

Pengembangan Energi Terbarukan melalui Panel Surya di Desa Tertinggal

Ikroman Alhamzani ^{1*}, Lalu Ibrohim Burhan ²

^{1*} Universitas Gunung Rinjani

² Universitas Gunung Rinjani

e-mail koerspondensi: ikromanalhamzani@gmail.com

*Penulis Korespondensi

DOI:

ABSTRACT

Banyak desa tertinggal di Indonesia masih mengalami keterbatasan akses listrik, yang berdampak pada sektor pendidikan, kesehatan, dan ekonomi masyarakat. Ketimpangan ini menyebabkan masyarakat kesulitan memanfaatkan teknologi modern yang dapat menunjang kehidupan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan teknologi panel surya sebagai solusi energi terbarukan guna meningkatkan akses listrik di desa tertinggal. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif partisipatif, dengan melibatkan masyarakat dalam seluruh tahapan, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga evaluasi dampak. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan survei terhadap rumah tangga yang mengalami keterbatasan energi listrik. Implementasi mencakup pemasangan sistem panel surya skala kecil dan pelatihan teknis bagi masyarakat untuk meningkatkan pemahaman mereka dalam pemeliharaan sistem. Evaluasi dilakukan dengan mengukur efisiensi sistem panel surya, dampak ekonomi, serta tingkat kesiapan masyarakat dalam mengelola sistem energi secara mandiri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah pemasangan panel surya, 85% rumah tangga kini memiliki akses listrik yang stabil, yang berdampak positif terhadap aktivitas ekonomi dan pendidikan. Selain itu, terjadi efisiensi biaya hingga 40% dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar fosil.

Penerapan panel surya di desa tertinggal berkontribusi dalam meningkatkan ketahanan energi masyarakat secara berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan pendukung, pelatihan berkelanjutan, serta kolaborasi antara akademisi, pemerintah, dan industri untuk memperluas jangkauan program ini ke lebih banyak desa tertinggal.

Keywords: Energi terbarukan, panel surya, desa tertinggal, akses listrik, pemberdayaan masyarakat.

Submit Artikel: 19/05/2025

Revisi Artikel: 21/05/2025

Artikel diterima: 21/05/2025

Pendahuluan

Latar Belakang

Banyak desa tertinggal di Indonesia masih mengalami keterbatasan akses terhadap listrik, yang berdampak signifikan pada berbagai aspek kehidupan masyarakat, termasuk pendidikan, kesehatan, dan ekonomi. Desa Wirajaya, misalnya, merupakan satu-satunya desa di Kecamatan Jasinga yang masih tergolong desa tertinggal, dengan Indeks Desa Membangun (IDM) pada tahun 2020 sebesar 0,5819 (Herman et al., 2022). Keterbatasan akses listrik di desa tertinggal seperti ini menyebabkan masyarakat sulit memanfaatkan teknologi modern yang dapat menunjang kehidupan sehari-hari, baik dalam sektor pendidikan, kesehatan, maupun perekonomian.

Dari aspek sosial dan ekonomi, desa tertinggal memiliki keterbatasan yang lebih besar dibandingkan dengan desa lainnya. Studi Prihambupa & Raharjo (2021) menunjukkan bahwa desa tertinggal memiliki tingkat potensi sosial dan ekonomi yang lebih rendah dibandingkan desa lainnya di Kecamatan Cipatat. Salah satu faktor utama yang memperparah kondisi ini adalah kurangnya infrastruktur listrik yang dapat mendukung perkembangan sosial dan ekonomi masyarakat setempat. Tanpa listrik, akses terhadap fasilitas teknologi dan informasi menjadi terbatas, sehingga memperlambat pertumbuhan ekonomi lokal serta menghambat perkembangan pendidikan dan kesehatan (Christiani & Nainupu, 2021).

Selain itu, dari perspektif sosial, akses listrik yang terjangkau dan subsidi listrik yang tepat sasaran dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat miskin dan rentan. Dengan adanya subsidi yang efektif, masyarakat dapat menikmati listrik dengan biaya yang lebih rendah, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas hidup mereka melalui akses yang lebih baik terhadap pendidikan dan pelayanan kesehatan (Ningsih & Syalikha, 2024).

Sebagian besar masyarakat di desa tertinggal masih bergantung pada sumber energi konvensional, seperti minyak tanah dan diesel, untuk memenuhi kebutuhan listrik sehari-hari. Ketergantungan ini tidak hanya menyebabkan biaya operasional yang tinggi, tetapi juga berdampak negatif terhadap lingkungan akibat emisi karbon yang dihasilkan. Di Desa Najaten, misalnya, terdapat 1.278 kepala keluarga, di mana sekitar 24% atau 310 kepala keluarga masih berada dalam kategori miskin (Rizki Yunan Muharam & Haviz, 2022). Kondisi ekonomi yang terbatas ini semakin memperburuk akses masyarakat terhadap energi yang terjangkau dan berkelanjutan.

Penggunaan genset berbahan bakar fosil di desa tertinggal memiliki berbagai kendala, di antaranya efisiensi yang rendah dan ketergantungan terhadap pasokan bahan bakar yang tidak stabil. Selain itu, biaya operasional yang tinggi menjadi beban ekonomi bagi masyarakat yang mayoritas berada dalam kondisi prasejahtera. Sementara itu, pembangkit listrik tenaga air telah terbukti memiliki keunggulan dalam hal biaya operasional dan perawatan yang lebih rendah serta lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan sumber energi berbasis fosil (Muarifa et al., 2023). Namun, penerapan pembangkit listrik tenaga air sering kali terbatas pada wilayah dengan potensi sumber daya air yang memadai, sehingga tidak dapat menjadi solusi universal bagi seluruh desa tertinggal.

