

## **Edukasi dan Pelatihan Instalasi Panel Surya Sebagai Solusi Energi Berkelanjutan**

**Sukahir<sup>1</sup>, Asep Muhamad Soleh<sup>2</sup>, Annisa Baby Callista<sup>3</sup>, M. Alamsyah<sup>4</sup>**

**Politeknik Penerbangan Palembang<sup>1,2,3,4</sup>**

**e-mail: [baby@poltekbangplg.ac.id](mailto:baby@poltekbangplg.ac.id)**

### ***Abstrak***

Panel surya adalah teknologi yang memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan listrik. Teknologi ini tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca atau polusi sehingga menjadikannya sumber energi berkelanjutan yang ramah lingkungan. Namun, rendahnya pengetahuan dan keterampilan teknis menjadi kendala utama dalam pemanfaatan panel surya secara luas. Oleh karena itu, pelatihan instalasi panel surya bagi masyarakat menjadi langkah strategis untuk memberdayakan masyarakat dalam memanfaatkan sumber daya energi yang berkelanjutan. Kegiatan ini memiliki peran penting bagi masyarakat guna meningkatkan keterampilan memasang dan memelihara panel surya secara mandiri sehingga masyarakat tidak hanya menjadi pengguna teknologi saja. Tujuan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pelatihan instalasi panel surya adalah membekali masyarakat dengan pengetahuan dasar dan keterampilan praktis tentang cara kerja, instalasi, dan pemeliharaan panel surya. Metode pengabdian yang digunakan dalam kegiatan tersebut adalah kombinasi dari beberapa pendekatan yaitu ceramah, diskusi, praktik, dan evaluasi. Hasil dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan instalasi panel surya di SMK Penerbangan Sriwijaya Palembang menunjukkan keberhasilan dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta dalam memahami cara kerja, instalasi, dan pemeliharaan panel surya sehingga mendukung upaya pemanfaatan energi yang berkelanjutan.

**Kata Kunci:** *edukasi, pelatihan, panel surya, energi berkelanjutan*

### ***Abstract***

*Solar panels are a technology using sunlight to generate electricity. This technology produces no greenhouse gas emissions or pollution, making it a sustainable energy source that is environmentally friendly. However, the lack of technical knowledge and skills is a major obstacle in the widespread utilisation of solar panels. Therefore, solar panel installation training for the community is a strategic step to empower the community in utilising sustainable energy resources. This activity has an important role for the community to improve the skills to install and maintain solar panels independently so that the community does not only become users of technology. The purpose of community service activities through solar panel installation training is to equip the community with basic knowledge and practical skills on how to work, install, and maintain solar panels. The service method used in the activity is a combination of several approaches, namely lectures, discussions, practice, and evaluation. The results of the community service activities in the form of solar panel installation training at SMK Penerbangan Sriwijaya Palembang showed success in the training.*

**Keywords:** *education, training, solar panels, sustainable energy*

## Pendahuluan

Energi listrik adalah kebutuhan dasar yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat modern (Nisworo et al., 2022). Perannya sangat vital dalam menunjang berbagai aktivitas, mulai dari kebutuhan rumah tangga seperti penerangan, peralatan elektronik, hingga kebutuhan skala besar di sektor industri dan pelayanan publik, seperti fasilitas kesehatan dan pendidikan. Energi listrik telah menjadi penopang utama kehidupan, mendorong kemajuan teknologi, dan mendukung produktivitas manusia dalam berbagai bidang. Namun, pemenuhan kebutuhan energi listrik ini masih didominasi oleh sumber energi fosil (Saputra et al., 2019), seperti batu bara (Ma'ruf et al., 2023), minyak bumi (Azis et al., 2021; Hiswandi et al., 2023), dan gas alam (Rahmatika et al., 2020). Proses pembentukan sumber energi fosil membutuhkan waktu geologis yang sangat lama, sementara tingkat konsumsi bahan bakar fosil oleh manusia berlangsung sangat cepat. Sumber energi ini bersifat tidak terbarukan (Diantari et al., 2019), artinya persediaannya di alam akan habis jika terus dieksploitasi tanpa henti. Akibatnya, cadangan bahan bakar fosil semakin menipis dari waktu ke waktu.

