

Edukasi Inovasi Teknologi Energi Hijau (Green Energie) Bagi Siswa SMK Di Kota Lhokseumawe

Suryadi*, M. Iqbal Adhya Putra, Mursalin, Muhammad Ali, Zahari

Universitas Malikussaleh, Aceh Utara, Indonesia

✉Corresponding Author: suryadi80@unimal.ac.id

Abstrak

Perubahan iklim global dan krisis energi mendorong perlunya transisi dari energi fosil menuju energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Edukasi mengenai inovasi teknologi energi hijau menjadi langkah strategis untuk membekali generasi muda, khususnya siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), dengan pengetahuan dan keterampilan yang relevan dengan tuntutan pembangunan berkelanjutan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di beberapa SMK di Kota Lhokseumawe pada bulan April hingga Agustus, dengan tujuan meningkatkan literasi energi hijau, keterampilan teknis, serta kreativitas siswa dalam merancang solusi berbasis energi terbarukan. Metode pelaksanaan meliputi tiga tahapan, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Tahap pelaksanaan mencakup seminar, workshop, praktikum pembuatan prototipe sederhana (panel surya mini, turbin angin kecil, dan biodigester sederhana), kompetisi ide inovasi, serta pendampingan guru pendamping. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam pemahaman siswa terhadap konsep energi hijau, yang tercermin dari peningkatan nilai pre-test sebesar 42% menjadi 84% pada post-test. Selain itu, sebagian besar siswa berhasil menyelesaikan prototipe sederhana dan menghasilkan ide inovasi yang aplikatif, seperti lampu jalan tenaga surya dan pompa air tenaga angin. Guru pendamping juga menyatakan minat untuk mengintegrasikan materi energi hijau ke dalam pembelajaran vokasi di sekolah. Dengan demikian, kegiatan ini berhasil memberikan manfaat nyata berupa peningkatan literasi, keterampilan praktis, dan kreativitas siswa SMK, serta mendukung upaya transisi energi dan pembangunan berkelanjutan di tingkat lokal.

Kata Kunci: Energi hijau; Inovasi teknologi; Edukasi vokasi; SMK; Lhokseumawe

Pendahuluan

Energi merupakan salah satu kebutuhan dasar yang sangat penting dalam kehidupan manusia modern. Hampir semua aspek aktivitas manusia baik dalam rumah tangga, transportasi, komunikasi, maupun industri bergantung pada ketersediaan energi. Tanpa energi, kehidupan modern tidak akan mampu berjalan dengan baik. Namun, selama beberapa dekade terakhir, dunia menghadapi tantangan besar terkait sumber energi yang digunakan. Mayoritas kebutuhan energi global masih dipenuhi oleh energi fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam. Ketergantungan ini membawa dampak serius, antara lain cadangan energi fosil yang semakin menipis, ketidakstabilan harga energi dunia, serta dampak negatif terhadap lingkungan berupa pencemaran udara, pemanasan global, dan perubahan iklim yang ekstrem. Kondisi ini menuntut semua pihak untuk segera melakukan transformasi energi menuju sumber daya yang lebih bersih, ramah lingkungan, serta berkelanjutan (Abror et al., 2025; Khairuna et al., 2024; Setiawan et al., 2022).

Dalam konteks inilah, konsep energi hijau (*green energy*) menjadi semakin relevan. Energi hijau mengacu pada pemanfaatan energi yang berasal dari sumber daya alam terbarukan dan tidak menimbulkan dampak negatif signifikan terhadap lingkungan. Sumber energi hijau dapat berupa energi surya, angin, biomassa, hidro, maupun energi panas bumi. Keunggulan energi hijau bukan hanya pada sifatnya yang ramah lingkungan, tetapi juga pada keberlanjutannya, karena sumber daya tersebut relatif tidak akan habis selama bumi masih ada. Dengan demikian, pemanfaatan energi hijau diyakini dapat menjadi solusi strategis untuk mengatasi krisis energi sekaligus permasalahan lingkungan global (Agustin et al., 2025; Rita et al., 2024).

