

PENDAMPINGAN RANCANG BANGUN SISTEM ENERGI TERBARUKAN BERBASIS ENERGI SURYA DAN BIODIESEL DI PESANTREN DAAR EL-QOLAM 2 KABUPATEN TANGERANG

Beta Nur Pratiwi, Subur Pramono, Muhammad Aprillya Hariz Mustofa, Eha Desiyani
Program Studi Fisika, Fakultas Sains, UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten,
email: pratiwi@uinbanten.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 02 April 2025

Disetujui : 20 Mei 2025

Kata Kunci :

Energi Terbarukan, Energi Surya, Biodiesel

ABSTRAK

Kegiatan pendampingan rancang bangun sistem energi terbarukan berbasis energi surya dan biodiesel telah dilaksanakan di Pesantren Daar el-Qolam 2 Kabupaten Tangerang. Kegiatan dilakukan oleh tim pengabdian Prodi Fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten dengan sasaran pendampingan adalah siswa kelas XII IPA dan pengelola sekolah dengan total sebanyak 80 orang. Kegiatan diawali dengan acara pembukaan, dilanjutkan dengan acara diseminasi hasil penelitian kepada sasaran pendampingan. Diseminasi berupa presentasi, diskusi dan praktik serta pendampingan secara langsung. Rekomendasi implementasi energi surya di lingkungan pesantren yaitu sebagai sumber listrik untuk alat elektronik harian, sementara untuk biodiesel bisa digunakan sebagai bahan bakar sampah. Hasil evaluasi pengabdian menunjukkan bahwa antusiasme sasaran pendampingan cukup tinggi terhadap kegiatan pengabdian dan berharap kegiatan sejenis dapat terus dilakukan secara berkelanjutan dengan senantiasa mengikuti perkembangan teknologi serta meningkatkan kebermanfaatan dan kualitas implementasinya.

ARTICLE INFO

Article History :

Received : 02 April 2025

Accepted : 20 May 2025

Keywords:

The renewable energy, Solar energy, Biodiesel

ABSTRACT

Assistance activities for the design and construction of renewable energy systems based on solar energy and biodiesel have been carried out at the Daar el-Qolam 2 Islamic Boarding School, Tangerang Regency. The activity was carried out by the service team of the Physics Study Program, Faculty of Science, UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten with the target of assistance being 80 students of grade XII Science and school managers. The activity began with an opening ceremony, followed by a dissemination event of research results to the target of assistance. Dissemination in the form of presentations, discussions and practices as well as direct mentoring. The recommendation for the implementation of solar energy in the pesantren environment is as a source of electricity for daily electronic devices, while biodiesel can be used as waste fuel. The results of the service evaluation show that the enthusiasm of the mentoring target is quite high and the ministry hopes that it can continue to be carried out in a sustainable manner by always following scientific and technological developments and improving the usefulness and quality of its implementation.

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan aset penting yang sangat diperlukan bagi keberlangsungan hidup manusia. Energi erat kaitannya sebagai penopang kehidupan dalam menunjang aktivitas sehari-hari. Sebagaimana diketahui, terdapat berbagai jenis energi, seperti energi listrik, energi panas, energi angin, energi bunyi, energi kimia dan lain-lain. Diantara banyaknya bentuk energi, yang paling banyak digunakan adalah energi listrik. Energi listrik banyak digunakan oleh masyarakat untuk menunjang aktivitas sehari-hari, apalagi pada masyarakat sekarang ini, dimana setiap harinya tidak pernah lepas dari penggunaan energi listrik, terlebih hampir semua alat-alat penunjang aktivitas sehari-hari berbasis pada energi listrik. Masyarakat memanfaatkan energi listrik untuk menunjang pekerjaan, pendidikan dan kegiatan sehari-hari seperti mencuci, menanak nasi, menyetraka pakaian dan kegiatan lainnya. Bisa dibayangkan, kebutuhan energi listrik dalam tinjauan skala yang lebih luas, tentu akan sangat besar.

