



# Penerapan Sistem Pompa Air Tenaga Surya *Off-Grid* pada Areal Persawahan Dusun Joho, Kabupaten Blora sebagai Wujud Pemberdayaan dan Ketahanan Energi Masyarakat

Novan Akhiriyanto\*, Wasis Waskito Adi, Astrie Kusuma Dewi

Politeknik Energi dan Mineral Akamigas

DOI:

<https://doi.org/10.47134/jpem.v2i3.789>

\*Correspondence: Novan Akhiriyanto

Email: [akhiriyanto.n@gmail.com](mailto:akhiriyanto.n@gmail.com)

Received: 22-05-2025

Accepted: 22-06-2025

Published: 22-07-2025



**Copyright:** © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (BY SA) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** Kekeringan yang diakibatkan oleh musim kemarau adalah tantangan utama pertanian yang dihadapi oleh masyarakat Dusun Joho, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora. Keterbatasan akses energi listrik di tengah areal persawahan dan air bersih untuk pengairan yang dicukupi melalui sumur tengah sawah menjadi hambatan dalam menjaga ketahanan ekonomi lokal. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menyediakan inovasi teknologi melalui penerapan sistem pompa air tenaga surya *off-grid* yang dilengkapi dengan *water pumped storage* dan alat pipil jagung berpengerak motor DC. Kegiatan ini dirancang tidak hanya untuk memberdayakan masyarakat lokal dalam menghadapi permasalahan kekeringan, tapi juga memberikan ruang pembelajaran aplikatif bagi Mahasiswa dalam implementasi teknologi energi terbarukan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan memberikan manfaat langsung kepada masyarakat. Lebih jauh, kegiatan ini secara praktis mendukung pencapaian beberapa tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs), yaitu SDG 1 (Tanpa Kemiskinan), SDG 4 (Pendidikan Berkualitas), SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau), SDG 9 (Inovasi dan Infrastruktur) dan SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim)

**Keywords:** Kekeringan, Akses Energi, Pengairan, Sistem Pompa Air Tenaga Surya, SDGs

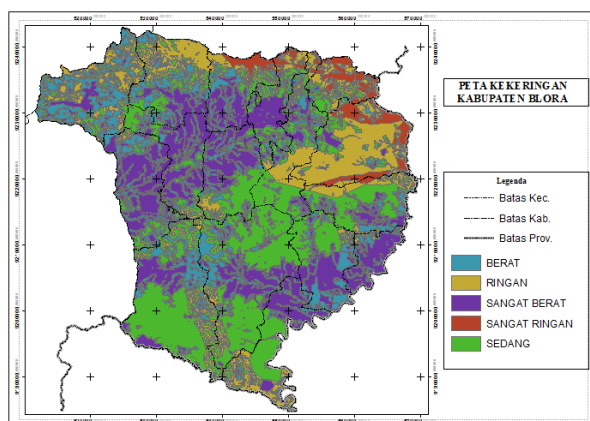
## Pendahuluan

Dusun Joho termasuk dalam wilayah administrasi Desa Mulyorejo, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora. Berdasarkan data (Blora, 2019), wilayah administrasi Desa Mulyorejo seluas 305,23 Ha dengan Luas Sawah Dilindungi (LSD) mencapai 192,54 Ha dengan karakteristik LSD terdapat irigasi teknis dan memiliki produktivitas 4,5-6 ton/Ha/panen, menurut definisi LSD dari Kementerian ATR/BPN. Risiko iklim di Kecamatan Cepu memiliki 2 ancaman yaitu risiko terhadap banjir dan risiko kekeringan. Desa Mulyorejo dinyatakan sebagai daerah yang cukup rentan untuk risiko banjir dan risiko kekeringan dari taraf tidak rentan, agak rentan dan cukup rentan. Sementara itu, menurut data (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Blora, 2024), Desa Mulyorejo pernah terdampak kekeringan dengan jumlah terdampak mencapai 1600 jiwa.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Prasetyo et al, 2018), menyatakan bahwa Kabupaten Blora dilewati oleh gugusan pegunungan Kendeng Utara berupa pegunungan kapur sehingga kondisi tanahnya gersang dan tandus, sehingga hampir tiap tahun pada musim kemarau pada sebagian besar wilayah Kabupaten Blora

mengalami kekeringan. Berdasarkan gambar 1 di bawah, terdapat 5 klasifikasi luasan lahan rawan kekeringan pada Kabupaten Blora, yaitu:

- Sangat berat seluas 38.289,537 Ha (19,63%);
- Berat seluas 41.599,246 Ha (21,32%);
- Sedang seluas 63.435,279 Ha (32,51%);
- Ringan seluas 37.206,274 Ha (19,07%);
- Sangat ringan seluas 14.566,757 Ha (7,47%).



**Gambar 1.** Peta Klasifikasi Kekeringan Tahunan (Agil Prasetyo et al., 2018)

Budaya masyarakat pertanian di Kabupaten Blora, khususnya di Kecamatan Cepu memanfaatkan pengairan area persawahan menggunakan sumur yang berada di tengah area sawah, sehingga untuk mendapatkan akses air selama ini masih manual. Agar dapat mempermudah masyarakat khususnya pertanian, maka memerlukan sistem terpisah dengan jaringan PLN (*off-grid*) untuk dapat mengoperasikan pompa air pada sumur tengah sawah. Jika memerlukan sistem terpisah jaringan PLN (*off-grid*), masyarakat biasanya menggunakan genset berbahan bakar minyak (BBM), khususnya jenis diesel solar yang berharga murah, namun di sisi lain, penggunaan genset ini juga berdampak lingkungan menghasilkan emisi karbon. Sehingga masyarakat Dusun Joho membutuhkan suplai listrik secara lokal yang terpisah jaringan PLN untuk memompa air dari sumur tengah sawah, namun perlu mempertimbangkan dampak lingkungan yang ditimbulkan jika menggunakan genset berbahan bakar minyak. Salah satu alternatif yang ditawarkan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) ini menerapkan sistem pompa air menggunakan PLTS *Off-Grid* di Dusun Joho, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora. Penggunaan PLTS pada sistem pompa air ini mempertimbangkan bahwa energi surya diperoleh secara gratis dari alam, khususnya di wilayah Indonesia yang sepanjang tahun terpapar sinar matahari.

Potensi energi surya di Indonesia sangat menjanjikan untuk dimanfaatkan secara optimal. Studi (Solargis, 2017) yang dilakukan oleh *World Bank* melalui program *Energy Sector Management Assistance Program* (ESMAP), berdasarkan pemodelan satelit Solargis yang dilakukan di 8 area, yaitu Binjai, Jambi, Jakarta, Pontianak, Surabaya, Kupang, Manado, dan Jayapura menyatakan bahwa potensi energi surya dengan parameter *Global Horizontal Irradiation* (GHI) secara rerata harian berada pada rentang 4,44 – 5,80 kWh/m<sup>2</sup>.

Potensi energi surya tertinggi di area Kupang sebesar 5,80 kWh/m<sup>2</sup> sedangkan area Surabaya yang berada paling dekat dengan wilayah Blora, mencapai 5,29 kWh/m<sup>2</sup>. ESMAP juga menerbitkan aplikasi berbasis *website* <https://globalsolaratlas.info/>, namun dari aplikasi ini, untuk area Dusun Joho, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora, hasil simulasi yang diperoleh nilai GHI per tahun mencapai 1939,1 kWh/m<sup>2</sup>. Artinya untuk luasan panel surya per m<sup>2</sup> berpotensi menghasilkan energi listrik sebesar 1939,1 kWh per tahunnya.

