

**SOLARISLIGHT : SISTEM PENERANGAN BERKELANJUTAN MENGGUNAKAN IOT  
DAN SOLAR CELL SYSTEM UNTUK EFISIENSI ENERGI PADA DESA WISATA  
CIASMARA****Syifa Nurgaida Yutia<sup>1\*</sup>, Aisyah Novfitri<sup>2</sup>, Annisa Desianty<sup>3</sup>, Alva Nurvina Sularso<sup>4</sup>, Hakim  
Giraldi Saputra<sup>5</sup>, Muhammad Nur Rizqi<sup>6</sup>**<sup>1,3,4,5</sup>Teknologi Informasi, <sup>2,6</sup> Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom[1syifagaida@telkomuniversity.ac.id](mailto:<sup>1</sup>syifagaida@telkomuniversity.ac.id)**Abstract**

*The Community Service activity held in Ciasmara village in Bogor district aims to improve infrastructure of public facilities for street lighting as part of the Ciasmara village plan as a tourist village. The IoT and solar panel-based street lighting facilities provide a safe and comfortable environment for tourists as well as create clean energy, technology with easy maintenance and good durability, least burden for the village's electricity costs and become the best solution for alternative technology for remote areas. The implementation stage of the SolarisLight program begins with observation activities to map the planting points for lamp posts. The design and manufacturing process takes a week before the installation of solar panels and the IoT system. Five lighting points are powered by a 12V 300Ah battery capacity in a panel box capable of providing lighting durability for up to 2 days at night. The IoT system integrated with solar panels capable for real-time monitoring of electrical parameters. The provision of manual books and socialization activities for the use of SolarisLight were carried out so that the Ciasmara village community can monitor the SolarisLight system through an application accessed using a smartphone. The satisfaction survey results stated that there is an increase in the number of tourists in Ciasmara village after the implementation of the SolarisLight system. With these results, it is hoped that this can become a sustainable community service program.*

**Keywords:** *Abdimas; Ciasmara; Internet of Things; Solar Panel; Solaris Light***Abstrak**

Kegiatan Pengabdian Masyarakat yang diadakan di desa Ciasmara di kabupaten Bogor bertujuan untuk meningkatkan infrastruktur berupa fasilitas umum penerangan lampu jalan sebagai bagian dari rencana desa Ciasmara sebagai desa wisata. Fasilitas penerangan lampu jalan berbasis IoT dan solar panel bertujuan untuk memberikan lingkungan yang aman, nyaman bagi para wisatawan, dan menciptakan energi bersih. Penerangan jalan menggunakan teknologi IoT dan Solar Panel menawarkan perawatan yang mudah dan tahan lama, dan tidak membebani biaya listrik desa. Sehingga teknologi ini menjadi solusi terbaik untuk alternatif di daerah terpencil. Tahapan implementasi program SolarisLight dimulai dengan kegiatan observasi untuk melakukan pemetaan titik penanaman tiang lampu. Proses perancangan dan pembuatan alat membutuhkan waktu satu minggu sebelum dilakukan pemasangan solar panel dan sistem IoT. Lima titik lampu penerangan ditenagai dengan kapasitas baterai sebesar 12V 300Ah dalam panel box mampu memberi ketahanan pencahayaan hingga 2 hari di malam hari. Sistem IoT yang diintegrasikan dengan panel surya memungkinkan adanya pemantauan parameter kelistrikan secara real time. Pemberian buku manual dan kegiatan sosialisasi penggunaan SolarisLight dilakukan agar masyarakat desa wisata Ciasmara dapat memonitoring sistem Solarislight melalui aplikasi yang diakses menggunakan smartphone. Hasil survei kepuasan mitra menunjukan adanya peningkatan jumlah wisatawan di desa Ciasmara setelah implementasi sistem SolarisLight. Dengan adanya hasil ini, diharapkan dapat menjadi program pengabdian masyarakat yang berkelanjutan.