Sementara itu, sumber utama kebutuhan energi listrik saat ini masih bergantung pada bahan bakar fosil/ minyak bumi. Konsumsi minyak bumi yang terus menerus membuat minyak bumi semakin langka dan mahal. Sumber energi fosil pun lama kelamaan juga akan habis (energi tak terbarukan), sementara kebutuhan energi semakin hari semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi. Seiring berkurangnya sumber energi fosil ini, dunia modern harus segera beralih dari penggunaan sumber energi tak terbarukan ke sumber energi terbarukan. Sumber energi terbarukan (*renewable energy*) merupakan sumber energi yang berasal dari alam dan dapat diperbarui terus-menerus tanpa batas. Sumber energi terbarukan di Indonesia dapat berupa sumber angin, sumber air, energi surya, energi panas bumi, biodiesel dan sebagainya. Di antara sekian banyak sumber energi terbarukan, pemanfaatan energi surya merupakan pilihan yang paling memungkinkan di Indonesia, ditinjau dari berbagai sisi (Al Hakim, 2020). Energi surya memanfaatkan energi panas dari matahari untuk dikonversi menjadi energi listrik, dimana energi listrik ini merupakan salah satu faktor penting dalam menunjang aktivitas kehidupan manusia

(Hindarti and Ayuningtyas, 2020; Zaini et al., 2022).

Energi surya menjadi salah satu energi yang saat ini sedang giat dikembangkan oleh pemerintah karena Indonesia merupakan negara tropis dan Indonesia memiliki potensi energi surya yang cukup besar. Energi matahari memiliki banyak keuntungan, karena tidak mencemari, tidak dapat habis, dapat diandalkan dan tidak dapat dibeli, sehingga dapat mengurangi biaya (Irawati et al., 2021; Ayu Arsita et al., 2021). Istilah "energi surya" mengacu pada konversi langsung sinar matahari menjadi panas atau energi listrik untuk kita gunakan, atau dikenal juga sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Implementasi panel surya telah banyak dilakukan oleh berbagai kalangan, seperti misalnya sebagai sumber energi listrik utama rumah tangga dimana atap rumah dilapisi panel surya, ataupun skala industri yang semakin hari semakin meningkat penggunaannya (Jilan et al., 2024; Zaini et al., 2022).

Selain sumber energi surya, biodiesel juga merupakan pilihan tepat untuk mengurangi penggunaan energi fosil di Indonesia. Mengingat, bahwa bahan baku tersedia melimpah, seperti kotoran hewan, sisa minyak goreng dan lain-lain. Penelitian telah banyak dilakukan dalam mengupayakan nilai fungsi dari bahan-bahan bekas yang sudah tidak terpakai untuk berbagai tujuan, misal saja sampah organik dijadikan sebagai pupuk, kotoran hewan diolah menjadi sumber biogas, dan sebagainya. Maka isu pemanfaatan daya guna bahan bekas patut menjadi perhatian lebih, ditinjau dari upaya meningkatkan daya guna, mengurangi pencemaran lingkungan dan tentunya mendukung penghematan penggunaan bahan bakar fosil (Hanafie et al., 2019; Jaya et al., 2021).

Indonesia merupakan salah satu produsen minyak terbesar di dunia, namun masih melakukan impor bahan bakar minyak bumi untuk memenuhi kebutuhan transportasi dan energi. Kenaikan harga minyak mentah global yang terjadi belakangan ini memberikan dampak besar terhadap perekonomian, terutama akibat melonjaknya harga bahan bakar. Kenaikan harga bahan bakar secara langsung menyebabkan peningkatan biaya transportasi, produksi industri

dan pembangkitan listrik. Dalam jangka panjang, impor minyak akan semakin mendominasi pasokan energi nasional jika pemerintah tidak memiliki kebijakan untuk melakukan diversifikasi energi melalui penggunaan energi terbarukan. Bahan bakar minyak diperkirakan akan habis bila digunakan dalam skala besar. Ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi dapat dikurangi dengan penggunaan biodiesel yang masih banyak bahan baku untuk dikembangkan (Al Hakim, 2020; Azhar and Satriawan, 2018).

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif ramah lingkungan yang tidak berbahaya bagi kesehatan dan dapat digunakan sebagai bahan bakar mobil sehingga menghasilkan emisi yang lebih rendah dibandingkan solar. Biodiesel dapat dibuat dengan proses metanol dengan memisahkan minyak-minyak yang berbeda seperti minyak jelantah, minyak kelapa, minyak sawit, minyak kedelai dan lain-lain. Biodiesel memiliki titik beku yang lebih rendah dibandingkan minyak nabati sehingga dapat digunakan pada suhu yang lebih rendah. Biodiesel ini mempunyai sifat fisik seperti mineral solar, sehingga dapat langsung digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar (Hanafie et al., 2019; Widayat and Hadiyanto, 2016; Susanti et al., 2023). Biodiesel yang dilakukan dalam pengabdian ini adalah berbasis bahan dasar minyak jelantah (minyak goreng bekas). Ditinjau dari penggunaan minyak goreng pada skala rumah tangga ataupun industri, memberikan keberlimpahan minyak jelantah. Satu rumah saja, diperkirakan setiap harinya ibu rumah tangga menggunakan minyak goreng sekitar satu liter untuk memasak harian, apalagi di Indonesia banyak sekali penjual gorengan yang tentunya akan menambah ketersediaan minyak jelantah, yang tentu tidak banyak orang yang paham akan pemanfaatannya agar bernilai daya guna lebih. Maka berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dilakukan pengabdian masyarakat berbasis pada pemanfaatan energi surya dan biodiesel berbahan minyak jelantah (Jaya et al., 2021).

