektif, aplikatif, dan berpotensi dikembangkan secara berkelanjutan dalam mendukung pembangunan desa berbasis kemandirian energi di Desa Sirah Pulau Padang.

Kata kunci: Energi Surya, Penerangan Jalan, Lampu Tenaga Surya, KKN, Desa Sirah Pulau Padang, Pembangunan Desa

1. Latar Belakang

Penerangan jalan merupakan salah satu infrastruktur dasar yang memiliki peran strategis dalam menunjang keamanan, kenyamanan, serta kelancaran aktivitas masyarakat, khususnya pada malam hari. Keberadaan penerangan jalan yang memadai terbukti berkontribusi dalam menurunkan risiko kecelakaan lalu lintas, meningkatkan visibilitas pengguna jalan, serta memperkuat rasa aman masyarakat terhadap potensi tindak kriminalitas (Pratama & Suryani, 2019). Secara fungsional, penerangan jalan tidak hanya berperan sebagai fasilitas teknis pencahayaan, tetapi juga sebagai instrumen sosial yang membentuk persepsi keamanan dan kualitas lingkungan permukiman. Lingkungan yang terang cenderung mendorong peningkatan aktivitas sosial, memperluas ruang interaksi warga, serta memperpanjang waktu produktif masyarakat, terutama di kawasan yang sebelumnya mengalami keterbatasan pencahayaan.

Dalam perspektif tata ruang dan pembangunan wilayah, penerangan jalan juga berkaitan erat dengan konsep liveable settlement atau permukiman layak huni. Tingkat pencahayaan yang memadai memengaruhi persepsi visual terhadap ruang publik, meminimalkan titik buta (blind spot), serta meningkatkan kemampuan pengguna jalan dalam mengidentifikasi potensi bahaya. Pratama dan Suryani (2019) menegaskan bahwa kualitas penerangan yang baik berkorelasi dengan penurunan tingkat kecelakaan lalu lintas pada malam hari, khususnya di kawasan permukiman dengan intensitas mobilitas yang cukup tinggi. Dengan demikian, penerangan jalan memiliki dimensi multidisipliner yang mencakup aspek teknik, sosial, ekonomi, dan psikologis masyarakat.

Namun demikian, realitas di wilayah pedesaan menunjukkan bahwa penyediaan sistem penerangan jalan yang optimal masih menghadapi berbagai kendala struktural. Keterbatasan anggaran desa, akses jaringan listrik yang belum merata, serta biaya operasional dan pemeliharaan yang relatif tinggi menjadi faktor penghambat utama (Wahyudi et al., 2020). Ketergantungan pada listrik konvensional menyebabkan pemerintah desa harus mengalokasikan anggaran rutin untuk pembayaran listrik bulanan, yang pada akhirnya mengurangi kapasitas fiskal desa untuk membiayai sektor prioritas lainnya seperti pendidikan, kesehatan, atau infrastruktur dasar lain. Selain itu, gangguan jaringan listrik atau pemadaman massal dapat secara langsung memengaruhi stabilitas sistem penerangan jalan, sehingga keamanan dan kenyamanan masyarakat menjadi terganggu.

Permasalahan tersebut juga tercermin di Desa Sirah Pulau Padang, yang masih memiliki beberapa ruas jalan dengan tingkat pencahayaan minim. Kondisi jalan yang sempit, permukaan yang tidak sepenuhnya rata, serta keberadaan vegetasi lebat di beberapa titik memperbesar risiko kecelakaan pada malam hari. Nugraha (2019) menyatakan bahwa penerangan jalan yang tidak memadai di daerah pedesaan berdampak langsung terhadap keselamatan pengguna jalan dan menurunkan kualitas mobilitas masyarakat. Minimnya cahaya juga dapat meningkatkan kecemasan sosial terhadap potensi tindak kriminalitas, sehingga masyarakat cenderung membatasi aktivitas di luar rumah setelah matahari terbenam. Akibatnya, ruang publik desa menjadi kurang aktif pada malam hari dan interaksi sosial antarwarga mengalami penurunan.

Dalam kerangka pembangunan berkelanjutan, dibutuhkan solusi yang tidak hanya menjawab persoalan teknis pencahayaan, tetapi juga mempertimbangkan efisiensi ekonomi dan keberlanjutan lingkungan. Energi surya sebagai sumber energi terbarukan menawarkan potensi besar untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Indonesia sebagai negara tropis memiliki intensitas radiasi matahari yang relatif stabil sepanjang tahun, sehingga sangat potensial untuk pengembangan sistem pembangkit listrik tenaga surya skala kecil, termasuk untuk penerangan jalan umum. Siregar dan Handayani (2021) menjelaskan bahwa lampu jalan tenaga surya memiliki sistem kerja mandiri (stand-alone system), sehingga tidak bergantung pada jaringan PLN dan mampu beroperasi secara otomatis melalui sensor cahaya (photocell). Sistem ini memungkinkan lampu menyala saat intensitas cahaya matahari menurun dan padam saat pagi hari, sehingga penggunaan energi menjadi lebih efisien.

