

Original Research Paper

Pembelajaran Sistem Pembangkit Hibrida untuk Mendukung Program Konservasi Energi di Sekolah SMAN 1 Batulayar melalui Pendekatan Partisipasi Siswa

AB Muljono¹, IMA Nrrartha¹, Sultan¹, IM Ginarsa², IKP Putra², NM Seniari², SMA Sasongko³

¹Power System Laboratory Electrical Eng. Department, University of Mataram, Mataram, Indonesia;

²Basic Electrical Laboratory Electrical Eng. Department, University of Mataram, Mataram, Indonesia;

³Telecommunication System Laboratory Electrical Eng. Department, University of Mataram, Mataram, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v8i1.10698>

Sitasi: Muljono, A. B., Nrrartha, I. M. A., Sultan., Ginatsa, I. M., Putra, I. K. P., Seniari, N. M., & Sasongko, S. M. A. (2025). Pembelajaran Sistem Pembangkit Hibrida untuk Mendukung Program Konservasi Energi di Sekolah SMAN 1 Batulayar melalui Pendekatan Partisipasi Siswa. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 8(1)

Article history

Received: 18 Januari 2025

Revised: 07 Maret 2025

Accepted: 20 Maret 2025

*Corresponding Author:

Agung Budi Muljono, Power System Laboratory Electrical Eng. Department, University of Mataram.

agungbm@unram.ac.id

Abstract: Konservasi energi menjadi salah satu isu penting dalam upaya mencapai keberlanjutan energi dan mengurangi dampak negatif perubahan iklim. Sekolah sebagai lembaga pendidikan berperan strategis dalam menanamkan kesadaran lingkungan dan pentingnya pengelolaan energi yang efisien kepada siswa. Pelatihan ini bertujuan untuk pembelajaran sistem pembangkit hibrida sebagai bagian dari program konservasi energi di SMAN 1 Batulayar, dengan pendekatan partisipasi aktif siswa. Kegiatan pengabdian masyarakat ini meliputi edukasi teori mengenai energi terbarukan, teknologi pembangkit listrik hibrida, dan prinsip dasar konservasi energi, sesuai UU No. 30 tahun 2007, praktik pengukuran potensi energi untuk perencanaan sistem pembangkit listrik hibrida menggunakan model simulasi Homer. Selain itu, siswa dilibatkan dalam penggunaan modul pembangkit listrik hibrida dalam skala kecil (*prototype*) instalasi listrik beban sekolah dengan sumber dari PLN dan PLTS 50 Wp di area sekolah. Hasil dari kegiatan melalui evaluasi proses *pretest* dan *posttest* dengan materi jenis sumber EBT, pengetahuan konservasi, pengetahuan tentang pengukuran potensi energi EBT dan sistem pembangkit hibrida didapatkan nilai rerata mengalami kenaikan sebesar 17,75 atau mengalami peningkatan 34,97%. Keberlanjutan kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model bagi sekolah-sekolah lain dalam implementasi program konservasi energi berbasis partisipasi siswa.

Keywords: Pembelajaran, pembangkit hidrida, konservasi energi, partisipasi siswa, SMAN 1 Batulayar.

Pendahuluan

Perubahan iklim global yang diakibatkan oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca dan ketergantungan pada sumber energi fosil yang tidak terbarukan, telah menuntut upaya nyata dalam pengelolaan dan pemanfaatan energi secara berkelanjutan. Krisis energi dan perubahan iklim menjadi tantangan besar yang harus dihadapi oleh masyarakat global.

Sekolah sebagai bagian dari masyarakat merupakan salah satu lembaga pendidikan, memiliki potensi besar untuk menjadi agen perubahan dalam konservasi energi (Faza Rifati et al., 2024), (Fitriani et al., 2024), (Muljono, Nrrartha, Harjian, et al., 2024), dengan menerapkan teknologi yang mendukung penggunaan energi terbarukan (Rusdi et al., 2021), (Kurniawan et al., 2023). Meskipun teknologi energi terbarukan semakin berkembang, tantangan besar dalam implementasinya adalah kesiapan teknis, finansial,