Pemanfaatan energi terbarukan berupa energi surya melalui sistem PLTS berbasis panel fotovoltaik (PLTS PV) telah banyak digunakan dalam mensuplai energi listrik dengan beban pompa air. Tujuan penerapan sistem ini adalah merancang dan membangun sistem pompa air tenaga surya dengan mempertimbangkan kondisi lokal serta menganalisis kinerja sistem ditinjau dari aspek teknis. Sistem ini terdiri dari modul surya PV dengan total kapasitas 450 Wp, *inverter* 1200 VA, 4 baterai 12 V dengan kapasitas masing-masing 150 Ah dan *Solar Charge Controller* (SCC) berkapasitas 30 A (Liliana et al, 2020). Selain itu, pemanfaatan tenaga surya yang digunakan sebagai suplai listrik pompa air telah banyak diterapkan pada kegiatan-kegiatan PkM lainnya untuk pengairan persawahan. Kegiatan yang dilakukan oleh (Sinaga et al., 2021) diterapkan pada masyarakat Desa Karang Rejo, Lampung menggunakan panel surya berkapasitas 200 Wp, baterai berkapasitas total 90 Ah untuk suplai pompa air DC 60 Watt. Kegiatan serupa berupa studi juga telah dilakukan oleh (Sariman & Fitriyani, 2021), dengan menggunakan pompa air DC 180 Watt dan panel surya berkapasitas total 200 Wp. Kemudian kegiatan yang telah dilakukan oleh (Syahid et al, 2022) menerapkan sistem pompa air DC untuk Pemuda HKTI Gowa secara sederhana menggunakan pengendali mikrokontroler Arduino.

Kegiatan sejenis juga telah dilakukan oleh (Darmawan et al, 2023), dengan menerapkan sistem pompa air bertenaga surya di Desa Parambambe, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan, menggunakan panel surya berkapasitas 340 Wp, dan pompa air celup/*submersible* 220 VAC yang tentunya membutuhkan *inverter* sebagai pengubah sinyal DC ke AC dari panel surya dan SCC menuju ke pompa air AC ini, hal ini juga telah dilakukan oleh (Masthura & Armansyah, 2023). Kegiatan (Darmawan et al, 2023) ini juga mulai membandingkan penggunaan genset diesel modifikasi berbahan bakar gas elpiji 3 kg dengan penggunaan panel surya. Hal yang sama juga telah dilakukan oleh (Atthoriq et al, 2022), membandingkan penggunaan genset SFE 200 dengan sistem pompa air bertenaga surya. PLTS digunakan sebagai energi listrik untuk beban pompa air dalam sistem irigasi pertanian pada lahan rawan kekeringan, pada umumnya lebih banyak menggunakan pompa air DC karena tidak perlu mengubah sinyal DC yang dihasilkan oleh panel surya. Namun, saat ini teknologi sel PV yang digunakan dalam sistem PLTS berbasis PV monokristalin masih memiliki efisiensi sampai dengan 27,6% dalam tahapan riset (Smith et al., 2021), sedangkan di pasaran pastinya lebih kecil dari itu. Studi mengenai perkiraan jejak karbon yang dihasilkan oleh emisi genset diesel BBM juga telah dilakukan oleh (Jakhrani et al., 2012), menemukan bahwa emisi jejak karbon dapat meningkat 5 kali lipat seiring dengan peningkatan faktor emisi dari 1 kgCO<sub>2</sub>/liter menjadi 5 kgCO<sub>2</sub>/liter.

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang telah dilakukan ini juga terkait dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) atau secara populer dan global disebut

