

**SISTEM PENYIMPANAN ENERGI LISTRIK BERBASIS BATERAI
DARI PANEL SURYA UNTUK LISTRIK RUMAH IBADAH
DI DESA CARANG WULUNG**

***BATTERY-BASED ELECTRICAL ENERGY STORAGE SYSTEM
FROM SOLAR PANELS FOR HOUSE OF WORSHIP ELECTRICITY
IN CARANG WULUNG VILLAGE***

**Lucky Pradigta Setiya Raharja, Muhammad Rizani Rusli*, Syechu Dwitya Nugraha,
Ahmad Firyal Adila, Arman Jaya, Sutedjo, Imam Dui Agusalim, Hendik Eko Hadi
Suharyanto, Suryono, Irianto, Endro Wahjono, Renny Rakhmawati, Indra
Ferdiansyah, Farid Dwi Murdianto, Rachma Prilian Eviningsih**

Program Studi D3 Teknik Elektro Industri, Departemen Teknik Elektro
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

*Email: rizani@pens.ac.id

(Diterima 03-05-2023; Disetujui 07-08-2023)

ABSTRAK

Dikarenakan kondisi topografi dan bentuk wilayah yang berupa perbukitan dengan wilayah yang luas, maka di Desa Carang Wulung masih terdapat dusun yang belum ada jaringan listrik tegangan rendah dari PLN yaitu Dusun Gondang. Akibat keterbatasan tersebut, terdapat rumah ibadah (musala) di Dusun Gondang yang masih kurang diperhatikan dan termasuk dalam kategori tidak layak jika dilihat dari sisi ketersediaan listrik. Masyarakat di dusun yang mayoritas beragama Islam ini mengalami kendala penerangan saat shalat berjamaah di malam hari hingga subuh. Tidak adanya sumber listrik untuk pengeras suara juga mengakibatkan tidak dapat digunakannya pengeras suara untuk menandai masuknya waktu sholat. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dikembangkan sistem penyimpanan energi listrik berbasis baterai dengan menggunakan panel surya dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini. Tahapan kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan adalah melakukan survey kebutuhan pemasangan sistem instalasi panel surya dan baterai, perakitan beberapa komponen sistem, melakukan pengujian sistem skala laboratorium, pemasangan sistem yang telah dirakit dan diuji, serta melakukan sosialisasi dan pelatihan kepada warga tentang penggunaan panel surya, pengoperasian dan pemeliharaan sistem. Warga mengaku senang dengan terselenggaranya kegiatan pengabdian masyarakat ini karena dapat beribadah dengan nyaman setiap saat dengan sumber listrik yang tidak mengandalkan sumber dari PLN.

Kata kunci: penyimpanan energi berbasis baterai, solar panel, rumah ibadah, Desa Carang Wulung

ABSTRACT

Due to the topography and hilly terrain in the area, there is still a hamlet in Carang Wulung village that does not have a low-voltage electricity network from PLN, namely Gondang Hamlet. As a result of this limitation, there is a place of worship (musala) in Gondang Hamlet that has not been adequately taken care of and is considered unfit when viewed from the availability of electricity. The community in this predominantly Muslim hamlet experiences lighting problems during congregational prayers at night until dawn. The lack of a power source for speakers also prevents the use of speakers to mark the prayer times. Based on this background, a battery-based energy storage system from solar panels was developed for this community service activity. The stages of community service activities carried out include surveying the needs for the installation of solar panel and battery installation systems, assembling several system components, testing the laboratory-scale system, installing the system that has been assembled and tested, and conducting socialization and training for residents on the use, operation, and maintenance of the solar panel system. The residents are happy that this community service activity has been carried out because they can worship comfortably at any time without relying on PLN as a source of electricity.

