



USM

Published by:
Fakultas EkonomiPengabdian Kepada Masyarakat
Vol.2, No.1, Februari 2025, pp. 39 - 53
<https://journals.usm.ac.id/index.php/ji2e>This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Peningkatan Efisiensi Ekonomi Melalui Pemanfaatan Energi Terbarukan untuk Penerangan Jalan di Desa Banjarsari

Satria Pinandita*¹, Nunung Eni Elawati², Anggara Fuad Al Amin³Universitas Semarang¹, Universitas IVET², PT. Eco Marine Technologies³Email: satria_p@usm.ac.id*¹DOI : [10.26623/ji2e.v2i1.10521](https://doi.org/10.26623/ji2e.v2i1.10521)

Informasi Artikel:

Diterima : (18
September 2024)
Direview : (10 Februari
2025)
Disetujui : (7 Oktober
2024)

*) Penulis Korespondensi

Keywords:

Village street lighting;
Renewable energy;
Hybrid energy;
Economic efficiency;
Electricity savings.

Abstract

Community service activities carried out by Semarang University together with PT Eco Marine Technologies in the context of downstreaming hybrid wind and solar energy in Banjarsari Village, Sayung District, Demak Regency, aim to overcome the problem of minimal street lighting that disrupts the safety and comfort of the community when doing activities, especially at night. In this effort, the community service team implemented hybrid power generation technology that utilizes renewable energy from the sun and wind. Community service methods include identifying community needs, designing and installing hybrid systems, and training residents on system maintenance and operation. The results of the activities showed a significant increase in the safety and comfort of the community when using the road at night. This program also succeeded in transferring knowledge to the community so that they can maintain the system independently. These results emphasize the importance of implementing renewable technology in improving the quality of life of village communities, as well as being a model for similar initiatives in other areas facing similar problems. In conclusion, Investment in a combination of solar panels and wind turbines for 20 years resulted in an energy surplus of 12.9 MWh, with total cost savings reaching 17,417,800 IDR. This shows that the use of renewable energy is not only more energy efficient but also more economical compared to using PLN electricity. This program not only provides practical solutions, but also raises awareness of the importance of sustainability and technological innovation in everyday life.

Kata Kunci:

Penerangan jalan desa;
Energi terbarukan;
Energi Hybrid;
Efisiensi Ekonomi;
Penghematan Listrik

Abstrak

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh Universitas Semarang bersama PT Eco Marine Technologies dalam rangka hilirisasi energi hybrid angin dan matahari di Desa Banjarsari, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, bertujuan untuk mengatasi masalah minimnya penerangan jalan yang mengganggu keamanan dan kenyamanan masyarakat saat beraktivitas, terutama pada malam hari. Dalam upaya ini, tim pengabdian menerapkan teknologi pembangkit listrik tenaga hybrid yang memanfaatkan energi terbarukan dari matahari dan angin. Metode pengabdian mencakup identifikasi kebutuhan masyarakat, perancangan dan

pemasangan sistem hybrid, serta pelatihan kepada warga mengenai pemeliharaan dan pengoperasian sistem. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam keamanan dan kenyamanan masyarakat saat menggunakan jalan pada malam hari. Program ini juga berhasil mentransfer pengetahuan kepada masyarakat sehingga mereka dapat memelihara sistem dengan mandiri. Hasil ini menegaskan pentingnya penerapan teknologi terbarukan dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat desa, serta menjadi model bagi inisiatif serupa di wilayah lain yang menghadapi masalah serupa. Kesimpulannya, Investasi dalam kombinasi panel surya dan turbin angin selama 20 tahun menghasilkan surplus energi sebesar 12.9 MWh, dengan total penghematan biaya mencapai 17,417,800 IDR. Ini menunjukkan bahwa penggunaan energi terbarukan tidak hanya lebih hemat energi tetapi juga lebih ekonomis dibandingkan dengan penggunaan listrik PLN. Program ini tidak hanya memberikan solusi praktis, tetapi juga meningkatkan kesadaran akan pentingnya keberlanjutan dan inovasi teknologi dalam kehidupan sehari-hari.

1. PENDAHULUAN

Desa Banjarsari, yang terletak di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, memiliki kondisi infrastruktur yang memerlukan perhatian khusus (Asrofi et al., 2017). Salah satu permasalahan utama yang dihadapi masyarakat desa adalah akses jalan penghubung antara Dukuh (Mahardhani, 2017)(Susanti & Sabardila, 2023) Bondo dan Dukuh Brangsong. Jalan sepanjang satu kilometer ini merupakan salah satu jalur utama yang digunakan warga untuk beraktivitas sehari-hari, baik menuju lahan pertanian, pasar, maupun tempat bekerja. Namun, selama bertahun-tahun, jalan tersebut tidak memiliki penerangan yang memadai, terutama pada malam hari. Minimnya penerangan membuat warga merasa tidak aman untuk melintas pada waktu malam, apalagi mengingat kondisi jalan yang tidak rata dan berpotensi membahayakan keselamatan pengguna jalan (Hendri et al., 2020). Kondisi ini menimbulkan keresahan dan keterbatasan akses ekonomi bagi warga sekitar (Wicaksono et al., 2024).