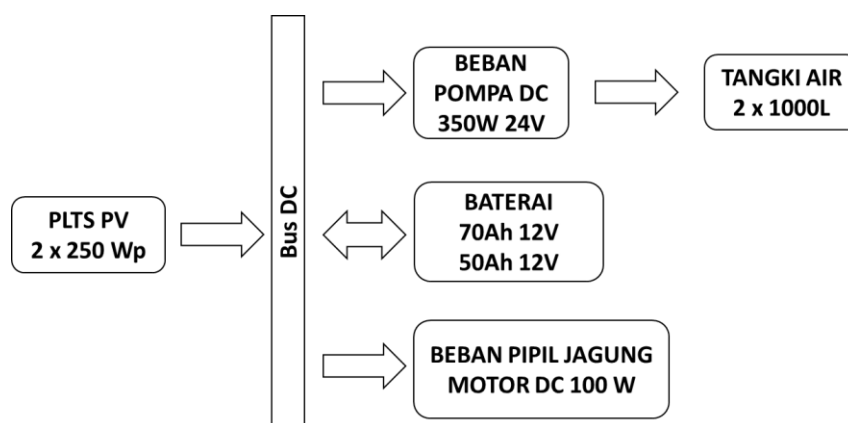
sebagai *Sustainable Development Goals* (SDGs) berkontribusi pada pencapaian SDG 1, yaitu tanpa kemiskinan karena kegiatan PkM ini berperan dalam upaya mengurangi kerentanan ekonomi warga dusun terhadap bencana kekeringan akibat kemarau serta mendukung keberlanjutan pertanian lokal. Selain itu, kegiatan PkM ini tidak hanya memberikan manfaat langsung kepada masyarakat Disin Joho, tapi juga menjadi sarana pembelajaran praktis bagi Mahasiswa yang telah terlibat secara langsung dalam proses instalasi dan pengujian sistem ini, sehingga memperkuat keterampilan teknis dan pemahaman Mahasiswa terhadap permasalahan nyata di masyarakat. Kegiatan ini selaras dengan SDG 4, yaitu meningkatkan kompetensi vokasional dan pendidikan berbasis keberlanjutan (Miftahussurur, 2016).

Kegiatan ini juga berkontribusi pada pencapaian SDG 7, yaitu energi bersih dan terjangkau, karena memfasilitasi masyarakat pedesaan/dusun dengan akses energi terbarukan berbasis energi surya yang bersih, andal, terjangkau dan tidak tergantung pada jaringan listrik PLN konvensional. Dari sisi implementasi teknologi, inovasi sistem *water pumped storage* dan penggunaan pompa air *submersible* berbasis tenaga surya mendukung pengembangan infrastruktur teknologi yang efektif untuk menangani masalah akses energi, rentan kekeringan akibat kemarau pada lahan pertanian dan isu lingkungan terkait emisi karbon, hal ini selaras dengan pencapaian SDG 9 penerapan teknologi industri, inovasi dan infrastruktur dalam memperkuat ketahanan pangan dan energi serta keberlanjutan infrastruktur dusun/desa (Fiando, 2019). Pemanfaatan energi surya menggantikan sumber energi listrik PLN yang sebagian besar masih berasal dari energi primer fosil (batubara) serta pemanfaatan genset BBM untuk pertanian, sejalan dengan komitmen mitigasi perubahan iklim yang diamanatkan pada pencapaian SDG 13 penanganan perubahan iklim, yaitu dengan mengurangi emisi karbon dari penggunaan bahan bakar fosil (Zulkarnain, 2019).

Sehingga manfaat kegiatan PkM ini secara sederhana telah berkontribusi terhadap pencapaian SDGs secara praktis dan lokal, khususnya SDG 1, yaitu Tanpa Kemiskinan, SDG 4, yaitu Pendidikan Berkualitas, SDG 7, yaitu Energi Bersih dan Terjangkau, SDG 9, yaitu Industri, Inovasi dan Infrastruktur, dan SDG 13, yaitu Penanganan Perubahan Iklim.

## Metodologi

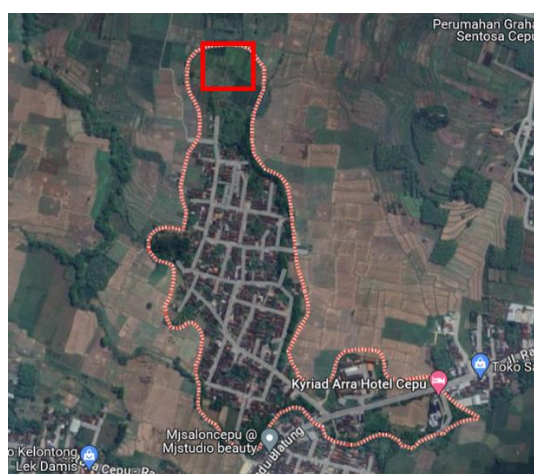
Kegiatan PkM ini diawali dengan penelitian menggunakan pendekatan studi eksperimental sebelum diterapkan di masyarakat. Studi ini telah dilaksanakan (Akhiriyanto et al, 2023), bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem pompa air bertenaga surya dalam memanen energi kecil tersisa dari aliran air dalam pipa. Kemudian purwarupa sistem pompa air tenaga surya ini diterapkan di Dusun Joho menggunakan alat dan bahan yang telah tersedia di pasaran, sehingga mudah dibeli, didapatkan dan direalisasikan. Dari wawancara dengan penduduk yang memiliki area sawah di sekeliling sumur, diperoleh kesimpulan bahwa penduduk juga membutuhkan alat pipil jagung. Sistem kelistrikan yang digunakan adalah sistem DC, sehingga beban-beban seperti pompa dan alat pipil jagung dalam sistem DC. Secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Bagan Sistem Terpasang

