

Penerapan Rancang Bangun PLTS Sistem Off-Grid Sebagai Kendali Penyiraman Otomatis Berbasis PLC Pada Perkebunan Widuri di Desa Wonokerto, Kecamatan Bancak, Kabupaten Semarang

¹⁾Adi Wasono, ²⁾Eriko Arvin Karuniawan*, ³⁾Achmad Hardito, ⁴⁾Adeguna Ridlo Pramurti, ⁵⁾Akhmad Jamaah, ⁶⁾Agus Adiwismono, ⁷⁾Endang Triyani, ⁸⁾Juwarta, ⁹⁾Moch. Chambali, ¹⁰⁾Hery Setijasa, ¹¹⁾Yusnan Badruzzaman

^{2,4,5,9,11)}Program Studi STr Teknologi Rekayasa Instalasi Listrik, Politeknik Negeri Semarang, Kota Semarang, Indonesia

^{1,3,6,7,8,9,10)}Program Studi D3 Teknik Listrik, Politeknik Negeri Semarang, Kota Semarang, Indonesia

^{*)} Email Corresponding: eriko@polines.ac.id

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: PLTS Off Grid Mandiri Energi Watering System Energi Hijau	Kawasan Produksi Widuri yang terletak di Desa Wonokerto, Kecamatan Bancak, Kabupaten Semarang merupakan sebuah Kawasan Perkebunan yang sebagian besar peralatan penyiraman masih mengandalkan suplai daya dari PLN. Untuk menunjang kebutuhan kegiatan penyiraman tanaman, kelompok pengabdian dosen Politeknik Negeri Semarang telah membuat dan memasang sistem PLTS yang bertujuan sebagai suplai daya utama dalam penyiraman tanaman di Kawasan Produksi Widuri. Total beban 315,8 Wh disuplai menggunakan baterai sebagai sumber utama berkapasitas 200 Ah serta dengan pengisian menggunakan panel surya berkapasitas 500Wp. Pada kegiatan pengabdian ini menggunakan LVD (Low Voltage Disconnect) untuk mekanisme perpindahan suplai energi dari baterai atau PLN untuk ke beban. Hasil dari pengukuran besaran listrik dapat dipantau menggunakan PZEM-015 dan P06S-100. Energi pengisian baterai tertinggi terjadi pada rentang waktu 11.30 – 12.00 sebesar 73.98 Wh dan total rata – rata per hari mencapai 932,32 Wh. Rata – rata pengisian energi baterai sebesar 68,75 Ah atau setara dengan 34% kapasitas baterai. Dari kegiatan pengabdian ini menunjukkan PLTS Off-Grid dapat mengurangi ketergantungan petani terhadap energi listrik PLN serta dapat menjadi percontohan pemanfaatan energi listrik dalam rangka mendorong kemandirian energi nasional.
Keywords: Solar Power Plant Off Grid Energy Independent Watering System Green Energy	ABSTRACT Widuri Production Area located in Wonokerto Village, Bancak District, Semarang Regency is a plantation area where most watering equipment still relies on power supply from PLN. To support plant watering activities, the Semarang State Polytechnic lecturer service group has created and installed a PLTS system that aims to be the main power supply in watering plants in the Widuri Production Estate. The total load of 315.8 Wh is supplied using batteries as the main source with a capacity of 200 Ah and by charging using solar panels with a capacity of 500Wp. In this development activity, LVD (Low Voltage Disconnect) is used to transfer energy supply from the battery or PLN to the load. The results of measuring electrical quantities can be monitored using PZEM-015 and P06S-100. The highest battery charging energy occurs in the time range of 11.30 – 12.00 of 73.98 Wh and the total average per day reaches 932.32 Wh. The average battery charge is 68.75 Ah or equivalent to 34% of battery capacity. This service activity shows that Off-Grid PLTS can reduce farmers' dependence on PLN's electrical energy and can be a model for the use of electrical energy to encourage national energy independence.
This is an open access article under the CC-BY-SA license.	
	

I. PENDAHULUAN

Kelompok pengabdian dosen Teknik Listrik Politeknik Negeri Semarang (Polines) rutin melaksanakan kegiatan pengabdian setiap tahunnya dengan dana skema dana DIPa. Pada kegiatan pengabdian masyarakat tahun anggaran 2023, Kelompok dosen Teknik Listrik Polines berfokus pada tema energi hijau pada pemberdayaan ekonomi desa.