Kondisi tersebut menjadi perhatian serius bagi Pemerintah Desa Banjarsari, yang melihat urgensi untuk menyediakan penerangan jalan yang memadai demi meningkatkan keamanan dan kenyamanan warga (Kurniati & Zamroni, 2021). Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah keterbatasan akses listrik di daerah tersebut. Sebagian besar wilayah di Desa Banjarsari belum terhubung dengan jaringan listrik nasional, sehingga sulit bagi pemerintah desa untuk menerapkan sistem penerangan konvensional yang bergantung pada sumber energi dari PLN (S et al., 2024).

Sejalan dengan komitmen Pemerintah Desa Banjarsari untuk menyediakan infrastruktur yang lebih baik bagi warganya, kampus Universitas Semarang (USM) bersama PT. Eco Marine Technologies melalui program pengabdian kepada masyarakat

menawarkan solusi inovatif berbasis energi terbarukan. Program ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan memanfaatkan teknologi pembangkit listrik tenaga hybrid, yang mengombinasikan energi angin dan sinar matahari sebagai sumber daya utama. Program ini tidak hanya bertujuan untuk menyediakan penerangan jalan yang memadai tetapi juga bertujuan untuk mendorong penggunaan teknologi ramah lingkungan yang dapat meningkatkan efisiensi ekonomi desa.

Universitas Semarang, sebagai institusi pendidikan yang memiliki komitmen kuat terhadap pengembangan teknologi berkelanjutan, serta menggandeng Perusahaan PT. Eco Marine Technologies yang melakukan pekerjaan pemanfaatan energi terbarukan di Desa Banjarsari merupakan langkah strategis dalam menjawab permasalahan infrastruktur yang ada. Teknologi hybrid dipilih karena desa ini memiliki potensi sumber daya alam yang melimpah, terutama dari segi angin dan sinar matahari (Supari, 2024), yang dapat dioptimalkan untuk memenuhi kebutuhan energi local (Pinandita, 2024). Selain itu, dengan belum terhubungnya jaringan listrik PLN di sebagian besar wilayah desa, penggunaan energi terbarukan juga diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil, sehingga mendukung upaya pemerintah dalam menurunkan emisi karbon dan mendorong pembangunan berkelanjutan.

Pelaksanaan program ini melibatkan kerja sama yang erat antara pemerintah desa dan tim peneliti dari Universitas Semarang. Pemerintah desa, yang dipimpin oleh Kepala Desa Banjarsari, Hariyanto, SH, berperan aktif dalam memberikan dukungan, baik dari segi perencanaan, penganggaran, maupun pelaksanaan proyek. Sebagai langkah awal, pemerintah desa mengalokasikan anggaran sebesar Rp. 84.000.000,00 dari dana desa untuk pembangunan infrastruktur penerangan jalan berbasis hybrid ini. Proyek ini berhasil diselesaikan dalam waktu satu bulan dan sudah mulai beroperasi selama 2 bulan dengan hasil yang memuaskan. Selain itu, dalam program ini dipasang 17 titik lampu jalan yang terhubung dengan pembangkit listrik hybrid, masing-masing memiliki kapasitas daya baterai 3600 watt dan mampu menerangi jalan sepanjang 12 jam dalam sehari.

Teknologi hybrid yang diterapkan memanfaatkan dua sumber energi utama, yaitu angin dan sinar matahari. Pada siang hari, panel surya menangkap energi dari sinar matahari dan menyimpannya dalam baterai, sementara pada malam hari, energi yang tersimpan tersebut digunakan untuk menyalakan lampu penerangan jalan. Di sisi lain, turbin angin yang dipasang di lokasi juga berfungsi menangkap energi angin yang kemudian diubah menjadi energi listrik (Adistia et al., 2020). Kombinasi antara energi matahari dan angin ini memungkinkan lampu jalan beroperasi lebih efisien dan berkelanjutan (Adlie et al., 2015). Meskipun ada tantangan seperti cuaca mendung yang mengurangi efisiensi penyerapan energi matahari atau kecepatan angin yang tidak selalu konstan (As & Budianto, 2016), teknologi ini tetap dapat memberikan penerangan yang cukup selama sebagian besar malam hari (Tamba et al., 2022).