Proses pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan berbagai jenis polutan yang berdampak negatif (Zubaydah et al., 2024) pada kualitas lingkungan dan kesehatan manusia (Aziz et al., 2020; Salsabila et al., 2023). Saat bahan bakar fosil dibakar, gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) (Probo Sugianto et al., 2021) dilepaskan ke atmosfer dalam jumlah besar, yang berkontribusi signifikan terhadap pemanasan global melalui efek rumah kaca. Selain itu, pembakaran ini juga menghasilkan sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) (Emir Aulia et al., 2022) dan nitrogen oksida (Sabrina & Ridho Pratama, 2022), yang dapat memicu terjadinya hujan asam. Hujan asam merusak ekosistem darat dan air, mengganggu pertumbuhan tanaman, serta mengurangi kesuburan tanah. Polutan lain, seperti karbon monoksida (CO) dan senyawa organik volatil (VOC), juga menambah buruk kualitas udara dan dapat menyebabkan berbagai penyakit, termasuk asma, bronkitis, dan bahkan kanker. Dampak buruk dari polusi udara ini juga dirasakan oleh lingkungan. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca mempercepat perubahan iklim, memicu cuaca ekstrem, mencairkan es di kutub, serta meningkatkan permukaan air laut. Selain itu, polusi udara memperburuk kualitas hidup di wilayah perkotaan yang padat penduduk, di mana kabut asap sering kali menjadi masalah kronis. Dalam jangka panjang, efek gabungan dari kerusakan lingkungan dan gangguan kesehatan masyarakat ini menimbulkan beban besar bagi ekonomi global, terutama dalam bentuk biaya kesehatan dan kerugian produktivitas. Ketergantungan yang tinggi terhadap energi fosil membawa konsekuensi serius yang harus segera diatasi. Oleh karena itu, penting untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dengan beralih ke energi terbarukan yang berkelanjutan serta ramah lingkungan, meningkatkan efisiensi energi, dan menerapkan teknologi pengendalian emisi untuk mencegah dampak buruk lebih lanjut pada lingkungan dan kesehatan manusia.

Pemanfaatan energi terbarukan saat ini berkembang pesat sebagai solusi berkelanjutan untuk kebutuhan energi global, dengan energi surya menjadi salah satu sumber utama yang menarik perhatian. Energi surya, yang berasal dari radiasi matahari, diubah menjadi listrik melalui panel surya atau sistem *fotovoltaik* (Dewi et al., 2023). Selain energi surya, sumber energi lain seperti angin, biomassa, panas bumi, dan hidro juga terus mendapatkan perhatian. Di masa mendatang, pengembangan energi terbarukan perlu didukung oleh kebijakan pemerintah yang mendorong investasi dan inovasi di sektor ini, serta kolaborasi antara berbagai pihak, termasuk swasta dan masyarakat. Dengan mempercepat transisi ke energi bersih, tantangan energi global dapat diatasi, sekaligus menciptakan peluang ekonomi baru dan meningkatkan kualitas hidup.

Panel surya merupakan solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi utama. Energi matahari, yang melimpah dan tidak terbatas, dikonversi menjadi listrik menggunakan teknologi sel surya yang dirancang untuk menangkap foton dari sinar matahari. Proses ini tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca atau polusi, menjadikannya alternatif yang bersih dibandingkan dengan energi yang dihasilkan dari bahan bakar fosil. Selain itu, panel surya memiliki masa pakai yang panjang, umumnya mencapai 20 hingga 30 tahun, dengan perawatan yang minimal, sehingga lebih efisien dan ekonomis dalam jangka panjang. Penggunaan panel surya juga mendukung transisi menuju keberlanjutan karena mengurangi

ketergantungan pada sumber daya yang tidak dapat diperbarui, seperti minyak bumi dan batu bara, yang semakin menipis. Di tingkat global, panel surya memainkan peran penting dalam mengurangi jejak karbon, membantu menekan dampak perubahan iklim, serta mendukung pencapaian target emisi nol bersih. Pada skala individu, rumah tangga dan bisnis yang menggunakan panel surya dapat menghemat biaya listrik sekaligus berkontribusi terhadap pelestarian lingkungan. Panel surya juga fleksibel dan dapat diintegrasikan ke dalam berbagai lingkungan, mulai dari instalasi atap rumah hingga pembangkit listrik tenaga surya skala besar. Dengan inovasi teknologi, efisiensi panel surya terus meningkat, dan biaya instalasi semakin terjangkau, sehingga mempercepat adopsinya secara luas.