Latar belakang dari kegiatan pengabdian ini didorong oleh semakin meningkatnya kebutuhan akan efisiensi penggunaan sumber daya energi dan air dalam pengelolaan perkebunan. Namun, meskipun konsep penerapan PLTS sistem off-grid dan kendali penyiraman otomatis berbasis PLC telah diperkenalkan, implementasi yang komprehensif dan terintegrasi masih terbatas, terutama di lingkungan perkebunan skala menengah seperti perkebunan Widuri di Desa Wonokerto.

Peningkatan populasi memicu permintaan energi listrik yang meningkat, menyebabkan tantangan dalam ketersediaan energi di Indonesia (Kurniawan dkk., 2022). Sementara energi konvensional memiliki keterbatasan dan dampak lingkungan yang besar (Setyono & Kiono, 2021), energi baru terbarukan (EBT), khususnya energi surya, menjadi alternatif menarik (Halim, 2022). Meskipun potensi energi surya di Indonesia cukup tinggi, pemanfaatannya masih terbatas karena kendala teknis dan biaya produksi yang tinggi (Alnavis dkk., 2024).

Dalam konteks ini, pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off Grid menjadi solusi yang menjanjikan, terutama dalam kasus Kawasan Produksi Widuri yang masih bergantung pada pasokan listrik dari PLN. PLTS Off Grid menggunakan kontrol PLC yang memungkinkan beralih secara otomatis antara sumber daya utama (PLTS) dan PLN sesuai dengan kapasitas baterai. Ini tidak hanya memberikan keandalan suplai energi, tetapi juga membantu menghemat biaya operasional dengan mengurangi ketergantungan pada PLN.

Kelebihan lain dari PLTS Off Grid adalah kemampuannya untuk memberikan informasi langsung tentang kondisi operasional melalui kotak panel, memungkinkan pemantauan yang efisien terhadap beban listrik yang digunakan.

Pada Kawasan Produksi Widuri yang merupakan sebuah Kawasan Perkebunan yang sebagian besar peralatan penyiraman masih mengandalkan suplai daya dari PLN. Maka dari itu untuk menunjang kebutuhan kegiatan penyiraman di Kawasan Produksi Widuri (Maulana dkk., 2023) diperlukan pengembangan energi baru dan terbarukan. Dengan demikian, PLTS Off Grid dengan kendali PLC diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif dalam mendukung produksi tanaman di Kawasan Produksi Widuri, sambil mengurangi biaya operasional yang sebelumnya dikucurkan untuk pembayaran listrik PLN.

Dengan demikian, dari kegiatan pengabdian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pemahaman tentang penerapan teknologi terbarukan dan otomatisasi dalam pengelolaan perkebunan serta memberikan panduan praktis bagi pemangku kepentingan terkait untuk mengimplementasikan solusi yang berkelanjutan dan efisien.

II. MASALAH

Latar belakang masalah di atas adalah meningkatnya permintaan energi listrik sebagai akibat dari peningkatan populasi penduduk, yang mengakibatkan tantangan dalam ketersediaan energi di Indonesia. Sementara itu, penggunaan energi konvensional memiliki keterbatasan dan dampak lingkungan yang besar. Oleh karena itu, diperlukan alternatif energi baru terbarukan (EBT), seperti energi surya, namun pemanfaatannya masih terbatas karena kendala teknis dan biaya produksi yang tinggi (Kholiq, 2015). Keadaan ini mendorong pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off Grid sebagai solusi potensial, terutama di daerah seperti Kawasan Produksi Widuri yang masih bergantung pada pasokan listrik dari PLN. Hal ini bertujuan untuk mengatasi tantangan ketersediaan energi dan mengurangi dampak lingkungan, sambil juga menghemat biaya operasional (Hakim dkk., 2021).