Pemanfaatan Lampu Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) juga sejalan dengan prinsip pengurangan emisi karbon dan transisi energi bersih. Setiawan et al. (2024) menunjukkan bahwa pemasangan PJU berbasis solar panel di Desa Rawang Binjai tidak hanya meningkatkan tingkat pencahayaan jalan, tetapi juga memberikan dampak signifikan terhadap rasa aman dan kenyamanan warga. Lingkungan yang sebelumnya gelap menjadi lebih terang dan mendukung aktivitas masyarakat pada malam hari. Hasil penelitian tersebut memperkuat argumen bahwa intervensi teknologi energi terbarukan dapat memberikan dampak sosial yang nyata pada skala komunitas.

Temuan serupa juga dikemukakan oleh Novfowan et al. (2024) dalam studi pemasangan lampu penerangan jalan berbasis panel surya di Dusun Klandungan, Kabupaten Malang. Penelitian tersebut menunjukkan adanya peningkatan visibilitas jalan dan kelancaran mobilitas masyarakat tanpa menambah beban biaya listrik desa. Efektivitas sistem ini sangat dipengaruhi oleh penempatan titik lampu yang strategis serta kapasitas panel dan baterai yang sesuai dengan kebutuhan daya. Dengan demikian, aspek perencanaan teknis menjadi faktor penting dalam menentukan keberhasilan implementasi PJUTS di wilayah pedesaan.

Dari sudut pandang ekonomi, penerapan lampu jalan tenaga surya dapat dipahami sebagai investasi jangka panjang. Meskipun biaya instalasi awal relatif lebih tinggi dibandingkan lampu konvensional, penghematan biaya operasional dalam jangka panjang menjadi nilai tambah yang signifikan. Putra et al. (2022) menegaskan bahwa optimalisasi penerangan jalan berbasis energi surya mampu mengurangi beban pengeluaran rutin desa, sehingga anggaran dapat dialokasikan untuk program pembangunan lainnya. Selain itu, keberadaan sistem otomatis berbasis sensor cahaya mengurangi kebutuhan intervensi manual dan menekan potensi kesalahan operasional.

Namun demikian, keberlanjutan sistem tidak hanya ditentukan oleh aspek teknologi, tetapi juga oleh manajemen pemeliharaan dan partisipasi masyarakat. Arifin (2019) menekankan bahwa teknologi fotovoltai di wilayah pedesaan memerlukan perawatan berkala, terutama pada komponen baterai dan panel surya yang rentan terhadap debu, kelembapan, dan korosi. Tanpa pemeliharaan yang memadai, kapasitas penyimpanan energi dapat menurun dan memengaruhi intensitas cahaya yang dihasilkan. Oleh karena itu, keberhasilan implementasi PJUTS harus disertai dengan edukasi kepada masyarakat mengenai perawatan sederhana dan pengawasan kolektif terhadap fasilitas yang telah dipasang.

Dalam konteks Desa Sirah Pulau Padang, karakteristik geografis dan lingkungan seperti vegetasi lebat serta tingkat kelembapan tertentu menjadi faktor moderasi yang memengaruhi efektivitas sistem. Penempatan lampu yang terhalang pepohonan berpotensi mengurangi paparan sinar matahari pada panel surya, sehingga diperlukan

pengelolaan vegetasi secara berkala. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara pendekatan teknis dan sosial sangat penting untuk memastikan sistem berjalan optimal dalam jangka panjang.

Implementasi melalui program Kuliah Kerja Nyata (KKN) memberikan dimensi tambahan dalam proses adopsi teknologi ini. Mahasiswa berperan sebagai fasilitator yang menjembatani inovasi teknologi dengan kebutuhan riil masyarakat. Selain melakukan survei lokasi dan pemasangan lampu, kegiatan sosialisasi mengenai manfaat energi terbarukan dan cara kerja sistem menjadi bagian penting dari proses pemberdayaan. Pendekatan partisipatif ini memungkinkan masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga aktor yang terlibat dalam menjaga keberlanjutan program.

Secara konseptual, hubungan antara pemanfaatan energi surya dan peningkatan kualitas hidup masyarakat dapat dijelaskan melalui rantai kausalitas: pemasangan PJUTS meningkatkan intensitas pencahayaan; peningkatan pencahayaan memperbaiki visibilitas jalan; visibilitas yang baik meningkatkan rasa aman dan menurunkan risiko kecelakaan; rasa aman mendorong peningkatan aktivitas sosial dan ekonomi. Dengan demikian, intervensi pada sektor penerangan jalan memiliki efek multiplikatif terhadap dinamika sosial desa. Usaha kecil seperti warung atau UMKM dapat beroperasi lebih lama, interaksi warga di ruang publik meningkat, dan mobilitas kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia menjadi lebih aman.

