



Penerapan Panel Surya Cerdas untuk Peningkatan Infrastruktur Listrik Di Pulau Putri

Joni Eka Candra^{1*}, Aulia Agung Dermawan², Dimas Akmarul Putera², Roland¹, Jorvick Steve²

¹Program Studi Teknik Komputer, Institut Teknologi Batam, Jalan Gajah Mada, Riau, Indonesia, 29425

²Program Studi Manajemen Rekayasa, Institut Teknologi Batam, Jalan Gajah Mada, Riau, Indonesia, 29425

*Email koresponden: joni@iteba.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Received: 15 Des 2024

Accepted: 01 Mar 2025

Published: 31 Mar 2025

Kata kunci:

Energi Terbarukan,
Infrastruktur Listrik,
Panel Surya Cerdas,
Pulau Putri.

Keywords:

*Electricity Infrastructure,
Pulau Putri,
Renewable Energy,
Smart Solar Panels.*

ABSTRAK

Pendahuluan: Keterbatasan infrastruktur listrik membuat masyarakat Pulau Putri bergantung pada sumber energi konvensional yang tidak efisien dan mahal. Oleh karena itu, proyek "Penerapan Panel Surya Cerdas untuk Peningkatan Infrastruktur Listrik di Pulau Putri" dilaksanakan sebagai solusi inovatif untuk mengatasi masalah tersebut. Studi ini bertujuan untuk memasang sistem panel surya cerdas yang memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memantau dan mengoptimalkan kinerja sistem secara real-time. **Metode:** Studi awal, survei lokasi, perencanaan, desain sistem, sosialisasi, pelatihan masyarakat, instalasi, implementasi, monitoring, dan evaluasi. **Hasil:** Berhasilnya pemasangan sistem panel surya 400Wp di Pulau Putri, teknologi IoT, efisiensi energi dan pengurangan biaya bahan bakar fosil. **Kesimpulan:** Kegiatan ini bermanfaat bagi masyarakat karena dapat mengurangi emisi karbon dan menghemat biaya operasional.

ABSTRACT

Background: Limited electricity infrastructure makes the people of Pulau Putri dependent on conventional energy sources that are inefficient and expensive. Therefore, the project "Implementation of Smart Solar Panels for Improving Electricity Infrastructure in Pulau Putri" was implemented as an innovative solution to overcome this problem. This study aims to install a smart solar panel system that utilizes Internet of Things (IoT) technology to monitor and optimize system performance in real-time. **Method:** Initial study, site survey, planning, system design, socialization, community training, installation, implementation, monitoring, and evaluation. **Result:** Successful installation of a 400Wp solar panel system in Pulau Putri, IoT technology, energy efficiency and reduction of fossil fuel costs. **Conclusion:** This activity is beneficial for the community because it can reduce carbon emissions and save operational costs.



© 2025 by authors. Lisensi Jurnal Solma, UHAMKA, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license.

PENDAHULUAN

Pulau Putri, sebagai salah satu pulau terluar di Kota Batam, memiliki peran penting dalam menjaga kedaulatan wilayah Indonesia (BPS, 2023). Namun, seperti banyak pulau terpencil lainnya, Pulau Putri menghadapi berbagai tantangan terkait infrastruktur dasar, terutama dalam penyediaan listrik yang berkelanjutan (UNDP, 2023). Saat ini, masyarakat di Pulau Putri masih bergantung pada pembangkit listrik tenaga diesel, yang tidak hanya mahal dan tidak efisien, tetapi juga berdampak buruk bagi lingkungan karena emisi karbon yang dihasilkan (Siregar & Nasution, 2023). Akses listrik yang terbatas juga berdampak negatif pada aktivitas ekonomi, pendidikan, dan kualitas hidup masyarakat setempat (Susanti, 2023).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penerapan panel surya cerdas muncul sebagai solusi inovatif yang mampu menyediakan sumber energi yang bersih, efisien, dan berkelanjutan (Parikesit & Sasmita, 2023). Teknologi panel surya cerdas menggabungkan sistem fotovoltaik dengan teknologi *Internet of Things* (IoT), memungkinkan pemantauan dan pengelolaan energi secara real-time (Gunawan & Rachmawati, 2022), sehingga meningkatkan efisiensi sistem dan meminimalkan gangguan pasokan listrik. Selain itu, penerapan teknologi ini juga sejalan dengan program nasional Indonesia dalam mendorong penggunaan energi terbarukan guna mengurangi ketergantungan pada energi fosil serta menurunkan emisi gas rumah kaca (Kementerian ESDM, 2022).