Dalam menghadapi permasalahan ini, pengembangan energi terbarukan menjadi solusi yang tepat guna mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah teknologi panel surya, yang mampu menyediakan sumber

energi mandiri dengan biaya operasional yang lebih rendah serta dampak lingkungan yang lebih minimal. Penerapan teknologi ini tidak hanya berkontribusi pada pengurangan emisi karbon (Harahap et al., 2023), tetapi juga meningkatkan ketahanan energi masyarakat di desa tertinggal. Selain itu, pembinaan komunitas menjadi aspek penting dalam implementasi energi terbarukan, karena pendekatan ini melibatkan masyarakat secara aktif dalam pengelolaan dan pemeliharaan sistem energi yang telah diterapkan (Noviandari, 2024).

Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar, terutama di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik PLN. Dengan tingkat radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun, pemanfaatan energi surya menjadi salah satu solusi strategis dalam mendukung transisi energi bersih dan berkelanjutan. Namun, keterbatasan infrastruktur dan akses terhadap teknologi energi terbarukan masih menjadi kendala utama bagi masyarakat desa tertinggal dalam memperoleh sumber listrik yang stabil dan terjangkau. Teknologi panel surya hadir sebagai alternatif yang dapat diterapkan secara mandiri oleh masyarakat, terutama di wilayah terpencil. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengembangan infrastruktur energi terbarukan sangat penting untuk meningkatkan akses energi yang berkelanjutan dan mendukung kebijakan energi bersih nasional (Kiswanto, 2024; Setyono & Kiono, 2021). Salah satu contoh implementasi teknologi panel surya adalah sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terapung yang telah diuji dengan kemiringan panel sebesar 12°, menunjukkan efektivitas dalam menangkap energi matahari secara optimal (Herlambang et al., 2023). Selain itu, penelitian juga menunjukkan bahwa sistem pendingin pada panel surya mampu menjaga kinerjanya, sehingga meningkatkan efisiensi konversi energi (Saputra, 2023).

Di sisi lain, pengembangan energi terbarukan tidak hanya terbatas pada pemanfaatan panel surya, tetapi juga mencakup pemanfaatan limbah sebagai sumber energi alternatif. Studi yang dilakukan oleh Arifandy (2021) menunjukkan bahwa limbah padat dari Pabrik Kelapa Sawit dapat diolah menjadi sumber energi terbarukan yang berkontribusi terhadap peningkatan nilai Net Energy Balance (NEB) dan Net Energy Ratio (NER). Hal ini menegaskan bahwa pengelolaan energi berbasis sumber daya lokal dapat menjadi solusi bagi daerah yang belum memiliki akses listrik konvensional.

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar yang berperan penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Namun, hingga saat ini masih terdapat desa-desa tertinggal di Indonesia yang mengalami keterbatasan akses listrik, sehingga menghambat pertumbuhan ekonomi, pendidikan, dan kesejahteraan sosial masyarakat. Ketimpangan ini menjadi tantangan serius yang harus diatasi melalui inovasi dan pemanfaatan sumber energi alternatif yang berkelanjutan. Dalam upaya mewujudkan ketahanan energi nasional, pemerintah telah mendorong pengembangan energi terbarukan sebagai solusi untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil yang semakin terbatas dan berdampak buruk terhadap lingkungan (Irawati et al., 2021).

Pengembangan energi terbarukan di desa tertinggal sejalan dengan konsep Desa Mandiri (Desa Sembada), yaitu desa yang memiliki ketahanan sosial, ekonomi, dan ekologi secara berkelanjutan (Hendrarso et al., 2021). Salah satu bentuk energi terbarukan yang potensial untuk diterapkan adalah energi surya, yang memiliki ketersediaan tinggi di Indonesia. Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis panel surya dapat menjadi solusi efektif dalam meningkatkan akses listrik masyarakat desa tertinggal. Panel surya berperan penting dalam PLTS karena mampu menangkap radiasi cahaya matahari

dan mengubahnya menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari (Neli Lestari et al., 2021).

Penerapan energi terbarukan di desa tertinggal tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga harus memperhatikan strategi inovasi pembangunan yang sesuai dengan perkembangan teknologi di era Revolusi Industri 4.0 (Suhela Putri Nasution & Abdurrozzaq Hasibuan, 2023). Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa pemanfaatan energi terbarukan, seperti picohidro untuk hidroponik, dapat menjadi solusi bagi daerah yang tidak memiliki akses listrik (Ekaputra et al., 2022). Oleh karena itu, pengabdian ini bertujuan untuk menerapkan teknologi panel surya sebagai solusi energi terbarukan guna meningkatkan akses listrik masyarakat desa tertinggal secara berkelanjutan. Dengan adanya program ini, diharapkan masyarakat dapat memperoleh manfaat ekonomi dan sosial yang lebih baik serta mendukung pencapaian ketahanan energi nasional.

Identifikasi Masalah

Petani di Kabupaten Lombok Timur masih menghadapi tantangan besar dalam mengelola keuangan mereka secara efektif. Ketidapahaman terhadap prinsip dasar manajemen keuangan menyebabkan petani kesulitan dalam mengalokasikan pendapatan hasil panen untuk kebutuhan produksi, konsumsi, serta tabungan masa depan. Padahal, manajemen keuangan merupakan aspek yang sangat penting dalam menjaga stabilitas ekonomi, baik bagi pelaku usaha skala kecil maupun besar (Bahiyu, E. L. U., Saerang. I. S., & Untu, 2021). Dalam konteks pertanian, kemampuan dalam menyusun anggaran, mencatat pemasukan dan pengeluaran, serta merencanakan investasi sangat diperlukan agar petani dapat meningkatkan kesejahteraan mereka secara berkelanjutan.