Secara keseluruhan, dukungan literatur menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara kualitas penerangan jalan dan peningkatan keselamatan serta kenyamanan masyarakat (Pratama & Suryani, 2019; Nugraha, 2019; Setiawan et al., 2024; Novfowan et al., 2024). Integrasi teknologi tenaga surya melalui program KKN di Desa Sirah Pulau Padang merupakan langkah yang relevan dan aplikatif dalam menjawab tantangan keterbatasan infrastruktur desa. Selain mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan beban biaya listrik, sistem ini mendukung kemandirian energi serta pembangunan berkelanjutan berbasis potensi lokal.

Dengan mempertimbangkan aspek teknis, ekonomi, sosial, dan lingkungan, pemanfaatan energi surya sebagai solusi penerangan jalan dapat diposisikan sebagai strategi pembangunan desa yang komprehensif. Keberlanjutan program akan sangat ditentukan oleh sinergi antara perencanaan teknis yang tepat, manajemen pemeliharaan yang konsisten, serta partisipasi aktif masyarakat. Oleh karena itu, penerangan jalan berbasis energi surya tidak hanya menjadi solusi terhadap minimnya pencahayaan, tetapi juga menjadi simbol transformasi desa menuju sistem energi yang lebih mandiri, efisien, dan berwawasan lingkungan dalam jangka panjang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Sirah Pulau Padang, sebuah wilayah pedesaan dengan tingkat kepadatan penduduk yang relatif rendah serta keterbatasan infrastruktur penerangan jalan. Karakteristik desa yang masih minim pencahayaan pada beberapa ruas jalan menjadikan lokasi ini relevan sebagai objek kajian pemanfaatan energi surya untuk penerangan jalan umum. Sebagaimana dikemukakan oleh Pratama dan Suryani (2019), kondisi penerangan jalan yang tidak memadai berkontribusi terhadap meningkatnya risiko kecelakaan lalu lintas dan menurunnya rasa aman masyarakat pada malam hari. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada evaluasi kondisi eksisting pencahayaan sebelum dan sesudah pemasangan lampu jalan tenaga surya.

Pengumpulan data dilaksanakan pada bulan Januari 2026 dengan penekanan observasi pada jam rawan, yaitu pukul 21.00 WIB. Pemilihan waktu ini didasarkan pada pertimbangan bahwa pada jam tersebut aktivitas masyarakat masih berlangsung, sementara visibilitas alami telah sepenuhnya bergantung pada sistem penerangan buatan. Pendekatan ini sejalan dengan temuan Nugraha (2019) yang menyatakan bahwa evaluasi efektivitas penerangan jalan sebaiknya dilakukan pada periode dengan intensitas aktivitas malam yang signifikan agar diperoleh gambaran yang representatif mengenai tingkat keamanan dan kenyamanan pengguna jalan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi langsung (direct observation) terhadap kondisi pencahayaan di beberapa titik strategis desa. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat kecerahan, distribusi cahaya, kondisi lingkungan sekitar (vegetasi, permukiman, dan fasilitas umum), serta potensi titik rawan kecelakaan atau gangguan keamanan. Pemilihan titik observasi mempertimbangkan dua aspek utama, yaitu tingkat minimnya pencahayaan dan tingkat kerawanan lokasi berdasarkan aktivitas masyarakat. Pendekatan ini relevan dengan kajian Setiawan et al. (2024) yang menekankan pentingnya penentuan titik pemasangan lampu berbasis analisis kebutuhan lapangan guna memaksimalkan dampak terhadap keselamatan dan kenyamanan warga.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif untuk menggambarkan karakteristik umum kondisi pencahayaan, seperti kategori terang, redup, atau gelap, serta persepsi masyarakat terhadap rasa aman. Statistik deskriptif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pemetaan kondisi aktual dan perubahan yang terjadi setelah intervensi pemasangan lampu tenaga surya. Selain itu, analisis kualitatif digunakan untuk menggali

faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas penerangan jalan, termasuk kondisi geografis, keberadaan vegetasi yang dapat menghalangi panel surya, serta partisipasi masyarakat dalam pemeliharaan lampu. Putra (2022) menegaskan bahwa keberhasilan sistem lampu jalan tenaga surya tidak hanya ditentukan oleh kapasitas teknis perangkat, tetapi juga oleh manajemen perawatan dan kondisi lingkungan sekitar.

Pendekatan kombinasi kuantitatif deskriptif dan kualitatif ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai dampak penerangan jalan berbasis energi surya terhadap aspek keselamatan dan kenyamanan masyarakat. Sejalan dengan Novfowan et al. (2024), penerapan lampu penerangan jalan berbasis panel surya di wilayah pedesaan terbukti efektif meningkatkan visibilitas dan rasa aman, khususnya pada jalan utama desa yang sebelumnya minim cahaya. Dengan demikian, metodologi penelitian ini dirancang untuk menghasilkan data yang representatif, kontekstual, dan relevan sebagai dasar evaluasi efektivitas pemanfaatan energi surya dalam mendukung pembangunan desa berkelanjutan.