**Kata Kunci:** *Abdimas; Ciasmara; Internet of Things; Solar Panel; Solaris Light.*

Submitted: 2026-01-02

Revised: 2026-01-10

Accepted: 2026-01-19

**Pendahuluan**

Desa Ciasmara, terletak di Kecamatan Pamijahan, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Dilansir dari ciasmara-pamijahan.desa.id, luas wilayah Desa Ciasmara mencapai 626,000 Ha, dengan batas wilayah meliputi Desa Ciasihan di utara, Desa Kabandungan di timur, Desa Purwabakti di selatan, dan Desa Cibunian di barat. Desa ini terdiri dari lahan tempat tinggal, pertanian, perkebunan, serta area wisata alam. Desa Ciasmara ditetapkan sebagai desa wisata oleh Pemerintah Daerah

Kabupaten Bogor pada tahun 2013, dengan destinasi wisata seperti air terjun dan hamparan sawah yang tersebar di hampir seluruh wilayah desa. Terdapat beberapa wisata di Desa Ciasmara, salah satunya yaitu Pasirluhur *Campsite*, yang terletak di Kecamatan Pamijahan, Kabupaten Bogor.

Desa Ciasmara memiliki banyak objek wisata alam, namun pengelolaannya yang belum optimal mengurangi minat wisatawan untuk berkunjung. Kendala serius yang dihadapi adalah kurangnya pencahayaan di sekitar Desa Wisata Pasirluhur, yang juga merupakan bagian dari jalan lokal yang digunakan oleh masyarakat. Kurangnya penerangan jalan, terutama di jalur pejalan kaki, mengurangi keamanan dan kenyamanan bagi warga lokal maupun pengunjung, serta berpotensi membahayakan keselamatan mereka saat beraktivitas di malam hari (Mukta dkk, 2020).

Beberapa hasil penelitian menyoroti bahwa pencahayaan yang memadai dapat meminimalkan bentrokan dan korban jiwa di malam hari hingga 30%–35% secara signifikan dibandingkan dengan penerangan jalan yang buruk atau tidak ada sama sekali (Jackett & Firth, 2013). Pendapatan dari Pasirluhur *campsite* juga berperan penting dalam meningkatkan penghasilan warga lokal, sehingga pencahayaan yang baik tidak hanya penting untuk keselamatan tetapi juga untuk mendukung ekonomi masyarakat. Selain itu, dilansir dari [ciasmara-pamijahan.desa.id](http://ciasmara-pamijahan.desa.id) menunjukkan bahwa kemajuan desa dalam mencapai *Sustainable Development Goals* (SDGs) masih kurang dari cukup pada indikator SDGs 9 (Infrastruktur, industri dan inovasi) berada di angka 35,49%. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk meningkatkan infrastruktur dan inovasi, termasuk pencahayaan yang lebih baik, demi meningkatkan kualitas hidup dan keamanan masyarakat. Inovasi ini juga masuk ke kategori SDGs 7 yaitu energi bersih dan terjangkau, kebutuhan akan inovasi pencahayaan yang lebih hemat dan ramah lingkungan sangat dibutuhkan.



Gambar 1. Kondisi Jalan dan Lingkungan Desa di Sore Hari

Dengan adanya pemanfaatan *Internet of Things* (IoT), muncul kesempatan untuk mengembangkan layanan baru dan menghubungkan berbagai aplikasi menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi. Namun, agar layanan di desa yang menggunakan IoT berjalan lancar, semua aplikasi harus dikelola dengan efisiensi energi yang terbatas. Salah satu sektor yang bisa diperbaiki dengan IoT adalah sistem pencahayaan, karena sistem ini menghabiskan lebih banyak energi dibandingkan yang lain (Sikder dkk, 2018). Energi surya adalah sumber energi terbarukan yang penting untuk keberlanjutan peradaban manusia. Dengan menggunakan IoT dan perangkat yang memakai energi surya adalah langkah besar dalam perkembangan teknologi (Nath dkk, 2023). Penelitian sebelumnya terkait penerangan Jalan Cerdas hemat energi menunjukan hasil yang diusulkan dapat menghemat sejumlah besar energi selama jam sibuk dan di luar jam sibuk tidak hanya di jalan raya tetapi juga di area pejalan kaki perumahan dan pinggiran kota (Chen dkk, 2022).

