

Pemberdayaan masyarakat berbasis energi surya untuk mendukung desa cerdas energi dan meningkatkan kesejahteraan

Novi Trisman Hadi^{1*}, Muhammad Panji Muslim², Kharisma Wiati Gusti³, Rizky Tito Prasetyo⁴

¹Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta, Indonesia, email: novitrismanhadi@upnvj.ac.id

²Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta, Indonesia, email: muhammadpanji@upnvj.ac.id

³Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta, Indonesia, email: kharismawiatigusti@upnvj.ac.id

⁴Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta, Indonesia, email: rizkytito@upnvj.ac.id

*Koresponden penulis

Info Artikel

Riwayat Artikel

Diajukan: 2025-08-24

Diterima: 2025-10-19

Diterbitkan: 2025-11-26

Keywords:

renewable energy; solar panels; sustainable villages

Kata Kunci:

energi terbarukan; panel surya; desa berkelanjutan



Lisensi: cc-by-sa

Copyright © 2025 Novi Trisman Hadi,
Muhammad Panji Muslim, Kharisma
Wiati Gusti, Rizky Tito Prasetyo

ABSTRACT

Most rural areas in Indonesia still face limited access to electricity, which hampers economic activities, social interaction, and public safety at night. This condition calls for a sustainable, easily implemented, and environmentally friendly energy solution. This program aims to implement solar panel technology as a source of street lighting while enhancing community capacity in managing renewable energy independently. The study employed the Participatory Rural Appraisal (PRA) approach through several structured stages: identifying local energy needs, conducting technical training on solar panel operation and maintenance, providing installation assistance, and evaluating outcomes using a pretest–posttest instrument administered to 35 participants. The evaluation results indicate a significant improvement in factual knowledge (average score increased from 1.92 to 3.25) as well as in perception and attitude toward clean energy (from 2.45 to 3.82). These findings demonstrate the effectiveness of the participatory approach in improving energy literacy and the community's readiness to manage solar technology sustainably. Socially, the program contributed to enhanced neighborhood security and increased nighttime economic productivity. From a policy perspective, it aligns with SDG 7 (Affordable and Clean Energy) by expanding access to clean and renewable energy in rural areas. Therefore, this empowerment model has strong potential for replication in other rural communities as a strategic step toward an energy-independent and sustainable society.

ABSTRAK

Sebagian besar wilayah pedesaan di Indonesia masih menghadapi keterbatasan akses listrik yang menghambat aktivitas ekonomi, sosial, dan keamanan masyarakat pada malam hari. Kondisi ini menuntut solusi energi alternatif yang berkelanjutan, mudah diimplementasikan, dan ramah lingkungan. Program ini bertujuan mengimplementasikan teknologi panel surya sebagai sumber penerangan jalan sekaligus meningkatkan kapasitas masyarakat desa dalam pengelolaan energi terbarukan secara mandiri. Metode yang digunakan adalah Participatory Rural Appraisal (PRA) melalui tahapan identifikasi kebutuhan energi, pelatihan teknis mengenai prinsip kerja dan perawatan panel surya, pendampingan instalasi sistem, serta evaluasi hasil menggunakan instrumen pretest–posttest terhadap 35 peserta. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan pada pengetahuan faktual (rata-rata skor meningkat dari 1,92 menjadi 3,25) serta sikap dan persepsi terhadap energi bersih (dari 2,45

menjadi 3,82). Peningkatan ini mencerminkan efektivitas pendekatan partisipatif dalam meningkatkan literasi energi dan kesiapan masyarakat mengelola teknologi surya secara berkelanjutan. Secara sosial, program berdampak pada meningkatnya keamanan lingkungan dan produktivitas ekonomi malam hari, sementara secara kebijakan, kontribusinya selaras dengan SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau). Dengan demikian, model pemberdayaan ini berpotensi direplikasi di wilayah pedesaan lain sebagai strategi transisi menuju masyarakat energi mandiri dan berkelanjutan.