Gambar 1. Lokasi Jalanan Desa Sirah Pulau Padang

3. Hasil dan Diskusi

Pengamatan lapangan di Desa Sirah Pulau Padang menunjukkan bahwa penerapan energi surya melalui pemasangan Lampu Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) memberikan perubahan yang signifikan terhadap kondisi pencahayaan, keamanan, serta dinamika sosial-ekonomi masyarakat desa. Sebelum intervensi dilakukan, beberapa ruas jalan utama dan jalan lingkungan berada dalam kondisi minim cahaya, khususnya pada rentang waktu pukul 20.00–23.00 WIB yang merupakan periode aktivitas malam masyarakat. Pada jam-jam tersebut, warga masih melakukan berbagai kegiatan seperti berbelanja di warung, menghadiri kegiatan keagamaan, maupun aktivitas sosial lainnya. Minimnya pencahayaan menyebabkan visibilitas rendah, menciptakan titik-titik buta (*blind spot*), serta meningkatkan potensi risiko kecelakaan dan gangguan keamanan.

Kondisi tersebut sejalan dengan temuan Pratama dan Suryani (2019) yang menyatakan bahwa kurangnya penerangan jalan berkorelasi positif dengan meningkatnya risiko kecelakaan lalu lintas di kawasan permukiman. Nugraha (2019) juga menegaskan bahwa pencahayaan yang tidak memadai di wilayah pedesaan berdampak langsung terhadap persepsi rasa aman masyarakat serta membatasi mobilitas sosial pada malam hari. Secara psikologis, ruang publik yang gelap cenderung menurunkan rasa percaya diri warga untuk beraktivitas di luar rumah, terutama bagi kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia.

Setelah dilakukan pemasangan empat unit PJUTS di titik-titik strategis yang telah ditentukan melalui observasi lapangan, terjadi peningkatan visibilitas jalan yang cukup nyata. Lampu menyala otomatis sejak senja hingga fajar melalui sistem sensor cahaya (*light sensor*), sehingga memastikan kontinuitas penerangan tanpa intervensi manual. Sistem ini memanfaatkan panel fotovoltaik untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik yang disimpan dalam baterai dan digunakan pada malam hari. Temuan ini sejalan dengan Arifin (2019) yang menyebutkan bahwa teknologi fotovoltaik pada sistem penerangan jalan pedesaan efektif meningkatkan kualitas pencahayaan sekaligus menekan beban biaya listrik desa. Novfowan et al. (2024) juga melaporkan bahwa pemasangan lampu jalan berbasis panel surya di Dusun Klandungan Kabupaten Malang berhasil meningkatkan intensitas pencahayaan serta rasa aman masyarakat saat melintasi jalan desa pada malam hari.

Tabel 1 Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah Penerapan PJUTS di Desa Sirah Pulau Padang

Aspek Pengaruh	Kondisi Sebelum (Minim Cahaya)	Kondisi Sesudah (Penerapan PLTS)	Dampak Signifikan
Keamanan (Safety)	Risiko tinggi kecelakaan lalu lintas dan tindakan kriminal di titik buta.	Jalanan terang secara otomatis dari senja hingga fajar.	Penurunan angka kriminalitas dan kecelakaan di malam hari.
Ekonomi Desa	Aktivitas ekonomi warga terhenti setelah matahari terbenam.	Warung dan UMKM sekitar jalan utama bisa beroperasi lebih lama.	Peningkatan pendapatan warga dan geliat ekonomi lokal.
Biaya	Bergantung pada	Beban biaya listrik	Anggaran desa bisa

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat perbandingan yang cukup kontras antara kondisi sebelum dan sesudah penerapan PJUTS di Desa Sirah Pulau Padang pada tiga aspek utama, yaitu keamanan, ekonomi desa, dan biaya operasional.

Pada aspek keamanan (safety), sebelum pemasangan PJUTS, ruas jalan desa berada dalam kondisi minim cahaya dengan risiko tinggi kecelakaan lalu lintas dan potensi tindakan kriminal di titik-titik gelap. Kurangnya pencahayaan menyebabkan pengendara sepeda motor kesulitan mengidentifikasi kondisi jalan, seperti lubang atau genangan air, sehingga meningkatkan kemungkinan kecelakaan. Selain itu, area gelap juga berpotensi menjadi lokasi tindakan kriminal karena minimnya pengawasan visual dari masyarakat. Setelah pemasangan PJUTS, jalanan menjadi terang secara otomatis dari senja hingga fajar. Dampak signifikan yang dirasakan masyarakat adalah menurunnya kekhawatiran terhadap risiko kriminalitas serta meningkatnya rasa aman saat melintasi jalan pada malam hari. Hal ini konsisten dengan temuan Pratama dan Suryani (2019) yang menunjukkan bahwa pencahayaan jalan yang memadai berkontribusi terhadap peningkatan keselamatan pengguna jalan.