dan sosial di tingkat sekolah termasuk SMAN 1 Batulayar, pengetahuan tentang teknologi pembangkit energi listrik *hybrid* (hibrida) berbasis energi terbarukan masih terbatas. SMAN 1 Batulayar, sebagai salah satu sekolah yang peduli terhadap keberlanjutan energi terbarukan menuju sekolah adiwiyata (Muljono, Nnarth, et al., 2023), sangat perlu diberikan pengetahuan sistem pembangkit listrik hibrida. Sistem pembangkit listrik hibrida adalah teknologi yang menggabungkan dua atau lebih sumber energi terbarukan untuk menghasilkan listrik yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Sistem ini memiliki potensi besar dalam mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mendukung program konservasi energi (Khulaemi, 2021). Indonesia, terutama di daerah-daerah mempunyai potensi energi terbarukan yang melimpah, seperti energi surya dan angin, masih sangat minim pemahaman dan aplikasi dalam sektor pendidikan (Wakidah et al., 2022).

Kegiatan yang dilaksanakan menggunakan pendekatan partisipasi siswa, diharapkan dapat meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses pembelajaran. Melalui partisipasi yang aktif, siswa dapat mengasah keterampilan berpikir kritis, sosial, dan kolaboratif. Pendekatan partisipatif untuk mengoptimalkan pembelajaran banyak digunakan dalam menunjang kegiatan penelitian antara lain pada mata pelajaran IPAS di sekolah dasar (Sarah et al., 2024) maupun kegiatan pengabdian pada bidang pendidikan energi terbarukan (Wahyu et al., 2024), pendidikan energi melalui pembangunan berkelanjutan (SDGs) di Maroko menuju Transisi Energi 2030 menjadi prospek masa depan dan potensi kemajuan energi terbarukan (Daoudi, 2024).

Menurut (Gill & Lang, 2018), program konservasi energi yang melibatkan siswa di sekolah dapat meningkatkan kesadaran mereka tentang perubahan iklim dan pentingnya pengelolaan sumber daya alam secara bijaksana. Implementasi sistem energi terbarukan di sekolah dan komunitas (Sukma Wahyuni et al., 2020) juga dapat mengurangi emisi karbon dan membantu sekolah mencapai target keberlanjutan. Oleh karena itu, pelatihan mengenai perencanaan menggunakan software Homer dan penerapan pembangkit energi listrik hibrida berbasis energi terbarukan sangat dibutuhkan agar para siswa dan tenaga pendidik

dapat lebih memahami dan mengimplementasikan solusi energi berkelanjutan.

Kegiatan ini bertujuan meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa SMAN 1 Batulayar dalam merencanakan dan mengembangkan pembangkit energi listrik hibrida berbasis energi terbarukan meliputi pengukuran potensi energi dan perencanaan sistem pembangkit hibrida berbasis energi terbarukan menggunakan aplikasi Homer. Mendorong implementasi teknologi energi terbarukan di lingkungan sekolah sebagai bagian dari upaya konservasi energi. Menghasilkan model atau *prototype* (modul pelatihan) pembangkit energi listrik hibrida yang dapat diterapkan di SMAN 1 Batulayar.

Metode

Model yang digunakan dalam pengabdian kepada masyarakat ini menerapkan berbagai metode seperti konsultasi, demonstrasi, diskusi, tanya jawab, serta pemberian instruksi langsung kepada siswa dan guru di lapangan untuk mengukur potensi energi terbarukan. Implementasi PkM melibatkan empat langkah, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Langkah-langkah yang dilaksanakan dalam pengabdian kepada masyarakat ini adalah:



Gambar 1. Tahapan kajian kegiatan konservasi energi melalui pendekatan partisipasi siswa

Kegiatan yang dilaksanakan dalam pengabdian kepada masyarakat ini antara lain:

1. Mengidentifikasi tingkat pemahaman tentang energi terbarukan dan potensi sumber energi terbarukan di sekitar sekolah untuk mendukung perencanaan pembangkit listrik hibrida di SMAN 1 Batulayar.
2. Penyampaian edukasi teori mengenai energi terbarukan, teknologi pembangkit listrik hibrida, dan prinsip dasar konservasi energi, sesuai UU No. 30 tahun 2007 tentang Energi, PP No. 75 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, PP No. 70 Tahun 2009.