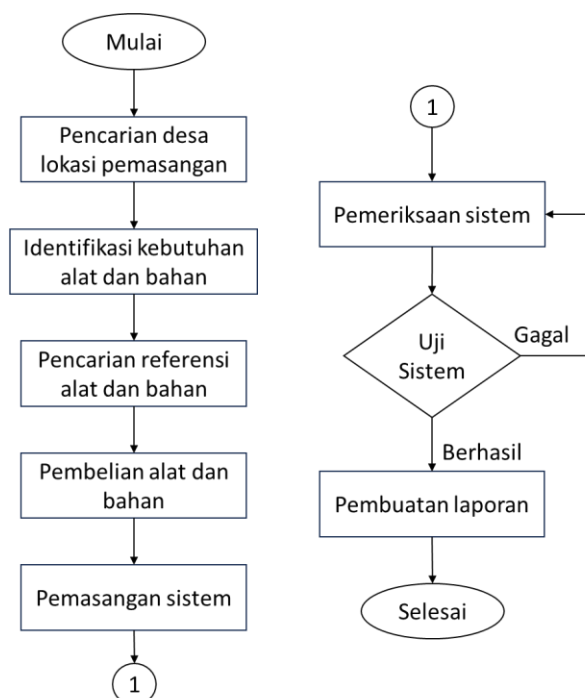
Sistem pompa air bertenaga surya, sesuai Gambar 2 di atas, menggunakan panel surya PV berkapasitas total 500 Wp yang terhubung pada instalasi bus DC dengan penyimpanan energi oleh baterai 12 V berkapasitas total 120 Ah, pompa air celup DC 24 V berkapasitas 350 Watt yang kemudian air yang dipompa dari sumur dialirkan ke 2 tandon air berkapasitas 1000 Liter serta beban tambahan alat pipil jagung perancangan sendiri dengan penggerak motor DC 100 Watt.

Kegiatan PkM ini diawali dengan pencarian desa lokasi sasaran pemasangan sistem. Agar lebih mudah dalam keputusan lokasi ini, maka menggunakan referensi lokasi desa yang terlebih dahulu disinggahi oleh kegiatan pengabdian masyarakat sebelumnya dengan menggunakan *trailer tenaga surya mobile* yang disebut *Quick Respon Energy (QREEN)* dengan Hak Paten Sederhana Nomor: IDS000004774. Kemudian mengidentifikasi kebutuhan-kebutuhan alat dan bahan yang nantinya akan dipasang di lokasi. Pemilihan lokasi ini berdasarkan kedekatan jarak dengan kampus PEM Akamigas namun masih memiliki lahan persawahan yang masih luas, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah. Sumur air terletak di tengah area persawahan sekitar 10 orang penduduk setempat namun tidak terbatas untuk penduduk yang memiliki area persawahan bersangkutan.



Gambar 3. Lokasi Pemasangan

Setelah menetapkan lokasi pemasangan sistem, maka melakukan pemeriksaan terhadap instalasi alat dan bahan agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya sesuai dengan perencanaan. Pada saat ini juga dilakukan pengujian instalasi alat dan bahan agar dapat beroperasi dan bermanfaat bagi penduduk sekitar. Jika sistem telah berhasil beroperasi dan tidak mengalami kendala maka selanjutnya menyusun laporan sebagai tahap akhir langkah kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Secara keseluruhan, diagram alir dari tahapan-tahapan di atas ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah.