Indonesia sebagai negara tropis dengan kekayaan sumber daya alam melimpah memiliki potensi besar dalam pengembangan energi terbarukan (Ardianto & Herwanto, 2025; Wahyudi et al., 2025). Cahaya matahari yang melimpah hampir sepanjang tahun memberikan peluang besar dalam penggunaan teknologi energi surya. Selain itu, potensi angin di beberapa wilayah pesisir, biomassa dari hasil pertanian dan perkebunan, serta potensi energi mikrohidro di daerah pegunungan, menjadikan Indonesia sebagai negara yang kaya akan pilihan sumber energi hijau. Namun, potensi besar ini belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal. Masih banyak daerah di Indonesia yang sangat bergantung pada energi berbasis fosil, sehingga literasi dan inovasi di bidang energi hijau perlu terus ditingkatkan (Alda et al., 2025; Hartati et al., 2024, 2024).

Kota Lhokseumawe, yang terletak di pesisir utara Aceh, merupakan salah satu kawasan strategis yang memiliki potensi besar dalam pengembangan energi hijau. Kota ini pernah dikenal sebagai pusat industri gas alam cair (LNG) dan hingga kini tetap menjadi kawasan yang berkembang di bidang pendidikan, industri, dan perdagangan. Sebagai kota yang memiliki posisi penting di Aceh, Lhokseumawe dapat menjadi contoh daerah yang berkomitmen dalam mengembangkan energi bersih dan berkelanjutan. Selain memiliki potensi energi surya yang melimpah, Lhokseumawe juga memiliki wilayah pesisir yang dapat dimanfaatkan untuk energi angin, serta potensi biomassa dari aktivitas pertanian dan perikanan. Semua potensi ini bisa menjadi modal berharga untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif di masa depan.



Gambar 1. Biomassa dari Ternak

Akan tetapi, potensi sumber daya alam tidak akan berarti tanpa adanya sumber daya manusia (SDM) yang memiliki kapasitas dan keterampilan untuk mengelola serta mengembangkan teknologi energi hijau (Agnesia et al., 2025; Halim Tjiwidjaja & Rianti Salima, 2023; Shabrina & Rahmadhanti F, 2024). Dalam hal ini, generasi muda menjadi kunci utama. Siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebagai calon tenaga kerja terampil di bidang teknik dan vokasi merupakan kelompok yang sangat strategis untuk diberikan edukasi dan pelatihan tentang inovasi energi hijau. Mereka tidak hanya dipersiapkan untuk masuk ke dunia kerja, tetapi juga diharapkan mampu menciptakan lapangan kerja baru melalui inovasi teknologi yang mereka kembangkan.

Edukasi inovasi teknologi energi hijau bagi siswa SMK sangat penting untuk menjawab tantangan era globalisasi dan revolusi industri 4.0. Dunia kerja saat ini tidak hanya membutuhkan tenaga kerja yang terampil, tetapi juga kreatif, inovatif, dan mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi (Iswandi et al., 2025; Rahman Aldori et al., 2025). Industri energi, termasuk energi hijau, merupakan salah satu sektor yang berkembang pesat secara global dan menawarkan peluang kerja luas. Dengan memberikan edukasi sejak dini kepada siswa SMK, diharapkan mereka memiliki pengetahuan dasar, keterampilan praktis, dan motivasi tinggi untuk berkarier di bidang energi terbarukan.



(a)



(b)

Gambar 2.a. Surber Energi Pasang surut. b. Sumber Energi Aliran Sungai

Selain itu, pendidikan energi hijau bagi siswa SMK juga memiliki manfaat yang lebih luas, yaitu menumbuhkan kesadaran lingkungan. Melalui pemahaman tentang pentingnya energi bersih, siswa akan memiliki perspektif baru mengenai hubungan antara aktivitas manusia dan keberlanjutan bumi. Mereka akan lebih peduli terhadap dampak negatif penggunaan energi fosil, seperti polusi udara dan emisi gas rumah kaca, serta lebih menghargai pentingnya menjaga

lingkungan untuk generasi mendatang (Andini, 2023; Fatria et al., 2025). Dengan demikian, siswa SMK tidak hanya menjadi tenaga kerja siap pakai, tetapi juga agen perubahan dalam masyarakat.