Dari perspektif ekonomi, penggunaan teknologi hybrid ini memberikan manfaat jangka panjang yang signifikan bagi masyarakat Desa Banjarsari. Pertama, penerangan jalan yang memadai membuka akses bagi warga untuk beraktivitas lebih lama, terutama pada malam hari, yang pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitas ekonomi desa. Masyarakat kini merasa lebih aman saat melintasi jalan tersebut pada malam hari, sehingga aktivitas ekonomi seperti perdagangan malam, distribusi hasil panen, dan transportasi barang dapat berjalan lebih lancar. Dengan demikian, peningkatan mobilitas warga ini berpotensi memberikan dampak positif terhadap perekonomian lokal.

Kedua, penggunaan energi terbarukan mengurangi beban biaya operasional penerangan jalan. Pembangkit listrik hybrid ini memanfaatkan sumber energi yang gratis dan melimpah, yaitu angin dan matahari, sehingga desa tidak perlu bergantung pada pasokan listrik dari PLN atau bahan bakar fosil. Dengan biaya operasional yang minim, desa dapat mengalokasikan anggaran yang sebelumnya digunakan untuk penerangan jalan ke sektor-sektor lain yang juga memerlukan perhatian, seperti pembangunan infrastruktur lain, pendidikan, atau layanan kesehatan.

Ketiga, dari segi lingkungan, teknologi ini sangat ramah lingkungan. Penggunaan energi terbarukan dalam program penerangan jalan di Desa Banjarsari merupakan wujud nyata dari upaya desa dalam menjaga kelestarian lingkungan. Energi angin dan matahari merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui dan tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti halnya bahan bakar fosil. Oleh karena itu, program ini sejalan dengan agenda global dalam mengurangi dampak perubahan iklim dan mempercepat transisi menuju energi bersih.

Program pengabdian kepada masyarakat dari Universitas Semarang ini juga berfungsi sebagai sarana edukasi bagi masyarakat Desa Banjarsari tentang pentingnya penggunaan teknologi terbarukan. Melalui pelatihan dan penyuluhan yang dilakukan oleh tim peneliti USM, masyarakat diajak untuk lebih memahami bagaimana energi terbarukan dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk penerangan jalan maupun untuk kebutuhan lainnya. Dengan adanya program ini, diharapkan masyarakat akan lebih terbuka terhadap inovasi teknologi dan dapat mengembangkan inisiatif serupa di masa depan, baik untuk keperluan individu maupun komunitas.

Dalam jangka panjang, program ini tidak hanya meningkatkan keamanan dan kenyamanan warga tetapi juga memberikan dampak sosial (Zaky et al., 2024) dan ekonomi yang positif (Village et al., 2024) bagi Desa Banjarsari. Dengan adanya penerangan jalan yang memadai, akses terhadap layanan publik seperti pendidikan dan kesehatan menjadi lebih mudah. Selain itu, warga desa kini dapat lebih produktif dalam menjalankan aktivitas ekonomi mereka tanpa harus terhalang oleh minimnya penerangan jalan.

Secara keseluruhan, program penerapan energi terbarukan (Adistia et al., 2020) di Desa Banjarsari ini menunjukkan bahwa inovasi teknologi dapat menjadi solusi yang efisien (Adlie et al., 2015), ramah lingkungan, dan berkelanjutan bagi tantangan

infrastruktur di desa-desa terpencil (Faisal et al., 2021). Melalui kolaborasi yang erat antara pemerintah desa, Universitas Semarang, dan masyarakat setempat, diharapkan program ini dapat menjadi model bagi desa-desa lain dalam memanfaatkan energi terbarukan untuk meningkatkan kualitas hidup warganya.

2. METODE

Dalam program pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan oleh Universitas Semarang di Desa Banjarsari, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, metode yang digunakan untuk memecahkan masalah mitra, yaitu minimnya penerangan jalan, dirancang secara komprehensif dengan pendekatan teknologi terbarukan dan pemberdayaan masyarakat. Tahapan metode ini meliputi:

1. Tim pengabdian terlebih dahulu melakukan diskusi dengan pemerintah desa dan masyarakat untuk memahami kebutuhan utama terkait penerangan jalan dan akses energi. Dari hasil identifikasi ini, diketahui bahwa minimnya penerangan jalan di jalan penghubung Dukuh Bondo dan Dukuh Brangsong selama ini mengganggu keamanan dan mobilitas warga, terutama pada malam hari, dan menghambat kegiatan ekonomi.
2. Berdasarkan hasil identifikasi, tim memilih pembangkit listrik tenaga hybrid yang memanfaatkan energi terbarukan (angin dan matahari) sebagai solusi yang tepat untuk daerah ini. Pemilihan teknologi ini didasarkan pada potensi alam sekitar serta ketiadaan jaringan listrik PLN di sebagian besar wilayah. Teknologi ini tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga memungkinkan penggunaan energi berkelanjutan dengan biaya operasional yang rendah.
3. Tim USM merancang dan mengimplementasikan pembangkit listrik tenaga hybrid yang terdiri dari panel surya, turbin angin, baterai penyimpanan energi, dan lampu penerangan. Implementasi dilakukan di sepanjang jalan penghubung sepanjang 1 kilometer, dengan total 17 titik lampu. Setiap lampu memiliki kapasitas 600-700 watt, dan baterai mampu menampung daya hingga 3600 watt, cukup untuk menyediakan penerangan selama 12 jam per hari.
4. Salah satu langkah penting adalah memberikan pelatihan kepada masyarakat setempat tentang cara kerja sistem hybrid, perawatan rutin, serta penanganan masalah teknis yang mungkin muncul. Dengan pelatihan ini, masyarakat diharapkan dapat menjaga keberlanjutan sistem penerangan tanpa harus bergantung pada pihak luar, sehingga keberlanjutan program lebih terjamin.

Waktu Pelaksanaan

Program pengabdian ini dilaksanakan selama dua bulan, yang terbagi menjadi beberapa tahap:

1. Minggu 1-2: Survei dan analisis kebutuhan masyarakat, serta desain sistem hybrid.

2. Minggu 3-4: Pemasangan infrastruktur pembangkit listrik dan penerangan jalan.
3. Minggu 5-6: Uji coba dan penyempurnaan sistem.
4. Minggu 7-8: Pelatihan masyarakat dan evaluasi awal kinerja sistem.

Program kerja dalam kegiatan ini meliputi:

1. Survei dan Identifikasi Kebutuhan: Mengumpulkan data lapangan mengenai kondisi jalan, potensi energi, dan kebutuhan penerangan.
2. Desain Sistem Pembangkit Hybrid: Menyusun desain sistem yang terdiri dari panel surya, turbin angin, dan baterai penyimpanan.
3. Pemasangan dan Uji Coba Sistem: Pemasangan fisik komponen pembangkit listrik dan lampu penerangan, serta pengujian fungsionalitas sistem.
4. Pelatihan Pemeliharaan dan Perawatan: Memberikan pelatihan kepada perangkat desa dan masyarakat tentang pengoperasian dan pemeliharaan sistem hybrid.
5. Monitoring dan Evaluasi Berkala: Mengevaluasi kinerja sistem dan memberikan perbaikan jika diperlukan.

Detail Lokasi Kegiatan

Kegiatan ini dilaksanakan di sepanjang jalan penghubung antara Dukuh Bondo dan Dukuh Brangsong, Desa Banjarsari, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Jalan sepanjang 1 kilometer ini merupakan jalur utama yang digunakan oleh warga desa untuk kegiatan ekonomi dan sosial sehari-hari.

Alat Ukur Hasil Pengabdian

Hasil dari pengabdian ini dapat diukur melalui beberapa indikator, baik secara deskriptif maupun kualitatif:

1. Keamanan dan Kenyamanan Warga. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur peningkatan keamanan adalah survei kepuasan warga setelah penerangan jalan dioperasikan. Pertanyaan dalam survei ini mencakup rasa aman warga saat melintas pada malam hari, serta seberapa sering jalan tersebut digunakan setelah adanya penerangan.
2. Perubahan Aktivitas Ekonomi. Indikator lainnya adalah peningkatan aktivitas ekonomi masyarakat. Hal ini diukur dengan melihat perubahan frekuensi aktivitas ekonomi pada malam hari, seperti pembukaan warung, pengangkutan hasil pertanian, dan mobilitas warga. Data ini diperoleh melalui wawancara dan observasi lapangan.
3. Efisiensi Energi dan Penghematan Biaya. Penghematan biaya energi juga diukur, terutama dibandingkan dengan penggunaan energi konvensional. Jumlah daya yang dihasilkan oleh panel surya dan turbin angin, serta lamanya penerangan per malam, menjadi indikator penting dalam menilai efisiensi sistem hybrid ini.