Dalam rangka optimalisasi penggunaan energi terbarukan, kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada edukasi akan pentingnya energi terbarukan sebagai solusi energi berkelanjutan dan instalasi panel surya. Teknologi ini semakin diminati karena memiliki sumber daya yang praktis ramah lingkungan sesuai dengan (Asfani et al., 2022). Dampak positif lainnya dari penggunaan panel surya menurut (Sadewo et al., 2022) yaitu tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca dan tidak terbatas. Selain itu, biaya pemasangan dan pemeliharaan panel semakin terjangkau seperti yang terdapat pada (Lucianto & Herdiansyah, 2020; Sritoklin et al., 2018), sehingga dapat diakses oleh lebih banyak kalangan, baik individu, komunitas, maupun industri. Keunggulan lainnya adalah fleksibilitasnya, karena energi surya dapat dimanfaatkan dalam skala kecil untuk rumah tangga maupun skala besar untuk pembangkit listrik yang melayani wilayah luas. Tujuan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pelatihan instalasi panel surya adalah membekali masyarakat dengan pengetahuan dasar dan keterampilan praktis tentang cara kerja, instalasi, dan pemeliharaan panel surya. Pengabdian ini juga memiliki dimensi edukasi, karena melibatkan masyarakat dalam proses instalasi dan pengoperasian panel surya, sehingga meningkatkan pemahaman mereka tentang pentingnya energi terbarukan. Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini memberikan manfaat bagi masyarakat terutama dalam meningkatkan kesadaran masyarakat tentang manfaat energi terbarukan serta membekali mereka dengan keterampilan praktis untuk memasang dan merawat panel surya.

## **Metode**

Metode yang digunakan pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat edukasi dan pelatihan instalasi panel surya adalah perpaduan dari beberapa pendekatan, yaitu ceramah, diskusi, praktik, dan evaluasi. Pendekatan ceramah digunakan untuk memberikan landasan teori kepada peserta, menjelaskan konsep dasar tentang panel surya, serta memberikan pemahaman terkait prinsip kerja, komponen utama, dan manfaat penggunaannya. Melalui metode ini, peserta mendapatkan wawasan awal yang diperlukan sebelum melanjutkan ke tahap praktis.

Selanjutnya, pendekatan diskusi diterapkan untuk menciptakan interaksi dua arah antara instruktur dan peserta. Dalam diskusi, peserta dapat mengajukan pertanyaan, berbagi pengalaman, dan mendalami topik yang dianggap penting atau relevan dengan kondisi di lapangan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman serta menyelesaikan kebingungan atau masalah yang mungkin timbul selama sesi edukasi.

Tahap praktik menjadi elemen penting dalam kegiatan ini guna memberikan kesempatan kepada peserta untuk secara langsung mempelajari proses instalasi panel surya. Peralatan yang diberikan adalah solar panel, *solar charge controller*, baterai kering, bola lampu dan *fitting* sebagai beban dan kabel. Dalam sesi ini, peserta diajarkan langkah-langkah instalasi mulai dari pemasangan komponen hingga pengoperasian sistem panel surya. Dengan keterlibatan langsung, peserta dapat mengembangkan keterampilan teknis yang dibutuhkan, sekaligus membangun kepercayaan diri untuk menerapkan apa yang telah dipelajari.

Terakhir, evaluasi digunakan untuk menilai pemahaman dan keterampilan peserta setelah mengikuti seluruh rangkaian kegiatan. Evaluasi ini dapat dilakukan melalui tes tertulis, observasi saat praktik, atau diskusi reflektif. Tujuan evaluasi adalah untuk memastikan bahwa materi yang disampaikan telah dipahami dengan baik dan peserta memiliki kompetensi yang memadai dalam

instalasi panel surya. Kombinasi dari keempat metode ini dirancang untuk menciptakan pengalaman belajar yang komprehensif dan efektif, sehingga peserta tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam kehidupan nyata.

Pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan pada tanggal 31 Agustus 2024 bertempat di SMK Penerbangan Sriwijaya Palembang dengan peserta sebanyak sepuluh orang yang merupakan siswa SMK Penerbangan Sriwijaya Palembang. Sebelum pelaksanaan kegiatan, terlebih dahulu dilakukan survei lokasi ke SMK Penerbangan Sriwijaya Palembang sebagai tempat pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Kunjungan ke sekolah tersebut juga bertujuan untuk memberikan informasi cara pendaftaran peserta dengan memberikan tautan formulir pendaftaran kepada siswa.

## Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diawali dengan acara pembukaan yang dihadiri oleh Wakil Direktur III, Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ketua pengabdian kepada masyarakat, dosen, dan mahasiswa Politeknik Penerbangan Palembang, serta guru dan siswa SMK Penerbangan Sriwijaya Palembang. Acara pembukaan terdiri dari laporan ketua pengabdian kepada masyarakat, sambutan dari Guru SMK Penerbangan Sriwijaya Palembang, sambutan Wakil Direktur III Politeknik Penerbangan Palembang sekaligus membuka acara tersebut. Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan dalam dua sesi yaitu sesi pertama ceramah pemberian teori dan diskusi dan sesi kedua praktik instalasi.



Gambar 1. Pembukaan Kegiatan dan Pemberian Teori

Sesi pertama dilaksanakan pada pukul 09.00 sampai dengan pukul 12.00 WIB diberikan pelatihan secara teori dan diskusi di kelas. Teori yang diberikan berdasarkan modul pelatihan berupa *softfile* yang diberikan kepada peserta. Sesi teori bertujuan memberikan pemahaman mendalam tentang pentingnya energi ramah lingkungan sebagai solusi krisis energi dan dampak negatif penggunaan energi fosil. Energi alternatif pembangkit listrik tenaga surya dipilih karena sifatnya yang bersih, melimpah, dan berkelanjutan. Dalam sesi ini, peserta juga diperkenalkan pada tiga jenis pemasangan sistem tenaga surya: *on-grid* (Asrori et al., 2022), *off-grid* (Gunawan et al., 2022), dan *hybrid* (Riyanto, 2019). Sistem *on-grid* memungkinkan energi berlebih dijual ke jaringan listrik, tetapi bergantung pada jaringan. Sistem *off-grid* mandiri dengan baterai, cocok untuk wilayah terpencil, meski biaya awalnya lebih tinggi. Sementara itu, sistem *hybrid* menggabungkan keunggulan kedua sistem, menawarkan fleksibilitas lebih besar. Setelah teori, sesi dilanjutkan dengan diskusi interaktif, memungkinkan peserta bertanya, berbagi pandangan, dan mendalami materi yang telah disampaikan.



Gambar 2. Praktik Instalasi Panel Surya

Sesi kedua dimulai pukul 13.00 WIB dan difokuskan pada praktik instalasi panel surya seperti yang terlihat pada Gambar 2. Dalam sesi ini, peserta melakukan pemasangan komponen-komponen yang telah disediakan untuk dirakit menjadi sistem pembangkit listrik tenaga surya. Setiap langkah dalam proses instalasi dilakukan di bawah bimbingan mahasiswa yang kompeten di bidang instalasi panel surya. Mereka memastikan peserta memahami teknik yang benar dan membantu menyelesaikan pemasangan hingga seluruh komponen berfungsi sesuai rencana. Praktik ini bertujuan meningkatkan keterampilan teknis peserta sekaligus memastikan alat yang dirakit mampu bekerja optimal, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih aplikatif dan relevan dengan kebutuhan di lapangan.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Pengabdian kepada Masyarakat

Nomor Peserta	Nilai
1	80
2	81
3	79
4	80
5	81
6	82
7	82
8	85
9	83
10	78
Nilai rata-rata	81,1