Keywords: battery energy storage system, solar panel, house of worship, Carang Wulung village

PENDAHULUAN

Wonosalam merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Jombang Provinsi Jawa Timur. Kecamatan Wonosalam memiliki 9 desa, yakni: Desa Sumberrejo, Wonokerto, Panglungan, Carang Wulung, Wonosalam, Sambirejo, Wonomerto, Galangdowo, dan Jarak. Kecamatan Wonosalam berada di sekitar lereng Gunung Arjuna sehingga memiliki kondisi fisik yang berbukit. Ketinggian wilayah kecamatan dari permukaan laut adalah ± 500 m dpl. Dengan identifikasi bentuk wilayah berombak sampai berbukit sebesar 56 %. Sektor pertanian memegang peranan penting dalam bidang ekonomi masyarakat di Kecamatan Wonosalam. Tidak heran jika mayoritas penduduk di kecamatan Wonosalam kabupaten Jombang berprofesi sebagai petani dengan komoditas unggulannya adalah komoditi kopi (Mamlu'ah, 2016; Bachtiyar, 2016).

Ditinjau dari segi agama dan kepercayaan, masyarakat Desa Carang Wulung mayoritas beragama Islam. Dari data pendataan kondisi ekonomi keluarga Desa Carang Wulung tahun 2021, terdapat 858 kepala keluarga termasuk dalam kategori keluarga miskin, 245 kepala keluarga termasuk dalam kategori keluarga sedang, dan 15 kepala keluarga termasuk dalam kategori keluarga kaya. Dalam kata lain, penduduk Desa Carang Wulung masih banyak yang termasuk dalam kategori keluarga miskin (Pratama, 2021).

Karena kondisi tipografi dan bentuk wilayah yang berupa perbukitan dengan area yang cukup luas, di Desa Carang Wulung masih terdapat area desa atau dusun dengan ketiadaan jaringan listrik tegangan rendah dari PLN yaitu Dusun Gondang. Penduduk dusun yang tergolong keluarga mampu akan membuat jaringan sendiri dengan memasang kabel dari dusun lain. Karena keterbatasan itu terdapat sebuah rumah ibadah di Dusun Gondang yang masih kurang perhatian dan termasuk dalam kategori tidak layak apabila dilihat dari sisi ketersediaan listrik. Masyarakat di dusun tersebut yang mayoritas beragama Islam, mengalami kendala dalam penerangan apabila beribadah berjamaah pada malam hari hingga waktu fajar tiba. Ketiadaan sumber listrik untuk pengeras suara juga mengakibatkan tidak dapat digunakannya pengeras suara untuk penanda masuknya waktu sholat.

Indonesia merupakan salah satu negara tropis sehingga sangat berlimpah kapasitas sumber energi cahaya matahari termasuk di semua kondisi geografis dan tipografi wilayah yang ada (Kholiq, 2015). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan tipe pembangkit yang bisa memanfaatkan ketersediaan cahaya matahari tersebut dan bisa menjadi solusi bagi warga yang memiliki keterbatasan dalam hal pasokan energi listrik dan mengurangi ketergantungan pada listrik PLN (Aryza, et al., 2017; Dwiyani, Ismujianto, Aji, & Kusnadi, 2021; Setiawan, Halilintar, & Masrul, 2022). Energi surya hanya tersedia di

pagi sampai sore hari, sehingga jika masyarakat hendak memanfaatkan energi tersebut harus menggunakan peralatan tambahan yaitu baterai. Baterai merupakan peralatan yang digunakan untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk kimia dan bisa digunakan kembali untuk keperluan aktifitas manusia (Nasution, 2021). Kondisi iradiasi matahari yang diterima oleh panel surya juga tidak selalu konstan, sehingga akan sangat mengganggu terjadinya proses pengisian kapasitas baterai. Dengan memanfaatkan *solar charge controller* (SCC) dapat menjadi solusi yang bisa digunakan untuk mengatur besarnya tegangan dan arus yang mengalir serta otomatis melanjutkan atau menghentikan proses *charging* pada baterai (Subandi & Hani, 2015; Syahwil, 2021).

Berdasarkan studi literatur dan fakta kondisi lapangan, dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini disusunlah sistem penyimpanan energi listrik berbasis baterai dengan memanfaatkan panel surya atau PLTS yang diterapkan pada fasilitas rumah ibadah di Dusun Gondang Desa Carang Wulung. Selain untuk menunjang fasilitas rumah ibadah di dusun tersebut, kegiatan ini juga memberikan pengetahuan kepada masyarakat tentang sumber energi terbarukan dan penerapannya sehingga masyarakat tidak bergantung pada listrik PLN untuk sumber listriknya serta pelatihan tentang pengoperasian dan pemeliharaan sistem PLTS yang telah dibuat.