Pada pengabdian masyarakat ini kami menerapkan energi surya dan pemanfaatan biodiesel di Pondok Pesantren Daar el-Qolam 2 yang berada di Jl. Raya Serang Km. No. 36, Pasir Gantung, Kecamatan Jayanti, Kabupaten

Tanggerang, Banten. Daar el-Qolam 2 adalah sebuah Lembaga Pendidikan dengan pendekatan pesantren modern. Pondok Pesantren Daar el-Qolam ini sangat tepat dijadikan tempat untuk menempuh Pendidikan. Pondok pesantren ini mendidik santri-santrinya agar memiliki jiwa ikhlas, sederhana, berdikari, ukhuwah Islamiyah, dan kebebasan, serta menanamkan 4 karakter utama yaitu, berbudi luhur, berbadan sehat, berpengatahuan luas, dan berpikiran bebas. Daar el-Qolam 2 memiliki diferensiasi, yaitu menumbuhkan kembangkan budaya ilmiah melalui penelitian, pembelajaran berbasis ICT, penguatan kompetensi pada ilmu alam (ulum kauniyah) dan ilmu sosial (ulum ijtimaiyah) (Pondok Pesantren Daar El-Qolam 2 Program Excellent Class, 2023).

Pondok pesantren Daar el-Qolam 2 ini merupakan tempat yang tepat untuk pengimplementasian energi terbarukan berbasis energi surya dan biodiesel. Karena pondok pesantren Daar el-Qolam 2 dituntut untuk unggul dalam penguasaan riset dan teknologi, serta dalam rangka menuju *green* pesantren, sehingga pengimplementasian ini diharapkan menambah minat siswa untuk meriset lebih dalam mengenai energi terbarukan khususnya mengenai energi surya dan biodiesel.

Pengabdian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan pengaruh kepada target sasaran, yaitu dalam hal ini guru atau siswa dalam pemanfaatan energi terbarukan dari sumber energi surya dan biodiesel khususnya di lingkungan pesantren, sehingga dapat mendukung peningkatan mutu pesantren berbasis *green* pesantren. *Green* pesantren dapat dimulai dari langkah kecil penggunaan energi terbarukan skala mikro, maka pengabdian yang dilakukan diharapkan dapat membuka kesadaran siswa dan atau guru dalam pemanfaatan teknologi yang sedang berkembang, tidak hanya berfokus pada energi terbarukan.

2. METODE

Sasaran pendampingan yaitu kelas XII IPA sejumlah 75 siswa serta pengelola sekolah, terdiri dari guru dan pegawai sebanyak 5 orang. Mengingat tema yang diambil adalah energi terbarukan, yang lebih mengarah kepada kajian sains, maka target pengabdian disesuaikan jurusan IPA.

Pengabdian dimulai dengan studi literatur yaitu pengkajian sumber-sumber pustaka berkaitan dengan energi surya dan biodiesel. Dari jurnal-jurnal ilmiah atau sumber pustaka lainnya yang berkaitan dengan tema pengabdian, selanjutnya dipahami dan dijadikan landasan dalam desain alat, perancangan alat, pengujian dan analisa hasil. Selanjutnya dilakukan perancangan desain panel surya dan pembuatan biodiesel berbahan baku minyak jelantah. Setelah desain alat siap diuji, selanjutnya dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa alat berfungsi. Setelah dilakukan pengujian, dan dirasa berhasil, dilanjutkan dengan diseminasi ke sasaran pengabdian sekaligus implementasi yang direkomendasikan bagi target pengabdian. Langkah akhir adalah analisis dan evaluasi hasil pengabdian yang telah dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Diseminasi program pengabdian telah dilakukan di Pondok Pesantren Daar el-Qolam 2 Kabupaten Tangerang dengan peserta pengabdian sebanyak 75 siswa kelas XII IPA, beberapa guru pendamping serta tim pengabdian sebanyak 5 orang. Diseminasi dikemas dalam serangkaian acara, mulai dari presentasi hasil, demo alat secara langsung dan pengujiannya, serta diskusi dan tanya jawab. Presentasi dilakukan oleh tim pengabdian secara bergantian, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



(a)

Gambar 1.(a) merupakan kegiatan pembukaan diseminasi yang dilakukan, dilanjutkan dengan acara pemaparan terkait sistem biodiesel pada Gambar 1.(b), kemudian Gambar 1.(c) merupakan pemaparan terkait sistem energi surya.



