

Inovasi Teknologi Panel Surya untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian di Desa Lempangang Berbasis Energi Terbarukan

Muhammad Akil¹, Andi Baso Kaswar², Andi Alamsyah Rivai³

Universitas Negeri Makassar^{1,2,3}

muhammadakil@unm.ac.id¹, a.baso.kaswar@unm.ac.id², andi.alamsyah@unm.ac.id³

Abstract

This community service program aims to increase agricultural productivity and improve the welfare of the "Sejahtera" Farmer Group in Lempangang Village, Bajeng Subdistrict, Gowa Regency, through the implementation of solar-powered irrigation technology. The project focuses on replacing traditional diesel-fueled water pumps with more environmentally friendly and cost-effective solar-powered pumps. Furthermore, the introduction of smart farming technologies utilizing IoT devices powered by solar energy provides farmers with timely information on soil fertilization and climate changes, thus improving their adaptability to climate challenges. The project also includes the construction of solar panel frames, the installation of controllers, and solar panels in the farmers' rice fields, where the technology is already in use. Initial tests on solar panels, controllers, and water pumps demonstrated the efficiency of the system in supporting irrigation needs. Through this project, we aim to establish a model for sustainable agricultural practices that not only reduce the environmental impact but also enhance the economic conditions of farmers in the region. The outcomes of this initiative include increased productivity, reduced operational costs, and the empowerment of farmers through the application of innovative, renewable energy technologies in agriculture.

Keywords: *Submersible Pumps; Solar Panels; Sustainable Agriculture; Renewable Energy.*

Abstrak

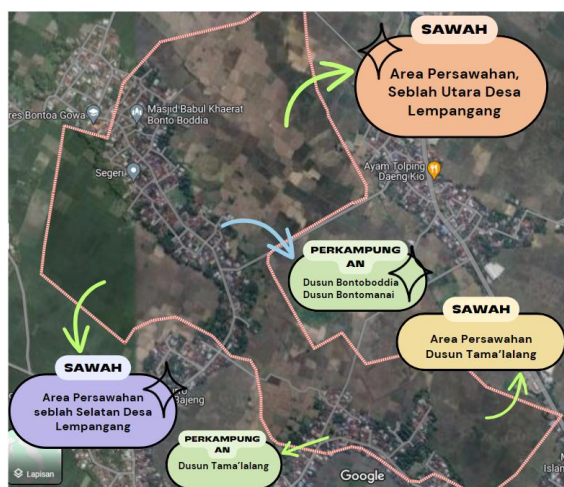
Program pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan kesejahteraan Kelompok Tani "Sejahtera" di Desa Lempangang, Kecamatan Bajeng, Kabupaten Gowa, melalui penerapan teknologi irigasi berbasis panel surya. Proyek ini berfokus pada penggantian pompa air berbahan bakar diesel dengan pompa tenaga surya yang lebih ramah lingkungan dan hemat biaya. Selain itu, penerapan teknologi pertanian pintar menggunakan perangkat IoT bertenaga surya memberikan informasi tepat waktu kepada petani tentang pemupukan tanah dan perubahan iklim, sehingga meningkatkan kemampuan adaptasi mereka terhadap tantangan iklim. Proyek ini juga mencakup pembuatan rangka panel surya, pemasangan controller, dan panel surya di sawah petani, di mana teknologi ini sudah digunakan. Uji coba awal terhadap panel surya, controller, dan pompa air menunjukkan efisiensi sistem dalam mendukung kebutuhan irigasi. Melalui proyek ini, kami berharap dapat menciptakan model praktik pertanian berkelanjutan yang tidak hanya mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga meningkatkan kondisi ekonomi petani di wilayah tersebut. Luaran dari inisiatif ini mencakup peningkatan produktivitas, penurunan biaya operasional, dan pemberdayaan petani melalui penerapan teknologi inovatif energi terbarukan dalam bidang pertanian.

Kata Kunci: Pompa Submersible; Panel Surya; Pertanian Berkelanjutan; Energi Terbarukan.