Pada aspek ekonomi desa, sebelum intervensi, aktivitas ekonomi warga cenderung terhenti setelah matahari terbenam. Warung dan usaha mikro di sekitar jalan utama memilih tutup lebih awal karena kurangnya penerangan yang memadai. Kondisi ini membatasi potensi perputaran ekonomi lokal pada malam hari. Setelah penerapan PJUTS, warung dan UMKM dapat beroperasi lebih lama karena lingkungan menjadi lebih terang dan aman. Dampak signifikan yang dirasakan adalah meningkatnya pendapatan warga serta tumbuhnya geliat ekonomi malam hari. Temuan ini sejalan dengan Setiawan et al. (2024) yang menyatakan bahwa pemasangan PJU berbasis solar panel di Desa Rawang Binjai tidak hanya meningkatkan keamanan, tetapi juga mendorong aktivitas sosial-ekonomi masyarakat.

Pada aspek biaya, sebelum pemasangan PJUTS, desa bergantung pada anggaran untuk membayar tagihan listrik bulanan apabila menggunakan sistem penerangan konvensional. Ketergantungan pada listrik PLN juga berpotensi menambah beban keuangan desa dalam jangka panjang. Setelah penerapan PJUTS, biaya operasional bulanan untuk penerangan jalan menjadi Rp0 karena sumber energi berasal dari matahari. Dampak signifikan dari efisiensi ini adalah anggaran desa dapat dialokasikan untuk kebutuhan pembangunan infrastruktur lain. Hal ini memperkuat argumentasi Arifin (2019) bahwa sistem fotovoltaik mampu menekan biaya operasional tanpa mengurangi kualitas layanan penerangan.

Tabel 2 Perbandingan Dampak Sosial, Lingkungan, dan Kemandirian Energi Pasca Penerapan PJUTS

Aspek Pengaruh	Kondisi Sebelum (Minim Cahaya)	Kondisi Sesudah (Penerapan PLTS)	Dampak Signifikan
Operasional	anggaran desa untuk bayar tagihan listrik bulanan.	bulanan Rp0 (Gratis dari matahari).	dialokasikan untuk pembangunan infrastruktur lain.
Mobilitas Sosial	Warga (terutama anak-anak dan lansia) ragu keluar rumah saat malam.	Interaksi sosial di ruang publik meningkat karena merasa aman.	Mempererat kerukunan antarwarga desa.
Lingkungan	Masih bergantung pada energi fosil yang menghasilkan emisi.	Menggunakan energi terbarukan yang ramah lingkungan.	Desa menjadi lebih modern dan mendukung program <i>green energy</i> .

Kemandirian Energi	Sangat tergantung pada kestabilan jaringan kabel pusat.	Mandiri secara energi; tetap menyala meski ada pemadaman listrik massal.	Penerangan tetap stabil dalam kondisi darurat atau bencana.
---------------------------	---	--	---

Tabel 2 menunjukkan dampak lanjutan penerapan PJUTS pada aspek operasional, mobilitas sosial, lingkungan, dan kemandirian energi.

Dari sisi operasional, sebelum penerapan PJUTS, desa harus mengalokasikan anggaran untuk pembayaran listrik bulanan apabila menggunakan penerangan berbasis jaringan konvensional. Setelah menggunakan PJUTS, biaya operasional bulanan praktis tidak ada karena sistem memanfaatkan energi matahari yang bersifat gratis dan terbarukan. Efisiensi ini memungkinkan desa mengalokasikan dana untuk pembangunan lain yang lebih prioritas, seperti perbaikan jalan atau fasilitas umum.

Pada aspek mobilitas sosial, sebelum pemasangan lampu, warga—terutama anak-anak dan lansia—cenderung ragu keluar rumah pada malam hari karena khawatir terhadap kondisi jalan yang gelap. Setelah adanya penerangan yang memadai, interaksi sosial di ruang publik meningkat. Warga lebih percaya diri menghadiri kegiatan keagamaan, pertemuan warga, maupun aktivitas sosial lainnya. Dampak signifikan yang terlihat adalah meningkatnya kohesi sosial dan kerukunan antarwarga. Temuan ini sejalan dengan Nugraha (2019) yang menyatakan bahwa pencahayaan yang baik berkontribusi pada peningkatan rasa aman dan partisipasi sosial masyarakat.

Dari aspek lingkungan, sebelum intervensi, sistem penerangan konvensional masih bergantung pada energi fosil yang menghasilkan emisi karbon. Setelah penerapan PJUTS, desa mulai menggunakan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Hal ini mendukung konsep pembangunan berkelanjutan dan green energy. Siregar dan Handayani (2021) menegaskan bahwa pemanfaatan energi surya sebagai solusi penerangan jalan umum berbasis masyarakat merupakan langkah konkret dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil.