III. METODE

Metode yang dilakukan dalam kegiatan pengabdian Dosen Teknik Listrik Polines ini antara lain:

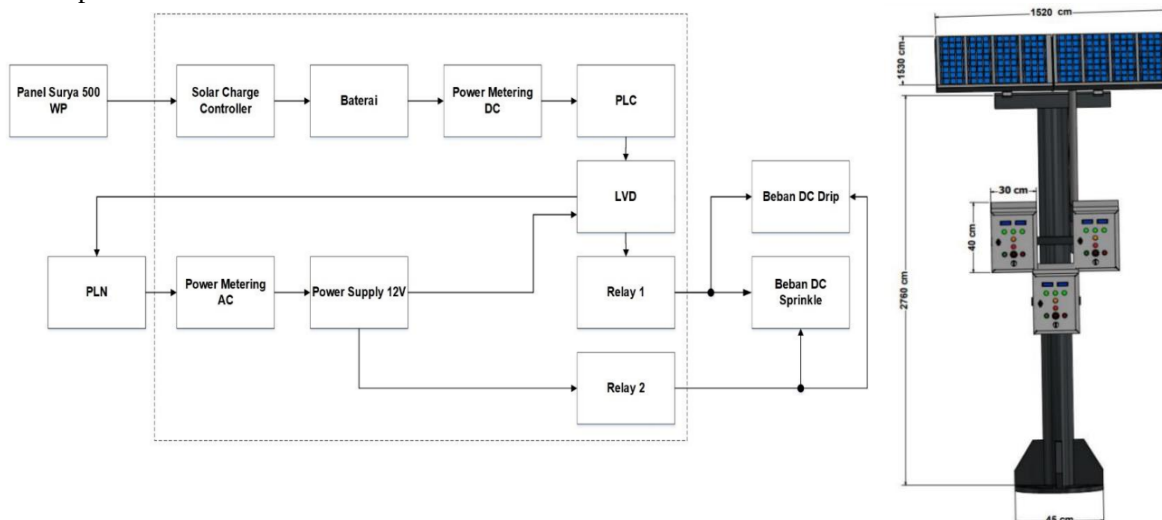
1. Observasi

Mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan yang ada di Kawasan Produksi Widuri terkait bidang energi dan sistem pertanian. Data yang diobservasi meliputi kebutuhan air, pompa, energi listrik, luas lahan, jenis tanaman dan operasional kegiatan perkebunan

2. Perancangan
Membuat perancangan dalam pembuatan sistem PLTS agar sesuai dan dapat digunakan pada sistem penyiraman di Kawasan Produksi Widuri
3. Implementasi Rekayasa
Melakukan instalasi dan pengujian sistem PLTS off grid untuk sistem pengairan tanaman di Kawasan Produksi Widuri
4. Edukasi
Memberikan edukasi dan pemahaman pengelola Kawasan Produksi Widuri terkait penggunaan serta perawatan sistem PLTS off grid agar tercipta keberlanjutan
5. Monitoring
Melaksanakan pemeriksaan berkala untuk memastikan sistem PLTS dapat terus berjalan berkelanjutan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelompok pengabdian dosen Teknik Listrik Polines melakukan kegiatan pengabdian di Kawasan Produksi Widuri pada tanggal 16-17 Agustus 2023. Kegiatan dilaksanakan dengan pemasangan sistem PLTS off grid serta memberikan edukasi terhadap pengelola Kawasan Produksi Widuri tentang penggunaan dan perawatan PLTS off grid tersebut. Rancangan sistem PLTS Off Grid dibuat untuk menyesuaikan kebutuhan energi yang diperlukan dalam sistem penyiraman tanaman. Diagram blok dan rancangan bangunan PLTS dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok dan rancangan bangunan PLTS Off Grid

Perhitungan Pemakaian Energi Listrik Pada sistem kendali ini, terdapat beban yang bekerja secara standby selama 24 jam, yaitu beban sistem serta beban-beban pompa yang bekerja pada waktu-waktu tertentu (Sunik dkk., 2024). Besarnya daya yang dibutuhkan pada sistem PLTS adalah sebesar 3,9 Watt, besar daya yang dibutuhkan oleh motor pompa Drip adalah sebesar 144 Watt, serta daya yang dibutuhkan oleh motor pompa Sprinkle adalah sebesar 144 Watt. Data tersebut didapat berdasar spesifikasi daya pada tiap komponen. Beban-beban pada panel kontrol PLTS akan bekerja selama 24 jam penuh, sedangkan beban motor-motor Drip dan Sprinkle bekerja secara periodik selama satu hari, yaitu motor pompa Drip bekerja selama 2 jam per hari dan motor pompa Sprinkle bekerja selama 30 menit per hari. Serta pengembangan yang dapat bekerja selama 6 jam dengan daya 200 Watt. Maka akan mengonsumsi energi sebesar 1.653,6 Wh.