4. Penerimaan Sosial dan Budaya Dari sisi sosial budaya, perubahan sikap masyarakat terhadap teknologi terbaru diukur melalui wawancara dan diskusi kelompok terfokus (focus group discussion/FGD). Masyarakat diajak berdiskusi mengenai dampak teknologi tersebut terhadap kehidupan sehari-hari mereka, serta bagaimana mereka menerima dan memanfaatkan teknologi tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengabdian kepada masyarakat merupakan upaya penting dalam menyebarkan ilmu pengetahuan, teknologi, serta seni kepada masyarakat dengan tujuan memberikan nilai tambah di berbagai aspek, seperti ekonomi, kebijakan, dan perubahan perilaku sosial. Kegiatan ini tidak hanya bertujuan untuk memecahkan masalah yang dihadapi oleh masyarakat atau institusi mitra, tetapi juga memberikan dampak jangka panjang dalam hal pemberdayaan dan pengembangan kapasitas. Pengabdian yang dilakukan oleh Universitas Semarang di Desa Banjarsari telah berhasil memberikan perubahan signifikan baik bagi individu maupun masyarakat desa, serta menciptakan manfaat berkelanjutan di berbagai aspek kehidupan mereka.



Gambar 1. Serah Trima Kunci Menara Energi Hybrid kepada Kepala Desa Banjarsari



Gambar 2. Sosialisasi ke masyarakat desa akan energi hybrid sebagai penerangan jalan

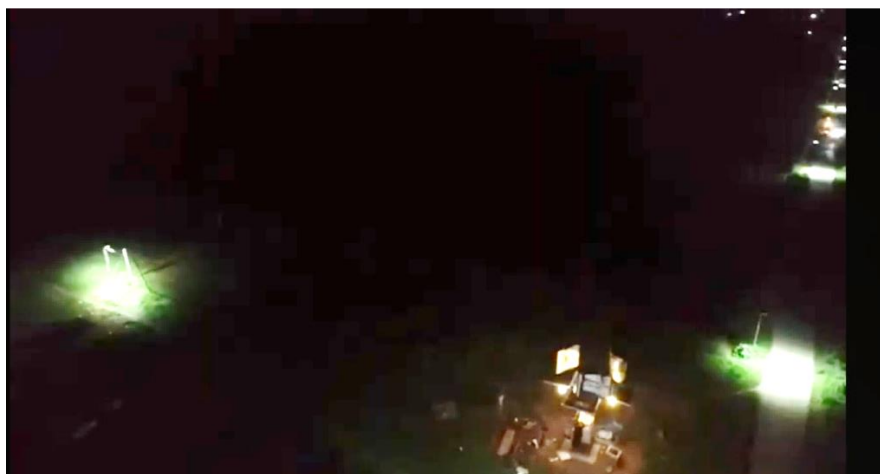
1. Perubahan Ekonomi

Salah satu hasil yang paling nyata dari program pengabdian ini adalah peningkatan kegiatan ekonomi masyarakat. Sebelum adanya penerangan jalan, masyarakat Desa Banjarsari terbatas dalam melakukan aktivitas ekonomi pada malam hari. Minimnya penerangan menyebabkan rasa tidak aman yang mempengaruhi mobilitas dan interaksi ekonomi. Setelah penerapan teknologi pembangkit listrik tenaga hybrid, kondisi berubah secara signifikan.

Dengan adanya penerangan yang memadai, warga kini dapat lebih leluasa menjalankan usaha dan kegiatan ekonomi lainnya pada malam hari. Sebagai contoh, aktivitas perdagangan di malam hari meningkat, begitu juga dengan distribusi hasil pertanian dan pengangkutan barang. Hal ini memberikan dampak positif bagi ekonomi lokal, dengan peningkatan pendapatan warga dan perluasan waktu kerja yang sebelumnya terbatas karena keterbatasan penerangan.



Gambar 3. Foto udara saat siang hari energi hybrid untuk penerangan jalan desa



Gambar 4. Foto udara penerangan jalan desa yang telah terpasang

Selain itu, dengan adanya sistem energi terbarukan yang beroperasi secara efisien, pemerintah desa mampu menghemat biaya listrik untuk penerangan jalan. Penghematan ini memungkinkan alokasi dana desa ke sektor lain yang juga memerlukan perhatian, seperti pengembangan infrastruktur, pendidikan, dan layanan kesehatan.

2. Perubahan Sosial dan Perilaku Masyarakat

Dari sisi sosial, penerapan teknologi hybrid ini juga telah membawa perubahan besar dalam kehidupan masyarakat. Sebelum penerangan tersedia, warga cenderung menghindari melewati jalan penghubung antara Dukuh Bondo dan Dukuh Brangsong pada malam hari karena dianggap berbahaya. Namun, setelah adanya penerangan, jalan tersebut menjadi lebih aman, sehingga warga merasa lebih nyaman untuk beraktivitas pada malam hari.