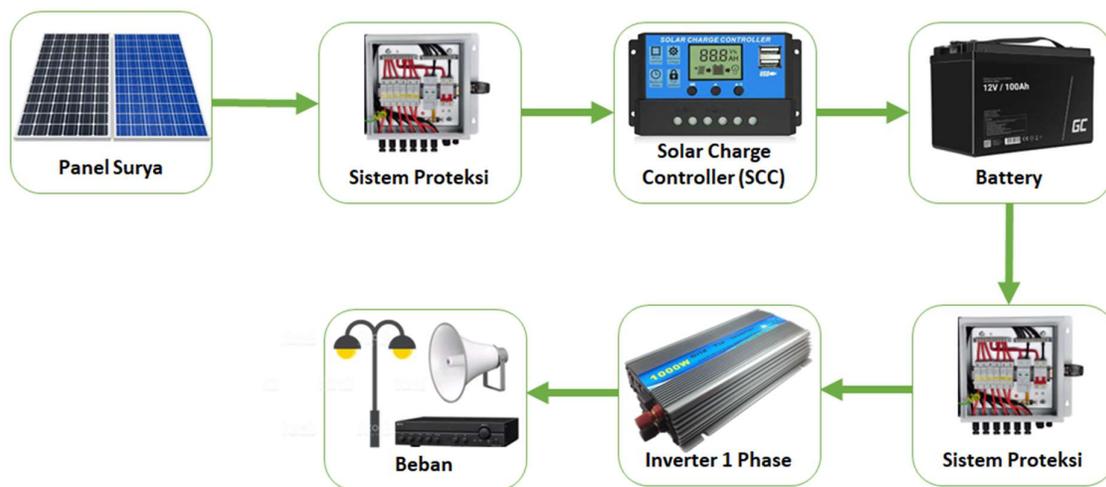
BAHAN DAN METODE

Pada kegiatan pengabdian masyarakat ini, dilakukan beberapa tahapan untuk menyelesaikan keseluruhan program. Adapun tahapan dari kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan yaitu:

- a. Melakukan survey tentang kebutuhan pemasangan dari sistem instalasi panel surya beserta baterai. Proses ini dilaksanakan untuk mengetahui beberapa parameter kebutuhan dari sistem baik kebutuhan utama maupun kebutuhan penunjang dari sistem yang terpasang.
- b. Merakit beberapa komponen sistem panel surya dan sistem baterai. Pada tahap ini dilakukan perakitan beberapa komponen di kampus dan melakukan pengujian sistem skala laboratorium.
- c. Instalasi sistem yang sudah terakit dan diuji di kampus pada lokasi pengabdian masyarakat. Pada tahap ini, semua komponen dan sistem yang sudah dirakit akan dipasang pada lokasi dari pengabdian masyarakat. Setelah itu dilakukan proses komisioning sebelum sistem dioperasikan. Setelah dilakukan komisioning, maka dilakukan proses pengujian untuk mengetahui ketahanan dari sistem yang telah dibuat.

- d. Mengadakan sosialisasi dan pelatihan kepada warga setempat tentang pemanfaatan panel surya, pengoperasian dan pemeliharaan sistem.

Sistem instalasi panel surya beserta baterai pada kegiatan pengabdian masyarakat ini digambarkan pada Gambar 1. Energi listrik didapatkan dari panel surya. Panel surya merubah dari energi sinar matahari menjadi energi listrik. Proses penyimpanan energi listrik dari panel surya dilakukan dengan proses pengisian pada baterai melalui SCC. Proses pengisian baterai menggunakan kontroler sehingga bisa mengatur proses pengisian baterai secara aman. Pada sistem ini juga dilengkapi proteksi untuk panel surya dari terjadinya sambaran petir dan hubung singkat. Untuk proses pemanfaatan energi listrik DC dari baterai menggunakan inverter 1 phase untuk dirubah menjadi tegangan AC 220V dan dapat digunakan sebagai beban penerangan dan kelistrikan rumah ibadah.