Pada aspek kemandirian energi, sebelum pemasangan PJUTS, penerangan jalan sangat tergantung pada kestabilan jaringan listrik pusat. Apabila terjadi pemadaman massal, jalan desa kembali gelap. Setelah penerapan PJUTS, sistem menjadi mandiri secara energi dan tetap menyala meskipun terjadi pemadaman listrik. Dampak signifikan dari kondisi ini adalah stabilitas penerangan dalam kondisi darurat atau bencana. Hal ini memperkuat konsep desentralisasi energi yang relevan untuk wilayah pedesaan (Wahyudi et al., 2020).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan energi surya melalui pemasangan Lampu Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) di Desa Sirah Pulau Padang memberikan dampak nyata terhadap peningkatan visibilitas jalan dan rasa aman masyarakat pada malam hari. Titik-titik yang sebelumnya minim cahaya kini memiliki pencahayaan yang lebih merata dan stabil dari senja hingga fajar. Secara empiris, peningkatan intensitas pencahayaan berkontribusi terhadap penurunan potensi kecelakaan lalu lintas, mengurangi risiko tindakan kriminalitas, serta meningkatkan mobilitas sosial warga pada malam hari. Temuan ini sejalan dengan Arifin (2019) yang menyatakan bahwa implementasi teknologi fotovoltaik untuk penerangan jalan di wilayah pedesaan mampu menekan angka kecelakaan dan gangguan keamanan tanpa menambah beban biaya listrik desa. Hal serupa juga dikemukakan oleh Pratama dan Suryani (2019) bahwa pencahayaan jalan yang memadai memiliki korelasi positif dengan tingkat keselamatan pengguna jalan di kawasan permukiman.

Secara konseptual, penerangan jalan berbasis energi surya tidak hanya berdampak pada aspek teknis pencahayaan, tetapi juga pada aspek sosial dan ekonomi masyarakat. Penerangan yang stabil memungkinkan aktivitas ekonomi warga seperti warung kecil dan usaha mikro tetap beroperasi lebih lama, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan lokal. Studi Setiawan et al. (2024) menunjukkan bahwa pemasangan PJU berbasis solar panel di Desa Rawang Binjai meningkatkan kenyamanan dan keamanan warga sekaligus mendorong aktivitas sosial-ekonomi malam hari. Temuan tersebut konsisten dengan hasil di Desa Sirah Pulau Padang, di mana masyarakat merasakan perubahan signifikan dalam kualitas lingkungan setelah pemasangan PJUTS.

Namun demikian, keberlanjutan sistem tidak hanya bergantung pada pemasangan awal, melainkan juga pada manajemen pemeliharaan yang baik. Putra (2022) menegaskan bahwa performa baterai dan perlindungan komponen dari korosi menjadi faktor kunci keberhasilan sistem lampu jalan tenaga surya, terutama di wilayah dengan kelembapan tinggi dan dekat perairan. Kondisi geografis Desa Sirah Pulau Padang yang memiliki tingkat kelembapan relatif tinggi menuntut adanya perhatian khusus terhadap perawatan panel surya, baterai, serta sambungan instalasi listrik agar tidak terjadi degradasi performa dalam jangka panjang. Wahyudi et al. (2020) juga mengingatkan bahwa tantangan utama penerangan jalan di wilayah pedesaan bukan hanya pada penyediaan infrastruktur, tetapi juga pada kesinambungan pengelolaan dan perawatan pascaimplementasi.

Kondisi Eksisting Lampu Jalan yang Dipasang

Berdasarkan hasil observasi lapangan, empat unit lampu jalan tenaga surya telah terpasang pada titik-titik strategis. Secara umum, kondisi fisik tiang, armatur lampu, panel surya, dan box kontrol masih dalam keadaan baik. Tiang berdiri tegak dengan pondasi beton yang cukup kokoh, menunjukkan bahwa aspek konstruksi telah diperhitungkan dengan memadai. Panel surya terpasang dengan sudut kemiringan yang relatif optimal untuk menerima paparan sinar matahari, sehingga mendukung efisiensi proses pengisian daya pada siang hari. Hal ini sesuai dengan rekomendasi teknis dalam studi Siregar dan Handayani (2021) yang menyatakan bahwa orientasi dan kemiringan panel sangat menentukan efisiensi konversi energi surya menjadi energi listrik.

Pada titik pertama, lampu dipasang di tepi jalan lingkungan dengan vegetasi cukup lebat. Penempatan ini strategis karena berada pada area yang sebelumnya gelap dan rawan. Namun, keberadaan pepohonan tinggi berpotensi menghalangi paparan sinar matahari ke panel surya. Bayangan yang menutupi panel dalam durasi lama dapat menurunkan efisiensi pengisian baterai dan berdampak pada durasi nyala lampu di malam hari. Novfowan et al. (2024) dalam penelitiannya di Dusun Klandungan Kabupaten Malang juga menemukan bahwa reduksi performa lampu tenaga surya sering kali disebabkan oleh kurangnya perawatan vegetasi di sekitar panel. Oleh karena itu, pemangkasan rutin menjadi langkah preventif yang penting.