Cara mensitasi artikel:

Hadi, N. T., Muslim, M. P., Gusti, K. W., & Prasetyo, R. T. (2025). Pemberdayaan masyarakat berbasis energi surya untuk mendukung desa cerdas energi dan meningkatkan kesejahteraan. *Jurnal Inovasi Hasil Pengabdian Masyarakat (JIPEMAS)*, 8(3), 765-777. <https://doi.org/10.33474/jipemas.v8i3.24287>

PENDAHULUAN

Akses energi listrik hingga kini masih menjadi tantangan besar di berbagai wilayah pedesaan di Indonesia. Ketergantungan masyarakat terhadap pasokan listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) sering kali menimbulkan persoalan karena keterbatasan distribusi jaringan, biaya yang relatif tinggi, serta potensi gangguan pasokan akibat pemadaman bergilir. Kondisi tersebut berdampak langsung pada kualitas hidup masyarakat, terutama dalam hal keamanan, produktivitas ekonomi, dan kenyamanan aktivitas sosial pada malam hari. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, energi surya dipandang sebagai salah satu sumber energi alternatif yang efektif untuk menjawab permasalahan tersebut (Alhamzani & Burhan, 2025; Azis et al., 2024; Eryk et al., 2024).

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang potensial dikembangkan di wilayah tropis seperti Indonesia. Dengan intensitas cahaya matahari yang relatif stabil sepanjang tahun, teknologi panel surya dapat dimanfaatkan untuk menjawab kebutuhan dasar masyarakat, khususnya dalam penyediaan penerangan jalan dan fasilitas umum di pedesaan. Sejumlah penelitian mendukung efektivitas penerapan panel surya dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Altim et al. (2023) dan Firdiansyah et al. (2025) menekankan bahwa penerangan jalan berbasis panel surya mampu meningkatkan keamanan dan aktivitas ekonomi malam hari. Ekawita et al. (2020) menunjukkan bahwa pelatihan instalasi panel surya berperan penting dalam meningkatkan keterampilan teknis masyarakat. (Wibowo et al., 2023) menemukan bahwa edukasi PLTS dapat menumbuhkan kesadaran terhadap pentingnya energi matahari, sedangkan Prodi Teknik Universitas Pamulang membuktikan bahwa sosialisasi energi bersih berbasis panel surya dapat menjadi alternatif penerangan hemat energi dan ramah lingkungan. Temuan ini diperkuat oleh Suni et al. (2025) yang menunjukkan peningkatan kualitas penerangan dan kenyamanan warga setelah pemasangan panel surya.

Meskipun demikian, implementasi energi surya di tingkat pedesaan masih menghadapi keterbatasan. Banyak desa belum memiliki infrastruktur energi memadai akibat faktor geografis, keterbatasan biaya, serta kurangnya keterampilan teknis dalam pengelolaan teknologi terbarukan. Kesenjangan ini terlihat nyata di Desa Barengkok, Kecamatan Jasinga, Kabupaten Bogor, yang masih bergantung pada pasokan listrik PLN dan sering mengalami pemadaman. Letak geografis desa yang dikelilingi perbukitan dan hutan menjadi salah satu hambatan utama distribusi energi listrik, terutama untuk

penerangan jalan menuju fasilitas umum seperti masjid (Kementerian ESDM RI, 2023). Luas Kecamatan Jasinga secara keseluruhan sebesar 5.990.000 Km² (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor, 2023). dan posisi Desa Barengkok yang berjarak sekitar 30 menit dari Stasiun Tenjo menjadikannya relatif terisolasi dari akses energi stabil. Kondisi ini tidak hanya berdampak teknis, tetapi juga sosial dan ekonomi, karena minimnya penerangan menimbulkan rasa tidak aman, membatasi mobilitas, dan menghambat produktivitas warga di malam hari. Selain itu, ketergantungan pada energi berbasis fosil turut memperburuk emisi karbon, yang bertentangan dengan komitmen nasional dalam Strategi Nasional Rendah Karbon (Pemerintah Indonesia, 2021).

Untuk menjawab permasalahan tersebut, pemanfaatan energi surya berbasis pemberdayaan masyarakat menjadi solusi yang relevan dan berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya menyediakan infrastruktur panel surya, tetapi juga memastikan transfer pengetahuan dan keterampilan kepada masyarakat agar mampu mengoperasikan serta memelihara sistem secara mandiri. Melalui pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA), masyarakat dilibatkan sejak tahap perencanaan kebutuhan energi, pelatihan teknis instalasi, hingga pemantauan dan evaluasi keberlanjutan sistem. Keterlibatan aktif ini diharapkan memperkuat rasa memiliki dan tanggung jawab bersama terhadap teknologi energi bersih. Hal ini sejalan dengan Yunus & Hasnawati (2025) dan Utami et al. (2025) yang menegaskan bahwa pengelolaan energi terbarukan berbasis komunitas mampu meningkatkan kemandirian desa serta mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya pada poin 7 tentang energi bersih dan terjangkau.