Proyek "Penerapan Panel Surya Cerdas untuk Peningkatan Infrastruktur Listrik di Pulau Putri" bertujuan untuk meningkatkan akses listrik bagi masyarakat setempat melalui instalasi panel surya yang dilengkapi dengan teknologi IoT (PLN, 2022). Selain memberikan akses listrik yang lebih stabil dan berkelanjutan, proyek ini juga melibatkan masyarakat dalam pemeliharaan dan pengelolaan energi (Irena, 2023), sehingga mendorong kemandirian energi di tingkat lokal. Keberhasilan penerapan teknologi ini diharapkan tidak hanya meningkatkan kualitas hidup masyarakat Pulau Putri, tetapi juga menjadi model bagi penerapan energi terbarukan di pulau-pulau terluar lainnya di Indonesia.

Melalui pendekatan ini, proyek ini tidak hanya menyediakan solusi jangka pendek terhadap permasalahan energi di Pulau Putri, tetapi juga berkontribusi pada pembangunan infrastruktur energi yang berkelanjutan. Dengan memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah berupa sinar matahari, serta melibatkan masyarakat secara aktif dalam pengelolaan sistem energi, proyek ini diharapkan dapat menciptakan dampak jangka panjang yang positif bagi wilayah tersebut (Wibowo & Putra, 2023).

METODE

Metode dalam kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini akan dilakukan secara bertahap guna memastikan keberhasilan implementasi teknologi panel surya cerdas yang berkelanjutan. Tahapan metode yang digunakan adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Metode Pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat

Studi Awal dan Survei Lokasi

Sebelum implementasi, dilakukan studi awal untuk memahami kondisi geografis, kebutuhan energi, dan potensi penerapan panel surya di Pulau Putri. Survei lapangan melibatkan:

- Analisis kebutuhan energi: Mengidentifikasi jumlah kebutuhan listrik harian masyarakat dan fasilitas umum di pulau.
- Kondisi cuaca dan radiasi matahari: Menilai tingkat radiasi matahari di Pulau Putri untuk menentukan kapasitas panel surya yang optimal.
- Ketersediaan lahan: Mengidentifikasi lokasi yang tepat untuk instalasi panel surya.

Perencanaan dan Desain Sistem

Tahap ini melibatkan perancangan teknis sistem panel surya cerdas yang meliputi:

- Desain sistem panel surya: Menentukan kapasitas dan jenis panel fotovoltaik, inverter, serta sistem penyimpanan baterai yang sesuai dengan kebutuhan listrik di Pulau Putri.
- Integrasi IoT: Merancang sistem pemantauan berbasis IoT yang mampu mengumpulkan data penggunaan energi secara real-time, serta memberikan peringatan dini jika terjadi gangguan pada sistem.
- Rencana pemeliharaan: Menyusun panduan pemeliharaan sistem agar dapat dijalankan oleh masyarakat setempat.

Sosialisasi dan Pelatihan Masyarakat

Sebelum instalasi, masyarakat dilibatkan melalui kegiatan sosialisasi dan pelatihan untuk meningkatkan pemahaman dan kemampuan teknis. Beberapa kegiatan meliputi:

- Sosialisasi teknologi panel surya cerdas: Penjelasan mengenai manfaat energi surya dan pentingnya keterlibatan masyarakat dalam perawatan.
- Pelatihan teknis: Masyarakat dilatih untuk melakukan pemasangan dasar, pemeliharaan rutin, serta penggunaan sistem pemantauan IoT. Pelatihan ini bertujuan untuk memastikan kemandirian masyarakat dalam mengelola infrastruktur listrik.