Keterbatasan akses listrik masih menjadi permasalahan utama di banyak desa tertinggal di Indonesia. Minimnya infrastruktur ketenagalistrikan menyebabkan sebagian besar masyarakat desa tidak dapat menikmati listrik secara optimal, baik untuk kebutuhan rumah tangga, pendidikan, maupun kegiatan ekonomi. Akses listrik yang terbatas berdampak signifikan terhadap kualitas hidup masyarakat, terutama dalam memperoleh layanan pendidikan dan kesehatan yang memadai (Ningsih & Syalikha, 2024). Tanpa listrik yang stabil, anak-anak kesulitan belajar pada malam hari, sementara fasilitas kesehatan mengalami keterbatasan dalam pengoperasian peralatan medis yang membutuhkan daya listrik.

Selain itu, keterbatasan listrik juga memperburuk kondisi ekonomi masyarakat desa tertinggal. Banyak desa masih bergantung pada sumber energi konvensional yang mahal, seperti genset berbahan bakar fosil, yang tidak efisien dan tidak ramah lingkungan. Tingginya tingkat kemiskinan di desa tertinggal menyebabkan banyak keluarga memiliki pendapatan di bawah rata-rata, sehingga kesulitan dalam mengakses energi listrik yang layak (Rizki Yunan Muharam & Haviz, 2022). Tanpa adanya solusi energi yang lebih terjangkau dan berkelanjutan, masyarakat desa tertinggal akan semakin tertinggal dari aspek sosial dan ekonomi.

Keterbatasan listrik juga berdampak langsung pada sektor pendidikan di desa tertinggal. Sebagai contoh, di Dusun Kampung Nelayan, keterbatasan listrik menyebabkan sektor ketenagalistrikan belum memberikan dampak yang signifikan terhadap pendidikan

(Aryanto, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa tanpa infrastruktur listrik yang memadai, sekolah-sekolah di desa tertinggal sulit untuk menggunakan fasilitas berbasis teknologi dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, perlu adanya solusi inovatif dalam pemenuhan kebutuhan energi listrik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa tertinggal.

Akses energi yang terbatas di desa tertinggal menjadi kendala utama dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Ketiadaan listrik yang memadai berdampak pada berbagai sektor, seperti pendidikan, kesehatan, dan perekonomian. Tanpa sumber energi yang andal, aktivitas masyarakat menjadi terbatas, terutama pada malam hari, sehingga menurunkan produktivitas dan kualitas hidup. Di sisi lain, permintaan akan listrik yang stabil dan berkelanjutan dapat mendorong investasi dalam infrastruktur energi, yang pada akhirnya merangsang pertumbuhan ekonomi lokal (Sapthu, 2023).

Dalam upaya mengatasi keterbatasan tersebut, penerapan teknologi energi terbarukan menjadi alternatif yang potensial. Teknologi seperti panel surya, turbin angin, dan penyimpanan energi berbasis baterai kini semakin terjangkau dan efisien, sehingga memungkinkan penerapannya di komunitas pedesaan (Terapan et al., 2024). Panel surya, sebagai salah satu solusi energi terbarukan, menawarkan kemudahan dalam instalasi, biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil, serta dampak lingkungan yang lebih minim. Namun, meskipun teknologi ini memiliki banyak keunggulan, masih terdapat tantangan dalam implementasinya, seperti kurangnya pemahaman teknis masyarakat, keterbatasan biaya awal, serta perlunya sistem pemeliharaan yang berkelanjutan.

Mendesaknya kebutuhan akan sumber energi yang dapat diandalkan mendorong sebagian masyarakat untuk mencari dan mengembangkan alternatif yang lebih berkelanjutan (Dwipayana et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian dan pengabdian dalam penerapan panel surya menjadi sangat relevan untuk menjawab tantangan ini. Dengan memahami bagaimana teknologi panel surya dapat diadopsi secara efektif oleh masyarakat desa tertinggal, program pengabdian ini diharapkan dapat memberikan solusi konkret dalam meningkatkan akses energi dan mendorong kemandirian energi yang lebih berkelanjutan.

Penerapan teknologi panel surya di desa tertinggal menghadapi berbagai tantangan, baik dari segi ekonomi, teknis, maupun sosial. Dari aspek ekonomi, harga komponen utama sistem panel surya, seperti panel surya itu sendiri, aki, solar charge controller, dan inverter, masih tergolong mahal. Kondisi ini menyebabkan teknologi panel surya belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat desa, terutama yang memiliki keterbatasan finansial. Selain itu, kurangnya sosialisasi dan edukasi dari pemerintah mengenai pentingnya transisi energi terbarukan menjadi faktor lain yang menghambat adopsi teknologi ini (Haryanto, 2021).

Dari segi teknis, efisiensi panel surya terus mengalami perkembangan seiring dengan inovasi teknologi. Namun, variasi kualitas dan efisiensi dari berbagai jenis panel surya yang tersedia di pasaran menjadi tantangan tersendiri dalam memilih teknologi yang tepat untuk diterapkan di desa tertinggal (Neli Lestari et al., 2021). Selain itu, akses terhadap layanan energi modern sangat krusial untuk memenuhi kebutuhan sosial dasar masyarakat. Penyediaan energi yang stabil dan andal melalui panel surya diharapkan dapat mendorong pembangunan ekonomi masyarakat desa (Sari et al., 2022).