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan untuk mengimplementasikan energi surya sebagai solusi penerangan desa sekaligus meningkatkan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan energi terbarukan secara mandiri. Kegiatan ini menitikberatkan pada pemberdayaan masyarakat Desa Barengkok melalui pendekatan partisipatif yang mencakup pelatihan teknis, keterlibatan langsung dalam proses instalasi, serta evaluasi berbasis refleksi bersama. Kebaruan (novelty) dari kegiatan ini terletak pada penerapan model partisipatif yang tidak hanya berorientasi pada hasil fisik berupa penerangan jalan, tetapi juga pada penguatan kapasitas lokal dan keberlanjutan pengelolaan energi oleh masyarakat sendiri. Dengan demikian, kegiatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada literatur pengabdian masyarakat berbasis energi terbarukan serta menawarkan model replikasi bagi desa lain menuju kemandirian energi berbasis komunitas.

METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dengan menggunakan metode *Participatory Rural Appraisal* (PRA), yang menekankan keterlibatan aktif masyarakat desa dalam seluruh tahapan program, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi. Metode ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik program energi terbarukan berbasis komunitas yang menuntut partisipasi lokal, kolaborasi lintas pihak, dan penguatan kapasitas

masyarakat. Pendekatan PRA memungkinkan warga berperan tidak hanya sebagai penerima manfaat, tetapi juga sebagai subjek utama dalam pengambilan keputusan, serta pengelola teknologi yang diperkenalkan.

Secara prinsip, PRA mengedepankan pembelajaran bersama (*mutual learning*) antara fasilitator dan masyarakat, serta mendorong transfer pengetahuan dua arah melalui partisipasi langsung. Dalam konteks kegiatan ini, beberapa teknik khas PRA diterapkan, seperti pemetaan partisipatif untuk mengidentifikasi kebutuhan energi dan lokasi strategis penerangan, diagram Venn untuk memetakan aktor kunci dan hubungan sosial di tingkat desa, serta transek sosial untuk menelusuri kondisi geografis dan akses infrastruktur di lapangan. Penerapan teknik-teknik tersebut bertujuan menggali persepsi lokal, memahami potensi dan kendala desa secara menyeluruh, serta memastikan bahwa setiap keputusan teknis mencerminkan kebutuhan riil masyarakat. Kegiatan dilaksanakan melalui empat tahapan utama sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan PKM

Tahapan kegiatan dimulai dengan perencanaan partisipatif, yaitu koordinasi antara tim pelaksana, perangkat desa, Karang Taruna, dan tokoh masyarakat guna melakukan pemetaan kebutuhan energi dan menentukan lokasi prioritas pemasangan panel surya. Diskusi kelompok terarah dan observasi lapangan digunakan untuk mengidentifikasi kondisi nyata keterbatasan penerangan serta mengumpulkan informasi teknis mengenai lokasi yang sesuai. Tahap ini memastikan bahwa desain program benar-benar mencerminkan kebutuhan masyarakat dan kondisi lingkungan setempat.

Selanjutnya dilakukan pelatihan teknis energi surya bagi perwakilan warga desa. Peserta pelatihan dipilih berdasarkan kriteria tertentu, seperti keterlibatan aktif dalam kegiatan sosial, minat terhadap teknologi energi terbarukan, serta kesiapan untuk berperan dalam pemeliharaan sistem. Proses seleksi dilakukan secara terbuka dengan mempertimbangkan keterwakilan gender dan dusun agar pelatihan bersifat inklusif. Materi pelatihan meliputi pengenalan dasar energi surya, prinsip kerja panel fotovoltai, teknik instalasi sederhana, serta perawatan sistem. Metode pelatihan mengombinasikan pembelajaran teori dengan praktik langsung di lapangan sehingga peserta tidak

hanya memahami konsep dasar, tetapi juga mampu menerapkannya secara mandiri.

Tahap berikutnya adalah implementasi teknologi panel surya yang dilakukan secara gotong royong dengan melibatkan masyarakat secara penuh. Warga berperan dalam persiapan lokasi, pemasangan tiang dan panel, penyambungan kabel, serta uji coba penerangan. Pengelolaan sumber daya, baik tenaga kerja, material, maupun pendanaan, dilakukan melalui koordinasi antara tim pengabdian, perangkat desa, dan kelompok masyarakat setempat. Setiap kegiatan diatur secara efisien untuk memastikan proses instalasi berjalan lancar dan sesuai standar teknis. Pendekatan partisipatif ini tidak hanya mempercepat pelaksanaan kegiatan, tetapi juga menumbuhkan tanggung jawab bersama terhadap fasilitas penerangan yang dibangun.