A. PENDAHULUAN

Kelompok Tani "Sejahtera" yang berlokasi di Desa Lempang, Kecamatan Bajeng, Kabupaten Gowa, terdiri dari 26 anggota petani dengan luas lahan pertanian sekitar 50 hektar. Kelompok ini telah menjadi salah satu kontributor utama dalam sektor pertanian setempat, dengan komitmen kuat untuk meningkatkan kesejahteraan melalui pengelolaan pertanian yang lebih efisien. Desa Lempang secara geografis berada di dataran rendah dengan iklim tropis yang memberikan peluang besar dalam pengembangan sektor pertanian, didukung oleh tanah subur dan sumber air irigasi yang melimpah.

Namun, meski memiliki potensi besar, Desa Lempang menghadapi beberapa tantangan, terutama dalam hal infrastruktur dan akses terhadap teknologi modern.



Gambar 1. Kondisi Geografis Desa Lempang

Salah satu tantangan yang dihadapi adalah penggunaan sistem irigasi konvensional yang masih mengandalkan pompa berbahan bakar minyak (BBM), yang

sangat boros dalam hal biaya operasional. Penggunaan pompa BBM tidak hanya mahal, tetapi juga berdampak negatif terhadap lingkungan dan ekosistem sekitar akibat emisi gas buang. Tantangan ini diperburuk dengan akses transportasi yang terbatas, terutama selama musim hujan, yang memperlambat distribusi hasil pertanian.

Di sisi lain, mayoritas petani masih menggunakan metode pertanian tradisional, yang menyebabkan rendahnya produktivitas. Dengan ketergantungan yang tinggi pada BBM, biaya produksi meningkat dan keuntungan petani menurun. Selain itu, dampak lingkungan dari penggunaan BBM sangat signifikan, memperburuk kondisi kesehatan petani dan masyarakat sekitar. Sistem energi terbarukan, seperti pompa air fotovoltaik surya dan teknologi rumah kaca, dapat mendorong pertanian berkelanjutan dan mengurangi emisi gas rumah kaca sekaligus menjaga stabilitas ekonomi (Singh & Balachandra, 2019).



Gambar 2. Pompa Irigasi Sawah menggunakan mesin BBM

Dalam konteks ini, inovasi teknologi berbasis energi terbarukan, seperti panel surya untuk sistem irigasi, dapat menjadi solusi yang sangat efektif. Teknologi pompa air listrik hibrida dapat secara efektif

mengairi sawah tadah hujan, menawarkan alternatif bagi mesin bahan bakar fosil dan teknologi pompa air (Mohsin & H, 2023). Sistem APV dapat meningkatkan produktivitas lahan hingga 70% meskipun mengurangi hasil panen sekitar sepertiga (Weselek et al., 2019). Para ahli melihat manfaat potensial dalam agrivoltaik tetapi mengidentifikasi hambatan seperti produktivitas lahan jangka panjang dan potensi pasar.

Agrivoltaik menunjukkan manfaat potensial bagi petani, tetapi hambatannya meliputi produktivitas lahan jangka panjang, potensi pasar, kompensasi yang adil, dan fleksibilitas sistem (Pascaris et al., 2020). Sistem listrik hibrida surya-biomassa dapat menyediakan akses energi yang andal dan terjangkau untuk daerah pedesaan, meningkatkan mata pencaharian dan pemberdayaan ekonomi (Singh & Balachandra, 2019).

Melalui penerapan teknologi panel surya, petani diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, menekan biaya operasional, dan meningkatkan produktivitas pertanian. Selain itu, terdapat Teknologi PETIS berbasis solar panel untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas petani dalam mengurus tanamannya. Khususnya pada sistem pemanfaatan air permukaan sebagai air irigasi dan dalam konsistensi pemberian air untuk tanaman karena Teknologi PETIS menggunakan sistem RTC yaitu otomatisasi penyiraman berdasarkan waktu yang diinginkan berbasis solar panel (Wulandari et al., 2023).

Penggunaan jenis pompa submersible DC berbasis panel surya sangat efektif meningkatkan pengetahuan petani dan mengurangi biaya operasional dalam mengairi sawah tadah hujan dengan memanfaatkan energi matahari (Hariyanto et al., 2023). Teknologi ini tidak hanya akan

meningkatkan efisiensi, tetapi juga akan memberikan dampak positif dalam jangka panjang terhadap keberlanjutan usaha pertanian dan lingkungan. Inovasi ini diharapkan mampu meningkatkan produksi pertanian dari 20 ton per tahun menjadi 30 ton per tahun, serta mendorong peningkatan kesejahteraan bagi petani di Desa Lempangang. Selain itu, implementasi desa pintar yang mengintegrasikan perangkat IoT bertenaga surya akan lebih meningkatkan produktivitas pertanian dengan memberikan informasi real-time kepada petani mengenai pemupukan tanah dan adaptasi terhadap perubahan iklim (Maheswari et al., 2019).