Penyebab utama kondisi tersebut yaitu kurangnya arus listrik yang masuk di desa ini. Oleh karena itu, penggunaan *Solar Cell System* dapat menjadi solusi yang tepat untuk meningkatkan penerangan di desa wisata. *Solar cell system* menawarkan beberapa manfaat sebagai sumber energi terbarukan, antara lain bebas polusi, tidak memiliki risiko radioaktif, portabel dan dapat dipasang di berbagai lokasi (Sidi dkk, 2013). Selain itu, panel surya mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik yang menyediakan alternatif energi bersih dibandingkan dengan energi fosil (Gjelaj, 2018) yang menjadikannya solusi terbaik untuk alternatif teknologi untuk daerah terpencil.

Dari permasalahan tersebut, hal ini mendorong kami untuk mengimplementasikan sistem pencahayaan menggunakan *Internet of Things* dan *Solar Cell System* di sepanjang jalur pejalan kaki yang ada disekitar wilayah Desa Wisata yang kami namakan *SolarisLight*. Lampu-lampu ini dilengkapi dengan panel surya yang memungkinkan pengisian daya di siang hari dan dapat dihidupkan di malam hari. Dengan begitu, sistem pencahayaan ini sepenuhnya berasal dari tenaga surya dan tidak bergantung pada jaringan listrik desa. Pelatihan untuk masyarakat di Desa Ciasmara dalam penggunaan *SolarisLight* juga akan dilakukan agar memudahkan pengoperasian alat. Pelatihan yang berkelanjutan ini diharapkan dapat memberikan wawasan kepada masyarakat tentang inovasi lampu bertenaga surya dan meningkatkan kesadaran mereka terhadap pentingnya teknologi dalam kehidupan sehari-hari.

### Metode

Sebelum memulai implementasi sistem penerangan berbasis IoT dan Solar Cell di Desa Wisata Ciasmara, berikut serangkaian langkah sistematis yang kami akan lakukan untuk memastikan keberhasilan proyek. Setiap tahap dilakukan untuk memastikan bahwa solusi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan masyarakat dan berjalan secara efektif. Diagram alur berikut menggambarkan keseluruhan proses implementasi proyek.



Gambar 2. Diagram Alur Implementasi Kegiatan

## 1. Observasi

Tahap ini dilakukan survei untuk memahami kondisi awal di Desa Ciasmara, antara lain identifikasi permasalahan utama terkait sistem penerangan dan kebutuhan energi di desa (sudah dilakukan). Pemetaan lima titik pemasangan alat berdasarkan kebutuhan penerangan dan kondisi lingkungan. Koordinasi dengan warga dan pengelola desa wisata untuk memahami ekspektasi mereka terhadap sistem penerangan berbasis energi terbarukan.



Gambar 3. Jalur Area Pemasangan Titik Lampu

## 2. Perancangan dan Pembuatan

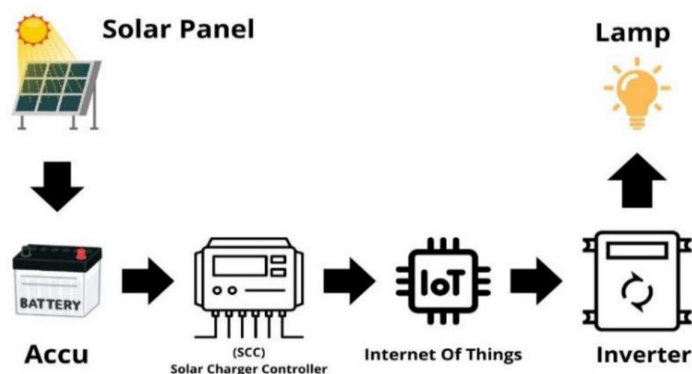
Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem yang mencakup diskusi teknis bersama tim dan tenaga ahli untuk menentukan spesifikasi sistem, kapasitas panel surya dan baterai, serta integrasi IoT untuk pemantauan jarak jauh. Tahap pembuatan dilakukan dengan menyiapkan alat dan bahan untuk instalasi sistem penerangan yang akan digunakan seperti panel surya, baterai, lampu LED hemat energi, sensor IoT, serta modul pemantauan dan kontrol.