3. Mengadakan sesi praktik pengukuran potensi energi untuk perencanaan sistem pembangkit listrik hibrida berbasis energi surya dan angin menggunakan model simulasi Homer.
4. Peragaan modul pembangkit energi hibrida dalam skala kecil (*prototype*) instalasi listrik beban rumah tangga dengan sumber dari PLN dan PLTS 50 Wp di area sekolah.
5. Melakukan evaluasi dan monitoring dengan metode kualitatif dan kuantitatif efektivitas pelatihan. Analisis hasil dan evaluasi menggunakan pola pengerjakan soal yang sama kepada peserta berupa *pretest* dan *posttest*.

Hasil dan Pembahasan

Melalui tahapan proses yang ditunjukkan pada Gambar 1, kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) dimulai dengan kunjungan untuk membentuk kemitraan dalam menganalisis kondisi awal SMAN 1 Batulayar terkait dengan program Energi Baru Terbarukan (EBT). Pada fase ini, tim diterima secara langsung oleh Kepala Sekolah yang bersedia menjadi mitra, untuk mendapatkan pelatihan mengenai EBT. Paper ini merupakan bagian luaran dari kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat internal Universitas Mataram (Muljono, Sasongko, et al., 2023), (Muljono, Nnarth, et al., 2023).

Pelaksanaan program PkM dilakukan pada tanggal 13 Juni 2023 pukul 08.30 WITA, yang bertempat di ruang kelas serta halaman SMAN 1 Batulayar. Semua anggota tim bersama dengan mahasiswa hadir untuk melaksanakan aktivitas dengan pembagian tugas yang jelas. Kegiatan ini dihadiri oleh 25 siswa dan 2 guru. Pada tahap awal acara sebelum penyampaian materi, peserta diberikan ujian tertulis sebagai bentuk evaluasi dari proses, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Aktivitas siswa mengerjakan soal pretest

Penyampaian edukasi teori mengenai energi terbarukan, teknologi pembangkit listrik hibrida, dan prinsip dasar konservasi energi, sesuai UU No. 30 tahun 2007 tentang Energi, PP No. 75 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, PP No. 70 Tahun 2009 disampaikan oleh tim seperti pada Gambar 3. Pada kegiatan ini disampaikan kepada peserta mengenai energi terbarukan, teknologi pembangkit energi listrik hibrida, serta pentingnya konservasi energi. Metode dan penggunaan alat ukur potensi energi terbarukan juga disampaikan pada materi teori, meliputi jenis alat ukur, pembacaan hasil serta analisis hasil. Hasil dari pengukuran potensi energi akan digunakan sebagai dasar simulasi perencanaan sistem pembangkit listrik energi hibrida menggunakan aplikasi software Homer dengan menggunakan pola beban listrik di sekolah.



Gambar 3. Edukasi teori energi terbarukan dan teknologi pembangkit listrik hibrida

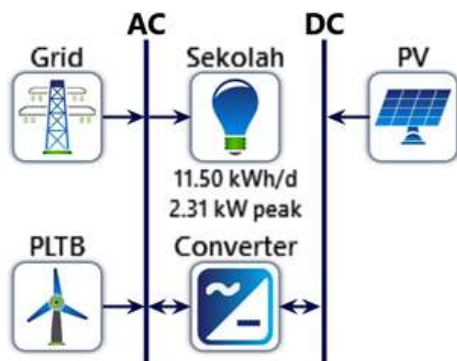
Dalam kegiatan ini, tim menunjukkan contoh teknologi energi surya sebagai sumber energi listrik berupa modul sistem PLTS berkapasitas 50 Wp operasi hibrida dengan grid jala-jala PLN sebagai bahan pelatihan bagi siswa, seperti pada Gambar 4.