Tahap terakhir adalah monitoring dan evaluasi yang bertujuan untuk menilai efektivitas kegiatan serta sejauh mana tujuan program tercapai. Evaluasi dilakukan oleh tim evaluator internal yang berasal dari tim pengabdian dengan melibatkan perwakilan masyarakat agar proses penilaian tetap objektif dan transparan. Pengukuran dilakukan menggunakan instrumen kuesioner pretest–posttest untuk mengetahui peningkatan pengetahuan faktual, persepsi, dan sikap masyarakat terhadap energi terbarukan. Selain itu, dilaksanakan diskusi reflektif bersama warga guna menggali pengalaman langsung, kendala, serta rekomendasi pengembangan program di masa mendatang. Evaluasi gabungan secara kuantitatif dan kualitatif ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas metode PRA terhadap peningkatan kapasitas masyarakat dan keberlanjutan pengelolaan energi surya di Desa Barengkok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan program energi terbarukan berbasis panel surya yang diimplementasikan melalui metode *Participatory Rural Appraisal* (PRA) memperlihatkan capaian yang signifikan, baik dalam aspek teknis, sosial, maupun dalam peningkatan kapasitas masyarakat desa. Pendekatan partisipatif ini memungkinkan warga terlibat secara aktif sejak tahap koordinasi awal, sehingga proses identifikasi dan pemetaan kebutuhan energi dilakukan secara lebih akurat dan sesuai dengan konteks lokal. Partisipasi tersebut tidak hanya memperkuat rasa memiliki terhadap program, tetapi juga meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai pentingnya transisi menuju sumber energi yang berkelanjutan.

Hasil diskusi mendalam dengan perangkat desa dan kelompok Karang Taruna, sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 2, menunjukkan bahwa persoalan utama yang dihadapi masyarakat adalah minimnya penerangan jalan umum. Kondisi ini berdampak langsung terhadap berbagai aspek kehidupan, terutama aktivitas sosial dan ekonomi pada malam hari. Kekurangan penerangan menyebabkan meningkatnya kekhawatiran terhadap aspek keamanan lingkungan dan membatasi mobilitas warga, khususnya dalam kegiatan yang berkaitan dengan pengangkutan hasil pertanian serta pelaksanaan ronda malam yang merupakan bagian dari sistem keamanan swakarsa masyarakat desa.

Temuan tersebut diperkuat melalui hasil survei pendahuluan yang dilakukan terhadap warga di wilayah sasaran. Dari hasil survei, sekitar tujuh dari sepuluh responden menyatakan bahwa ketersediaan penerangan jalan merupakan kebutuhan yang sangat mendesak. Data ini menegaskan bahwa persoalan energi bukan sekadar masalah teknis, melainkan juga menyangkut dimensi sosial dan ekonomi yang lebih luas. Dengan demikian, intervensi melalui pemasangan panel surya tidak hanya berfungsi sebagai solusi terhadap keterbatasan infrastruktur energi, tetapi juga menjadi stimulus bagi peningkatan kualitas hidup masyarakat desa, memperluas ruang aktivitas malam hari, dan memperkuat solidaritas sosial antarwarga melalui peningkatan keamanan serta produktivitas.



Gambar 2. Pertemuan koordinasi dengan perangkat desa

Tahap pelatihan teknis menjadi fondasi utama dalam peningkatan kapasitas masyarakat. Peserta pelatihan yang sebagian besar berasal dari kelompok usia produktif (21–40 tahun) memperoleh pemahaman mengenai prinsip dasar energi surya dan keterampilan instalasi panel. Pelatihan yang mengombinasikan teori dan praktik terbukti efektif dalam meningkatkan literasi teknis masyarakat. Sejalan dengan [Ekawita et al. \(2020\)](#) pendekatan edukatif berbasis praktik lapangan lebih mampu menumbuhkan keterampilan teknis dan rasa percaya diri peserta. Keikutsertaan pemuda juga menciptakan efek pengganda karena mereka berpotensi menjadi agen penggerak pengelolaan energi di tingkat desa ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sesi pelatihan teknis dan penyampaian materi energi surya

Dalam tahap implementasi, keterlibatan masyarakat tampak nyata melalui semangat gotong royong pada proses pemasangan panel surya yang ditunjukkan pada Gambar 4. Warga turut menyiapkan lokasi, mendirikan tiang, menyusun rangka, serta menyambungkan lampu penerangan jalan. Partisipasi langsung ini mempercepat proses instalasi sekaligus memperkuat rasa memiliki terhadap fasilitas yang dibangun. Fenomena ini sejalan dengan konsep *community-based empowerment* sebagaimana diungkapkan oleh Wibowo et al. (2023) bahwa keterlibatan masyarakat secara langsung merupakan kunci keberhasilan adopsi teknologi energi bersih.