Gambar 1. Blok diagram sistem panel surya dengan penyimpanan berbasis baterai

Pada penentuan kebutuhan daya beban yang akan digunakan, maka direncanakan untuk konsumsi energi listrik dalam 1 hari. Perhitungan beban dilakukan untuk memenuhi kebutuhan rumah ibadah (musala) yang berupa pengeras suara (*sound amplifier*) dan lampu penerangan, sehingga didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan daya pengeras suara} &= 250 \text{ W} \times 5 \text{ Hour} = 1250 \text{ WH} \\ \text{Kebutuhan lampu penerangan} &= 5 \text{ lampu} \times 10 \text{ W} \times 12 \text{ Hour} = 600 \text{ WH} \\ \text{Jadi total energi yang dikonsumsi} &= 1250 \text{ WH} + 600 \text{ WH} = 1850 \text{ WH} \end{aligned}$$

Pada penentuan kebutuhan penggunaan panel surya, didasarkan dengan kondisi daerah yang akan dipasang panel surya. Kondisi sinar matahari di desa Karang Wulung diasumsikan rata-rata sinar matahari PSH (*peak sun hours*) yang bisa dimanfaatkan adalah 5 jam di waktu

siang. Sehingga penentuan kapasitas dan jumlah panel surya dapat ditentukan sebagai berikut:

Energi yang dibutuhkan = 1850 WH
Penyerapan sinar matahari selama 5 jam = $1850 \text{ WH} / 5 \text{ Hour} = 370 \text{ WP}$
Sehingga panel surya yang digunakan jika memiliki kapasitas tiap panel 100 WP maka membutuhkan 4 panel surya.

Pada penentuan kapasitas baterai dilakukan dengan melihat energi listrik yang dikonsumsi setiap harinya. Energi yang dikonsumsi setiap harinya adalah 1850 WH. Selain memperhatikan energi yang dikonsumsi maka perlu juga diperhatikan terkait dengan DoD (*depth of discharge*) baterai yaitu 80%. Sehingga total energi pada baterai adalah 2250 WH. Sehingga kebutuhan baterai adalah sebagai berikut:

Energi pada baterai = 2250 WH
Baterai dengan tegangan 12 Volt dibutuhkan AH = $2250 \text{ WH} / 12 \text{ V} = 187,5 \text{ AH}$
Sehingga dibutuhkan baterai dengan kapasitas 12 V 100 AH sebanyak 2 baterai dirangkai seri.

Pada perencanaan sistem proteksi yang dilakukan pada panel surya terdiri dari proteksi sambaran petir/tegangan surja, hubung singkat, *over current* dan sistem pentanahan. Semua proteksi dilakukan untuk menanggulangi jika terjadi gangguan yang dapat mengakibatkan sistem tidak beroperasi. Untuk sistem proteksi dari sambaran petir/tegangan surya digunakan SPD *surge protection* DC khusus panel surya kapasitas 450 V/1000 V. Untuk proteksi hubung singkat dan *over current* digunakan MCB DC 1000 V 40 A. Dan untuk sistem pentanahan/*grounding* menggunakan katoda tembaga yang ditanam di dalam tanah dengan nilai tahanan pembumian kurang dari 5 Ohm.

Untuk perencanaan panel distribusi beban AC digunakan untuk penyambungan beban ke sumber yang telah disediakan. Panel ini untuk mempermudah dan mengamankan operator dalam proses penyambungan beban ke sumber, sehingga masyarakat yang mengoperasikan sistem ini akan lebih mudah dan aman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pertama adalah persiapan yang dilakukan dengan survey ke lapangan yaitu di Dusun Gondang, Desa Carang Wulung, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang dengan berjalan lancar. Komunikasi antara tim dan warga mengkerucut untuk menggunakan fasilitas umum rumah ibadah musala warga dusun yang ditunjukkan pada Gambar 2 untuk dipasang sistem penyimpanan energi listrik dari panel surya. Proses ini dilaksanakan untuk

mengetahui beberapa parameter kebutuhan dari sistem baik kebutuhan utama maupun kebutuhan penunjang dari sistem yang terpasang.