## 3. Sosialisasi

Sebelum pemasangan sistem, dilakukan sosialisasi awal untuk meningkatkan pemahaman masyarakat, yang mencakup pengenalan teknologi IoT dan solar cell serta manfaatnya dalam efisiensi energi. Pelatihan awal mengenai cara penggunaan aplikasi IoT untuk memantau dan mengontrol penerangan. Diskusi bersama warga dan pengelola desa wisata untuk mendapatkan masukan tambahan sebelum implementasi.

## 4. Instalasi sistem

Pada tahap ini dilakukan pemasangan sistem di lokasi yang telah ditentukan berdasarkan hasil observasi dan perancangan. Integrasi IoT untuk pemantauan dan kontrol penerangan jarak jauh melalui aplikasi. Pengujian sistem pasca-instalasi untuk memastikan seluruh perangkat berfungsi dengan optimal.



Gambar 4. Rancangan Sistem SolarisLight

## 5. Pelatihan dan Pemberdayaan Masyarakat

Pelatihan operasional sistem bagi warga dan pengelola desa wisata, mencakup cara mengontrol sistem penerangan dan membaca data pemantauan. *Workshop troubleshooting* dasar agar masyarakat dapat melakukan perawatan dan perbaikan ringan secara mandiri.

## 6. Monitoring dan evaluasi

Selanjutnya adalah kami akan melakukan monitoring terhadap sistem yang telah dipasang dan mengumpulkan *feedback* dari masyarakat desa mengenai sistem penerangan ini. Umpan balik dari masyarakat sebagai survei kepuasan pengguna dan dampak proyek terhadap efisiensi energi dan kenyamanan wisatawan. Dokumentasi hasil implementasi sebagai dasar untuk pengembangan sistem lebih lanjut dan potensi replikasi ke daerah lain. Tabel 1 merupakan bentuk pertanyaan Survey yang akan diberikan kepada Mitra sebagai bentuk umpan balik untuk Tim Abdimas. Kode AP menjabarkan pertanyaan yang berkaitan dengan aspek pendapatan mitra dengan jumlah pertanyaan sebanyak 9 butir. Kode AM menjabarkan pertanyaan yang berkaitan dengan aspek kemampuan manajemen mitra dengan jumlah pertanyaan sebanyak 10 butir. Keseluruhan pertanyaan terlampir pada Tabel 1.

Tabel 1 Pertanyaan Kuesioner

Kode BP	Butir Pertanyaan
AP01	Apakah jumlah wisatawan meningkat setelah diterapkannya sistem SolarisLight?
AP02	Jika Ya, berapa peningkatan jumlah wisatawan di setiap minggu-nya setelah diterapkannya sistem SolarisLight?
AP03	Apakah kunjungan wisatawan lebih sering terjadi pada hari libur/event khusus/weekend.
AP04	Apakah kunjungan wisatawan berdampak positif terhadap ekonomi masyarakat lokal?
AP05	Apakah wisatawan menjadi sumber utama ekonomi masyarakat lokal?
AP06	Apakah usaha kecil di Desa berkembang setelah diterapkannya sistem SolarisLight?
AP07	Dengan diterapkan sistem SolarisLight dapat meningkatkan pendapatan masyarakat lokal mengingat pencahayaan yang baik dapat mendukung ekonomi masyarakat lokal.
AP08	Pengunjung wisata dan masyarakat lokal memberikan umpan balik positif mengenai produk SolarisLight yang diterapkan.
AP09	Pengeluaran biaya penggunaan SolarisLight lebih hemat, dibandingkan sebelum diterapkannya SolarisLight.
AM01	Saya memahami konsep dasar Internet of Things (IoT) yang digunakan dalam sistem SolarisLight.
AM02	Saya mengetahui cara kerja panel surya dalam menghasilkan energi listrik untuk penerangan.
AM03	Saya memahami bagaimana IoT terhubung dengan sistem solar cell untuk mengontrol penerangan.
AM04	Saya mampu membaca dan memahami data penggunaan energi pada dashboard SolarisLight.
AM05	Saya dapat mengatur jadwal nyala lampu melalui sistem IoT SolarisLight.
AM06	Saya mengetahui prosedur dasar pemeliharaan panel surya dan perangkat IoT.
AM07	Saya memiliki keterampilan untuk mengidentifikasi dan mengatasi gangguan pada sistem SolarisLight.
AM08	Saya memahami cara mengoptimalkan penggunaan energi agar hemat dan berkelanjutan.
AM09	Saya menyadari bahwa penerapan SolarisLight dapat meningkatkan daya tarik wisata malam hari.
AM10	Saya mengetahui langkah-langkah untuk menjaga keamanan data dan perangkat IoT SolarisLight.