Gambar 4. Proses pemasangan panel surya di jalan desa

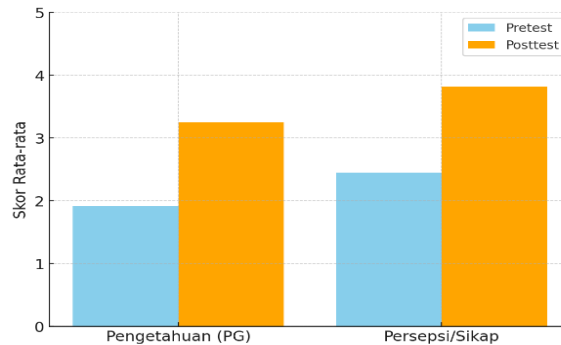
Keberhasilan tahap implementasi terlihat jelas dari dokumentasi lapangan yang ditunjukkan pada Gambar 5, di mana lampu jalan tenaga surya tampak telah menyala pada malam hari di titik-titik strategis desa. Kondisi tersebut menandakan bahwa sistem panel surya berfungsi dengan baik dan langsung memberikan manfaat nyata bagi warga. Selain menampilkan hasil teknis instalasi, gambar tersebut juga merepresentasikan keberhasilan kolektif masyarakat dalam mewujudkan penerangan mandiri yang ramah lingkungan.



Gambar 5. Hasil instalasi lampu jalan tenaga surya yang sudah menyala di malam hari

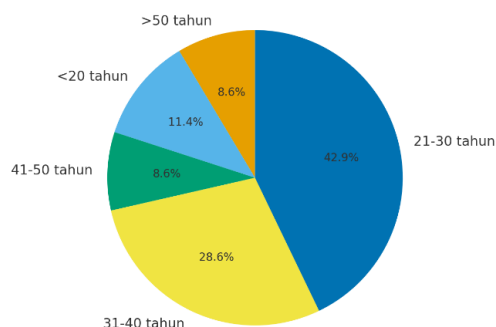
Evaluasi program dilakukan menggunakan instrumen *pretest-posttest* terhadap 35 responden untuk menilai efektivitas pelatihan dan peningkatan kapasitas masyarakat. Hasil analisis menunjukkan peningkatan yang signifikan, dengan skor rata-rata pengetahuan faktual naik dari 1,92 menjadi 3,25 dan skor

persepsi serta sikap meningkat dari 2,45 menjadi 3,82. Gambar 6 menampilkan hasil visualisasi analisis tersebut, yang memperlihatkan pergeseran skor dari kategori rendah ke sedang dan tinggi pada sebagian besar responden. Grafik ini menegaskan bahwa pendekatan pelatihan partisipatif dan praktik langsung mampu meningkatkan pemahaman dan sikap positif masyarakat terhadap energi terbarukan. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa kelompok usia produktif (21–40 tahun) mencatat peningkatan paling tinggi, diikuti oleh kelompok 41–50 tahun, sedangkan kelompok usia lanjut mengalami peningkatan moderat terutama pada aspek sikap dan kesadaran.



Gambar 6. Analisis kuesioner pretest–posttest

Selain usia, tingkat pendidikan dan jenis pekerjaan juga memengaruhi hasil pelatihan. Peserta dengan latar belakang pendidikan menengah ke atas atau pekerjaan yang bersinggungan dengan aktivitas teknis memperoleh skor lebih tinggi dibandingkan mereka yang berlatar belakang non-teknis. Peserta dengan tingkat partisipasi tinggi, yaitu mereka yang hadir di seluruh sesi pelatihan dan terlibat langsung dalam implementasi, menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan peserta pasif. Gambar 7 memperlihatkan distribusi umur responden, di mana kelompok usia 21–30 tahun (42,9%) dan 31–40 tahun (28,6%) mendominasi peserta pelatihan. Komposisi ini menegaskan bahwa mayoritas peserta berasal dari kelompok usia produktif yang paling siap menerima transfer teknologi dan berkontribusi terhadap keberlanjutan sistem.