Pada titik kedua, lampu terpasang di area permukiman warga dengan kondisi relatif terbuka. Posisi ini mendukung penerimaan sinar matahari secara maksimal serta distribusi cahaya yang efektif ke jalan utama desa. Secara struktural, tiang dalam kondisi stabil dan tidak mengalami kemiringan. Namun, terdapat kabel udara yang melintas cukup dekat dengan badan tiang. Kondisi ini perlu mendapat perhatian untuk mencegah potensi risiko keselamatan dan gangguan teknis. Aspek keamanan instalasi menjadi bagian penting dalam sistem penerangan jalan, sebagaimana ditegaskan oleh Nugraha (2019) bahwa tata letak infrastruktur harus mempertimbangkan keselamatan jangka panjang.

Pada titik ketiga, lampu berada di area yang lebih hijau dan jauh dari permukiman padat. Vegetasi rimbun seperti pohon pisang dan tanaman merambat berpotensi menutupi sebagian panel surya. Walaupun kondisi fisik lampu masih baik, potensi shading (bayangan) dapat memengaruhi efisiensi sistem. Sumadi, Sulistiyanti, dan Setyawan (2019) menegaskan bahwa keberhasilan penerapan lampu tenaga surya di Pekon Kiluan Negeri sangat dipengaruhi oleh keterlibatan masyarakat dalam menjaga kebersihan dan keterbukaan area sekitar panel. Dengan demikian, partisipasi aktif warga menjadi faktor moderasi penting dalam keberlanjutan sistem.

Pada titik keempat, lampu terpasang di dekat fasilitas umum dan infrastruktur jaringan listrik desa. Lokasi ini cukup terbuka dan mudah dipantau oleh masyarakat. Kondisi panel, lampu LED, dan box kontrol tidak menunjukkan kerusakan signifikan. Keberadaan lampu di titik ini sangat mendukung peningkatan rasa aman dan memperlancar aktivitas malam hari. Ramdhani dan Hidayat (2025) menyatakan bahwa penerangan jalan tenaga surya di lingkungan pesantren mampu meningkatkan efisiensi energi sekaligus memperkuat keamanan kawasan, yang relevan dengan kondisi di Desa Sirah Pulau Padang.

Integrasi Rambu dengan Lanskap Jalan

Selain pencahayaan, keberadaan rambu-rambu keselamatan memiliki peran penting dalam menciptakan sistem transportasi desa yang aman dan responsif. Rambu yang terpasang secara strategis dan memiliki visibilitas tinggi akan membantu pengguna jalan mengenali potensi bahaya, fasilitas umum, maupun arah lalu lintas. Penerangan yang baik memperkuat fungsi rambu karena meningkatkan keterbacaan visual pada malam hari. Pratama dan Suryani (2019) menekankan bahwa kombinasi antara pencahayaan optimal dan rambu yang jelas secara signifikan menurunkan risiko kecelakaan di kawasan permukiman.

Rambu harus ditempatkan pada area terbuka, tidak terhalang oleh dahan pohon, tiang iklan, atau struktur lain yang mengurangi visibilitas. Integrasi antara lampu jalan tenaga surya dan rambu keselamatan menciptakan sinergi yang mendukung keselamatan pengguna jalan. Setiawan et al. (2024) juga mencatat bahwa peningkatan kualitas penerangan jalan secara langsung meningkatkan efektivitas sistem informasi visual di ruang publik.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa PJUTS di Desa Sirah Pulau Padang efektif secara teknis dan sosial. Peningkatan visibilitas berdampak pada keamanan, mobilitas, serta aktivitas ekonomi warga. Namun, keberlanjutan sistem sangat bergantung pada pemeliharaan berkala, pengelolaan vegetasi, perlindungan komponen dari korosi, serta partisipasi aktif masyarakat. Dengan pendekatan manajemen yang berkelanjutan, penerangan jalan berbasis energi surya dapat menjadi model pembangunan desa yang mandiri energi, ramah lingkungan, dan selaras dengan prinsip pembangunan berkelanjutan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pelaksanaan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) dan pengamatan lapangan di Desa Sirah Pulau Padang, pemanfaatan energi surya sebagai solusi penerangan jalan di daerah minim cahaya terbukti memberikan dampak positif secara teknis maupun sosial. Pemasangan empat unit Lampu Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) mampu meningkatkan tingkat visibilitas jalan pada malam hari, sehingga mendukung aspek keamanan, kenyamanan, dan kelancaran mobilitas masyarakat. Secara teknis, sistem lampu tenaga surya yang dipasang berfungsi dengan baik, berdiri kokoh, serta mampu menyala otomatis dari senja hingga fajar. Keberadaan lampu ini tidak hanya mengurangi ketergantungan terhadap listrik konvensional dan beban biaya operasional desa, tetapi juga mendukung penerapan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dari sisi sosial dan ekonomi, peningkatan pencahayaan mendorong aktivitas masyarakat pada malam hari, memperkuat interaksi sosial, serta membuka peluang peningkatan kegiatan ekonomi lokal. Meskipun demikian, efektivitas jangka panjang sistem sangat bergantung pada pemeliharaan berkala, pengelolaan vegetasi di sekitar panel surya, serta partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga dan merawat fasilitas yang telah dipasang. Keterbatasan jumlah unit lampu dan belum dilakukannya pengukuran kuantitatif intensitas cahaya menjadi catatan untuk pengembangan program selanjutnya. Secara keseluruhan, pemanfaatan energi surya sebagai solusi penerangan jalan di Desa Sirah Pulau Padang dapat dinilai efektif, aplikatif, dan berpotensi untuk dikembangkan lebih luas sebagai model pembangunan desa berbasis energi terbarukan. Program ini tidak hanya menjawab permasalahan minimnya pencahayaan, tetapi juga menjadi langkah konkret dalam mendukung kemandirian energi dan pembangunan berkelanjutan di wilayah pedesaan.