Perubahan perilaku ini menunjukkan bahwa pengabdian yang dilakukan mampu meningkatkan rasa aman dan kualitas hidup masyarakat. Selain itu, dengan adanya pelatihan yang diberikan oleh tim pengabdian kepada masyarakat mengenai pemeliharaan dan perawatan sistem hybrid, masyarakat menjadi lebih sadar akan pentingnya teknologi terbarukan. Hal ini diharapkan dapat mendorong penerimaan masyarakat terhadap inovasi teknologi lain di masa depan.

3. Peran Tim Pengabdian dalam Transfer Pengetahuan

Peran tim pengabdian dari Universitas Semarang dalam program ini sangat penting, terutama dalam hal transfer pengetahuan kepada masyarakat. Tim pengabdian tidak hanya berperan dalam merancang dan mengimplementasikan sistem pembangkit listrik tenaga hybrid, tetapi juga dalam memberikan edukasi kepada masyarakat tentang cara kerja dan perawatan sistem tersebut. Pelatihan

yang diberikan mencakup penjelasan mengenai cara pengoperasian panel surya, turbin angin, dan sistem penyimpanan energi, serta langkah-langkah pemeliharaan yang harus dilakukan untuk menjaga agar sistem tetap berfungsi dengan baik.

Proses transfer pengetahuan ini diharapkan dapat meningkatkan kemandirian masyarakat dalam mengelola infrastruktur yang ada, sehingga tidak lagi terlalu bergantung pada pihak luar. Masyarakat kini memiliki kemampuan untuk memantau dan memelihara sistem hybrid secara mandiri, dan jika terjadi kerusakan atau masalah teknis, mereka dapat mengambil tindakan perbaikan awal sebelum meminta bantuan dari tim teknis.



Gambar 5. Transfer knowledge dengan mahasiswa USM dan masyarakat desa

4. Dampak Jangka Pendek dan Jangka Panjang

Dampak jangka pendek dari kegiatan pengabdian ini dapat dilihat dari perubahan langsung yang terjadi setelah sistem penerangan jalan dioperasikan. Masyarakat segera merasakan manfaat berupa peningkatan keamanan dan kenyamanan, yang memungkinkan mereka untuk beraktivitas dengan lebih leluasa pada malam hari. Selain itu, program ini juga memberikan manfaat ekonomi langsung melalui peningkatan produktivitas dan aktivitas perdagangan malam hari yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan.



Gambar 6. Pemasangan instalasi lampu jalan sepanjang jalan penghubung antar desa

Dampak jangka panjang dari program ini terletak pada keberlanjutan penggunaan energi terbarukan di desa. Dengan sistem hybrid yang beroperasi secara mandiri dan tanpa biaya operasional yang tinggi, desa dapat terus menikmati penerangan jalan tanpa harus mengeluarkan biaya listrik dari PLN. Hal ini juga mendukung upaya global dalam mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mendorong transisi ke energi yang lebih bersih dan ramah lingkungan.

Selain itu, transfer pengetahuan yang dilakukan oleh tim pengabdian juga akan memberikan dampak jangka panjang berupa peningkatan kapasitas masyarakat. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang teknologi terbarukan dan kemampuannya dalam pemeliharaan infrastruktur, masyarakat diharapkan akan lebih terbuka terhadap inovasi-inovasi teknologi di masa mendatang, serta mampu mengembangkan inisiatif serupa secara mandiri.

5. Pengukuran Hasil dan Tingkat Ketercapaian

Hasil kegiatan pengabdian ini dapat diukur dari beberapa indikator yang telah ditetapkan, seperti peningkatan keamanan, aktivitas ekonomi, dan perubahan perilaku sosial. Pengukuran dilakukan melalui survei kepuasan masyarakat, observasi langsung, dan wawancara dengan warga setempat. Berdasarkan hasil survei, mayoritas masyarakat melaporkan adanya peningkatan rasa aman setelah penerangan jalan beroperasi, serta peningkatan aktivitas ekonomi pada malam hari.

Selain itu, keberhasilan kegiatan pengabdian juga diukur dari sejauh mana masyarakat dapat secara mandiri mengelola dan memelihara sistem hybrid yang telah dipasang. Pelatihan yang diberikan oleh tim pengabdian menunjukkan bahwa masyarakat kini memiliki kemampuan untuk melakukan perawatan rutin dan

menangani masalah teknis dasar, yang merupakan indikator penting dalam keberhasilan program.