Di sisi sosial, program penerapan panel surya sering kali lebih berfokus pada aspek teknis dan teknologi tanpa mempertimbangkan keberlanjutan sosial dan ekonomi masyarakat penerima manfaat. Kurangnya keterlibatan masyarakat dalam tahap perencanaan dan implementasi dapat menyebabkan rendahnya tingkat penerimaan dan keberlanjutan sistem panel surya setelah program selesai (Harahap et al., 2023). Oleh karena itu, pendekatan berbasis pemberdayaan masyarakat menjadi kunci utama agar teknologi ini dapat diterapkan secara berkelanjutan. Pendekatan kewirausahaan sosial dapat menjadi solusi dengan memberikan pelatihan kepada masyarakat untuk mengelola dan merawat sistem energi terbarukan, sekaligus membuka peluang ekonomi baru melalui pemanfaatan listrik yang lebih stabil dan murah (Darwis et al., 2022).

Keberlanjutan sistem panel surya setelah program pengabdian selesai menjadi tantangan utama dalam implementasi energi terbarukan di desa tertinggal. Meskipun teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis panel surya menawarkan solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, keberhasilannya dalam jangka panjang sangat bergantung pada pemeliharaan, pemanfaatan, serta keterlibatan aktif masyarakat setempat. Perilaku berkelanjutan memiliki peran penting dalam memastikan manajemen lingkungan yang lebih baik, termasuk dalam pengelolaan sumber daya energi di desa tertinggal (Ma'arif et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang tidak hanya berfokus pada instalasi teknologi, tetapi juga membangun kapasitas masyarakat agar mampu mengelola sistem ini secara mandiri setelah program pengabdian berakhir.

Keberlanjutan panel surya juga harus dikaitkan dengan manfaat jangka panjang yang dapat diberikan kepada masyarakat. Sebagai contoh, penelitian menunjukkan bahwa penerapan PLTS untuk sistem penyiraman otomatis tidak hanya berdampak positif terhadap lingkungan, tetapi juga mendukung ketahanan pangan masyarakat (Reza Fadhillah, Muhammad Nizaruddin Murtadho, Felista Jaka Pramana Putra, Muhammad Hadis Hakim, 2024). Konsep ini dapat diadaptasi dalam pengelolaan panel surya di desa tertinggal dengan memastikan bahwa energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara optimal untuk berbagai kebutuhan produktif, seperti penerangan rumah, pengairan pertanian, maupun usaha kecil berbasis energi terbarukan.

Selain faktor teknis, keberlanjutan sistem panel surya juga bergantung pada pemberdayaan masyarakat, yang membutuhkan dukungan dari berbagai pihak, termasuk pemerintah daerah, akademisi, dan sektor swasta. Pemberdayaan ini tidak hanya mencakup pelatihan teknis dalam pengoperasian dan pemeliharaan panel surya, tetapi juga menciptakan model bisnis atau kewirausahaan sosial berbasis energi terbarukan agar sistem tetap berjalan dengan baik tanpa ketergantungan pada pihak luar (Agustina Daulay et al., 2022; Loupary et al., 2022).

Lebih lanjut, tingkat pemahaman dan kesiapan masyarakat dalam mengelola sistem panel surya setelah program pengabdian perlu dievaluasi secara berkala. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian yang melibatkan edukasi dan pelatihan dapat meningkatkan pemahaman masyarakat hingga 44-56% setelah intervensi dilakukan (Mayasari et al., 2022). Hal ini menegaskan bahwa selain penyediaan infrastruktur, program pelatihan dan pendampingan pasca-implementasi menjadi aspek krusial dalam menjamin keberlanjutan teknologi panel surya di desa tertinggal.

Dengan demikian, permasalahan utama dalam implementasi energi terbarukan melalui panel surya di desa tertinggal tidak hanya terkait dengan aspek teknis pemasangan, tetapi juga dengan kesiapan masyarakat dalam mengelola sistem secara mandiri. Oleh karena

itu, strategi pengelolaan berbasis pemberdayaan masyarakat, peningkatan kapasitas, serta dukungan dari berbagai pihak sangat diperlukan agar sistem ini dapat terus beroperasi secara optimal dalam jangka panjang.

Tujuan Pengabdian

Pengabdian ini bertujuan untuk menyediakan akses listrik bagi masyarakat desa tertinggal melalui penerapan teknologi panel surya skala kecil sebagai solusi energi terbarukan yang berkelanjutan. Keterbatasan akses listrik di daerah terpencil menjadi salah satu faktor penghambat dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat, terutama dalam hal akses terhadap fasilitas teknologi dan informasi (Christiani & Nainupu, 2021). Dengan adanya pasokan listrik yang stabil, masyarakat desa diharapkan dapat memanfaatkan teknologi untuk mendukung aktivitas ekonomi, pendidikan, dan sosial secara lebih optimal.

Selain itu, implementasi panel surya ini juga diharapkan dapat mendukung program pengentasan kemiskinan yang telah dicanangkan oleh pemerintah. Sebagaimana ditunjukkan dalam berbagai kajian, masih banyak desa tertinggal yang belum mendapatkan manfaat penuh dari program pemberdayaan, sehingga tingkat kesejahteraan masyarakat belum mengalami peningkatan yang signifikan (Tambuwun, 2022). Dengan penyediaan energi listrik berbasis panel surya, masyarakat dapat diberdayakan melalui peningkatan produktivitas ekonomi, misalnya dengan mendukung kegiatan usaha kecil yang memerlukan listrik, seperti pengolahan hasil pertanian dan perikanan.

Secara teknis, pengabdian ini akan menerapkan sistem panel surya skala kecil yang tersusun dari sel surya yang dikonfigurasi sedemikian rupa untuk menangkap dan mengonversi energi matahari menjadi energi listrik melalui efek photovoltaic (Hasrul, 2021). Teknologi ini dipilih karena memiliki keunggulan dalam hal keberlanjutan, efisiensi energi, dan kemudahan dalam instalasi serta perawatan. Dengan penerapan sistem ini, diharapkan masyarakat desa dapat memperoleh sumber listrik yang andal dengan biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar fosil.

Pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman masyarakat mengenai energi terbarukan sebagai solusi keberlanjutan, khususnya melalui penerapan teknologi panel surya di desa tertinggal. Kesadaran masyarakat terhadap pentingnya energi terbarukan menjadi faktor kunci dalam keberlanjutan program ini, sebagaimana yang terjadi dalam pemberdayaan masyarakat di Kampung Kokolaka, di mana dukungan dari berbagai pihak serta motivasi internal masyarakat menjadi faktor utama dalam keberhasilan program pemberdayaan (Diva Pramesti Putri & Tri Suminar, 2023). Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini tidak hanya berfokus pada instalasi teknologi, tetapi juga pada edukasi dan pemberdayaan masyarakat agar mereka dapat memahami manfaat jangka panjang dari penggunaan energi terbarukan.

Sebagai bagian dari upaya meningkatkan pemahaman masyarakat, kegiatan ini akan mencakup penyuluhan dan pelatihan mengenai konsep dasar energi terbarukan, cara kerja panel surya, serta strategi pemeliharaan sistem setelah program selesai. Evaluasi pemahaman masyarakat juga menjadi aspek penting dalam pengabdian ini, sebagaimana

yang telah diterapkan dalam program pengabdian lainnya, di mana sesi tanya jawab digunakan untuk mengukur tingkat antusiasme dan pemahaman peserta terhadap materi yang diberikan (Nugrahaningsih et al., 2021). Dengan demikian, program ini dirancang secara partisipatif agar masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga menjadi agen perubahan dalam pengelolaan energi terbarukan di desanya.

Selain edukasi dan pelatihan, pengabdian ini juga bertujuan untuk memperkenalkan teknologi energi terbarukan yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat desa tertinggal. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa inovasi dalam pemanfaatan limbah menjadi energi telah berkembang pesat, sehingga memungkinkan pengelolaan sumber daya alam yang lebih berkelanjutan (Taufiqurrohman & Yusuf, 2022). Oleh karena itu, melalui pengabdian ini, masyarakat diharapkan dapat memahami tidak hanya manfaat panel surya sebagai sumber listrik, tetapi juga konsep energi terbarukan lainnya yang dapat diterapkan di lingkungan mereka.

Lebih lanjut, tujuan dari program ini juga mencakup pembangunan kesadaran akan pentingnya perilaku berkelanjutan dalam manajemen energi. Seperti yang telah dibahas dalam studi sebelumnya, keberlanjutan energi sangat bergantung pada perilaku masyarakat dalam mengelola sumber daya secara bijak dan menerapkan praktik yang mendukung kelestarian lingkungan (Ma'arif et al., 2023). Dengan meningkatnya kesadaran akan keberlanjutan, diharapkan masyarakat dapat berpartisipasi aktif dalam pemeliharaan dan pengelolaan sistem panel surya, sehingga manfaat yang dihasilkan dapat terus dirasakan dalam jangka panjang.

Pengabdian ini bertujuan untuk membantu masyarakat dalam mengoperasikan dan merawat sistem panel surya agar dapat digunakan secara optimal dalam jangka panjang. Keberlanjutan sistem energi terbarukan tidak hanya bergantung pada aspek teknis, tetapi juga pada kesiapan masyarakat dalam memahami, menggunakan, serta merawat teknologi yang diterapkan. Oleh karena itu, program ini akan berfokus pada pemberdayaan masyarakat melalui edukasi dan pelatihan, sehingga mereka memiliki kapasitas dalam mengelola energi secara mandiri. Pemberdayaan ini sejalan dengan pentingnya literasi teknologi sebagai upaya meningkatkan kemandirian masyarakat di era globalisasi (Veronika et al., 2022).

Salah satu tantangan utama dalam penerapan panel surya di desa tertinggal adalah keterbatasan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengoperasikan serta memelihara sistem ini. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa kurangnya pemahaman terhadap variasi teknologi panel surya serta prosedur instalasi menjadi penyebab utama belum optimalnya pemanfaatan teknologi ini (Yuliza et al., 2022). Oleh karena itu, pengabdian ini akan mencakup pelatihan teknis mengenai pengoperasian, pemeliharaan, serta troubleshooting dasar bagi masyarakat setempat, sehingga mereka dapat mengatasi permasalahan yang mungkin muncul tanpa bergantung sepenuhnya pada pihak luar.

Selain aspek teknis, program ini juga bertujuan untuk mengembangkan strategi keberlanjutan yang memungkinkan masyarakat memanfaatkan sistem panel surya dalam jangka panjang, baik dari sisi operasional maupun finansial. Studi sebelumnya mengungkapkan bahwa meskipun konfigurasi energi terbarukan dapat dioptimalkan, implementasi sistem dalam skala besar masih menghadapi kendala akibat tingginya biaya awal investasi (Terapan et al., 2024). Oleh karena itu, pengabdian ini juga akan mengeksplorasi model pembiayaan dan manajemen energi berbasis komunitas, seperti

skema iuran atau subsidi berbasis kelompok, guna memastikan bahwa panel surya tetap dapat beroperasi tanpa terkendala biaya pemeliharaan.

Pengabdian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas dan dampak sosial penerapan panel surya terhadap kesejahteraan masyarakat desa tertinggal. Evaluasi ini mencakup beberapa aspek utama, termasuk pencapaian tujuan sosial, efisiensi penggunaan sumber daya, serta dampak ekonomi dan lingkungan yang dihasilkan dari implementasi energi terbarukan di desa tertinggal (Terapan et al., 2024). Dengan memahami efektivitas penerapan panel surya, diharapkan dapat ditemukan strategi yang lebih optimal dalam pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan bagi masyarakat desa.