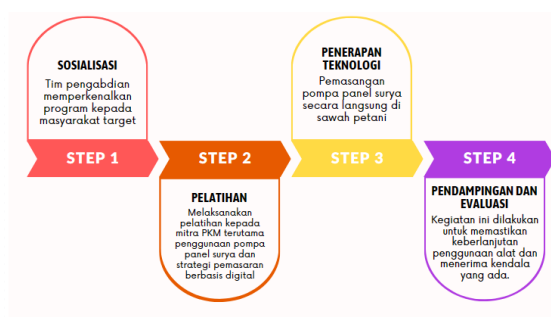
Permasalahan yang dihadapi oleh Kelompok Tani "Sejahtera" adalah sistem irigasi sawah yang masih mengandalkan sumur bor dengan mesin bahan bakar sebagai alat pemompa air. Penggunaan mesin bahan bakar untuk mengoperasikan sistem irigasi sawah menimbulkan ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Penggunaan pompa BBM ini tidak hanya mahal secara finansial bagi petani, tetapi juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan akibat emisi gas buang. Selain itu, biaya operasional untuk membeli bahan bakar serta melakukan perawatan mesin bahan bakar menjadi beban finansial yang signifikan bagi Kelompok Tani "Sejahtera". Akibatnya, pendapatan petani berkurang dan menghambat pengembangan usaha pertanian mereka. Dampak negatif lainnya terhadap lingkungan adalah tidak hanya menciptakan polusi udara, tetapi juga berpotensi merusak ekosistem lokal. Hal ini dapat mempengaruhi kesehatan petani dan masyarakat sekitar, serta mengurangi kualitas lingkungan hidup di wilayah pertanian.

B. PELAKSANAAN DAN METODE

Metode pelaksanaan yang akan digunakan dalam pengabdian kepada

masyarakat meliputi beberapa tahapan yang sistematis untuk memastikan keberhasilan dan keberlanjutan program. Tahapan ini meliputi sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi, serta keberlanjutan program. Berikut ini adalah gambaran umum tentang alur pelaksanaan program yang akan dilaksanakan:



Gambar 3. Alur pelaksanaan kegiatan PKM

Adapun tahapan kegiatan yang akan diterapkan kepada masyarakat dapat dijelaskan secara rinci pada poin berikut:

Sosialisasi

Kegiatan ini mencakup observasi awal ke desa mitra, di mana tim pengabdian akan melakukan peninjauan awal terhadap kondisi dan kebutuhan masyarakat setempat, sekaligus meninjau lokasi target yang akan dipasangkan pompa panel surya. Observasi ini bertujuan untuk memahami secara lebih mendalam tentang kondisi dan lingkungan di desa mitra, serta mengidentifikasi permasalahan yang perlu diatasi. Melalui observasi ini, tim pengabdian dapat merencanakan strategi dan program yang sesuai dengan kebutuhan dan potensi masyarakat sasaran, sehingga dapat memberikan manfaat yang maksimal.

Pengumpulan Alat dan Bahan

Dalam kegiatan ini, tim pengabdian akan mengidentifikasi alat dan bahan yang diperlukan untuk melaksanakan program dengan baik. Proses ini melibatkan penyusunan daftar alat dan bahan yang diperlukan, identifikasi sumber atau tempat pengadaannya, serta pengaturan logistik untuk pengangkutan dan penyimpanan alat dan bahan tersebut. Pengumpulan alat dan bahan dilakukan dengan mengunjungi secara langsung ke toko terdekat dan secara online apabila terdapat bahan yang tidak tersedia barang yang diinginkan.