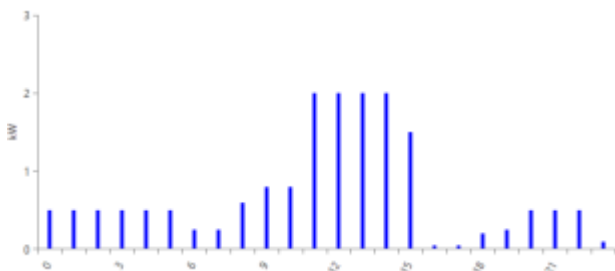
Gambar 4. Praktik peragaan sistem PLTS beroperasi hibrida dengan jala-jala PLN diikuti oleh siswa

Melalui pendekatan partisipasi siswa praktik terlibat langsung dalam kegiatan pengukuran potensi energi surya dan angin sebagai bahan simulasi perencanaan sistem energi hibrida di sekolah. Para siswa dengan praktik secara langsung diharapkan dapat meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses pembelajaran. Melalui partisipasi yang aktif, siswa dapat mengasah keterampilan berpikir kritis, sosial, dan kolaboratif. Kedepan diharapkan siswa sebagai bagian dari masyarakat dapat melakukan pemasangan panel surya, turbin angin, dan perangkat pemantauan dari unjuk kerja sistem pembangkit hibrida secara berkesinambungan.

Hasil pengukuran potensi EBT di lingkungan sekolah pada koordinat 8°32,3' LS ; 116°4,5' BT meliputi energi surya menggunakan alat ukur *solar power meter* dan energi angin menggunakan *anemometer* dipakai sebagai data desain sistem pembangkit hibrida yang terhubung ke *grid* (Muljono, Nrartha, Ginarsa, et al., 2024). Data potensi energi tersebut juga dibandingkan dari Global Solar Atlas dan Global Wind Atlas sebagai input data pada Homer. Dengan menggunakan beban listrik pada sekolah SMAN 1 Batulayar, kemudian dimodelkan sistem pembangkit listrik hibrida *on grid* seperti Gambar 5 dengan karakteristik beban listrik sekolah, seperti pada Gambar 6.

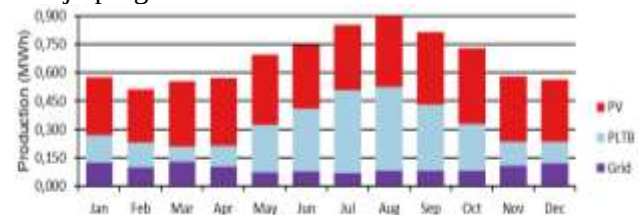


Gambar 5. Model sistem hibrida *on-grid*



Gambar 6. Profil beban listrik sekolah harian

Simulasi perencanaan sistem pembangkit hibrida *on-grid* dengan jala-jala PLN dari data potensi energi dan karakteristik beban listrik di SMAN 1 Batulayar, didapatkan komposisi suplai energi dari PLTB, PV dan grid dengan komposisi seperti pada Gambar 7. Hasil memperlihatkan bahwa 51,5 % pasokan kebutuhan energi selama 1 tahun berasal dari PLTS 2 kWp, 34,2 % berasal dari PLTB 1 kW dan 14,4 % berasal dari grid. Hal ini menunjukkan program konservasi energi dapat menjadi prioritas untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di sekolah, berbasis energi terbarukan menuju program *net zero emission*.



Gambar 7. Komposisi produksi energi listrik dari sistem pembangkit hibrida *on-grid*

Komposisi berdasarkan biaya dari simulasi sistem hibrida *on-grid* dapat memberikan hasil berupa biaya bersih saat ini (*Net Present Cost*) sebesar Rp. 53.836.300; harga energi listrik sebesar Rp. 411,67/kWh serta biaya operasional Rp. 2.479.655/tahun, seperti pada Gambar 8. Hasil simulasi perencanaan sistem pembangkit listrik hibrida *on-grid* menggunakan perangkat lunak Homer ini dapat memberikan keterampilan siswa dalam program konservasi energi melalui pendekatan partisipasi siswa.



Gambar 8. Komposisi biaya dari sistem pembangkit hibrida *on-grid*

Evaluasi keberhasilan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menilai sejauh mana pencapaian tujuan instruksional

husus yang telah ditetapkan, yang berfokus pada materi yang telah diberikan sesuai tema EBT sistem hibrida. Materi evaluasi meliputi jenis sumber EBT, pengetahuan konservasi energi, pengetahuan tentang pengukuran potensi EBT dan sistem pembangkit listrik hibrida.