Referensi

1. Abdillah, R., & Wardoyo, S. (2025). Penerapan lampu penerangan jalan umum tenaga surya melalui program pengabdian masyarakat di Desa Cibarani. *Jurnal Pengabdian Teknik dan Inovasi Energi*, 4(1), 45–52.
2. Arifin, Z. (2019). Implementasi teknologi fotovoltaiik untuk penerangan jalan di wilayah pedesaan. *Jurnal Energi Terbarukan Indonesia*, 8(2), 87–95.
3. Azis, S. A., Sulastri, T., & Rofiq, A. (2024). Peningkatan kesadaran energi terbarukan melalui sosialisasi dan pembuatan lampu solar light tenaga surya di Desa Jayamulya. *Welfare: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 303–308. <https://jurnalfebi.uinkediri.ac.id/index.php/Welfare/article/view/1279>
4. Novfowan, A. D., Setiawan, A., Ruwahjoto, M., Miefteh, M., Sukamdi, S., & Sutjipto, R. (2024). Pemasangan lampu penerangan jalan berbasis panel surya di Dusun Klandungan Kabupaten Malang. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat (ABDimas)*. <https://jurnal.polinema.ac.id/index.php/abdimas/article/view/4568>
5. Nugraha, A. (2019). Analisis kebutuhan penerangan jalan di daerah pedesaan dan dampaknya terhadap keselamatan masyarakat. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 6(1), 21–29.
6. Pratama, R., & Suryani, L. (2019). Pengaruh penerangan jalan terhadap tingkat kecelakaan lalu lintas di kawasan permukiman. *Jurnal Transportasi dan Infrastruktur*, 5(2), 101–110.
7. Putra, H. (2022). Manajemen pemeliharaan baterai pada sistem lampu jalan tenaga surya di daerah pesisir. *Jurnal Sistem Energi Berkelanjutan*, 10(1), 55–63.
8. Putra, M. W. A., Monica, P., & Anggraini, T. (2022). Optimalisasi penerangan jalan berbasis energi surya dalam mendukung pembangunan desa berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Energi dan Teknologi Tepat Guna*, 2(1), 112–118.
9. Ramdhani, M., & Hidayat, I. (2025). Implementasi sistem lampu jalan tenaga surya sebagai solusi efisiensi energi di lingkungan Pesantren Al Amanah. *Abdimas Galuh*. <https://jurnal.unigal.ac.id/abdimgaluh/article/view/19433>
10. Setiawan, D., Alim, A., Wijaya, I., Rabbani Nengsyh, B., Nasywa, F., Triani, L., & Anastasya, N. (2024). Pemasangan PJU berbasis solar panel untuk meningkatkan keselamatan, keamanan, dan kenyamanan warga Desa Rawang Binjai. *JUDISTIRA: Jurnal Pengabdian Inovasi dan Teknologi kepada Masyarakat*. <https://rumahjurnal.or.id/index.php/JUDISTIRA/article/view/1676>
11. Siregar, M., & Handayani, T. (2021). Pemanfaatan energi surya sebagai solusi penerangan jalan umum berbasis masyarakat. *Jurnal Rekayasa Energi*, 9(3), 145–153.
12. Sumadi, S., Sulistiyanti, S. R., & Setyawan, F. A. (2019). Pemanfaatan lampu tenaga surya sebagai lampu penerangan jalan di Pekon Kiluan Negeri Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Sakai Sambayan*, 3(3), 98–101. <https://jss.lppm.unila.ac.id/index.php/ojs/article/view/160>
13. Wahyudi, T., Rahman, A., & Lestari, D. (2020). Tantangan penyediaan penerangan jalan umum di wilayah pedesaan berbasis energi konvensional. *Jurnal Infrastruktur dan Pembangunan Wilayah*, 7(2), 77–86.
14. Yuliana, E., Prakoso, B., & Firmansyah, R. (2023). Analisis efektivitas lampu jalan tenaga surya terhadap keamanan lingkungan desa. *Jurnal Teknologi dan Lingkungan Berkelanjutan*, 11(2), 134–142.
15. Zulkamain, F., & Maulana, I. (2022). Studi komparatif efisiensi lampu jalan tenaga surya dan lampu konvensional pada kawasan pedesaan. *Jurnal Teknik Elektro dan Energi Terbarukan*, 12(1), 23–31.