

EDUKASI PENGGUNAAN ALAT PERAGA PLTS (PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA) UNTUK SISWA SDN MANGUNHARJO, KOTA SEMARANG

THE EDUCATION ON THE USE OF A SOLAR POWER PLANT (PLTS) TEACHING AID FOR STUDENTS AT SDN MANGUNHARJO, SEMARANG CITY

**Erwan Tri Efendi¹, Dianisa Khoirum Sandi², Eri Prihatmini³, Bah Evan⁴, Amrisal Kamal⁵,
Luqman Al Huda^{*6}**

^{1,2,3,4,5,6} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

^{*}luqman.alhuda@polines.ac.id

Abstrak: Keterbatasan literasi energi pada usia sekolah dasar dapat menghambat tumbuhnya kesadaran terhadap pemanfaatan energi bersih. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan mengenalkan prinsip kerja, manfaat, dan penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) kepada siswa kelas V SDN Mangunharjo, Kota Semarang. Kegiatan diikuti oleh 14 siswa dan dilaksanakan melalui pemaparan singkat, demonstrasi alat peraga, praktik perakitan secara berkelompok, pengoperasian panel surya di luar ruangan, serta evaluasi lisan menggunakan lima pertanyaan. Alat peraga berupa miniatur panel surya digunakan untuk menyalakan lampu dan kipas kecil serta menunjukkan proses pengisian baterai. Hasil pengamatan menunjukkan keterlibatan aktif siswa selama proses perakitan dan demonstrasi. Siswa yang berpartisipasi dalam sesi evaluasi mampu menjelaskan bahwa panel surya mengubah energi matahari menjadi energi listrik, menyebutkan manfaat energi surya, dan memberikan contoh penerapannya pada peralatan sehari-hari. Guru pendamping dan kepala sekolah juga menilai alat peraga membantu penyampaian materi energi pada pembelajaran IPAS. Kegiatan ini menunjukkan bahwa pembelajaran langsung menggunakan alat peraga PLTS dapat menjadi pendekatan yang konkret dan menarik untuk mengenalkan energi terbarukan kepada siswa sekolah dasar.

Kata Kunci: edukasi energi; alat peraga; PLTS; energi terbarukan; sekolah dasar

Abstract: Limited energy literacy at school age may hinder the development of awareness regarding clean-energy use. This community service activity aimed to introduce the operating principles, benefits, and applications of solar power plants (PLTS) to fifth-grade students at SDN Mangunharjo, Semarang City. The activity involved 14 students and was conducted through a brief explanation, a teaching-aid demonstration, group assembly practice, outdoor operation of solar panels, and an oral evaluation consisting of five questions. The teaching aid consisted of miniature solar panels used to power a small lamp and fan and to demonstrate battery charging. Observations indicated active student involvement during the assembly and demonstration processes. Students who participated in the evaluation were able to explain that solar panels convert sunlight into electrical energy, identify the benefits of solar energy, and provide examples of its application in everyday equipment. The accompanying teacher and school principal also considered the teaching aid helpful for delivering energy-related content in science and social studies lessons. The activity indicates that direct learning with a solar-power teaching aid can provide a concrete and engaging approach to introducing renewable energy to elementary-school students.

Keywords: energy education; teaching aid; solar power plant; renewable energy; elementary school

Article History:

Received	Revised	Published
28 Mei 2026	11 Juli 2026	15 Juli 2026

Pendahuluan

Perubahan iklim dan ketidakpastian pasokan energi mendorong kebutuhan akan sistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Penggunaan bahan bakar fosil masih menjadi sumber utama emisi gas rumah kaca, sehingga percepatan pemanfaatan energi rendah karbon diperlukan untuk menekan risiko lingkungan dan sosial (IPCC, 2023; International Energy Agency [IEA], 2023). Indonesia juga menempatkan pengembangan energi terbarukan sebagai bagian penting dari jalur transisi energi menuju emisi nol bersih, dengan energi surya sebagai salah satu teknologi yang memiliki peran besar karena sumbernya tersedia luas dan dapat diterapkan dalam berbagai skala (IEA, 2022).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bekerja melalui sel fotovoltaik yang mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik. Teknologi ini dapat digunakan untuk sistem sederhana, seperti lampu dan kipas berdaya kecil, maupun untuk kebutuhan rumah tangga dan pembangkit skala besar. Edukasi mengenai energi surya diperlukan agar masyarakat tidak hanya mengenal panel surya sebagai perangkat teknologi, tetapi juga memahami prinsip kerja, manfaat, keterbatasan, dan cara pemanfaatannya secara bertanggung jawab. Pendidikan energi surya telah lama dipandang sebagai jalur penting untuk mendukung pembangunan berkelanjutan dan meningkatkan penerimaan masyarakat terhadap teknologi energi terbarukan (Hasnain et al., 1998; Jennings, 2009).