Gambar 7. Hasil analisis distribusi umur

Meskipun capaian program secara umum positif, terdapat sekitar 8,6% responden yang masih berada pada kategori rendah setelah pelatihan, sebagian besar berasal dari kelompok usia lanjut dengan latar belakang pendidikan dasar. Temuan ini menjadi dasar rekomendasi agar program lanjutan menggunakan metode pelatihan berbasis pendampingan sejawat (*peer mentoring*) dan demonstrasi sederhana agar lebih mudah dipahami oleh seluruh lapisan masyarakat.

Dampak sosial program terlihat dari meningkatnya rasa aman dan aktivitas sosial ekonomi malam hari. Warga melaporkan peningkatan frekuensi kegiatan ronda, kegiatan sosial keagamaan, serta pertemuan warga di malam hari. Selain itu, kegiatan distribusi hasil pertanian yang sebelumnya terbatas pada siang hari kini dapat dilakukan lebih fleksibel. Secara ekonomi, penerangan jalan memperpanjang jam produktivitas dan meningkatkan interaksi antarwarga. Dampak ini memperkuat temuan [Altim et al. \(2023\)](#) dan [Firdiansyah et al. \(2025\)](#), bahwa penerapan panel surya di wilayah terpencil tidak hanya menyelesaikan masalah akses energi, tetapi juga meningkatkan kesejahteraan sosial dan ekonomi masyarakat.

Dari sisi lingkungan, penggunaan energi surya berkontribusi pada pengurangan emisi karbon dengan mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Berdasarkan estimasi rata-rata penggunaan daya sebesar 25W per unit lampu dan durasi operasi 10 jam per hari, program ini mampu menghemat sekitar 90 kWh energi listrik per bulan untuk setiap titik penerangan, yang setara dengan pengurangan emisi ± 72 kg CO₂ per bulan. Dampak ini memperkuat kontribusi program terhadap pencapaian SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau) serta mendukung komitmen nasional terhadap pengurangan emisi karbon sebagaimana tertuang dalam Strategi Nasional Rendah Karbon ([Pemerintah Indonesia, 2021](#)).

Keterkaitan program dengan SDG lainnya juga cukup kuat. Program ini turut mendukung SDG 1 (Pengentasan Kemiskinan) melalui peningkatan produktivitas ekonomi desa; SDG 5 (Kesetaraan Gender) melalui keterlibatan perempuan dalam pelatihan dan kegiatan sosial; serta SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi) dengan menciptakan peluang keterampilan baru di bidang energi terbarukan. Pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan sistem panel surya menciptakan ekosistem sosial-ekonomi yang lebih tangguh dan inklusif.

Keterkaitan program dengan SDG lainnya juga kuat. Program ini berkontribusi pada SDG 1 (Pengentasan Kemiskinan) melalui peningkatan produktivitas desa; SDG 5 (Kesetaraan Gender) melalui partisipasi perempuan dalam pelatihan; serta SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi) dengan membuka peluang keterampilan baru di bidang energi terbarukan. Pemberdayaan ini menciptakan ekosistem sosial-ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan. Namun demikian, program juga menghadapi tantangan lapangan seperti penyesuaian posisi panel terhadap arah matahari, keterbatasan waktu warga yang bekerja di ladang, serta akses logistik di medan berbukit. Hambatan-hambatan tersebut diatasi melalui koordinasi intensif dan gotong royong warga.

Untuk menjaga keberlanjutan, masyarakat Desa Barengkok membentuk kelompok pengelola energi surya lokal yang bertanggung jawab atas perawatan dan pemantauan sistem. Tim ini menjadi mitra penghubung antara masyarakat, pemerintah desa, dan lembaga pendukung eksternal. Rencana tindak lanjut meliputi pelatihan lanjutan, pemanfaatan panel surya skala rumah tangga, serta kemitraan dengan sektor swasta guna menjamin pendanaan dan penyediaan komponen pengganti.

Dari perspektif replikasi, model ini berpotensi diterapkan di desa lain dengan menyesuaikan karakter sosial dan geografis wilayah. Pendekatan replikasi dapat dilakukan melalui pelatihan partisipatif, kemitraan pendanaan multi-pihak, dan adaptasi metode PRA sesuai konteks lokal. Dengan demikian, tercipta jejaring desa mandiri energi yang saling mendukung.