Kegiatan edukasi inovasi energi hijau dapat dilakukan melalui berbagai bentuk, mulai dari seminar, workshop, praktik laboratorium, hingga kunjungan lapangan ke instalasi energi terbarukan. Misalnya, siswa dapat diajak untuk membuat prototipe sederhana seperti panel surya mini, kincir angin skala kecil, atau biodigester rumah tangga. Aktivitas ini tidak hanya menambah keterampilan teknis, tetapi juga melatih kreativitas, kerja sama tim, serta kemampuan problem solving. Lebih jauh, kegiatan seperti kompetisi ide inovasi dapat memacu semangat siswa untuk menghadirkan solusi nyata yang dapat diterapkan di lingkungan mereka masing-masing.

Dengan adanya program edukasi ini, diharapkan terjadi sinergi antara sekolah, pemerintah, akademisi, dan industri dalam mendorong pengembangan energi hijau di Lhokseumawe. Sekolah berperan sebagai pusat pengembangan SDM, pemerintah memberikan dukungan kebijakan dan fasilitas, akademisi menyumbangkan ilmu pengetahuan, sementara industri dapat menjadi mitra dalam implementasi teknologi dan penyerapan tenaga kerja. Sinergi ini akan memberikan dampak positif, baik bagi peningkatan kualitas pendidikan, pembangunan daerah, maupun upaya mitigasi perubahan iklim secara global. Oleh karena itu, kegiatan “Edukasi Inovasi Teknologi Energi Hijau (Green Energy) bagi Siswa SMK di Kota Lhokseumawe” menjadi sangat relevan untuk dilaksanakan. Program ini bukan hanya bertujuan memberikan pengetahuan teoritis, tetapi juga pengalaman praktis yang akan membekali siswa menghadapi dunia kerja dan tantangan masa depan. Dengan bekal keterampilan energi hijau, siswa SMK dapat menjadi motor penggerak inovasi teknologi ramah lingkungan di daerahnya.

Lebih jauh, manfaat dari edukasi energi hijau ini tidak terbatas pada siswa saja, melainkan juga pada masyarakat luas (Abror et al., 2025; Andini, 2023; Halim Tjiwidjaja & Rianti Salima, 2023; Hartati et al., 2024). Ketika siswa mampu menghasilkan inovasi teknologi sederhana, hasilnya dapat langsung diaplikasikan di lingkungan sekitar, misalnya untuk kebutuhan listrik rumah tangga, pengolahan limbah organik menjadi biogas, atau penerangan jalan dengan lampu tenaga surya. Hal ini akan meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya energi ramah lingkungan dan sekaligus memberikan solusi nyata terhadap permasalahan energi di tingkat lokal. Dengan demikian, pendahuluan ini menegaskan bahwa edukasi inovasi teknologi energi hijau merupakan langkah strategis dalam mempersiapkan generasi muda menghadapi era transisi energi. Di Kota Lhokseumawe, program ini memiliki urgensi tinggi karena potensi daerah yang mendukung serta kebutuhan untuk membangun SDM yang kompeten dan berdaya saing. Melalui kegiatan edukasi ini, diharapkan lahir generasi muda yang tidak hanya cerdas dan terampil, tetapi juga peduli lingkungan, kreatif, serta mampu berkontribusi dalam pembangunan berkelanjutan. Energi hijau adalah masa depan, dan siswa SMK adalah garda terdepan dalam mewujudkannya.

Metode Pelaksanaan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan di beberapa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang ada di Kota Lhokseumawe. Adapun waktu pelaksanaan berlangsung selama April–Agustus 2025. Sasaran utama kegiatan adalah siswa SMK, khususnya jurusan teknik (listrik, elektronika, mesin, otomotif, dan sejenisnya). Sasaran kedua adalah guru pendamping serta dosen pengamat, yang diharapkan dapat berkolaborasi dalam membangun budaya pembelajaran berbasis energi hijau dengan prinsip saling terbuka, memberi, dan menerima. Fokus utama kegiatan ini adalah pengenalan, pelatihan, serta pendampingan inovasi teknologi energi hijau (green energy) dengan pendekatan edukatif dan aplikatif. Metode pelaksanaan kegiatan dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Pada tahap awal, tim pelaksana melakukan beberapa langkah berikut:

- Melaksanakan rapat koordinasi internal tim pelaksana untuk membahas tujuan, rancangan kegiatan, dan target capaian.
- Melakukan **survey baseline** terkait tingkat pengetahuan awal siswa SMK mengenai energi hijau, serta identifikasi kebutuhan pembelajaran di sekolah.
- Menyusun materi edukasi (modul/seminar), perangkat workshop, dan desain kompetisi inovasi yang relevan dengan tingkat pendidikan siswa.
- Menjalin komunikasi awal dengan pihak sekolah mitra terkait teknis pelaksanaan kegiatan.

2. Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara bertahap dengan model interaktif, yaitu:

- Seminar & Sosialisasi** – Pengenalan konsep dasar energi hijau, urgensi transisi energi, serta peluang karier di bidang teknologi energi terbarukan.
- Workshop & Praktikum** – Pelatihan pembuatan prototipe sederhana, misalnya:
 - Panel surya mini untuk penerangan,
 - Turbin angin skala kecil,
 - Biodigester sederhana berbasis limbah organik.

- c. **Diskusi dan Observasi** – Guru pendamping dan tim pengabdian mengamati keterlibatan siswa dalam praktik serta mendokumentasikan proses pembelajaran.
- d. **Refleksi & Redesain** – Melakukan evaluasi atas hasil kegiatan praktikum/ workshop, kemudian merancang kembali strategi pembelajaran sesuai masukan siswa maupun guru.
- e. **Kompetisi Ide/Inovasi** – Siswa diberikan kesempatan untuk merancang dan mempresentasikan ide kreatif mereka terkait pemanfaatan energi hijau di lingkungan sekitar.
- f. **Pendampingan & Monitoring** – Tim pengabdian bersama guru melakukan bimbingan intensif baik secara **luring** maupun **daring** selama program berlangsung, memastikan ketercapaian keterampilan yang diharapkan.

3. Tahap Evaluasi

Evaluasi kegiatan dilakukan dengan melihat beberapa indikator keberhasilan, yaitu:

- **Peningkatan pemahaman siswa** mengenai konsep energi hijau melalui pre-test dan post-test.
- **Keterampilan praktis siswa** dalam membuat prototipe sederhana teknologi energi hijau.
- **Kreativitas dan inovasi** yang muncul dari kompetisi ide siswa.
- **Keterlibatan guru pendamping** dalam mengintegrasikan materi energi hijau ke dalam pembelajaran vokasi di SMK.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan tema “*Edukasi Inovasi Teknologi Energi Hijau (Green Energy) bagi Siswa SMK di Kota Lhokseumawe*” telah terlaksana sesuai dengan tahapan yang telah direncanakan. Pelaksanaan program berlangsung selama bulan April hingga Agustus dan melibatkan siswa dari beberapa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di Kota Lhokseumawe, khususnya jurusan teknik listrik, elektronika, dan mesin. Kegiatan ini mendapatkan sambutan positif baik dari pihak sekolah, guru pendamping, maupun siswa, karena materi yang diberikan dinilai relevan dengan perkembangan teknologi serta isu lingkungan global yang semakin mengemuka.

Pada tahap persiapan, tim pengabdian melakukan survei awal terkait tingkat pemahaman siswa mengenai energi hijau. Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum mengenal secara detail konsep energi hijau dan penerapannya, meskipun mereka memiliki pengetahuan dasar mengenai listrik dan mesin. Hal ini menegaskan pentingnya program edukasi ini, karena secara umum siswa lebih familiar dengan teknologi konvensional berbasis energi fosil dibandingkan dengan teknologi energi terbarukan. Guru pendamping juga mengungkapkan bahwa materi energi hijau belum banyak terintegrasi dalam pembelajaran vokasi di SMK, sehingga kegiatan ini menjadi peluang untuk memperkaya kurikulum sekolah.

Tahap pelaksanaan dimulai dengan kegiatan seminar dan sosialisasi yang menghadirkan dosen serta praktisi energi terbarukan sebagai narasumber. Materi yang disampaikan meliputi pengenalan konsep energi hijau, potensi energi terbarukan di Aceh, serta prospek kerja di sektor energi bersih. Siswa terlihat antusias mengikuti seminar, yang ditandai dengan banyaknya pertanyaan seputar peluang karier, teknis penggunaan panel surya, serta kemungkinan penerapan energi hijau di lingkungan sekitar sekolah dan rumah.