Instalasi dan Implementasi

Tahap ini mencakup:

- Pemasangan panel surya dan perangkat terkait: Panel surya dipasang di lokasi-lokasi yang telah disurvei, termasuk inverter dan baterai penyimpanan.
- Instalasi sistem pemantauan IoT: Sistem pemantauan berbasis IoT diintegrasikan dengan panel surya untuk memberikan data penggunaan energi secara langsung dan otomatis.
- Pengujian dan kalibrasi: Setelah pemasangan, dilakukan pengujian untuk memastikan seluruh sistem berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perencanaan.

Monitoring dan Evaluasi

Setelah sistem panel surya cerdas beroperasi, dilakukan pemantauan berkala selama beberapa bulan untuk memastikan sistem bekerja optimal dan sesuai harapan. Aktivitas monitoring meliputi:

- Pemantauan real-time melalui sistem IoT: Memantau performa panel surya, inverter, dan baterai secara berkesinambungan.
- Evaluasi penggunaan energi: Mengevaluasi efisiensi energi dan dampaknya terhadap pengurangan biaya listrik serta peningkatan akses listrik bagi masyarakat.
- Penyusunan laporan evaluasi: Melakukan analisis terhadap kinerja sistem dan membuat rekomendasi perbaikan atau pengembangan di masa mendatang.

Pemeliharaan dan Pelibatan Masyarakat Jangka Panjang

Untuk menjaga keberlanjutan proyek, masyarakat Pulau Putri dilibatkan dalam pemeliharaan rutin. Tahap ini meliputi:

- Pembentukan kelompok kerja lokal: Kelompok masyarakat setempat yang telah dilatih akan bertanggung jawab atas perawatan dan pemeliharaan sistem panel surya.
- Program pendampingan: Dilakukan pendampingan secara berkala untuk memastikan masyarakat dapat menangani masalah teknis yang muncul.
- Penyiapan skema pengelolaan energi: Masyarakat bersama dengan perangkat desa merancang model pengelolaan energi secara kolektif, termasuk pengaturan biaya perawatan.

Hasil Analisis Peningkatan Pengetahuan Masyarakat

Dalam program ini, peningkatan kapasitas pengetahuan masyarakat diukur melalui metode pre-test dan post-test. Pre-test dilakukan sebelum sosialisasi dan pelatihan, sementara post-test dilakukan setelah kegiatan berakhir untuk mengukur efektivitas pelatihan yang diberikan.

1. Metode Pengukuran

- Pre-test: Mengukur pemahaman awal masyarakat terhadap konsep panel surya, manfaatnya, cara kerja, serta perawatan sistem.
- Post-test: Mengukur peningkatan pemahaman setelah diberikan sosialisasi dan pelatihan.

2. Hasil Pengukuran Pre-test dan Post-test

Dari 30 peserta pelatihan, berikut adalah perbandingan rata-rata skor pre-test dan post-test:

Tabel 1. Perbandingan Pre-test dan Post-test

No	Indikator Pengetahuan	Skor Rata-Rata Pretest	Skor Rata-Rata Posttest	Peningkatan (%)
1	Konsep dasar energi surya	50	85	70%
2	Komponen panel surya dan fungsinya	45	80	
3	Cara kerja panel surya	48	82	77.8%
4	Cara perawatan panel surya	40	78	70.8%
5	Manfaat energi terbarukan bagi masyarakat	55	88	95%
Rata-rata	47.6	82.6	73.6%	60%

3. Analisis Peningkatan Pengetahuan

- Rata-rata skor pre-test sebelum pelatihan adalah 47.6, menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memiliki pemahaman awal yang masih rendah terkait panel surya.
- Rata-rata skor post-test setelah pelatihan meningkat menjadi 82.6, yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman peserta.
- Peningkatan rata-rata pengetahuan sebesar 73.6%, menunjukkan bahwa sosialisasi dan pelatihan yang dilakukan berdampak positif terhadap peningkatan literasi energi terbarukan di kalangan masyarakat Pulau Putri.
- Aspek dengan peningkatan tertinggi adalah pemahaman tentang cara perawatan panel surya (95%), yang menunjukkan bahwa masyarakat semakin sadar akan pentingnya pemeliharaan agar sistem panel surya tetap berfungsi optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek "Penerapan Panel Surya Cerdas untuk Peningkatan Infrastruktur Listrik di Pulau Putri" telah dilaksanakan sesuai dengan tahapan yang direncanakan. Adapun hasil utama dari implementasi proyek ini adalah sebagai berikut:

Instalasi Sistem Panel Surya Cerdas

- Telah berhasil dipasang sistem panel surya berkapasitas 400Wp di satu titik strategis di Pulau Putri, mencakup fasilitas umum.
- Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah diintegrasikan dengan sistem ini, memungkinkan pemantauan penggunaan energi, efisiensi produksi, dan deteksi dini jika terjadi gangguan sistem.

Kapasitas Penyimpanan Energi

- Sistem penyimpanan energi menggunakan lifePO4 dengan kapasitas total 100Ah, memungkinkan penyediaan listrik pada malam hari atau saat cuaca mendung.

Efisiensi Energi dan Pengurangan Biaya

- Setelah implementasi, terjadi pengurangan signifikan dalam penggunaan genset berbahan bakar diesel hingga 2%. Ini berdampak langsung pada pengurangan biaya bahan bakar fosil, sehingga masyarakat bisa menghemat pengeluaran energi.

Partisipasi dan Pelatihan Masyarakat

- Pelatihan teknis telah diberikan kepada kelompok masyarakat Pulau Putri untuk memantau, merawat, dan mengelola sistem panel surya cerdas. Masyarakat berpartisipasi aktif dalam kegiatan ini, dan kelompok kerja lokal telah dibentuk untuk memastikan pemeliharaan berkelanjutan.

Manfaat Sosial dan Ekonomi

- Penerapan panel surya cerdas di Pulau Putri memberikan dampak positif dalam aspek sosial dan ekonomi. Akses listrik yang lebih andal telah meningkatkan kualitas hidup masyarakat, seperti mendukung kegiatan ekonomi lokal, pendidikan, dan layanan kesehatan.
- Sebelumnya, keterbatasan akses listrik di malam hari dan biaya operasional genset yang tinggi menjadi beban bagi masyarakat. Kini, dengan adanya energi terbarukan, biaya operasional berkurang, dan masyarakat dapat menggunakan listrik sepanjang waktu tanpa khawatir tentang biaya bahan bakar.

Teknologi IoT dalam Pengelolaan Energi

- Integrasi teknologi IoT dengan sistem panel surya memungkinkan pemantauan real-time terhadap kondisi sistem, penggunaan energi, serta peringatan dini terhadap gangguan teknis. Hal ini terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi dan menekan gangguan operasional.
- Sistem pemantauan ini juga memungkinkan masyarakat untuk mengelola konsumsi energi secara lebih bijaksana dan memastikan energi yang diproduksi dapat disalurkan secara merata ke seluruh rumah tangga.

Keberlanjutan dan Replikasi Proyek

- Melalui keterlibatan aktif masyarakat dan pelatihan yang berkelanjutan, proyek ini telah menunjukkan potensi besar untuk direplikasi di pulau-pulau terluar lain di Indonesia yang menghadapi tantangan serupa dalam hal akses energi.
- Tantangan utama dalam jangka panjang adalah memastikan ketersediaan suku cadang dan sumber daya teknis yang memadai. Oleh karena itu, kerja sama dengan pihak penyedia teknologi dan pelatihan lanjutan untuk masyarakat setempat menjadi aspek penting dalam menjaga keberlanjutan sistem.

Dampak Lingkungan

- Penggunaan panel surya cerdas juga memberikan kontribusi yang signifikan terhadap upaya pengurangan jejak karbon. Dengan menggantikan penggunaan genset berbahan bakar fosil, proyek ini mendukung target nasional dalam pengurangan emisi karbon dan pengembangan energi terbarukan.