Secara akademis, hasil kegiatan ini memperkaya literatur tentang implementasi energi terbarukan berbasis komunitas. Integrasi antara transfer teknologi dan pemberdayaan masyarakat menunjukkan bahwa keberhasilan tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis, tetapi juga sosial dan partisipatif.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan membuktikan bahwa metode PRA efektif menggabungkan pendekatan teknologis dan sosial. Program ini tidak hanya menyediakan penerangan berkelanjutan, tetapi juga membangun kesadaran, kemandirian, dan kapasitas masyarakat. Kebaruan kegiatan ini terletak pada integrasi transfer teknologi panel surya, partisipasi masyarakat, serta evaluasi reflektif, yang menjadikannya model potensial untuk direplikasi di berbagai desa menuju kemandirian energi berbasis komunitas.

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat berbasis energi surya dengan menggunakan metode *Participatory Rural Appraisal* (PRA) membuktikan bahwa pendekatan partisipatif mampu memberikan hasil yang signifikan dalam menjawab keterbatasan penerangan di pedesaan. Program ini tidak hanya menghasilkan keluaran teknis berupa terpasangnya panel surya pada titik-titik strategis, tetapi juga meningkatkan kapasitas masyarakat dalam hal pengetahuan, keterampilan, dan sikap terhadap pemanfaatan energi terbarukan. Hasil evaluasi melalui *pretest-posttest* memperlihatkan peningkatan skor pengetahuan faktual dari 1,92 menjadi 3,25 serta peningkatan persepsi dan sikap dari 2,45 menjadi 3,82, yang menegaskan efektivitas pelatihan teknis dan keterlibatan langsung masyarakat dalam implementasi.

Dari sisi sosial dan ekonomi, keberadaan penerangan jalan tenaga surya memberikan rasa aman bagi warga dalam beraktivitas malam hari, meningkatkan interaksi sosial, serta membuka peluang kegiatan ekonomi produktif di luar jam siang. Dari sisi lingkungan, penggunaan panel surya mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan secara langsung menekan emisi karbon, sehingga mendukung pencapaian SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau) serta berkontribusi terhadap SDG 13 (Aksi terhadap Perubahan Iklim) melalui upaya mitigasi emisi gas rumah kaca. Selain itu, peningkatan akses energi di wilayah terpencil berkontribusi terhadap SDG 1 (Tanpa Kemiskinan) dengan memperluas peluang kesejahteraan masyarakat desa.

Kebaruan dari kegiatan ini terletak pada penerapan metode PRA yang memungkinkan keterlibatan masyarakat secara penuh sejak tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi. Pendekatan ini berbeda dengan metode *top-down* karena menempatkan masyarakat sebagai aktor utama dalam pengambilan keputusan dan pemeliharaan sistem, sehingga menumbuhkan rasa kepemilikan dan tanggung jawab bersama. Integrasi antara teknologi energi surya dan pemberdayaan komunitas ini membentuk model pengelolaan energi yang adaptif, berkelanjutan, dan sesuai dengan karakter sosial budaya setempat.

Dari sisi keberlanjutan, program ini mendorong pembentukan kelompok pengelola energi surya lokal sebagai lembaga komunitas yang bertanggung jawab terhadap perawatan dan operasional sistem secara mandiri. Strategi keberlanjutan lain yang diusulkan mencakup pengembangan mekanisme dana komunitas untuk biaya perawatan, pelatihan lanjutan guna memperkuat kemampuan teknis, serta kemitraan lintas sektor antara pemerintah, perguruan tinggi, dan sektor swasta dalam menyediakan dukungan teknis dan logistik jangka panjang.

Keterbatasan yang ditemukan selama pelaksanaan antara lain masih tingginya biaya awal instalasi, variasi kemampuan teknis antarwarga, serta kebutuhan pendampingan berkelanjutan untuk memastikan pemeliharaan sistem berjalan optimal. Tantangan sosial seperti perbedaan tingkat partisipasi dan waktu luang warga juga menjadi faktor yang memengaruhi efektivitas program. Oleh karena itu, diperlukan model pembiayaan kolaboratif antara pemerintah desa, masyarakat, dan sektor swasta untuk menekan biaya investasi awal, serta dukungan teknis dari pihak ketiga yang dapat membantu pelatihan rutin dan pemecahan masalah teknis.

Secara praktis, hasil kegiatan ini memberikan dasar bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan pengembangan desa mandiri energi berbasis partisipasi masyarakat. Model ini dapat dijadikan acuan dalam program nasional transisi energi terbarukan di tingkat desa, khususnya untuk wilayah yang belum terjangkau jaringan listrik PLN. Replikasi program diharapkan dapat dilakukan melalui skema pendanaan terpadu, penguatan kapasitas lokal, dan adaptasi model PRA sesuai karakteristik wilayah.