Perhitungan tegangan dan arus pada rangkaian, didapat data sebagai berikut :

Diketahui :

$$V_{mp} = 19,25$$

$$V_{Imp} = 12,96 \text{ A}$$

Keterangan :

2 panel surya memiliki V_{mp} dan I_{mp} sama maka perhitungannya sebagai berikut :

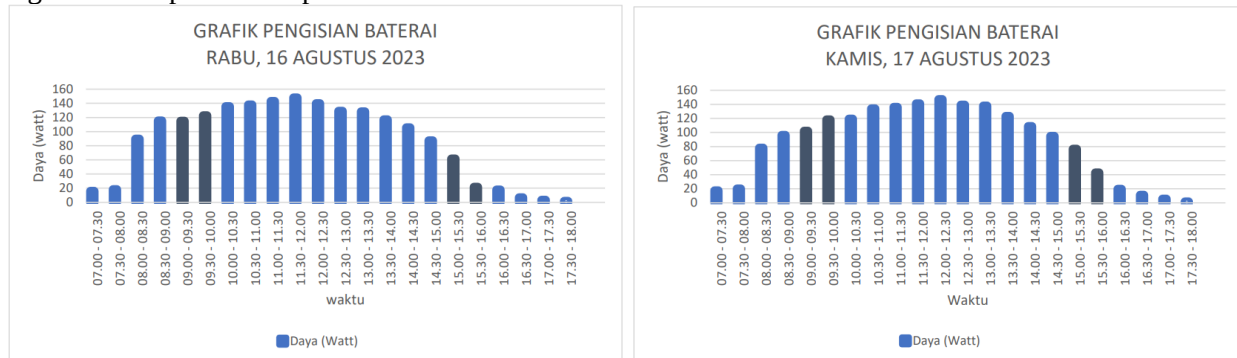
$$V_{mp} = 19,25 \text{ V} + 19,25 \text{ V} = 38,5 \text{ V} \quad I_{mp} = 12,96 \text{ A}$$

Kapasitas panel = $V_{mp} \text{ total} \times I_{mp} \text{ total} = 38,5 \text{ V} \times 12,96 \text{ A} = 500 \text{ Wp}$

Maka dalam kegiatan pengabdian ini akan menggunakan 2 buah panel surya yang dirangkai seri sehingga menghasilkan daya sebesar 500Wp(Darma, 2017).

Besaran energi listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya dipengaruhi oleh radiasi matahari yang diterima permukaan fotovoltaik. Cuaca juga mempengaruhi besarnya radiasi matahari yang sampai pada fotovoltaik(Asrori & Yudiyanto, 2019), hal ini dapat terjadi karena jika cahaya matahari tertutup oleh awan atau objek lainnya maka nilai radiasi yang terukur akan berkurang.

Dengan demikian, kami membangun PLTS jauh di sekitar yang dapat mempengaruhi kurangnya radiasi matahari. Pengujian pembangkitan energi listrik dilakukan selama 2 hari, yaitu pada Rabu, 16 Agustus 2023 sampai Kamis, 17 Agustus 2023. Pada tanggal tersebut musim sudah memasuki musim kemarau. Pengujian dilakukan pada pukul 07.00 sampai 18.00. Pemilihan waktu tersebut didasari oleh pengamatan awal di mana matahari mulai tampak dan dapat melakukan pengisian. Grafik pengisian baterai pada hari pertama dan kedua yang terukur dapat terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik pengisian Baterai sistem PLTS Off Grid di Kawasan Produksi Widuri

Setelah dilakukan pemasangan dan pengujian, maka sistem PLTS Off Grid ini akan disosialisasikan penggunaan dan perawatannya kepada pengelola Kawasan Produksi Widuri seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sosialisasi PLTS Off Grid di Kawasan Produksi Widuri

Keberadaan PLTS off-grid untuk sistem penyiraman industri ini menjadi contoh nyata bagaimana teknologi dapat berperan dalam mendukung keberlanjutan dan efisiensi dalam berbagai sektor. Dengan menggabungkan energi matahari sebagai sumber daya utama, fasilitas ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, tetapi juga menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat bagi komunitas sekitarnya.