Pada akhir pelatihan, peserta dievaluasi berdasarkan keberhasilan mereka dalam melakukan praktik instalasi panel surya sesuai prosedur yang telah diajarkan. Peserta yang berhasil menyelesaikan instalasi hingga panel surya dapat berfungsi dengan baik dinyatakan lulus. Berdasarkan Tabel 1, hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh peserta memperoleh nilai yang memuaskan, dengan rentang nilai antara 78 hingga 85. Nilai rata-rata yang dicapai adalah 81,1, menandakan bahwa peserta memiliki pemahaman dan keterampilan yang baik dalam instalasi panel surya. Hasil ini mencerminkan keberhasilan pelatihan dalam meningkatkan kompetensi peserta dalam bidang energi terbarukan.

## Kesimpulan

Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat telah terealisasi pada tanggal 31 Agustus 2024 di SMK Penerbangan Sriwijaya Palembang dengan peserta sejumlah 10 orang yang merupakan siswa dari SMK Penerbangan Sriwijaya Palembang. Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini terdiri dari dua sesi utama, yaitu pelatihan teori dan diskusi kemudian dilanjutkan praktik instalasi panel surya. Hasil evaluasi menunjukkan seluruh peserta berhasil menyelesaikan pelatihan dengan nilai rata-rata 81,1, mencerminkan pemahaman dan kompetensi yang baik. Pelatihan ini berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta dalam bidang energi terbarukan, khususnya instalasi panel surya. Rekomendasi untuk pengabdian selanjutnya adalah memperluas cakupan materi dengan menambahkan topik pemeliharaan dan *troubleshooting* panel surya agar peserta memiliki kemampuan lebih lengkap.

## Penghargaan/Ucapan terima kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada sivitas akademika Politeknik Penerbangan Palembang dan SMK Penerbangan Sriwijaya Palembang atas terlaksananya kegiatan ini dengan dukungan dana hibah kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana sebagaimana yang direncanakan.

## Daftar Pustaka

- Asfani, D. A., Satriyadi Hernanda, I. G. N., & Yulistya Negara, I. M. (2022). Alat Pembasmi Hama Otomatis Berbasis Solar Cell di Desa Pranggang, Kabupaten Kediri. *Sewagati*, 6(3). <https://doi.org/10.12962/j26139960.v6i3.138>
- Asrori, A., Ramdhani, A. F., Nugroho, P. W., & Eryk, I. H. (2022). Kajian Kelayakan Solar Rooftop On-Grid untuk Kebutuhan Listrik Bengkel Mesin di Polinema. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(4). <https://doi.org/10.26760/elkomika.v10i4.830>
- Azis, F., Mustafa, S., Munsyir, A. M. I., Mahdura, M., & Lutfi, S. (2021). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro Menggunakan Turbin Impuls. *Joule (Journal of Electrical Engineering)*, 2(1).
- Aziz, M., Marcellino, Y., Rizki, I. A., Ikhwanuddin, S. A., & Simatupang, J. W. (2020). Studi Analisis Perkembangan Teknologi dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1). <https://doi.org/10.24912/tesla.v22i1.7898>
- Dewi, R. P., Karyani, U., & Darpono, R. (2023). Aplikasi Nodemcu Esp8266 Dan Sensor Suhu untuk Monitoring Suhu Permukaan Panel Surya melalui Smartphone. *Jurnal Ilmiah Flash*, 8(2). <https://doi.org/10.32511/flash.v8i2.954>
- Diantari, R. A., Darmana, T., Zaenal, Z., Hidayat, S., Jumiati, J., Soewono, S., & Indradjaja, I. M. (2019). Sosialisasi Energi Baru Terbarukan dan Lingkungan Hidup Untuk Masyarakat Desa Sukawali KAB. Tangerang, Banten. *TERANG*, 2(1). <https://doi.org/10.33322/terang.v2i1.538>
- Emir Aulia, Chadirin, Y., & Pribadi, A. (2022). Analisis Sebaran SO<sub>2</sub> pada Musim Wabah Covid-19 Menggunakan Satelit Aura di Wilayah Jabodetabek. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 7(2), 113–128. <https://doi.org/10.29244/jsil.7.2.113-128>
- Gunawan, Syahputra, R., Abdullah, H., Iskandar, Haris, A., & Darmein. (2022). Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid Solar System pada Siswa SMKN 5 Kota Lhokseumawe. *Jurnal Politeknik Negeri Lohseumawe*, 6(1).
- Hiswandi, M. F., Iswahyudi, F., & Soeroto, W. M. (2023). Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem On-Grid di Pabrik Minuman Siap Saji. *Sebatik*, 27(1). <https://doi.org/10.46984/sebatik.v27i1.2246>
- Lucianto, A. E., & Herdiansyah, H. (2020). The Potential of Solar Panel Implementation Towards Sustainable Affordable Housing Development. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 519(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/519/1/012024>
- Ma'ruf, K., Surono, Darmono, Agung Fadlullah, Y., & Putra Setiyawan, B. (2023). Rancang Bangun