## Hasil dan Pembahasan

Program pengabdian masyarakat telah dilaksanakan selama enam hari pada bulan Desember 2025 berupa proses Implementasi, Sosialisasi dan Survey Kepuasan Mitra, dimana 3 pokok bahasan hasil sebagai bentuk capaian luaran program pengabdian masyarakat ini.

### a. Hasil Implementasi SolarisLight

Implementasi dilakukan pada lima titik lokasi utama pada area jalan menuju Pasirluhur *Campsite* yang sesuai Gambar 5. Terdapat 5 titik sebagai posisi tiang lampu yang dipasang secara Paralel dan 1 titik sebagai tempat *solar panel* dan IoT sistem diletakkan. Pada Gambar 6 menunjukkan salah satu tiang lampu yang dipasang dengan ketinggian



2,5 meter dan beban lampu sebesar 12 Watt. Jarak antar tiang lampu bervariasi karena menyesuaikan kondisi tanah yang memungkinkan jika terpasang tiang listrik. Antar tiang lampu berjarak 50 hingga 100 meter. Total kabel listrik yang dibutuhkan untuk keseluruhan rangkaian instalasi adalah 500 meter.



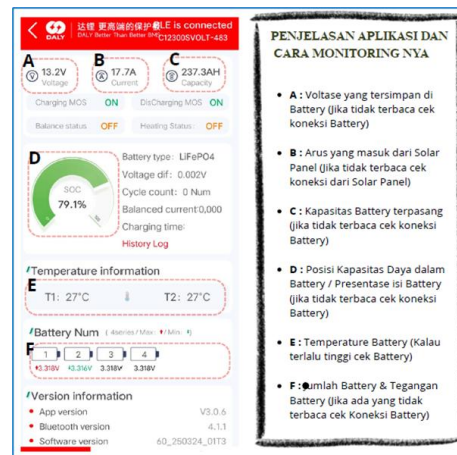
Gambar 5. Tiang Lampu yang Terpasang di Jalan



Gambar 6. Implementasi Sistem SolarisLight

Komponen yang terpasang pada panel box diantaranya sensor tegangan dan arus, sensor daya, Mikrokontroler, dan terintegrasi dengan sistem IoT dengan platform monitoring MQTT. *Solar Panel* dan *Panel Box* diletakkan dekat dengan rumah salah satu pengelola Pasirluhur *Campsite* agar mudah termonitor dan terjamin keamanannya. Total daya yang diserap oleh solar panel adalah 710 WP dan kapasitas baterai yang diberikan mencapai 12V 300Ah. Dengan kapasitas daya yang diserap dan jumlah ampere pada baterai mampu memberikan ketahanan pencahayaan hingga 2 hari untuk penerangan dari jam 18.00 WIB hingga 05.00 WIB tanpa pengisian baterai.