Selanjutnya, kegiatan workshop dan praktikum menjadi tahap yang paling menarik bagi siswa. Mereka dilatih untuk membuat prototipe sederhana teknologi energi hijau, seperti panel surya mini yang dapat digunakan untuk menyalakan lampu LED, turbin angin skala kecil menggunakan dinamo bekas, serta biodigester sederhana dari limbah organik. Melalui praktik ini, siswa tidak hanya memahami teori, tetapi juga terlibat langsung dalam proses perakitan, pengujian, hingga pemecahan masalah ketika prototipe tidak berfungsi dengan baik. Proses trial and error ini menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, serta kreativitas siswa. Dokumentasi kegiatan menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mampu menyelesaikan prototipe sesuai dengan arahan, bahkan beberapa kelompok menambahkan modifikasi kecil seperti sistem penyimpanan energi menggunakan baterai bekas.

Pada sesi diskusi dan refleksi, guru pendamping dan dosen pengamat mencatat bahwa siswa menunjukkan peningkatan signifikan dalam memahami konsep energi hijau. Jika pada awalnya mereka masih bingung membedakan antara energi terbarukan dan energi fosil, maka setelah kegiatan berlangsung siswa mampu menjelaskan perbedaan tersebut dengan jelas dan memberikan contoh aplikatif di lingkungan sekitar. Refleksi juga menunjukkan adanya kesadaran baru pada siswa mengenai pentingnya transisi energi bersih untuk menjaga keberlanjutan lingkungan.

Kegiatan kompetisi ide inovasi menjadi bagian yang paling menantang sekaligus inspiratif. Siswa diberi kesempatan untuk merancang ide kreatif dalam pemanfaatan energi hijau. Beberapa ide yang muncul antara lain rancangan lampu jalan tenaga surya untuk desa terpencil, sistem pompa air tenaga angin untuk lahan pertanian, serta pengolahan limbah organik menjadi biogas skala rumah tangga. Ide-ide tersebut meskipun sederhana, menunjukkan bahwa siswa telah mampu menghubungkan pengetahuan yang mereka peroleh dengan kebutuhan nyata masyarakat di sekitarnya. Hal ini sejalan dengan tujuan pengabdian, yaitu mendorong siswa tidak hanya menjadi pengguna teknologi, tetapi juga pencipta

solusi berbasis energi hijau.

Proses pendampingan dan monitoring yang dilakukan secara luring turut memperkuat ketercapaian program. Guru pendamping dilibatkan secara aktif untuk mengawasi dan memberikan masukan selama kegiatan berlangsung. Hasilnya, beberapa guru menyatakan minat untuk mengintegrasikan materi energi hijau ke dalam praktik pembelajaran di sekolah, terutama pada mata pelajaran prakarya dan kewirausahaan. Dengan demikian, keberlanjutan program ini dapat terjaga karena materi tidak hanya berhenti pada kegiatan pengabdian, tetapi juga menjadi bagian dari kurikulum sekolah.

Tahap evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pemahaman siswa yang cukup signifikan. Berdasarkan hasil pre-test dan post-test sederhana, rata-rata pemahaman siswa tentang konsep energi hijau meningkat dari 42% sebelum kegiatan menjadi 84% setelah kegiatan. Selain itu, keterampilan praktis siswa dalam merakit prototipe sederhana juga dinilai baik, dengan lebih dari 75% kelompok mampu menghasilkan produk yang berfungsi sesuai dengan tujuan. Sementara itu, kreativitas siswa tercermin dari berbagai ide inovasi yang ditampilkan dalam kompetisi, yang dinilai oleh juri dari kalangan dosen dan praktisi energi terbarukan. Secara keseluruhan, kegiatan ini memberikan dampak positif baik bagi siswa maupun sekolah. Siswa mendapatkan pengalaman belajar yang bermakna, guru memperoleh wawasan baru untuk memperkaya pembelajaran, dan sekolah memiliki kesempatan untuk memperkuat profil lulusan yang lebih kompeten dan adaptif terhadap perkembangan teknologi hijau. Dari sisi masyarakat, kegiatan ini diharapkan dapat memberikan inspirasi untuk pemanfaatan energi terbarukan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, pelaksanaan pengabdian ini dapat disimpulkan berhasil mencapai tujuan yang ditetapkan, yaitu meningkatkan literasi, keterampilan, dan kreativitas siswa SMK di Kota Lhokseumawe dalam bidang inovasi teknologi energi hijau. Program ini juga membuktikan bahwa kolaborasi antara sekolah, dosen, dan praktisi mampu menciptakan proses pembelajaran yang lebih aplikatif dan berorientasi pada kebutuhan masa depan, terutama dalam menghadapi tantangan transisi energi global.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan tema “Edukasi Inovasi Teknologi Energi Hijau (Green Energy) bagi Siswa SMK di Kota Lhokseumawe” telah terlaksana dengan baik dan mencapai tujuan yang diharapkan. Program ini berhasil meningkatkan literasi siswa mengenai energi hijau, memperkuat keterampilan mereka dalam merancang dan mengaplikasikan prototipe teknologi energi terbarukan sederhana, serta mendorong lahirnya ide-ide inovatif yang relevan dengan kebutuhan masyarakat. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pemahaman siswa yang signifikan, dari tingkat dasar menuju pemahaman yang lebih aplikatif. Selain itu, keterampilan praktis yang diperoleh melalui workshop dan pendampingan membuat siswa lebih siap menghadapi tantangan era transisi energi. Guru pendamping juga memperoleh wawasan baru untuk mengintegrasikan materi energi hijau ke dalam pembelajaran vokasi, sehingga keberlanjutan program ini dapat terjaga di tingkat sekolah. Secara umum, kegiatan ini tidak hanya memberi manfaat bagi siswa SMK sebagai generasi muda calon tenaga terampil, tetapi juga menjadi langkah strategis dalam mendukung visi pembangunan berkelanjutan di Kota Lhokseumawe. Edukasi energi hijau terbukti mampu menumbuhkan kesadaran lingkungan, mendorong kreativitas, dan membuka peluang baru bagi pengembangan teknologi terbarukan di tingkat lokal.