Dengan menggunakan metode *pretest* dan *posttest*, didapatkan pengukuran tingkat pemahaman atau keterampilan peserta sebelum dan setelah mengikuti kegiatan. Hasil evaluasi dapat dianalisis efektivitas materi yang diajarkan dalam mencapai tujuan instruksional yang telah direncanakan, mendapatkan nilai rerata mengalami kenaikan sebesar 17,75 atau mengalami peningkatan sebesar 34,97%, sesuai pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pencapaian nilai *pretest* dan *posttest*

Hasil evaluasi	Nilai	%
Rerata pretest	50,75	
Rerata posttest	68,50	
Kenaikan	17,75	34,97

Dari hasil evaluasi sesuai Tabel 1, pencapaian tujuan intruksional khusus sesuai materi bidang pembangkit EBT hidrida dan konservasi energi masih pada tataran nilai yang cukup, walaupun terjadi peningkatan sebesar 34,97%. Hasil evaluasi ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk perbaikan dan pengembangan program, serta memperkuat keberlanjutan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Program ini diharapkan dapat berkembang dan memberikan dampak positif yang lebih luas dalam jangka panjang dengan pendampingan melalui kegiatan PkM.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat diakhiri dengan foto bersama dengan kepala sekolah dan pembina kesiswaan bidang sains dan teknologi, seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Foto bersama peserta

Evaluasi keberlangsungan proses kegiatan ini juga diserahkan hasil penelitian yang dapat digunakan oleh mitra. Dalam hal ini tim menyerahkan modul PLTS *off-grid* 10 Wp sebagai media pembelajaran siswa yang diterima langsung oleh kepala sekolah, seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Penyerahan modul PLTS *off-grid* 10 Wp

Kesimpulan

Berdasarkan pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat di SMA Negeri 1 Batulayar, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran tentang sistem pembangkit listrik hibrida telah berhasil meningkatkan pemahaman siswa mengenai pentingnya konservasi energi dan teknologi energi terbarukan. Pendekatan partisipasi siswa dalam proses pembelajaran memberikan dampak positif, dengan melibatkan mereka secara langsung dalam praktik pengukuran potensi energi sebagai dasar simulasi perencanaan pembangkit hidrida. Siswa juga memegang peran dalam upaya pelestarian lingkungan melalui pengurangan konsumsi energi konvensional. Hasil evaluasi menunjukkan nilai rerata mengalami kenaikan sebesar 17,75 atau meningkat 34,97%. Keberlanjutan kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model bagi sekolah-sekolah lain dalam implementasi program konservasi energi berbasis partisipasi siswa.

Daftar Pustaka

- Daoudi, M. (2024). Education in renewable energies: A key factor of Morocco's 2030 energy transition project. Exploring the impact on SDGs and future perspectives. *Social Sciences and Humanities Open*, 9(January), 100833. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100833>
- Faza Rifati, E., Utami, E., Sahrin, A., Sutanto, A., &