(b)



(c)

Gambar 1. (a) Pembukaan pendampingan (b) Diseminasi sistem biodiesel (c) Diseminasi sistem energi surya.

Setelah dilakukan diseminasi, selanjutnya adalah demo alat dan pengujian seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Tim pengabdian mendampingi para siswa untuk melakukan perakitan instrument dan pengujian sistem energi surya secara langsung.



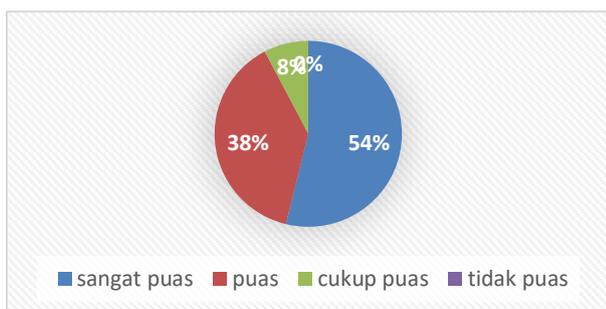
(a)



Gambar 2. (a) Praktik perakitan instrumen energi surya (b) Demo pengujian instrumen energi surya dan biodiesel

Implementasi sistem energi surya dan biodiesel di lingkungan pesantren disesuaikan dengan kebutuhan. Berdasarkan spesifikasi alat/panel surya, direkomendasikan bisa dimanfaatkan untuk mencharger hp, menyalakan lampu dan lainnya yang tentunya mengacu pada daya maksimum yang bisa dihasilkan oleh alat. Sementara untuk biodiesel, implementasinya bisa digunakan sebagai bahan bakar sampah.

Selanjutnya evaluasi kegiatan dilakukan dengan menyebar kuesioner kepada para peserta untuk mengetahui bagaimana respon siswa dan guru (sebanyak 80 orang) terhadap kegiatan pengabdian yang telah dilakukan. Dari hasil yang diperoleh, selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 3 untuk butir pertanyaan poin ke-1, yaitu terkait kepuasan responden terhadap metode dan cara penyampaian tim pengabdian. Pilihan jawaban yang disediakan ada empat, yaitu sangat puas, puas, cukup puas dan tidak puas.

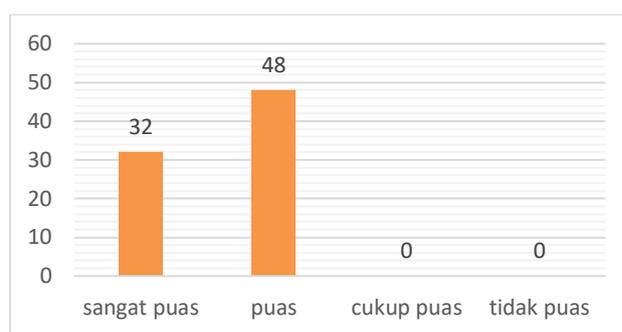


Gambar 3. Kepuasan terhadap metode dan cara penyampaian materi

Gambar 3 menunjukkan bahwa 54% responden menyatakan sangat puas terhadap

metode dan penyampaian materi pengabdian, 38% menyatakan puas, dan 8 % menyatakan cukup puas, sehingga dapat disimpulkan bahwa lebih dari setengah dari jumlah responden menyatakan kesangat-puasan terhadap metode dan cara penyampaian materi pengabdian.

Selanjutnya evaluasi berupa pertanyaan kedua yang berkaitan dengan kepuasan pelaksanaan pengabdian secara keseluruhan, yang ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar 4, dapat diamati bahwa sebanyak 32 responden menyatakan sangat puas dan 48 menyatakan puas terhadap kegiatan pengabdian yang telah dilakukan oleh tim Prodi Fisika.