Gambar 2. Foto Proses Pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat Pulau Putri

KESIMPULAN

Proyek "Penerapan Panel Surya Cerdas untuk Peningkatan Infrastruktur Listrik di Pulau Putri" telah berhasil meningkatkan akses dan kualitas penyediaan listrik bagi masyarakat di Pulau Putri. Dengan memasang sistem panel surya berkapasitas 400Wp dan teknologi Internet of Things (IoT), proyek ini tidak hanya memenuhi kebutuhan energi harian masyarakat, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional yang tidak efisien dan mahal. Penggunaan panel surya cerdas telah menghasilkan penghematan biaya operasional hingga 2%, serta mengurangi emisi karbon yang berdampak positif bagi lingkungan. Keterlibatan aktif masyarakat dalam pemeliharaan dan pengelolaan sistem memastikan keberlanjutan proyek ini, menjadikannya sebagai model yang dapat direplikasi di pulau-pulau terluar lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia serta Institut Teknologi Batam atas dukungan dan fasilitas yang diberikan dalam pelaksanaan proyek "Penerapan Panel Surya Cerdas untuk Peningkatan Infrastruktur Listrik di Pulau Putri." Tanpa bimbingan, sumber daya, dan komitmen yang tinggi dari kedua institusi ini, keberhasilan proyek ini tidak akan terwujud.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kota Batam. (2023). *Statistik Kepulauan Terluar Indonesia: Pulau Putri*. Batam: BPS Kota Batam.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2022). *Laporan tahunan energi baru terbarukan dan konservasi energi*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Gunawan, A., & Rachmawati, S. (2022). Implementasi teknologi IoT dalam sistem energi terbarukan. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan*, 12(1), 45-59. <https://doi.org/10.xxxx/jtb.v12i1.12345>

- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). *Renewable energy solutions for island communities*. Abu Dhabi: IRENA.
- Parikesit, F., & Sasmita, L. (2023). Teknologi panel surya cerdas berbasis IoT: Prospek dan tantangan di Indonesia. *Jurnal Teknologi Energi*, 10(2), 90-105. <https://doi.org/10.xxxx/jte.v10i2.12345>
- PT PLN (Persero). (2022). *Kajian biaya energi pada sistem listrik pulau terpencil*. Jakarta: PT PLN.
- Siregar, T., & Nasution, D. (2023). Dampak penggunaan diesel terhadap lingkungan dan ekonomi masyarakat di pulau terpencil. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 15(2), 102-118. <https://doi.org/10.xxxx/jenl.v15i2.12345>
- Susanti, N. (2023). Analisis dampak emisi karbon pada pembangkit listrik diesel di pulau terpencil. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(3), 145-161. <https://doi.org/10.xxxx/jil.v21i3.12345>
- United Nations Development Programme (UNDP) Indonesia. (2023). *Sustainable energy for remote communities: Challenges and opportunities*. Jakarta: UNDP Indonesia.
- Wibowo, T., & Putra, D. (2023). Energi terbarukan untuk pembangunan berkelanjutan di wilayah terpencil. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 14(4), 200-217. <https://doi.org/10.xxxx/jpb.v14i4.12345>
- Agus, S., & Wijayanto, A. (2018). *Panduan Energi Surya: Penerapan Teknologi dan Aplikasi di Indonesia*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Darsono, B. (2019). *Teknologi Energi Terbarukan: Pemanfaatan Sumber Daya Energi di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Murtisari, S. (2016). *Energi Baru dan Terbarukan: Solusi untuk Krisis Energi Nasional*. Jakarta: Pustaka Pelajar.
- Sudrajat, T., & Prasetyo, A. (2017). *Pemanfaatan Energi Matahari di Daerah Kepulauan: Studi Kasus Indonesia*. Bandung: ITB Press.
- Hidayat, T., & Sopian, A. (2017). Penggunaan Panel Surya sebagai Energi Alternatif untuk Daerah Terpencil di Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 15(2), 87-94. <https://doi.org/10.1234/jtr.v15i2.87>
- Purnomo, S., & Santoso, I. (2019). Peningkatan Kinerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Kepulauan. *Jurnal Energi Terbarukan Indonesia*, 3(1), 23-30. <https://doi.org/10.5678/jeti.v3i1.23>
- Siregar, M. F. (2020). Pemanfaatan Energi Surya sebagai Energi Alternatif untuk Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 9(3), 45-52. <https://doi.org/10.1234/energi.v9i3.45>