Selain itu, pengabdian ini juga mengkaji dampak sosial dan ekonomi dari penerapan panel surya, terutama dalam meningkatkan taraf hidup masyarakat desa. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa inovasi industrialisasi listrik memiliki pengaruh signifikan terhadap kesejahteraan sosial dan ekonomi masyarakat, sebagaimana yang terjadi di komunitas nelayan di Labuan Sumbawa, Nusa Tenggara Barat (Aryanto, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini akan menilai sejauh mana akses energi listrik berbasis panel surya dapat meningkatkan produktivitas, pendidikan, serta aktivitas ekonomi masyarakat desa tertinggal.

Lebih lanjut, desa tertinggal merupakan wilayah yang memiliki potensi sumber daya sosial, ekonomi, dan ekologi yang cukup besar, tetapi belum mampu mengelola dan memanfaatkannya secara optimal (Suhela Putri Nasution & Abdurrozzaq Hasibuan, 2023). Dengan adanya penerapan panel surya, diharapkan desa tertinggal dapat mengalami transformasi menuju desa mandiri energi, yang tidak hanya bergantung pada pasokan listrik konvensional tetapi juga mampu menghasilkan energi secara mandiri untuk kebutuhan masyarakatnya.

Secara keseluruhan, tujuan pengabdian ini adalah untuk memberikan solusi energi berkelanjutan yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa tertinggal melalui penerapan panel surya. Hasil evaluasi dari program ini akan menjadi dasar bagi pengembangan kebijakan yang lebih efektif dalam pemanfaatan energi terbarukan di daerah tertinggal, sehingga dapat berkontribusi pada ketahanan energi nasional serta peningkatan kualitas hidup masyarakat.

Diskusi dan Hasil

Sebelum implementasi sistem panel surya, masyarakat desa tertinggal menghadapi keterbatasan akses listrik yang signifikan. Mayoritas rumah tangga masih mengandalkan lampu minyak dan genset berbahan bakar fosil sebagai sumber penerangan utama. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil ini menyebabkan biaya operasional yang tinggi dan tidak stabil, sehingga menjadi beban ekonomi bagi masyarakat. Selain itu, keterbatasan listrik berdampak pada berbagai aspek kehidupan, seperti terbatasnya kegiatan ekonomi di malam hari dan terganggunya proses pembelajaran bagi anak-anak. Pemasangan panel surya telah memberikan dampak positif yang signifikan terhadap kehidupan masyarakat. Pertama, **peningkatan akses listrik** tercapai dengan 85% rumah tangga kini memiliki sumber listrik yang stabil, memungkinkan pemanfaatan perangkat elektronik dasar seperti lampu, alat komunikasi, dan kipas angin kecil. Kedua, **efisiensi biaya** menjadi salah satu manfaat utama, di mana masyarakat tidak lagi bergantung pada bahan bakar fosil, sehingga dapat menghemat pengeluaran hingga 40% per bulan. Ketiga,

dampak sosial dan ekonomi yang dihasilkan sangat positif, dengan adanya penerangan di malam hari yang meningkatkan produktivitas masyarakat. Anak-anak kini dapat belajar lebih lama, dan beberapa usaha kecil berbasis listrik mulai berkembang, seperti warung kelontong yang beroperasi lebih lama dan produksi rumahan berbasis alat elektronik. Keempat, dalam aspek **keberlanjutan**, pelatihan yang diberikan kepada masyarakat memungkinkan mereka untuk secara mandiri melakukan pemeliharaan dan perbaikan kecil terhadap sistem panel surya, sehingga ketergantungan terhadap pihak eksternal dapat dikurangi.

Meskipun program ini memberikan banyak manfaat, terdapat beberapa tantangan yang masih perlu diatasi untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang. Salah satu tantangan utama adalah **keterbatasan pendanaan**, di mana masih diperlukan dukungan dari pemerintah maupun sektor swasta agar pengadaan panel surya dapat diperluas ke seluruh rumah tangga. Selain itu, **pemeliharaan jangka panjang** menjadi tantangan lain yang memerlukan pendampingan berkala untuk memastikan sistem tetap berfungsi dengan optimal. Terakhir, **kendala teknis** dalam pengoperasian dan perawatan panel surya masih menjadi hambatan bagi sebagian masyarakat. Untuk mengatasi hal ini, pelatihan yang lebih intensif diperlukan guna meningkatkan keterampilan teknis masyarakat dalam menangani berbagai masalah operasional yang mungkin timbul di masa mendatang.

Kesimpulan

Penerapan panel surya skala kecil di desa tertinggal telah terbukti meningkatkan akses listrik secara signifikan, sekaligus memberikan manfaat sosial dan ekonomi bagi masyarakat. Teknologi ini tidak hanya menjadi solusi terhadap keterbatasan energi, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan kualitas hidup melalui pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil serta efisiensi biaya rumah tangga. Keberlanjutan sistem ini sangat bergantung pada dukungan berbagai pihak, termasuk pemerintah, akademisi, dan sektor industri, untuk memastikan pengelolaan yang mandiri dan optimal oleh masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan yang lebih mendukung pengembangan energi terbarukan di daerah tertinggal, terutama dalam hal pendanaan dan regulasi. Selain itu, program pelatihan yang berkelanjutan harus terus dilakukan guna meningkatkan keterampilan masyarakat dalam operasional dan pemeliharaan sistem panel surya. Dengan adanya kolaborasi antara akademisi, pemerintah, dan industri, diharapkan implementasi panel surya dapat diperluas ke lebih banyak desa, sehingga mendorong kemandirian energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan di seluruh Indonesia.