Gambar 2. Rumah Ibadah musala Al-Hidayah milik warga Dusun Gondang, Desa Carang Wulung

Tahap kedua adalah merakit beberapa komponen sistem panel surya dan sistem baterai di kampus/laboratorium dan melakukan pengujian sistem. Tujuannya adalah untuk memastikan sistem bekerja sebelum dibawa ke tempat tujuan. Proses perakitan dan hasil perakitan dapat dilihat pada Gambar 3 (a) dan (b).



(a)

(b)

Gambar 3. Sistem proteksi, SCC, dan inverter (a) Proses perakitan (b) Hasil perakitan

Sementara tahap pengujian sistem juga dilakukan di kampus. Semua sistem dirangkai sesuai dengan perencanaan. Pengujian meliputi pengujian *charging* baterai dari panel surya dan pengujian pembebanan inverter dengan beban berupa *amplifier* dan lampu penerangan. Proses pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 4 (a) dan (b). Sementara hasil pengujian *charging* pada baterai dapat dilihat pada Tabel 1 dan hasil pengujian pembebanan dapat dilihat pada Tabel 2.



(a)



(b)

Gambar 4. Proses pengujian sistem (a) Solar panel yang diuji di bawah sinar matahari (b) Pengujian charging baterai dengan SCC

Tabel 1. Hasil pengujian charging baterai 100AH

Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
24.2	4.2	98.1

Tabel 2. Hasil pengujian inverter 1 fasa dengan beban

Beban	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)	Daya Output (W)
Sound amplifier	221	1.14	239.34
Lampu	220	0.32	66.88



(a)

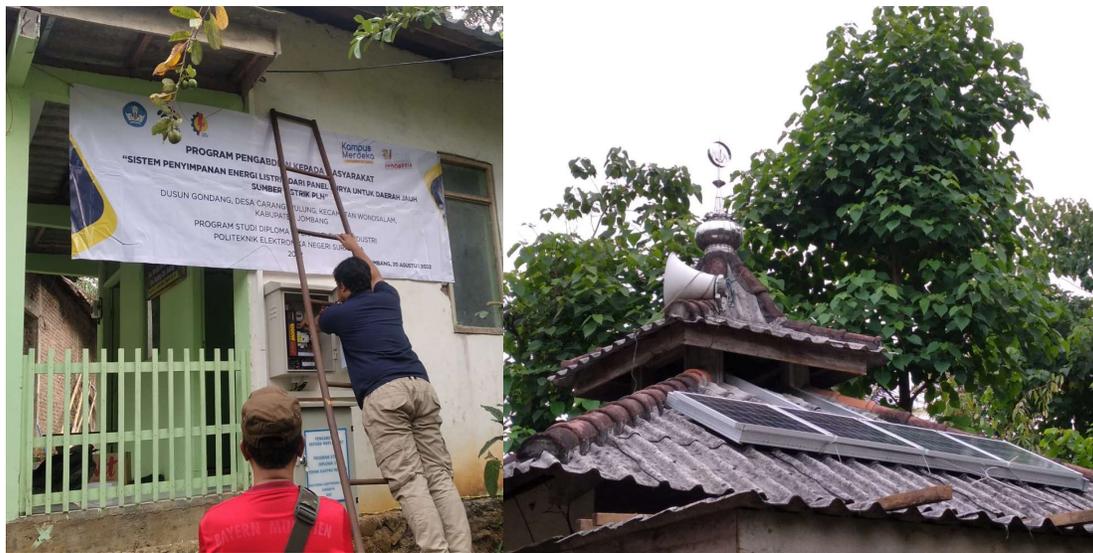
(b)

(c)

Gambar 5. Komponen sistem penyimpanan energi listrik berbasis baterai dari pemanfaatan panel surya (a) Panel proteksi dan SCC (b) Panel proteksi dan inverter (c) baterai 12V100AH x 2

Pada tahap ketiga adalah instalasi sistem yang sudah teruji pada lokasi kegiatan pengabdian masyarakat yaitu di Dusun Gondang Desa Carang Wulung. Gambar 5 (a), (b), dan (c) menunjukkan komponen sistem yang akan dipasang, sementara Gambar 6 (a)

merupakan proses pemasangan sistem. Terlihat pada Gambar 6 (b) solar panel dipasang di atas atap rumah ibadah (musala) agar mendapatkan energi cahaya matahari yang maksimal.