Pelatihan Mitra

Kegiatan pelatihan kepada mitra mencakup persiapan materi yang komprehensif tentang penggunaan teknologi panel surya untuk pompa irigasi dan teknologi pemasaran, diikuti dengan sesi sosialisasi dan motivasi untuk membangun kesadaran dan motivasi mitra. Mitra juga diberikan kesempatan untuk praktik lapangan guna mengaplikasikan langsung pengetahuan yang mereka peroleh.

Penerapan Teknologi

Kegiatan ini dimulai dengan instalasi perangkat dan sistem teknologi yang telah dipersiapkan sebelumnya. Mitra akan dilibatkan secara aktif dalam proses ini, dengan mendapatkan instruksi dan panduan dari tim PKM.

Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan melalui kunjungan rutin ke lokasi mitra, baik secara langsung maupun melalui telpon, untuk memantau kemajuan, memberikan saran, dan menjawab pertanyaan yang muncul dari

mitra. Selama kunjungan, dilakukan juga evaluasi terhadap kinerja program dan kemajuan yang telah dicapai oleh mitra. Evaluasi ini mencakup pengukuran terhadap pencapaian target, identifikasi hambatan atau tantangan yang dihadapi, serta pengumpulan umpan balik dari mitra tentang keberhasilan dan kekurangan program.

Keberlanjutan Program

Untuk memastikan keberlanjutan program PkM ini, tim pengabdian akan terus melakukan pemantauan secara berkala untuk mengevaluasi dan memastikan bahwa teknologi panel surya dan sistem pompa irigasi yang telah dipasang berfungsi dengan baik.

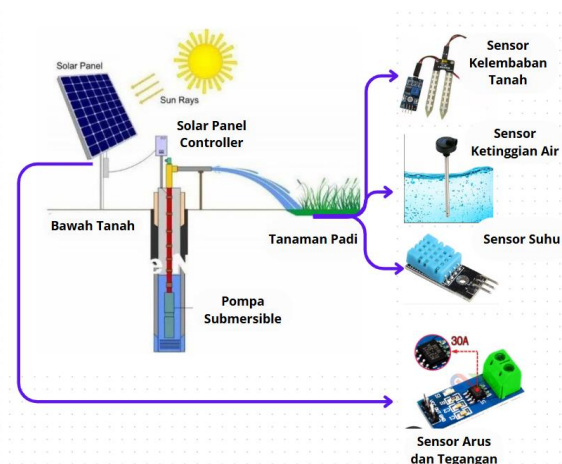
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian menunjukkan kemajuan yang signifikan dalam implementasi teknologi panel surya pada sistem irigasi sawah mitra. Sebagai 290istri awal, tim pengabdian telah berhasil memasang dua unit pompa air berbasis panel surya di lahan pertanian mitra. Pompa tersebut saat ini sudah beroperasi dan digunakan oleh petani untuk irigasi sawah, dengan hasil yang menunjukkan peningkatan efisiensi pengelolaan air. Penerapan teknologi ini tidak hanya menawarkan 290istri yang lebih ramah lingkungan, tetapi juga membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, sehingga mendorong keberlanjutan produktivitas pertanian dan kesejahteraan petani.

Perencanaan desain pengkabelan pompa panel surya

Kegiatan pertama adalah tim PkM melakukan proses perencanaan yang dimulai dengan 290istri290290 desain sistem teknologi panel surya yang akan digunakan

untuk irigasi di lahan pertanian mitra. Desain ini mencakup penentuan spesifikasi teknis, seperti kapasitas pompa air, kebutuhan daya panel surya, dan komponen pendukung lainnya seperti 290istrik290290r dan sistem rangka.



Gambar 4. Desain pompa irigasi sawah berbasis panel surya

Diagram pengkabelan antara panel surya, controller, dan pompa air sawah menunjukkan aliran 290istrik dan hubungan antar komponen utama dalam sistem pompa irigasi berbasis energi surya. Berikut adalah penjelasan dari alur pengkabelan:

1. Panel Surya ke Controller:

Panel surya yang dipasang di 290istrik290 terhubung ke solar charge controller melalui kabel DC (Direct Current). Kabel positif (+) dan 290istrik290 (-) dari panel surya disambungkan ke input controller pada terminal yang sesuai (input panel). Jika beberapa panel digunakan, panel-panel ini dapat dihubungkan secara seri (untuk meningkatkan tegangan) atau 290istrik290 (untuk meningkatkan arus) sebelum dihubungkan ke controller, sesuai dengan kebutuhan daya sistem. Panel surya mengonversi energi matahari menjadi 290istrik DC, yang dialirkan ke controller untuk dikendalikan.