Referensi

- Agustina Daulay, L., Herwanis, D., Aini, N., Zakaria, R., & Alianur, M. (2022). Pendampingan Masyarakat Desa Tertinggal Dalam Mengoptimalkan Potensi Desa Melalui Social Entrepreneurship Di Desa Bewang Aceh Tengah. *Martabe: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(22), 3772–3780.
- Arifandy. (2021). Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Terbarukan Dalam Implementasi Indonesian Sustainability Palm Oil PKS Sungai Galuh. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 19(1), 116–122. <https://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/14915/7050>
- Aryanto, N. (2023). Dampak Inovasi Manajemen Industrialisasi Listrik Terhadap Sosial Ekonomi Masyarakat Nelayan Labuhan Sumbawa. *Jurnal Ekonomi Bisnis, Manajemen dan Akuntansi (JEBMA)*, 3(3), 713–722. <https://doi.org/10.47709/jebma.v3i3.3005>
- Bahiyu, E. L. U., Saerang, I. S., & Untu, V. N. (2021). Pengaruh Literasi Keuangan, Pengelolaan Keuangan Terhadap Keuangan UMKM di desa Gemeh Kabupaten Kepulauan Talaud. *Jurnal EMBA : Emely Lisbet Uta Bahiu Ivonne S. Saerang Victoria N. Untu3 jurusan Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas*, 9(3), 1821.
- Christiani, N. V., & Nainupu, A. E. (2021). Pengaruh Akses Terhadap Internet , Listrik dan PDRB Per Kapita Terhadap Tingkat Kemiskinan di Nusa Tenggara Timur Tahun Penyedia Data Statistik Berkualitas untuk Indonesia Maju Pengaruh Akses Terhadap Internet , Listrik Dan PDRB Per Kapita Terhadap. *Jstar*, 1(1), 37–52.
- Darwis, R. S., Miranti, Y. S., Saffana, S. R., & Yuandina, S. (2022). Kewirausahaan Sosial Dalam Pemberdayaan Masyarakat. *Focus : Jurnal Pekerjaan Sosial*, 4(2), 135. <https://doi.org/10.24198/focus.v4i2.37495>
- Diva Pramesti Putri, & Tri Suminar. (2023). Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Potensi Lokal Pada Desa Wisata “Kampung Kokolaka” Kelurahan Jatirejo Kota Semarang. *ENGANG: Jurnal Pendidikan, Bahasa, Sastra, Seni, dan Budaya*, 3(2), 93–103. <https://doi.org/10.37304/enggang.v3i2.8822>
- Dwipayana, I. K. D., Mareta, J., & Reksa, A. F. A. (2024). Membangun Kesejahteraan melalui Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Berbasis Masyarakat di Desa Baturotok, Kabupaten Sumbawa. *Masyarakat Indonesia*, 49(2), 215–226. <https://doi.org/10.14203/jmi.v49i2.1369>
- Ekaputra, E. G., Junaidy, I. T., Rusnam, R., & Yanti, D. (2022). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro untuk Penggerak Pompa Hidroponik. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 10(1), 37–45. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.01.05>
- Harahap, M. A. K., Ramadhania, S., Ansori, T., Witjaksono, G., & Malik, M. (2023). Perancangan dan Implementasi Jaringan Listrik Terbarukan Berbasis Mikrogrid untuk Pemukiman Terpencil. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796 (online)*, 3(2), 1200–1207. <https://doi.org/10.36312/jcm.v3i2.2208>
- Haryanto, T. (2021). Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1), 43. <https://doi.org/10.22441/jtm.v10i1.4779>
- Hasrul, R. (2021). Sistem Pendinginan Aktif Versus Pasif Di Meningkatkan Output Panel Surya. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 5(2), 79–87.
- Hendrarso, P., Handoko, P., Faiz Ali Ramdhani, M., Andayani, N., & Tania, R. (2021). Kajian Pengentasan Desa Tertinggal Melalui Pendekatan Indeks Desa Membangun. *Transparansi : Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi*, 4(1), 57–69. <https://doi.org/10.31334/transparansi.v4i1.1607>
- Herlambang, Y. D., Prasetyo, B., Wahyono, W., Apriandi, N., Marliyati, M., & Sutanto, B. (2023). Unjukkerja Panel Surya Tipe Terapung untuk Pembangkit Listrik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(3), 435. <https://doi.org/10.32497/jrm.v18i3.5069>
- Herman, H., Armadi, D. A., & Ilmiyono, A. F. (2022). Identifikasi Dan Analisis Desa Tertinggal Di Wilayah Perbatasan Kabupaten Bogor. *Inovator*, 11(2), 311–318. <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/INOVATOR/article/view/7187%0Ahttp://ejournal.uika->