Sistem IoT berhasil diintegrasikan dengan panel surya yang akan digunakan oleh mitra yang berfungsi untuk memantau parameter kelistrikan secara real-time. dengan bentuk tampilan monitoring melalui *smartphone* pada Gambar 7. Tujuan integrasi IoT ini juga agar masyarakat dapat memantau kondisi panel surya tanpa harus melakukan pengukuran manual.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi sebagai Monitoring berbasis IoT

### b. Sosialisasi Penggunaan Solarislight kepada Mitra

Program pengabdian masyarakat ini tidak hanya mengimplementasikan sistem SolarisLight kepada mitra, namun juga memberikan pembekalan pengetahuan teknologi kepada masyarakat terutama pada tim pengelola Pasirluhur *Campsite*. Pembekalan berupa sosialisasi penjelasan deskripsi setiap komponen, pengetahuan dasar mengenai IoT, *troubleshooting* sistem, perawatan alat, dan juga cara penggunaan monitoring sistem Solarislight melalui aplikasi yang diakses menggunakan *smartphone*. Tim Solarislight juga memberikan Manual Book kepada mitra sebagai panduan mitra agar alat dan sistem tetap terawat dan terjaga. Secara keseluruhan manfaat dari sosialisasi adalah

- Peningkatan pengetahuan masyarakat
- Peningkatan keterampilan mengoperasikan panel surya
- Kemandirian energi
- Kemudahan pengambilan keputusan berbasis data



Gambar 8. Kegiatan Sosialisasi Kepada Mitra dan Kepala Desa Ciasmara

### c. Survey Efektifitas Alat dan Umpan Balik Mitra

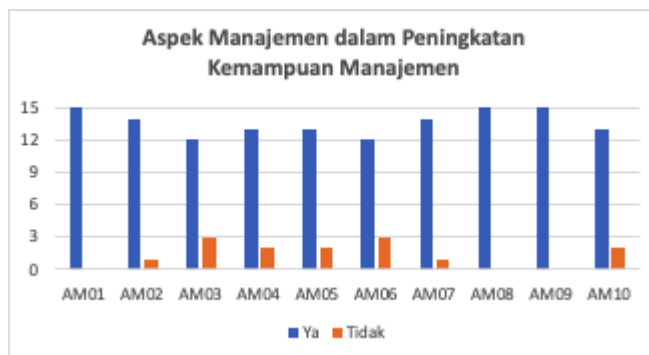
Survei kepuasan mitra dilakukan untuk mengevaluasi keberhasilan implementasi kegiatan pengabdian masyarakat serta mengukur tingkat penerimaan mitra terhadap solusi yang diterapkan. Tingkat kepuasan mitra menjadi indikator penting dalam menilai kesesuaian

program dengan kebutuhan mitra, keberhasilan alih teknologi, serta dampak kegiatan terhadap peningkatan pengetahuan, kemandirian mitra, serta kebermanfaatan SolarisLight. Survey menggunakan kuisisioner dan diberikan kepada pengelola Pasiluhur Campsite. Hasil survei ini digunakan sebagai dasar evaluasi dan perbaikan guna mendukung keberlanjutan program pengabdian masyarakat. Gambar 9 dan Gambar 10 merupakan hasil penyebaran kuesioner yang sudah dilakukan:



Gambar 9. Hasil Kuesioner Aspek Produksi

Dari Gambar 9 dapat dijelaskan bahwa keseluruhan responden memberikan jawaban Ya disetiap butir pertanyaan yang diajukan. Namun untuk AP02 menjelaskan mengenai peningkatan jumlah wisatawan disetiap minggu-nya setelah diterapkannya sistem SolarisLight. Dari 15 responden, 7 responden diantaranya menjawab >25 pengunjung, sedangkan 8 responden diantaranya menjawab >10 pengunjung, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan diterapkannya sistem SolarisLight dapat meningkatkan jumlah wisatawan di Desa Wisata Ciasmara.



Gambar 10. Hasil Kuesioner Aspek Manajemen

Dari Gambar 10 dapat disimpulkan bahwa keseluruhan responden memberikan jawaban Ya, namun terdapat sebagian kecil responden yang masih kurang memahami bagaimana IoT terhubung dengan sistem *solar cell* untuk mengontrol penerangan. Hal ini dapat ditingkatkan seiring proses implementasi SolarisLight di Desa Wisata Ciasmara.

## Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa implementasi sistem SolarisLight yang telah dilakukan kepada mitra pengelola PasirLuhur *Campsite* memberikan dampak positif. Pada kondisi sebelumnya, *campsite* tersebut belum memiliki pencahayaan yang memadai di malam hari. Dengan memanfaatkan solar panel tentunya juga memberikan dampak hemat energi dengan energi terbarukan sesuai dengan salah satu misi SDGs Indonesia. Dalam kegiatan tidak hanya implementasi sistem saja yang diberikan, namun juga kegiatan sosialisasi terhadap mitra. Sosialisasi berupa pengenalan solar panel, penanganan ketika terjadi gangguan sistem, serta



perawatan sistem agar tetap terjaga ketahanannya. Mengenalkan teknologi IoT sebagai bentuk monitoring sistem solar panel kepada Mitra juga menjadi sebuah salah satu cara untuk menciptakan sumber daya manusia yang unggul adalah melalui pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK). Umpan balik dari pihak mitra merupakan hal penting bagi setiap program pengabdian masyarakat agar menjadi evaluasi kegiatan untuk kedepannya menciptakan program lebih baik ataupun berkelanjutan. Umpan Balik dari mitra kami dapatkan setelah diberikan survei kepuasan program terhadap peningkatan pengetahuan, kemandirian mitra, serta kebermanfaatan SolarisLight. Secara aspek kebermanfaatan, dapat disimpulkan bahwa dengan diterapkannya sistem SolarisLight dapat meningkatkan jumlah wisatawan di Desa Wisata Ciasmara. Pada aspek kemandirian dan manajemen mitra terhadap sistem, sebagian mitra menjawab masih perlu penguatan pengetahuan lebih lanjut, dikarenakan sebagian masih awam dengan teknologi IoT. Sehingga pada aspek ini dapat menjadi evaluasi dan landasan terbentuknya program pengabdian yang berkelanjutan.

### **Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih kepada Desa Ciasmara sebagai mitra atas dukungan dan kerja samanya dalam pelaksanaan program ini. Keterlibatan aktif perangkat Desa Ciasmara dan Pengelola Pasir Luhur CampSite sangat berperan dalam keberhasilan program ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada DPPM KEMDIKTISAINTEK atas dukungan finansial melalui Hibah DPPM skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat (PKM) 2025 yang memungkinkan terlaksananya kegiatan abdimas ini. Bantuan ini sangat berarti dalam upaya peningkatan infrastruktur dan kemandirian Desa Ciasmara.

### **Daftar Pustaka**

- Chen Z, Sivaparthipan CB, Muthu B. IoT based smart and intelligent smart city energy optimization. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2022 Feb; 49:101724.
- Gjelaj V M. Environmental benefits from using solar panels for electrical energy production. *UBT International Conference*. 2018
- Jackett M, Frith W. Quantifying the impact of road lighting on road safety — A New Zealand Study. *IATSS Research*. 2013 Mar;36(2):139–45.
- Mukta MY, Rahman MA, Asyhari AT, Alam Bhuiyan MZ. IoT for energy efficient green highway lighting systems: Challenges and issues. *Journal of Network and Computer Applications*. 2020 May; 158:102575.
- Nath DC, Kundu I, Sharma A, Shivhare P, Afzal A, Soudagar MEM, et al. Internet of Things integrated with solar energy applications: a state-of-the-art review. *Environ Dev Sustain*. 2023 Oct 12;26(10):24597–652.
- Sidi P, Sukoco D, Purnomo W, Sudibyo H, Hartanto D. Electric Energy Management and Engineering in Solar Cell System. In: *Solar Cells - Research and Application Perspectives*. InTech; 2013.
- Sikder AK, Acar A, Aksu H, Uluagac AS, Akkaya K, Conti M. IoT-enabled smart lighting systems for smart cities. In: *2018 IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)*. IEEE; 2018. p. 639–45.