Literasi energi mencakup pengetahuan, sikap, serta kemampuan mengambil keputusan yang berkaitan dengan produksi dan penggunaan energi. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa siswa dapat memiliki sikap positif terhadap energi terbarukan, tetapi pemahaman mereka mengenai sumber, konversi, dan dampak energi belum selalu memadai (DeWaters & Powers, 2011; Zyadin et al., 2012). Kondisi tersebut menegaskan bahwa edukasi energi perlu diberikan secara bertahap sejak sekolah dasar dan tidak hanya disampaikan melalui penjelasan teoretis (Dias et al., 2021).

Sekolah dasar menjadi tempat yang strategis untuk menanamkan pengetahuan dan kesadaran lingkungan karena siswa mulai membangun hubungan antara konsep sains dan pengalaman sehari-hari. Siswa sekolah dasar lebih mudah memahami aliran dan perubahan energi ketika materi dikaitkan dengan perangkat yang dapat diamati secara langsung, termasuk panel surya (Merritt et al., 2019). Pembelajaran proyek pada materi energi alternatif juga dapat mendorong literasi sains melalui kegiatan merancang, mencoba, berdiskusi, dan mengomunikasikan hasil (Adriyawati et al., 2020).

Penggunaan alat peraga memberikan kesempatan kepada siswa untuk melihat hubungan antara sinar matahari, panel surya, kabel, penyimpanan energi, dan beban listrik. Pendekatan aktif seperti demonstrasi, praktik, dan diskusi kelompok umumnya lebih efektif dalam mendorong keterlibatan serta pemahaman dibandingkan pembelajaran satu arah (Prince, 2004; Freeman et al., 2014). Program serupa di sekolah dasar menunjukkan bahwa alat peraga instalasi panel surya dapat membantu guru dan siswa menghubungkan teori dengan praktik secara langsung (Herawati et al., 2023).

Pendidikan energi terbarukan perlu didukung materi yang sesuai usia, kegiatan laboratorium atau praktik sederhana, kesiapan guru, serta dukungan sekolah. Ketersediaan sumber belajar dan komponen praktik menjadi unsur penting dalam keberhasilan pendidikan

energi terbarukan (Kandpal & Broman, 2014). Integrasi isu energi ke dalam pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan juga dapat membantu siswa membangun kompetensi pengetahuan, sikap, dan tindakan yang berkaitan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (Ocetkiewicz et al., 2017; UNESCO, 2017).

SDN Mangunharjo, Kota Semarang, dipilih sebagai lokasi kegiatan karena pengenalan teknologi energi bersih dapat mendukung materi energi pada pembelajaran IPAS. Kegiatan ini menawarkan pengalaman belajar yang lebih konkret melalui alat peraga PLTS yang dapat dirakit dan dioperasikan oleh siswa. Tujuan kegiatan pengabdian adalah memberikan edukasi mengenai prinsip kerja, manfaat, dan penerapan PLTS serta mengamati respons dan pemahaman siswa setelah mengikuti demonstrasi dan praktik langsung.

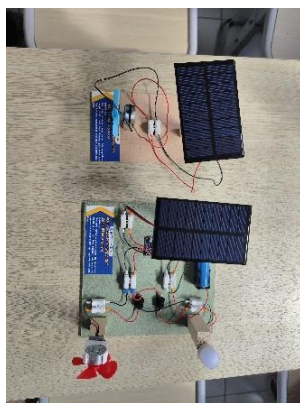
Metode

Desain Kegiatan dan Partisipan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di SDN Mangunharjo, Kota Semarang, dalam bentuk lokakarya interaktif dan demonstrasi alat peraga PLTS. Peserta kegiatan adalah 14 siswa kelas V. Guru pendamping dan kepala sekolah terlibat dalam koordinasi, pendampingan siswa, dan pemberian tanggapan terhadap pelaksanaan kegiatan. Kegiatan dirancang agar siswa memperoleh penjelasan dasar, melihat contoh kerja alat, melakukan praktik secara berkelompok, dan menghubungkan hasil pengamatan dengan penggunaan energi dalam kehidupan sehari-hari.

Alat Peraga PLTS

Alat peraga yang digunakan berupa miniatur panel surya yang dilengkapi kabel penghubung, lampu, kipas kecil, dan baterai. Panel surya menerima cahaya matahari dan menghasilkan energi listrik untuk menyalakan beban atau mengisi baterai. Ukuran dan susunan komponen dibuat sederhana agar siswa dapat mengamati fungsi setiap bagian dan mencoba menghubungkannya dengan pendampingan tim pengabdian.