6. Hasil dan Pembahasan

a) Data Penelitian:

- Produksi Energi:
 - Panel Surya:
 - Kapasitas: 1200 WP
 - Rata-rata jam penyinaran: 5 jam/hari
 - Turbin Angin:
 - Kapasitas: 500 W
 - Jam operasi: 12 jam/hari
- Kebutuhan Energi Beban:
 - Jumlah lampu: 17
 - Daya per lampu: 50 W
 - Durasi penggunaan: 12 jam/hari

b) Perhitungan Produksi Energi

Energi Harian dari Panel Surya:

$$\text{Energi Harian (Surya)} = 1200 \text{ WP} \times 5 \text{ jam} = 6000 \text{ Wh/hari}$$

Energi Harian dari Turbin Angin:

$$\text{Energi Harian (Angin)} = 500 \text{ W} \times 12 \text{ jam} = 6000 \text{ Wh/hari}$$

Total Produksi Energi Harian:

$$\text{Total Energi Harian} = 6000 \text{ Wh} + 6000 \text{ Wh} = 12000 \text{ Wh/hari}$$

c) Perhitungan Kebutuhan Energi Beban

Total Daya Lampu:

$$\text{Total Daya Lampu} = 17 \times 50 \text{ W} = 850 \text{ W}$$

Energi yang Diperlukan per Hari:

$$\text{Energi yang Diperlukan} = 850 \text{ W} \times 12 \text{ jam} = 10200 \text{ Wh/hari}$$

d) Analisis Energi

Selisih Energi:

$$\text{Selisih Energi} = 12000 \text{ Wh} - 10200 \text{ Wh} = 1800 \text{ Wh/hari}$$

- **Total Energi dalam 20 Tahun:**

Total Energi yang Dihasilkan:

$$12000 \text{ Wh/hari} \times 365 \text{ hari} \times 20 \text{ tahun} = 87,600,000 \text{ Wh} = 87.6 \text{ MWh}$$

Total Energi yang Diperlukan:

$$10200 \text{ Wh/hari} \times 365 \text{ hari} \times 20 \text{ tahun} = 74,700,000 \text{ Wh} = 74.7 \text{ MWh}$$

- **Total Surplus Energi:**

$$\text{Surplus Energi} = 87.6 \text{ MWh} - 74.7 \text{ MWh} = 12.9 \text{ MWh} = 12,900 \text{ kWh}$$

e) Penghematan Biaya Energi

Harga per kWh: 1352 IDR

Total Penghematan:

$$\text{Total Penghematan} = 12,900 \text{ kWh} \times 1352 \text{ IDR/kWh} = 17,417,800 \text{ IDR}$$

Investasi dalam kombinasi panel surya dan turbin angin selama 20 tahun menghasilkan surplus energi sebesar 12.9 MWh, dengan total penghematan biaya mencapai 17,417,800 IDR. Ini menunjukkan bahwa penggunaan energi terbarukan tidak hanya lebih hemat energi tetapi juga lebih ekonomis dibandingkan dengan penggunaan listrik PLN.

4. PENUTUP

Kesimpulan dari kegiatan pengabdian Universitas Semarang di Desa Banjarsari menunjukkan keberhasilan program dalam menyediakan penerangan jalan yang efisien melalui pembangkit listrik tenaga hybrid. Hasilnya mencakup peningkatan keamanan, kenyamanan, dan aktivitas ekonomi warga desa. Teknologi hybrid memanfaatkan potensi energi matahari dan angin, memberikan solusi yang hemat biaya dan berkelanjutan. Transfer pengetahuan kepada masyarakat memungkinkan mereka memelihara sistem secara mandiri, memastikan keberlanjutan jangka panjang.