Ucapan Terima Kasih

Tim pelaksana pengabdian mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) yang telah memberikan dukungan dan fasilitasi dalam penyelenggaraan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di Kota Lhokseumawe yang telah menjadi mitra, khususnya para kepala sekolah, guru pendamping, dan siswa yang telah berpartisipasi aktif selama kegiatan berlangsung. Penghargaan yang tinggi juga diberikan kepada para dosen pengamat dan praktisi energi terbarukan yang telah berbagi pengetahuan, pengalaman, serta memberikan pendampingan selama proses edukasi dan workshop. Tidak lupa, terima kasih kepada seluruh anggota tim pengabdian yang telah bekerja sama dengan penuh dedikasi, sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik dan memberikan manfaat nyata bagi peserta maupun masyarakat.

Referensi

- Abror, R. A., Rozaki, Z., Wulandari, R., & Distriananda, R. I. (2025). Inovasi Teknologi Ramah Lingkungan yang dipromosikan melalui media sosial. *Seminar Nasional Agribisnis*, 2(1), 83–87.
- Agnesia, S., Rozaki, Z., Wulandari, R., & Sari, L. M. (2025). Peningkatan Pemberdayaan UMKM dalam Sektor Energi Terbarukan Berbasis Digital. *Seminar Nasional Agribisnis*, 2(2), 268–275.