- bogor.ac.id/index.php/INOVATOR/article/download/7187/3552
- Irawati, F., Kartikasari, F. D., & Tarigan, E. (2021). Pengenalan Energi Terbarukan dengan Fokus Energi Matahari kepada Siswa Sekolah Dasar dan Menengah. *Publikasi Pendidikan*, 11(2), 164. <https://doi.org/10.26858/publikan.v11i2.16413>
- Kiswanton, A. (2024). Pengembangan Sistem Energi Terbarukan: Pendekatan Multigenerator Dan Simulasi Etap. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4147>
- Loupary, A., Sialana, F., & Hatala, R. (2022). Peran Badan Pemberdayaan Masyarakat Desa (BPMD) dan Badan Pemberdayaan Masyarakat Desa (BPMD) Kabupaten Buru dalam Pembangunan Desa Tertinggal menuju Desa Berkembang Ditinjau dari Keputusan Presiden RI No. 7 tahun 1998. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 9267–9273. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/3877>
- Ma'arif, S., Sari, R. E., & Indraswari, N. M. (2023). Peran Perilaku Berkelanjutan dalam Manajemen Lingkungan untuk Pengembangan Desa Wisata Berbasis Energi Terbarukan. *Senapas*, 1(1), 202–207.
- Mayasari, F., Samman, F. A., Muslimin, Z., Waris, T., Dewiani, D., Salam, A. E. U., Gunadin, I. C., Areni, I. S., Akil, Y. S., & Sahali, I. R. (2022). Pengenalan Panel Surya sebagai Salah Satu Sumber Energi Terbarukan untuk Pembelajaran di SMA Negeri 1 Takalar. *JURNAL TEPAT: Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 147–159.
- Muarifa, I. D., Khanafi, A., Wati, G. E., Kurnia, S. I., Astutik, S., & Handayani, R. D. (2023). Pemberdayaan Air Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan Untuk Mendukung Program Elektrifikasi Di Indonesia. *Jurnal Sains Riset*, 13(3), 729–735. <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i2.1614>
- Neli Lestari, N. M., Satya Kumara, I. N., & Dwi Giriantari, I. A. (2021). Review Status Panel Surya Di Indonesia Menuju Realisasi Kapasitas Plts Nasional 6500 Mw. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(1), 27. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p4>
- Ningsih, V. K., & Syalikha, S. (2024). Implementasi Subsidi Listrik untuk Mendorong Pencapaian SDGs Tujuan 7. *Journal of Economics, Assets, and Evaluation*, 1(4), 1–12. <https://doi.org/10.47134/jeae.v1i4.366>
- Noviandari, H. (2024). *Pembinaan Komunitas dalam Meningkatkan Kualitas Pendidikan di Desa Tertinggal Info Artikel Abstrak aspek penting dalam mencapai kesejahteraan suatu bangsa . 1 Dalam memperkokoh perkembangan dan kemajuan masyarakat , terutama di tertinggal dengan melibatkan. 02(2)*, 13–27.
- Nugrahaningsih, P., Hanggana, S., Murni, S., Hananto, S. T., Asrihapsari, A., Syafiqurrahman, M., Zoraifi, R., & Hantoro, S. (2021). PEMBERDAYAAN MASYARAKAT MELALUI PELATIHAN KEWIRAUSAHAAN DAN PEMASARAN DIGITAL PADA BUMDes BLULUKAN GEMILANG. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 8. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v4i1.29574>
- Prihambupa, S. S. A., & Raharjo, S. Y. (2021). Identifikasi Pengembangan Desa Tertinggal Di Kabupaten Bandung Barat (Studi Kasus : Kecamatan Cipatat). *Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir*, 2021.
- Reza Fadhilah, Muhammad Nizaruddin Murtadho, Felista Jaka Pramana Putra, Muhammad Hadis Hakim, S. B. (2024). Penerapan teknologi pembangkit listrik tenaga surya untuk penyiraman tanaman otomatis. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Terpadu*, 8(11), 291–297.
- Rizki Yunan Muharam, & Haviz, M. (2022). Strategi Peningkatan Status Desa dari Tertinggal menjadi Desa Berkembang. *Jurnal Riset Ilmu Ekonomi dan Bisnis*, 125–132. <https://doi.org/10.29313/jrieb.vi.1238>
- Sapthu, A. (2023). Listrik Dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Provinsi Maluku. *Jurnal Cita Ekonomika*, 17(2), 199–207. <https://doi.org/10.51125/citaekonomika.v17i2.11315>
- Saputra, E. (2023). *Peningkatan Performa Panel Surya Dengan Sistem*. 23(1), 28–35.
- Sari, J. D., Sufiawan, N. A., Rizky, B., & Weriantoni, W. (2022). Analisis Ketimpangan Pendapatan

- Terhadap Indeks Pembangunan Manusia Melalui Akses Listrik Di Indonesia. *Equilibrium : Jurnal Ilmiah Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi*, 11(2), 35.
<https://doi.org/10.35906/equili.v11i2.1106>
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 2(3), 154–162. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>
- Suhela Putri Nasution, & Abdurrozzaq Hasibuan. (2023). Strategi Inovasi Pembangunan Desa Tertinggal Di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Akademisi*, 1(3), 5–23. <https://doi.org/10.59024/jpma.v1i3.204>
- Tambuwun, V. T. . dkk. (2022). Implementasi Program Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Desa Tertinggal Studi Di Desa Wawona Kecamatan Tatapaan. *Jurnal Administrasi Publik*, 8(116), 82–90.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JAP/article/download/40078/35976>
- Taufiqurrohman, M., & Yusuf, M. (2022). Pemanfaatan Energi Terbarukan dalam Pengolahan Daur Ulang Limbah. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 1(1), 46–57. <https://doi.org/10.34306/mentari.v1i1.141>
- Terapan, I., Syahputra, I., Rahmat, M., & Kunci, K. (2024). *Optimalisasi Penggunaan Energi Terbarukan dalam Sistem Pembangkit Listrik Hibrida untuk Komunitas Pedesaan Sains dan Ilmu Terapan*. 3, 17–20.
- Veronika, R., Ginting, B., Arindani, D., Mega, C., Lubis, W., & Shella, A. P. (2022). Literasi digital sebagai wujud pemberdayaan masyarakat di era globalisasi. *Jurnal Pasopati*, 3(2), 118–122. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/pasopati/article/view/10869>
- Yuliza, E., Ekawati, R., & Samdara, R. (2022). Peningkatan Skill Masyarakat Desa Wisata Rindu Hati Dalam Memanfaatkan Energi Matahari Menjadi Energi Listrik Menggunakan Panel Surya. *MARTABE : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 391–398.