**Gambar 4.** Diagram Alir Kegiatan

## Hasil dan Pembahasan

Pada awal kegiatan, dilakukan pembongkaran instalasi QREEN yang telah terpasang di areal persawahan, QREEN dirancang untuk menyediakan akses energi listrik pada kondisi bencana, namun dapat juga secara fleksibel diimplementasikan untuk mengairi areal persawahan. QREEN merupakan penerapan inovasi teknologi energi terbarukan secara implementatif yang sejalan dengan pencapaian SDG 9 dalam memperkuat akses energi kepada masyarakat melalui inovasi teknologi. Pembongkaran instalasi QREEN melibatkan para Mahasiswa, sehingga kegiatan ini mendukung SDG 4 karena menjadi sarana pembelajaran praktis bagi para Mahasiswa, terutama keilmuan mengenai manajemen proyek dan saling bekerja sama dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. Proses pembongkaran instalasi QREEN, ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah, berjalan dengan lancar dan tidak ada kendala mengenai keselamatan kerja, sehingga para Mahasiswa dapat memahami hakikat pengerjaan keteknikan yang diimplementasikan kepada masyarakat.



Gambar 5. Proses Pembongkaran Instalasi QREEN

Pada kegiatan PkM ini dipasang suatu sistem pompa air tenaga surya yang berlokasi di dekat sumur tengah area persawahan penduduk Desa Joho Kecamatan Cepu Kabupaten Blora yang sejalan dengan pencapaian SDG 7 untuk menyediakan akses energi bersih dan berkelanjutan dengan menyediakan pengairan persawahan untuk 10 orang penduduk yang memiliki lahan sawah di sekitar sumur, menurut keterangan Ketua RT setempat. Namun tidak hanya terbatas untuk 10 orang penduduk saja, karena air sumur juga digunakan untuk penduduk sekitarnya saat musim kemarau. Keran air akses kepada penduduk berjumlah 3 titik tersebar dengan rekayasa perubahan diameter pipa agar dapat memperkencang aliran air. Maka pada saat musim kemarau yang menyebabkan bencana kekeringan, masyarakat dusun masih tetap dapat bertani, sehingga diharapkan sejalan dengan pencapaian SDG 1, dapat berperan dalam mengurangi kerentanan ekonomi masyarakat dusun terhadap kekeringan dan mendukung keberlanjutan pertanian sekitar serta pemasangan alat pipil jagung dengan penggerak motor DC juga mendukung pencapaian SDG 9 melalui inovasi teknologi energi terbarukan dan mengembangkan infrastruktur energi dan pertanian. Gambaran mengenai realisasi kegiatan ini ditunjukkan oleh Gambar 6 di bawah.



Gambar 6. Inovasi Sistem Terpasang

Selain itu, kegiatan PkM ini juga secara penuh melibatkan peran serta para Mahasiswa secara penuh mulai dari perencanaan pekerjaan, koordinasi material di lapangan (*material on site*), pemasangan panel surya dan SCC, pemasangan instalasi elektrikal di dalam *box panel*, serta pemasangan instalasi sistem perpipaan termasuk keran air dan tandon air. Sehingga dengan mengikuti kegiatan ini, para Mahasiswa memperoleh pembelajaran mengenai prinsip-prinsip manajemen proyek, khususnya pembangunan infrastruktur energi skala kecil, yaitu koordinasi waktu pekerjaan, ketersediaan perkakas dan material di lapangan, pembelajaran keteknikan instrumentasi dan kelistrikan serta pengalaman dan pengetahuan mengenai teknologi energi terbarukan, khususnya teknologi aplikatif PLTS untuk masyarakat lokal. Hal ini sejalan dengan pencapaian SDG 4 dalam menyediakan pendidikan yang berkualitas dan nyata untuk masyarakat sehingga diharapkan para Mahasiswa dapat memberdayakan diri untuk berguna bagi kepentingan masyarakat. Gambaran mengenai pembelajaran ini, dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah.