2. Controller ke Pompa Air:

Dari controller, aliran listrik yang stabil dan sesuai kebutuhan pompa dialirkan melalui kabel DC ke pompa air. Pada terminal output controller, kabel positif (+) dan negatif (-) yang terhubung ke pompa disambungkan. Controller berfungsi mengatur tegangan dan arus yang diterima pompa air, memastikan bahwa pompa tidak kelebihan daya atau kekurangan daya untuk operasional yang optimal.

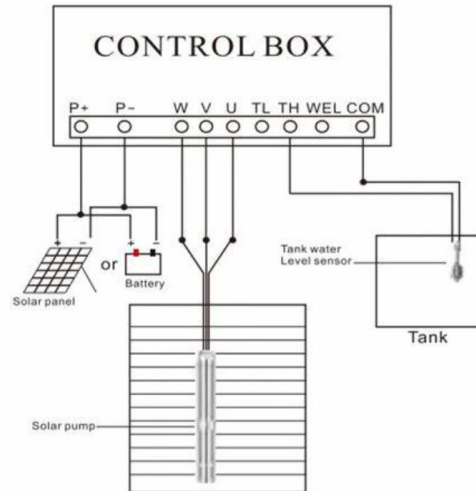
3. Pengamanan Sistem:

Dalam sistem pengkabelan, fuse (sekering) atau circuit breaker sering kali ditempatkan di antara panel surya dan controller, serta antara controller dan pompa air. Ini berfungsi untuk melindungi sistem dari lonjakan arus yang berlebihan atau potensi korsleting. Pengkabelan yang digunakan harus sesuai dengan kapasitas daya sistem untuk menghindari pemanasan kabel atau kerusakan komponen.

4. Grounding:

Penting juga untuk menyertakan grounding dalam sistem pengkabelan, di mana panel surya dan controller dihubungkan ke grounding untuk mencegah potensi bahaya akibat arus bocor atau lonjakan listrik.

Dengan konfigurasi ini, listrik dari panel surya akan dialirkan ke controller, yang mengelola daya sebelum disalurkan ke pompa air. Pompa air kemudian akan menggunakan listrik tersebut untuk mengangkat air dari sumbernya menuju lahan sawah untuk kebutuhan irigasi. Diagram ini memastikan bahwa seluruh sistem bekerja secara efisien dan aman.



Gambar 5. Diagram pengkabelan antara solar panel, controller dan pompa

Uji Coba Panel Surya, Kontroller, dan Pompa

Sebelum instalasi di lapangan, tim pengabdian melakukan uji coba awal terhadap perangkat teknologi, termasuk panel surya, kontroller, dan pompa. Uji coba ini dilakukan untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik dan siap digunakan untuk sistem irigasi. Uji coba ini melibatkan pengukuran output tenaga listrik dari panel surya, pengaturan kontroller, serta uji kinerja pompa untuk memastikan kemampuan memompa air dengan efisien.



Gambar 6. Ujicoba Pompa, panel surya dan controller

Pembuatan Rangka Panel Surya

Untuk mendukung instalasi panel surya di sawah mitra, tim pengabdian dan mitra bersama-sama membangun rangka yang kokoh dan tahan terhadap kondisi lingkungan persawahan. Pembuatan rangka ini dilakukan dengan memperhitungkan posisi optimal pemasangan panel agar dapat menerima sinar matahari secara maksimal sepanjang hari, serta memastikan struktur rangka aman dan tahan lama.



Gambar 7. Pembuatan rangka panel surya

Pemasangan Panel Surya di Sawah Mitra

Setelah uji coba, tim pengabdian melanjutkan dengan pemasangan kontroller ke dalam box panel yang aman dan terlindung dari paparan cuaca. Pemasangan kontroller dilakukan dengan cermat untuk memastikan semua kabel dan komponen terpasang dengan baik sesuai dengan standar keamanan dan efisiensi operasional. Kontroller ini menjadi pusat pengatur yang memastikan energi yang dihasilkan oleh panel surya dapat digunakan secara optimal untuk mengoperasikan pompa.