V. KESIMPULAN

Dalam rangka pengabdian Dosen Teknik Listrik Polines di Kawasan Produksi Widuri, sebuah inovasi terobosan telah diimplementasikan dengan memanfaatkan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) off-grid untuk mendukung penyiraman tanaman secara efisien. PLTS off-grid dengan kapasitas 500 Watt telah dipasang untuk menyediakan suplai energi bagi sistem kontrol penyiraman tanaman secara otomatis di lokasi tersebut. Data penggunaan energi selama periode operasional pukul 07.00 hingga 18.00 menunjukkan bahwa rata-rata energi yang dihasilkan dan disimpan dalam baterai mencapai 68,75 Ah, setara dengan 933,2 Wh, atau sekitar 34,3% dari total kapasitas baterai yang tersedia. Energi yang disimpan ini kemudian dapat digunakan pada malam hari untuk mengoperasikan panel kontrol, menjaga kelangsungan sistem penyiraman tanaman tanpa ketergantungan pada sumber energi eksternal. Dengan adanya implementasi sistem PLTS off-grid ini, tidak hanya mengurangi biaya operasional secara signifikan, tetapi juga memberikan keberlanjutan dalam hal pasokan energi. Fasilitas ini menjadi solusi yang mandiri dan ramah lingkungan, mengurangi jejak karbon dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Selain itu, dengan penggunaan sumber energi yang terbarukan, kami berkontribusi pada upaya mitigasi perubahan iklim secara lokal. Inovasi ini bukan hanya sekadar langkah teknologi, tetapi juga simbol dari komitmen kami untuk memperkenalkan praktik berkelanjutan dalam industri pertanian. Diharapkan, keberhasilan implementasi ini dapat menginspirasi upaya serupa di tempat-tempat lain, mendorong pertumbuhan sektor energi terbarukan, dan memberikan contoh positif bagi upaya pemeliharaan lingkungan dan ketahanan energi di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada Pengelola Dana DIPA Politeknik Negeri Semarang pada tahun 2023 dan mitra yaitu Pengelola Kawasan Produksi Widuri sehingga pelaksanaan pengabdian masyarakat dapat terlaksana dengan sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alnavis, N. B., Wirawan, R. R., Solihah, K. I., & Nugroho, V. H. (2024). Energi listrik berkelanjutan: Potensi dan tantangan penyediaan energi listrik di Indonesia. *Journal of Innovation Materials, Energy, and Sustainable Engineering*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.61511/jimese.v1i2.2024.544>
- Asrori, A., & Yudiyanto, E. (2019). Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal. *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.36055/fw1.v1i1.7134>
- Darma, S. (2017). ANALISA PERKIRAAN KEMAMPUAN DAYA YANG DIBUTUHKAN UNTUK PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS). *Jurnal Ampere*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.31851/ampere.v2i1.1210>
- Hakim, R. R. A., Pangestu, A., Jaenul, A., Sinaga, D. W., Saputra, E. Y., & Arief, Y. Z. (2021). IMPLEMENTASI PLTS DI DESA PULISAN, SULAWESI UTARA, INDONESIA SEBAGAI PERWUJUDAN PROGRAM DESA ENERGI. *Prosiding Penelitian Pendidikan Dan Pengabdian 2021*, 1(1), Article 1.
- Halim, L. (2022). Analisis Teknis dan Biaya Investasi Pemasangan PLTS On Grid dan Off Grid di Indonesia. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.24853/resistor.5.2.131-136>
- Kholiq, I. (2015). Analisis Pemanfaatan Sumber Daya Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan untuk Mendukung Substitusi BBM. *Jurnal IPTEK*, 19(2), 75–91. <https://doi.org/10.31284/j.iptek.2015.v19i2.12>
- Kurniawan, I., Ichwani, R., Fionasari, R., Batubara, A., & Huda, A. (2022). Indonesia's Renewable Energy Outlook: What to Expect in The Future Renewable Energy of Indonesia. A Brief Review. *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.22373/ekw.v8i2.18738>
- Maulana, F., Setiawan, F., Fuady, Z., Al-Farizqi, M. N., Pamungkas, K. S., & Wasono, A. (2023). SISTEM KENDALI PENYIRAMAN TABULAMPOT MENGGUNAKAN METODE DRIP BERBASIS IOT DENGAN SUMBER SEL SURYA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PETANI DI KAWASAN WIDURI. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa Dan Sosial*, 19(3), Article 3. <https://doi.org/10.32497/orbith.v19i3.5263>
- 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>
- Sunik, S., Yoedono, B. S., & Manao, R. N. R. (2024). Memanfaatkan Setetes Air: Teknologi Irigasi untuk Produktivitas Tanaman. *Yayasan DPI*. <https://badanpenerbit.org/index.php/dpipress/article/view/1512>