**Gambar 7.** Kontribusi Mahasiswa untuk Sistem Terpasang

Selain menyediakan akses energi bersih dan terjangkau bagi masyarakat sesuai dengan SDG 7 dan menerapkan inovasi teknologi dan infrastruktur yang implemetatif bagi masyarakat sesuai SDG 9, penggunaan energi surya untuk suplai pompa air celup/*submersible* DC 24 Volt 350 Watt dan pipil jagung berpengerak motor listrik DC 12 Volt 100 Watt menggantikan sumber energi primer fosil BBM sejalan dengan mitigasi perubahan iklim, sebagaimana diamanatkan dalam SDG 13, yaitu dengan mengurangi emisi karbon dari penggunaan bahan bakar fosil. Konsumsi 1 Liter diesel mengemisikan sekitar 2,7 kg CO<sub>2</sub> menurut (Jakhrani et al., 2012) dalam referensi yang digunakannya. Kebutuhan pompa air dengan suplai genset diesel BBM biasanya 10 Liter per hari sehingga potensi emisi karbon yang dihasilkan dapat mencapai 27 kg CO<sub>2</sub> per hari untuk kebutuhan air pada pertanian, belum termasuk alat pipil jagung menggunakan motor BBM. Sehingga dengan keberadaan purwarupa sistem pompa air bertenaga surya ini diharapkan dapat meminimalisir emisi karbon yang dihasilkan untuk sektor pertanian. Gambaran mengenai purwarupa sistem dan alat pipil jagung ditunjukkan pada Gambar 8 di bawah.



Gambar 8. Purwarupa Sistem Terpasang Dilengkapi Alat Pipil Jagung

## Simpulan

Purwarupa sistem pompa air tenaga surya off-grid di Dusun Joho memberikan dampak langsung peningkatan akses energi bersih dan terjangkau pada wilayah rawan kekeringan. Penggunaan teknologi energi terbarukan berhasil menggantikan sumber energi berbahan bakar fosil dan secara nyata mengurangi potensi emisi karbon di sektor pertanian. Sistem ini juga memperkuat infrastruktur teknologi pedesaan melalui inovasi sederhana yang mudah dicontoh. Selain manfaat teknis dan lingkungan, keterlibatan para Mahasiswa dalam seluruh proses instalasi memperkuat edukasi dan transformasi nyata agar siap menghadapi permasalahan kemasyarakatan secara teknis, sekaligus menjadi wahana pembelajaran yang relevan dengan penguatan kompetensi vokasional. Secara keseluruhan, kegiatan ini berkontribusi pada pencapaian 5 pilar utama SDGs secara nyata, yaitu SDG 1, SDG 5, SDG 7, SDG 9 dan SDG 13.

## Daftar Pustaka

- Akhiriyanto, N., Waskito A, W., Pratama, A., & Satria P, R. (2023). Performance investigation of installed pico-hydro power using maximum power point tracking based on incremental conductance algorithm in solar water pumped storage system. *Polimesin*, 21(6), 598–603.
- Atthoriq, A. M., Sumarjo, J., & Anjani, R. D. (2022). Perancangan System Pompa Air Tenaga Surya Terhadap Produktivitas Pertanian Padi (Sawah). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* <https://jurnal.Unibrah.Ac.Id/Index.Php/JIWP>, 8(3), 178–183. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6420819>
- Blora, P. (2019). Laporan Akhir Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) RDTR Kecamatan Cepu. In *Pemerintah Kabupaten Blora* (Vol. 2016, Issue 2014).
- Conte, R. (2025). Comparative analysis of CO<sub>2</sub> and propane heat pumps for water heating: seasonal performance of air and hybrid solar-air systems. *Applied Thermal Engineering*, 278, ISSN 1359-4311, <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2025.127131>