Untuk pengembangan ke depan, diperlukan kegiatan pengabdian lanjutan yang berfokus pada pengukuran dampak jangka panjang terhadap kemandirian energi masyarakat, efisiensi sistem panel surya dalam periode operasi, serta analisis faktor sosial yang memengaruhi keberlanjutan program. Dengan mempertimbangkan hasil, tantangan, dan potensi pengembangannya, kegiatan ini tidak hanya menjadi solusi praktis terhadap keterbatasan energi pedesaan, tetapi juga model strategis untuk memperkuat kemandirian energi berbasis komunitas yang sejalan dengan agenda pembangunan berkelanjutan nasional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta yang telah memberikan dukungan dana hibah sehingga

kegiatan *Desa Cerdas Energi* dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pemerintah desa dan serta seluruh masyarakat Desa Barengkok, Kabupaten Bogor.

DAFTAR RUJUKAN

- 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>
- Altim, M. Z., Ansarullah, F., Syarifuddin, A., Kasman, & Suyuti, S. (2023). Pelatihan dan implementasi panel surya untuk penerangan jalan desa di Borisallo Gowa. *Communnity Development Journal*, 4, 8570–8577. <https://doi.org/10.31004/cdj.v4i4>
- Azis, S. A., Sulastri, T., & Rofiq, A. (2024). Peningkatan kesadaran energi terbarukan melalui sosialisasi dan pembuatan lampu solar light tenaga surya di Desa Jayamulya, Kabupaten Bekasi. *Welfare: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 303–308. <https://doi.org/10.30762/welfare.v2i2.1279>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor. (2023). *Kecamatan Jasinga dalam angka 2023*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor. <https://bogorkab.bps.go.id/id/publication/2023/09/26/6108d6c7cfa9f6703a3ab66d/jasinga-subdistrict-in-figures-2023.html>
- Ekawita, R., Supiyati, S., & Yuliza, E. (2020). Peningkatan skill dan pengetahuan masyarakat tentang instalasi panel surya sebagai sumber energi listrik alternatif. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 44–47. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v6i1.1364>
- Eryk, I. H., M. Noor Hidayat, Ronilaya, F., Wibowo, S., & Syamsiana, I. N. (2024). Pemanfaatan panel surya dan light control berbasis passive infrared sensor (PIR) pada penerangan jalan di RW 12 Desa Landungsari Kabupaten Malang. *Jurnal Pengabdian Polinema Kepada Masyarakat*, 11(2), 159–164. <https://doi.org/10.33795/jpkm.v11i2.3646>
- Firdiansyah, Putra, A. E., & Rusdianasari. (2025). Study on the utilization of solar power plants (plts) as an effort to increase electricity access in rural and remote areas. *International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS)*, 5(1), 31–43. <https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v5i1.352>
- Kementerian ESDM RI. (2023). *Statistik ketenagalistrikan 2023*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. https://gatrik.esdm.go.id/frontend/download_index?kode_category=statistik
- Yunus, A., & Hasnawati, H. (2025). Hybrid energi: Sinergi sumber daya untuk energi listrik rumah petani modern Desa Bunga Kabupaten Pinrang. *Abdimas Toddopuli: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 7(1), 35–41. <https://doi.org/10.30605/atjpm.v7i1.6633>
- Pemerintah Indonesia. (2021). *Strategi nasional rendah karbon* (Bappenas, Ed.). Bappenas.

- Suni, G., Jihadi, M. A., Galih, E. M., Piki, D., & Hanif, A. (2025). Pemasangan panel surya untuk peningkatan kualitas penerangan di jalan Niban Rimin. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat: Kreasi Mahasiswa Manajemen*, 5(2), 58–61. <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/KMM/index>
- Utami, A., Hadi, N. T., & M. Rizki. (2025). Pemanfaatan kincir angin sebagai sumber listrik pompa fertilisasi air bersih dan akses penerangan di Desa Tanjung Seteko Kabupaten Ogan Ilir. *ABDIKOM: Jurnal Ilmu Komputer*, 3(1), 37–44. <https://doi.org/10.52958/abdikom.v3i1.10355>
- Wibowo, E. A., Widyastuti, W., Betanursanti, I., Ardiyansah, R., & Jauhari, K. I. (2023). Edukasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan training kit untuk instalasi sistem penerangan di Desa Klegenwonosari, Klirong, Kebumen. *Jurnal Pengabdian Masyarakat - PIMAS*, 2(3), 184–189. <https://doi.org/10.35960/pimas.v2i3.1138>