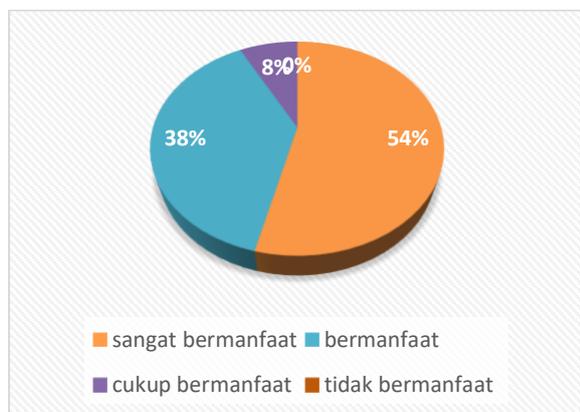
Gambar 4. Kepuasan mitra terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian

Indikator kepuasan sasaran pendampingan terhadap pelaksanaan kegiatan ini menjadi poin penting sebagai evaluasi pelaksanaan kegiatan yang diharapkan dapat berkelanjutan agar proses pengabdian yang dilakukan dapat terus memberikan dampak bagi sasaran ataupun masyarakat luas.

Berikutnya pada butir instrumen ke-tiga terkait kebermanfaatan dari kegiatan pendampingan menurut penilaian sasaran pengabdian. Pilihan jawaban yang disediakan terdiri dari pilihan jawaban sangat bermanfaat, bermanfaat, cukup bermanfaat dan tidak bermanfaat, dimana hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5. Sebanyak 54% menyatakan bahwa kegiatan pengabdian sangat bermanfaat, 38 % bermanfaat dan 8% cukup bermanfaat. Dari prosentase yang diperoleh menggambarkan bahwa pelaksanaan kegiatan pengabdian yang dilakukan oleh tim Prodi Fisika memberikan kebermanfaatan yang baik bagi mitra yang diberikan edukasi dan dapat digunakan sebagai bahan pengembangan untuk menjadi mitra yang memiliki kemampuan dalam menerapkan

sumber energi terbarukan berbasis tenaga surya dan biodiesel yang bisa digunakan untuk menggantikan bahan bakar fosil. Hal tersebut dapat memberikan kemandirian bagi mitra dalam mengelolah lembaganya untuk menjadi lembaga yang dapat memanfaatkan sumber daya alam menjadi energi terbarukan bagi mitra itu sendiri dan masyarakat disekitar.

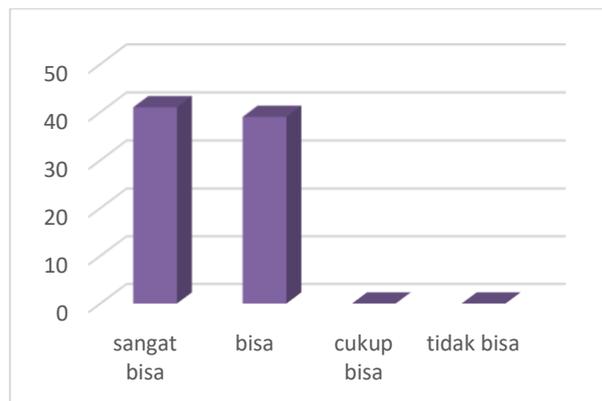
Di sisi lain, dengan prosentase yang besar terhadap nilai kebermanfaatan diadakannya pengabdian ini menjadi tolak ukur yang harus diperhatikan bagi tim pengabdian Prodi Fisika sebagai akademisi yang diharapkan dapat mengembangkan riset dan pengabdian, dalam pengembangan sumber daya alam yang lain yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti sumber daya berbahan fosil yang hampir habis, dan perlu untuk disosialisasikan kepada masyarakat luas agar pengetahuan dari pengembangan sumber daya alam ini dapat sampai kepada seluruh lapisan elemen masyarakat.



Gambar 5. Penilaian mitra terhadap kebermanfaatan kegiatan pengabdian

Instrumen evaluasi terkait peluang keberlanjutan kegiatan pengabdian, diperoleh hasil dari kuesioner yang ditampilkan pada Gambar 6, menunjukkan bahwa 41 responden menyatakan sangat bisa kegiatan pengabdian dilanjutkan, dan 39 mitra menyatakan kebiasaan keberlanjutan kegiatan pengabdian. Hal tersebut terjadi karena dari kuisisioner indikator sebelumnya menggambarkan bahwa kegiatan pengabdian implementasi energi terbarukan berbasis panel surya dan biodiesel ini memberikan dampak positif, baik terhadap pengembangan dan pengetahuan tentang sumber daya alam yang dapat digunakan sebagai energi

terbarukan yang ada disekitar kita, maupun untuk membantu mensosialisasikan kepada masyarakat luas.