- Darmawan, F. A., Aqsha, I., & Hambali, A. (2023). Penerapan Teknologi Pompa Irigasi Sawah berbasis Tenaga Surya di Desa Parambambe Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan. *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, Dan Seni Bagi Masyarakat)*, 12(1), 54. <https://doi.org/10.20961/semar.v12i1.65873>
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Blora. (2024). *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kabupaten Blora 2023.pdf*. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Blora.
- Fianto, B. A. dkk. (2019). Handbook of SGDs Series UNAIR: Pilar Ekonomi. In UNAIR. UNAIR.
- Jakhrani, A. Q., Rigit, A. R. H., Othman, A. K., Samo, S. R., & Kamboh, S. A. (2012). Estimation of carbon footprints from diesel generator emissions. *Proceedings of the 2012 International Conference in Green and Ubiquitous Technology, GUT 2012*, 78–81. <https://doi.org/10.1109/GUT.2012.6344193>
- Liliana, Irsyad, M., Kunaifi, & Afriani, S. (2020). Desain dan Implementasi Pompa Air Tenaga Surya (PATS). In *Al Mujahadah Press (Pertama)*. Al-Mujahadah Press.
- Majeed, J.R. (2023). Design Off-Grid Solar Water Pumping System as a Replacement to Petrol Pump in Remote Area. *International Conference on Engineering Science and Advanced Technology Icesat 2023*, 108-113, <https://doi.org/10.1109/ICESAT58213.2023.10347290>
- Masthura, M., & Armansyah, A. (2023). Utilization of Solar Panels as a Source of Electrical Energy in Alternating Current (AC) Water Pump. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 20(1), 38. <https://doi.org/10.20527/flux.v20i1.14421>
- Miftahussurur, M. et al. (2016). *Handbook of SGDs Series UNAIR: Pilar Sosial*. UNAIR.
- Okubanjo, A.A. (2025). Optimal Operation of Heat Pump Water Heaters in Integrated Solar-Thermal-Grid Energy Systems. *Proceedings of the 33rd Southern African Universities Power Engineering Conference Saupec 2025*, <https://doi.org/10.1109/SAUPEC65723.2025.10944361>
- Prasetyo, D. A., Suprayogi, A., & Hani'ah, H. (2018). Analisis Lokasi Rawan Bencana Kekeringan Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Kabupaten Blora Tahun 2017. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(4), 314-324. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2018.22436>
- Ruheili, S.M. Al (2022). Using a Hybrid Off-Grid Semi-Fixed Solar System to Power a Water Pump in a Water Supply Well in Remote Areas. *Society of Petroleum Engineers Adipec 2022*, <https://doi.org/10.2118/211150-MS>
- Sariman, S., & Fitriyani, N. (2021). Analisa Pemanfaatan Solar Cell Monocrystalline sebagai Sumber Energi Listrik pada Pompa Air Arus Searah (Dc) 12 Volt Berdaya 180 Watt. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(5), 902–918. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i5.227>
- Sinaga, H. H., Permata, D., Soedjarwanto, N., & Purwasih, N. (2021). Pompa Air Tenaga Surya untuk Irigasi Persawahan bagi Masyarakat Desa Karang Rejo, Pesawaran, Lampung. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 22–26. <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v5i1.2633>

- 
- Smith, B. L., Woodhouse, M., Horowitz, K. A. W., Silverman, T. J., Zuboy, J., & Margolis, R. M. (2021). *Photovoltaic ( PV ) Module Technologies : 2020 Benchmark Costs and Technology Evolution Framework Results*. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. NREL/TP-7A40-78173. November.
- Solargis. (2017). Solar Resource and Photovoltaic Power Potential of Indonesia. In *World Bank Group* (Issue May).
- Syahid, M., Salam, N., Piarah, W., Djafar, Z., Jalaluddin, Tarakka, R., & Gaffar, A. (2022). Pemanfaatan Pompa Air Tenaga Surya untuk Sistem Irigasi Pertanian. *Jurnal Tepat (Teknologi Terapan Untuk Pengabdian Masyarakat)*, 5(1), 102–107.
- Zulkarnain, H. et al. (2019). Handbook of SGDs Series UNAIR: Pilar Lingkungan. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). UNAIR.