- Agustin, E., Marcello, D., Oktavianus, J., Tambunan, T. A., Chrisyanto, G. A., Kennedy, V., & Herianti, G. M. A. (2025). Transformasi Energi Hijau: Studi Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Kampus "X." *Physical Sciences, Life Science and Engineering*, 2(3), 11.
- Alda, T., Paulido Siahaan, M., Raja Guk Guk, M. B., Rajagukguk, R., Carolina Br Purba, E., & Adelina Sitompul, P. (2025). Sekolah Hijau: Inovasi Single Axis Solar Tracking System Dengan Sensor LDR Sebagai Alternatif Energi Listrik. *Jurnal Tiyasadarma*, 2(2), 96–103. <https://doi.org/10.62375/jta.v2i2.342>
- Andini, R. (2023). Inovasi Teknologi untuk Pariwisata Hijau: Solusi Berkelanjutan di Era Modern. *Jurnal Kajian Pariwisata Dan Perhotelan*, 01(02), 39–44. <https://jurnal.ittc.web.id/index.php/jkph>
- Ardianto, R., & Herwanto, A. (2025). Teknologi Hijau Dan Keberlanjutan: Inovasi Dalam Mengatasi Perubahan Iklim. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika* ..., 26(2), 1–4. <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/TEKINFO/article/download/4707/3600>
- Fatria, E., Priadi, A., Suwandi SN, F. R., & Sunarti, S. (2025). Edukasi Teknologi Hijau sebagai Mitigasi Bencana Perubahan Iklim bagi Generasi Z. *Berbakti: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(3), 299–314. <https://doi.org/10.30822/berbakti.v2i3.3926>
- Halim Tjiwidjaja, & Rianti Salima. (2023). Dampak Energi Fosil Terhadap Perubahan Iklim Dan Solusi Berbasis Energi Hijau. *Jurnal Wilayah, Kota Dan Lingkungan Berkelanjutan*, 2(2), 166–172. <https://doi.org/10.58169/jwikal.v2i2.625>
- Hartati, S., Niah, S., Arisandi, D., & Asnawi, M. (2024). Edukasi Literasi Hemat Energi Dalam Pendidikan Sebagai Upaya Mengurangi Dampak Negatif Teknologi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 2(10), 4464–4469. <https://doi.org/10.59837/jpmmba.v2i10.1758>
- Iswandi, Supriatno, Susilawati, Hermanto, T., Abdul Rahman Sidik Hasibuan, S., Muliono, R., Royani, I., & Rahmad Aldori, Y. (2025). Pemberdayaan generasi muda dalam transisi energi hijau melalui pelatihan teknologi fuel cell Empowering young generation in the green energy transition through fuel cell technology training. *Jurnal Anugerah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Bidang Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, x, No.x(1), 99–108. <https://ojs.umrah.ac.id/index.php/anugerah>
- International Energy Agency (IEA). (2021). World Energy Outlook 2021. IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- International Energy Agency (IEA). (2022). Renewables 2022: Analysis and forecast to 2027. IEA. <https://www.iea.org/reports/renewables-2022>
- Khairuna, Ulfia, Maryam, Ikhbar, S., Rahmi, & Rusmina, C. (2024). Optimalisasi Energi Biomassa: Solusi Energi Terbarukan untuk Ekonomi Hijau dengan Tinjauan Finansial dan Lingkungan. *Jurnal Serambi Engineering*, IX(3), 10284–10291.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2021). Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2021. Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM. <https://www.esdm.go.id/id/publikasi/handbook-of-energy-economic-statistics-of-indonesia>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2022). Laporan Kinerja ESDM 2022. Jakarta: Kementerian ESDM. <https://www.esdm.go.id>
- Nurhadi, N., & Ismail, A. (2020). Penerapan teknologi energi terbarukan dalam mendukung pembangunan berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 16(2), 89–98. <https://doi.org/10.29122/jel.v16i2>
- Rahman Aldori, Y., Yardha Moerni, S., Syafitri Rambe, Y., & Ermita Wulandari, T. (2025). Inovasi Teknologi Hijau Untuk Masa Depan Dan Peran Keteknikan Dalam Industri Berkelanjutan Di Sma Negeri 1 Tebing Tinggi. *Mejuajua: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(1), 148–155.
- Rita, R., Haria Saputri, & Mira, M. (2024). Green Accounting :“Dampak Transformasi Energi Hijau Dalam Pengelolaan Lingkungan Yang Berkelanjutan”. *Jurnal Ekualisasi*, 6(1), 01–09. <https://doi.org/10.60023/bmvsbr61>
- Rochman, F., & Suryani, T. (2021). Pendidikan vokasi berbasis energi terbarukan: Studi pada siswa SMK teknik di Jawa Barat. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 11(3), 245–257. <https://doi.org/10.21831/jpv.v11i3>
- Setiawan, M. R., Amanda, R. A., Rahayu, A., & Kunci, K. (2022). Smart Garden Energy Sebagai Sarana Edukasi dan Pemanfaatan Energi Terbarukan dalam Mendukung Perekonomian Nasional. *HIMIE Economics Research and Olympiad (HERO)*, 1, 31–39. <https://prosiding.umy.ac.id/hero/index.php/hero/article/view/6>
- Shabrina, & Rahmadhanti F. (2024). Mendorong Program Pertumbuhan Ekonomi Hijau (Green Growth Economy) Melalui Transisi Energi Terbarukan Di Indonesia. *Journal Pedia*, 6(3), 220–230.
- Wahyudi, D., Alya, H., & Bai, M. (2025). Edukasi Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan Untuk Ekonomi Berkelanjutan Melalui Penerapan Layanan Smart E-Bike Berbasis Aplikasi di Kota Mataram. *Jurnal Pengabdian Abhinaya*, 1(1), 17–26.