Tantangan terkait cuaca masih ada, namun sistem berfungsi optimal. Pengembangan selanjutnya dapat mencakup peningkatan kapasitas penyimpanan energi dan perluasan teknologi di area lain. Program ini berdampak positif pada kualitas hidup masyarakat dan mendorong penerimaan teknologi ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dan berkontribusi dalam terselesaikannya kegiatan pengabdian masyarakat ini. Terima kasih kepada Pemerintah Desa Banjarsari, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, atas kerja sama dan dukungan penuh yang diberikan selama proses perencanaan hingga pelaksanaan program. Kami juga menyampaikan apresiasi kepada masyarakat Desa Banjarsari yang telah berpartisipasi aktif dalam kegiatan ini, serta kepada seluruh tim pengabdian Universitas Semarang yang dengan dedikasi dan komitmennya telah berhasil mewujudkan program ini. Semoga hasil dari pengabdian ini dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat dan menjadi inspirasi untuk program-program serupa di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adistia, N. A., Nurdiansyah, R. A., Fariko, J., Vincent, V., & Simatupang, J. W. (2020). Potensi Energi Panas Bumi, Angin, Dan Biomassa Menjadi Energi Listrik Di Indonesia. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), 105. <https://doi.org/10.24912/tesla.v22i2.9107>
- Adlie, T. A., Fazri, & Efendi, Z. (2015). Analisa Biaya Pembuatan Turbin Angin Sumbu Horizontal Di Wilayah Pesisir Kota Langsa. *Jurutera*, 02(02), 001–007. www.teknik.unsam.ac.id
- As, A. I., & Budianto, B. (2016). Desain Kapal Pembangkit Listrik Tenaga Angin 15 Gt Untuk Daerah Perairan Terpencil Wilayah Timur Indonesia. *Kapal*, 13(3), 119. <https://doi.org/10.14710/kpl.v13i3.12452>
- Asrofi, A., Hardoyo, S. R., & Sri Hadmoko, D. (2017). Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Dalam Penanganan Bencana Banjir Rob Dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Wilayah (Studi Di Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak Jawa Tengah). *Jurnal Ketahanan Nasional*, 23(2), 1. <https://doi.org/10.22146/jkn.26257>
- Faisal, M. F., Arsyad, M. I., Marpaung, J., & Ratiandi, R. (2021). Pengembangan Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Nelayan Guna Meningkatkan Kapasitas Ikan Tangkapan. *Jurnal Pengabdian*, 4(1), 62. <https://doi.org/10.26418/jplp2km.v4i1.44472>
- Hendri, J., Fahmi, S., & Azmi, B. (2020). Implementasi Larangan Parkir Bagi Pengendara Kendaraan Bermotor Di Flyover Kota Pekanbaru Berdasarkan Undang Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan. *Media Keadilan: Jurnal Ilmu Hukum*, 11(2), 268. <https://doi.org/10.31764/jmk.v11i2.3161>
- Kurniati, A. C., & Zamroni, A. (2021). Kategorisasi Karakteristik Ruang Terbuka Hijau Publik untuk Menunjang Kenyamanan Kota Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(1), 127–139. <https://doi.org/10.14710/jil.19.1.127-139>

- Mahardhani, A. J. (2017). Peran Pemerintah Kabupaten Ponorogo dalam Pengembangan Kawasan Selingkar Wilis. *Jurnal Ilmiah Manajemen Publik Dan Kebijakan Sosial*, 1(1). <https://doi.org/10.25139/jmnegara.v1i1.284>
- Pinandita, S. S. (2024). *Kecepatan Perahu Listrik Implementasi Motor AC 3 Phase, Sensor hall Effect dan Sensor Optocoupler* (2nd ed., Vol. 19, Issue 5). PT. Literasi Nusantara Indonesia.
- S, Y. K. M., Nuraeni, S., Wulandari, L., Aulia, E., R, G. A. M., & Tania, R. (2024). *173-Article Text-886-1-10-20240131*. 4(1).
- Supari; Satria Pinandita; (2024). *Optimalisasi Listrik Tenaga Surya dalam Mobilitas Perahu Metode dan Analisanya* (1st ed., Issue 112). PT. Literasi Nusantara Indonesia.
- Susanti, P. D., & Sabardila, A. (2023). Pembangunan Jalan dan Jembatan Penghubung Akibat Bendungan Jlantah di Desa Tlobo dan Karang Sari. *Jurnal Administrasi Publik Dan Pembangunan*, 5(1), 57. <https://doi.org/10.20527/jpp.v5i1.7491>
- Tamba, C. N., Simanjuntak, K. S., & Nainggolan, R. (2022). *Penghasil Daya Pada Prototype Smart Boat*. 999–1009.
- Village, K., District, K., Faizah, N., Fadhilah, N., Fikri, N. Z., Assidiqi, M. I., Rohmani, M., Afrizal, M. I., Ardian, B. R., Nafisah, E., Hafidha, M., & Akmalia, A. (2024). *Inovasi Dan Optimalisasi Proses Produksi Sirup Bunga Rosella Di Desa Karangtengah Kabupaten Kendal Innovation And Optimization Of Rosella Flower Syrup Production Process In Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang , Indonesia Secara geografis Desa Kara*. 4.
- Wicaksono, D. G., Ibrahim, I. M., Muhammad, R. F., Marbun, R. N., Ramadhani, P. N., & Bangun, M. F. A. (2024). *Motif Perilaku Begal Sepeda Motor Di Kota Bekasi (Studi Literatur Review)*. 2.
- Zaky, F. A., Adib Al-Dzahabi, M., Taqwim, M. H. A., Fil'ardiani, N. U., & Agustin, Y. S. (2024). Sustainable Development Goals Penerapan Sdgs Dalam Program Hibah Mbkm Untuk Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan Di Kelurahan Sumber. *Journal Ekosains*, 15(1), 16–29.