Gambar 6. Penilaian sasaran pendampingan terhadap peluang keberlanjutan kegiatan pengabdian.

Hasil evaluasi rata-rata responden yang menyatakan kesiapan terhadap keberlanjutan pengabdian berbasis energi terbarukan ini menjadi hal yang positif bagi tim Prodi Fisika untuk terus mengembangkan riset sejalan dengan pengabdian terhadap pemanfaatan sumber daya alam sebagai potensi energi terbarukan.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Kegiatan pendampingan rancang bangun sistem energi terbarukan berbasis energi surya dan biodiesel telah dilakukan di pesantren Daar el Qolam 2, Tangerang. Kegiatan pendampingan diikuti oleh 80 orang, dengan hasil evaluasi rata-rata menyatakan bahwa kegiatan pengabdian sangat perlu dilaksanakan secara berkelanjutan agar kebermanfaatannya dapat terus dirasakan dan disebarluaskan. Harapan besar bahwa penelitian berjalan beriringan dengan pengabdian kepada masyarakat, agar masyarakat dapat mengetahui bagaimana pemanfaatan sumber daya alam sekitar sebagai pengganti energi bahan bakar fosil.

4.2. Saran

Kegiatan pendampingan agar bisa dilakukan secara berkelanjutan demi kebermanfaatan yang lebih banyak dan merata.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Al Hakim, R.R., 2020. Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energi Terbarukan untuk Ketahanan Energi di Indonesia: Sebuah Ulasan. *ANDASIH Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat* 1. <https://doi.org/10.57084/andasih.v1i1.374>
- Ayu Arsita, S., Eko Saputro, G., Susanto, S., 2021. Perkembangan Kebijakan Energi Nasional dan Energi Baru Terbarukan Indonesia. *Jurnal Syntax Transformation* 2. <https://doi.org/10.46799/jst.v2i12.473>
- Azhar, M., Satriawan, D.A., 2018. Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. *Administrative Law and Governance Journal* 1. <https://doi.org/10.14710/alj.v1i4.398-412>
- Hanafie, A., Haslinah, A., Qalaman, Q., Made, A., 2019. Permodelan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *ILTEK : Jurnal Teknologi* 12. <https://doi.org/10.47398/iltek.v12i02.89>
- Hindarti, F., Ayuningtyas, E., 2020. Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 150 Wp Sebagai Suplai Energi Pada Fotobioreaktor Mikroalga. *Jurnal Rekayasa Lingkungan* 20. <https://doi.org/10.37412/jrl.v20i1.43>
- Irawati, F., Kartikasari, F.D., Tarigan, E., 2021. Pengenalan Energi Terbarukan dengan Fokus Energi Matahari kepada Siswa Sekolah Dasar dan Menengah. *Publikasi Pendidikan* 11. <https://doi.org/10.26858/publikan.v11i2.16413>
- Jaya, D., Widayati, T.W., Salsabiela, H., Majid, M.F.A., 2021. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Heterogen. *Jurnal Eksegi* 19.
- Jilan, A.F., Islameka, M., Adhiharto, R., Media, R.I., Erlangga, Y.Y., 2024. Penerapan Lampu Sel Surya untuk Penerangan Jalan Umum Masyarakat Desa Girimukti. *Madaniya* 5. <https://doi.org/10.53696/27214834.748>
- Pondok Pesantren Daar El-Qolam 2 Program Excellent Class, 2023. www.daarelqolam.ac.id.
- Susanti, T., Mas'udah, M., Santosa, S., 2023. Studi Penggunaan Katalis CaO-NaOH pada Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi* 8. <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i2.361>
- Widayat, W., Hadiyanto, H., 2016. Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Untuk Produksi Biomassa Mikroalga *Nannochloropsis* Sp Sebagai Bahan Baku Biodiesel. *Reaktor* 15. <https://doi.org/10.14710/reaktor.15.4.253-260>
- Zaini, Z., Laksono, H.D., Kurnia, R., Darwison, D., Darmawan, D., Muharram, M., Syamsuddin, S., Nofendra, R., Rusydi, M.I., 2022. Penerapan Sel Surya sebagai Energi Listrik Alternatif di Alfi Hidroponik Padang. *Jurnal Andalas: Rekayasa dan Penerapan Teknologi* 1. <https://doi.org/10.25077/jarpet.v1i2.15>