- Pembangkit Listrik Turbine Mini Hydro Sebagai Sumber Energi Ramah Lingkungan. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(05). <https://doi.org/10.58812/jmws.v2i5.314>
- Nisworo, S., Pravitasari, D., & Kusworo, Z. A. (2022). Dynamic Stability Simulation Multimachine Power Generating System. *2022 International Conference on Informatics Electrical and Electronics, ICIEE 2022 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ICIEE55596.2022.10010244>
- Probo Sugianto, S., Alif Mardiyah, N., Suhardi, D., Muhammadiyah Malang, U., Kontak Person, M., & Alif Mardiyah Jl Raya Tlogomas, N. (2021). Combined Economic and Emission Dispatch Menggunakan Flower Pollination Algorithm pada Transmisi 500 kv Jawa Bali. *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi Dan Rekayasa)*, 0(6).
- Rahmatika, F. A., Ariq, Y. N., Susianto, S., & Taufany, F. (2020). Pra-Desain Pabrik LPG dari Gas Alam. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.43597>
- Riyanto, S. (2019). Perancangan Instalasi Listrik dengan Menggunakan Sistem Hybrid dan Jala-jala PLN pada Bangunan PT. Pertamina Ep Asset 5 Tarakan Field. *INOVTEK POLBENG*, 9(2). <https://doi.org/10.35314/ip.v9i2.1049>
- Sabrina, A. P., & Ridho Pratama. (2022). Gambaran Kualitas Udara serta Analisis Risiko Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) dan Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) di Kabupaten Bekasi. *Journal of Engineering Environmental Energy and Science*, 1(2), 63–70. <https://doi.org/10.31599/joes.v1i2.1289>
- Sadewo, D. N., Arifianto, T., Sunardi, S., Moonlight, L. S., & Wasito, B. (2022). Penggunaan Solar Tracker untuk Analisis Pencarian Daya Maksimal pada Panel Surya. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 7(2). <https://doi.org/10.52447/jkte.v7i2.6246>
- Salsabila, W. N., . Y., & . S. (2023). Analisis Perkembangan Penanggulangan Pencemaran Udara Yang Disebabkan Oleh Bahan Bakar Fosil. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(4), 1010–1014. <https://doi.org/10.47233/jpst.v2i4.1331>
- Saputra, M., Darsan, H., & Munawir, A. (2019). Kecepatan Angin: Menggunakan Mawar Angin Sebagai Prediktor. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi*, 5(2). <https://doi.org/10.35308/jmkn.v5i2.1659>
- Sritoklin, A., Malee, W., Prugsanantanatorm, A., Sapaklom, T., Na Ayudhya, P. N., Mujjalinvimut, E., & Kunthong, J. (2018). A Low Cost, Open-source IoT based 2-axis Active Solar Tracker for Smart Communities. *Proceedings of the Conference on the Industrial and Commercial Use of Energy, ICUE, 2018-October*. <https://doi.org/10.23919/ICUE-GESD.2018.8635705>
- Zubaydah, A., Sabilah, A. Z., Sari, D. P., & Hidayah, F. N. A. (2024). Mengurangi Emisi: Mendorong Transisi Ke Energi Bersih Untuk Mengatasi Polusi Udara. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 04(1), 11–21. <https://doi.org/10.52562/biochephy.v4i1.1062>