- Sunardi, S. (2024). Teknologi Energi Baru Terbarukan Dan Konservasi Energi: Pemberdayaan Lahan Dengan Sistem Ketahanan Pangan Terpadu Terbarukan "Sapta." *Madiun Spoor : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.37367/jpm.v4i1.329>
- Fitriani, E., Novawardhani, K. R., Paramytha, N., Mukti, A. R., & Makmuri, M. K. (2024). Edukasi Pengenalan Konservasi Energi dan Sumber Energi Baru Terbarukan pada Siswa SD Negeri 111 Palembang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Inovasi Indonesia*, 2(1), 13–18. <https://doi.org/10.54082/jpmii.308>
- Gill, C., & Lang, C. (2018). Learn to conserve: The effects of in-school energy education on at-home electricity consumption. *Energy Policy*, 118, 88–96. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.03.058>
- Khulaemi, A. (2021). *Strategi Kementerian ESDM untuk Peningkatan Kapasitas Tenaga Terampil dalam Energi Terbarukan dan Konservasi Energi*.
- Kurniawan, I. H., Winarso, W., & Marhendi, T. (2023). Wisata Edukasi Energi Terbarukan Berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Di Desa Kebumen, Kecamatan Baturraden, Kabupaten Banyumas. *Jurnal Pengabdian Teknik Dan Sains (JPTS)*, 3(01), 40–45. <https://doi.org/10.30595/jpts.v3i01.16832>
- Muljono, A. B., Nrartha, I. M. A., Ginarsa, I. M., & Natsir, Abdul, Made Sutha Yadnya, Sudi Mariyanto al Sasongko, M. T. (2024). Metode Pengukuran Potensi Energi Terbarukan: Upaya Meningkatkan Keterampilan Praktis dan Interpersonal Mahasiswa untuk Mendukung Inisiatif Konservasi dan Diversifikasi Energi. *Jurnal Gema Ngabdi*, 6(3), 296–301. <https://doi.org/10.29303/jgn.v6i3.530>
- Muljono, A. B., Nrartha, I. M. A., Ginarsa, I. M., Sasongko, S. M. Al, Putra, I. K. P., Sultan, S., & Yadnya, M. S. (2023). Edukasi Siswa SMAN 1 Batulayar Melalui Penyuluhan Potensi Energi Terbarukan Menuju Sekolah Ramah Lingkungan. *Jurnal Gema Ngabdi*, 5(2), 227–235. <https://doi.org/10.29303/jgn.v5i2.382>
- Muljono, A. B., Nrartha, I. M. A., Harjian, M. R., Alfandi, A. N., & Ginarsa, I. M. (2024). Perspektif Gender dalam Perilaku Hemat Energi Rumah Tangga di Desa Sandik Melalui Pelatihan Konservasi Energi Menuju Transisi Energi Berkelanjutan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 7(4), 1674–1679.
- Muljono, A. B., Sasongko, S. M. Al, Ginarsa, I. M., Putra, I. K. P., & Nrartha, I. M. A. (2023). Edukasi Bagi Siswa SMAN 1 Batulayar Kecamatan Batulayar Kabupaten Lombok Barat Melalui Penyuluhan dan Pengukuran Potensi Energi Baru Terbarukan. In *Laporan akhir pengabdian internal universitas mataram*.
- Rusdi, M., Hariyanto, H., & Cipto, C. (2021). Sosialisasi Pemanfaatan Energi Terbarukan Dan Pelatihan Teknologi Tepat Guna Berbasis Solarcell Untuk Pelajar SMPIT Ibnu Sina Merauke. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 1(3), 79–84. <https://doi.org/10.52436/1.jpmi.20>
- Sarah, S., Cahya, R., Ruswandi, S., Nurjanah, A., & Supramanto, J. (2024). Strategi Peningkatan Partisipasi Siswa Dalam Diskusi Mata Pelajaran IPAS Mengenai Bumi dan Alam Semesta Kelas V di SD Sukatani. *MESIR: Journal of Management Education Social Sciences Information and Religion*, 1(2), 849–854. <https://doi.org/10.57235/mesir.v1i2.3125>
- Sukma Wahyuni, E., Mubarak, H., Nur Budiman, F., & Wahyu Pratomo, S. (2020). Pemanfaatan Energi Terbarukan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Komunitas: Menuju Desa Mandiri Energi. *Engagement: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 493–508. <https://doi.org/10.29062/engagement.v4i2.181>
- Wahyu, S., Susila, A. B., Nasbey, H., Zatinika, A., Albieza, R., Thoriq, A., & Zefanya, M. (2024). *Penerapan Energi Surya dan Air dalam Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5): Studi Kasus Pembelajaran Berbasis Proyek di SMAN 16 Jakarta*. 4, 25–33. <https://doi.org/10.21009/jpmsa.v4i2>
- Wakidah, R. N., Aflaha, D. S. I., Taufik, I., Zahra, A. Z., Susilowati, & Muktingrum, T. (2022). Pengembangan Kit Renewable Energy Sebagai Media Pembelajaran Penghematan Energi Di MI Roudlotul Ulum Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Gema Ngabdi*, 9, 229–237.