Setelah persiapan selesai, panel surya beserta rangkanya dipasang di lokasi sawah mitra. Pemasangan ini melibatkan pengaturan posisi panel surya, pemasangan kabel penghubung, dan memastikan semua komponen terintegrasi dengan baik. Saat ini,

kedua unit panel surya yang dipasang sudah berfungsi dan digunakan untuk mendukung sistem irigasi sawah.



Gambar 8. Pemasangan panel surya pada sawah mitra

D. PENUTUP

Simpulan

Program pengabdian masyarakat dengan penerapan teknologi panel surya untuk sistem irigasi di Desa Lempangang telah menunjukkan hasil yang positif dan memberikan dampak yang signifikan bagi kelompok tani mitra. Instalasi dua unit pompa bertenaga panel surya berhasil mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan menekan biaya operasional secara substansial. Secara keseluruhan, program ini tidak hanya berfokus pada penerapan teknologi, tetapi juga peningkatan kapasitas mitra melalui pendampingan dan pelatihan yang direncanakan untuk dilaksanakan pada tahap berikutnya. Dampak program ini mencakup peningkatan produksi pertanian, penurunan biaya operasional, serta peluang peningkatan pendapatan melalui akses pasar yang lebih luas

Saran

Pelatihan intensif dan pendampingan lanjutan kepada mitra sangat diperlukan untuk memastikan penggunaan dan perawatan teknologi panel surya serta aplikasi pemasaran digital dapat berjalan dengan baik. Selain itu, monitoring dan evaluasi berkala perlu dilakukan untuk menjaga kinerja optimal sistem irigasi berbasis panel surya yang telah dipasang. Kolaborasi dengan pemerintah dan

pihak terkait juga disarankan agar program ini dapat diperluas dan didukung dari segi pembiayaan dan teknis.

Ucapan Terima Kasih

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi serta Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Universitas Negeri Makassar atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses kegiatan pengabdian ini berlangsung.

Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Kelompok Tani "Sejahtera" di Desa Lempangang, Kecamatan Bajeng, Kabupaten Gowa, yang telah memberikan kesempatan untuk bekerja sama dan menjadi mitra dalam penerapan teknologi inovatif ini. Partisipasi aktif dan kerjasama dari seluruh anggota kelompok tani sangat membantu kami dalam memahami permasalahan di lapangan dan mengimplementasikan solusi yang relevan.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Hariyanto, H., Rusdi, M., & Jayadi, J. (2023). Implementation of Solar-Powered Submersible Pump Technology (PSTSP) to Increase Rainfed Rice Field Production. *Engagement: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(1). <https://doi.org/10.29062/engagement.v7i1.1096>
- Maheswari, R., Azath, H., Sharmila, P., & Gnanamalar, S. S. R. (2019). Smart Village: Solar Based Smart Agriculture with IoT Enabled for Climatic Change

and Fertilization of Soil. *2019 IEEE 5th International Conference on Mechatronics System and Robots (ICMSR)*, 102–105. <https://doi.org/10.1109/ICMSR.2019.8835454>

- Mohsin, M., & H, J. S. (2023). Pengairan Sawah Tadah Hujan Gunakan Rekayasa Pompa Air Sistem Listrik Hybrid. *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 4(1). <https://doi.org/10.36040/aliner.v4i1.6042>
- Pascaris, A. S., Schelly, C., & Pearce, J. M. (2020). A First Investigation of Agriculture Sector Perspectives on the Opportunities and Barriers for Agrivoltaics. *Agronomy*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy10121885>
- Singh, M., & Balachandra, P. (2019). Microhybrid Electricity System for Energy Access, Livelihoods, and Empowerment. *Proceedings of the IEEE*, 107, 1995–2007. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2019.2910834>
- Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., Schindele, S., & Högy, P. (2019). Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3>
- Wulandari, R., Taryo, Nurdiyanto, & Nugraha, N. (2023). Aplikasi Teknologi PETIS Berbasis Solar Panel di Desa Sinarancang Kecamatan Mundu Kabupaten Cirebon. *Jurnal Pengabdian Nasional (JPN) Indonesia*, 4(1). <https://doi.org/10.35870/jpni.v4i1.91>