(a)

(b)

Gambar 6. Pemasangan sistem penyimpanan energi listrik berbasis baterai dari pemanfaatan panel surya (a) Proses instalasi panel SCC, inverter, dan baterai (b) Hasil instalasi panel surya di atap rumah ibadah (musala)



(a)

(b)

Gambar 7. Sosialisasi dan pelatihan kepada warga setempat tentang pengoperasian dan pemeliharaan sistem (a) Penjelasan tentang panel SCC, inverter, dan baterai (b) Penjelasan tentang terminal beban

Tahap terakhir adalah mengadakan sosialisasi dan pelatihan kepada penduduk setempat. Tujuan dari sosialisasi dan pelatihan ini adalah memberikan pengetahuan kepada masyarakat tentang sumber energi terbarukan dan penerapannya serta pembekalan kompetensi bagi warga untuk pengoperasian, pemeliharaan, dan penyelesaian masalah agar

setelah kegiatan pengabdian masyarakat ini, instalasi yang terpasang terjamin pemeliharannya. Kegiatan sosialisasi dan pelatihan ke warga setempat dapat dilihat pada Gambar 7.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pemasangan sistem penyimpanan energi listrik dari panel surya untuk aplikasi rumah ibadah (musala) warga Dusun Gondang, Desa Carang Wulung, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang berjalan dengan lancar dan baik. Warga setempat mengaku senang dengan diadakannya kegiatan pengabdian masyarakat ini karena dapat beribadah dengan nyaman kapanpun dengan sumber listrik yang tidak mengandalkan sumber dari PLN. Sistem ini digunakan untuk kelistrikan musala yang berupa pengeras suara dan lampu penerangan. Kegiatan semacam ini diharapkan dapat dilakukan kembali pada lokasi-lokasi lain yang membutuhkan

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Elektronika Negeri Surabaya yang telah memberikan dukungan dan pendanaan pada tahun anggaran 2022 dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryza, Solly, Hermansyah, Siahaan, A. P., Suherman, & Lubis, Z. (2017). Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplai Alat Pengereng Pupuk Petani Portabel. *IT Journal Research and Development*, 12-18.
- Bachtiyar, Z. (2016). Evaluasi Pengembangan Kawasan Agropolitan Pada Komoditas Kopi di Desa Carangwulung Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. *Publika - Jurnal Ilmu Administrasi Negara*, 1-8.
- Dwiyanti, M., Ismujianto, Aji, A., & Kusnadi. (2021). Perbaikan Prasarana dan Penerapan Solar Sel di MI Miftahul Ulum. *DINAMISIA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1318-1323.
- Kholiq, I. (2015). Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan Untuk Mendukung Substitusi BBM. *Jurnal IPTEK*, 75-91.
- Mamlu'ah. (2016). *Makna kenduren durian bagi masyarakat kecamatan Wonosalam kabupaten Jombang*. Surabaya: UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Nasution, M. (2021). Karakteristik Baterai sebagai Penyimpan Energi Listrik secara Spesifik. *Journal of Electrical Technology* , 35–40.
- Pratama, Y. (2021). *Strategi Pemerintah Desa Dalam Pengembangan Masyarakat Melalui Komoditi Kopi Desa Carangwulung Kabupaten Jombang*. Mojokerto: Universitas Islam Majapahit.

- Setiawan, D., Halilintar, M. P., & Masrul, W. (2022). Sistem Penerangan Bertenga Surya di Bank Sampah Berkah Abadi Kelurahan Limbungan. *DINAMISIA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 196-202.
- Subandi, & Hani, S. (2015). Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Cell. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 188–191.
- Syahwil, M. (2021). Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 26-35.