Gambar 1. Alat peraga PLTS

Tahapan Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan terdiri atas tiga tahap. Tahap pertama adalah persiapan, meliputi koordinasi dengan kepala sekolah, pemeriksaan alat peraga, penyusunan materi, dan penentuan pembagian kelompok. Tahap kedua adalah pelaksanaan, yang diawali dengan pengenalan sumber energi terbarukan dan prinsip dasar PLTS. Siswa kemudian mengamati demonstrasi, merakit komponen secara berkelompok, serta mengoperasikan alat peraga di halaman sekolah menggunakan paparan sinar matahari. Tahap ketiga adalah evaluasi melalui tanya jawab lisan yang terdiri atas lima pertanyaan mengenai sumber energi panel surya, perubahan energi, manfaat PLTS, contoh penerapan, dan fungsi penyimpanan energi.

Data kegiatan diperoleh melalui pengamatan terhadap keterlibatan siswa, jawaban pada sesi evaluasi, serta tanggapan singkat guru pendamping dan kepala sekolah. Data dianalisis secara deskriptif dengan merangkum bentuk partisipasi siswa, jawaban yang muncul, dan manfaat alat peraga yang dirasakan pihak sekolah. Evaluasi ini digunakan untuk menggambarkan hasil kegiatan secara praktis dan bukan sebagai pengukuran eksperimen dengan desain pretest-posttest.

Hasil dan Pembahasan

Antusiasme dan Partisipasi Siswa

Kegiatan edukasi penggunaan alat peraga PLTS memperoleh respons positif dari siswa. Pada sesi pengenalan, siswa memperhatikan penjelasan dan aktif menjawab pertanyaan awal mengenai sumber energi yang mereka temui sehari-hari. Rasa ingin tahu meningkat ketika siswa melihat bahwa panel berukuran kecil dapat menghasilkan listrik untuk menggerakkan kipas dan menyalakan lampu. Respons tersebut menunjukkan bahwa objek nyata dapat membantu menarik perhatian siswa terhadap materi yang sebelumnya terasa abstrak.

Antusiasme semakin terlihat ketika siswa membentuk kelompok dan merakit komponen PLTS. Mereka bergantian menghubungkan kabel, panel surya, dan beban listrik dengan arahan tim pengabdian. Beberapa siswa mencoba mengubah posisi panel dan mengamati perbedaan respons alat saat panel menerima cahaya dengan intensitas yang berbeda. Kegiatan langsung seperti ini sejalan dengan prinsip pembelajaran aktif yang menempatkan siswa sebagai pelaku dalam proses mengamati, mencoba, berdiskusi, dan menyimpulkan (Prince, 2004; Freeman et al., 2014).

Praktik dilanjutkan di halaman sekolah agar panel menerima cahaya matahari secara langsung. Siswa mengamati kipas berputar dan proses pengisian baterai, kemudian membandingkan kondisi alat saat panel diarahkan atau dijauhkan dari paparan matahari. Kegiatan berbasis penyelidikan sederhana dapat membantu peserta didik mengembangkan pertanyaan serta menghubungkan hasil pengamatan dengan konsep energi (Seraphin et al., 2013).





Gambar 2. Kegiatan edukasi alat peraga PLTS di SDN Mangunharjo

Pemahaman Materi PLTS dan Dampak Edukasi

Evaluasi pemahaman dilakukan setelah kegiatan melalui lima pertanyaan lisan. Siswa diminta menjelaskan sumber energi panel surya, bentuk perubahan energi, manfaat energi surya, contoh penerapan PLTS, dan fungsi baterai. Seluruh pertanyaan dapat dijawab dengan benar oleh siswa yang berpartisipasi dalam sesi tanya jawab. Jawaban yang paling sering muncul adalah bahwa panel surya menggunakan cahaya matahari, menghasilkan listrik, dapat dipasang pada atap rumah, dan dapat digunakan untuk menyalakan berbagai peralatan.

Hasil tersebut memberikan indikasi bahwa alat peraga membantu siswa membangun hubungan antara energi matahari, proses konversi, dan penggunaan listrik. Temuan ini sejalan dengan penelitian Merritt et al. (2019), yang menunjukkan bahwa siswa sekolah dasar dapat menjelaskan perpindahan energi pada panel surya dengan lebih baik ketika konsep tersebut dikaitkan dengan sistem pembangkit yang konkret. Pembelajaran energi alternatif melalui proyek dan benda nyata juga memberi ruang bagi siswa untuk membangun literasi sains melalui pengalaman langsung (Adriyawati et al., 2020).

Alat peraga PLTS membuat konsep yang sulit diamati menjadi tampak melalui perubahan yang sederhana, yaitu kipas bergerak dan lampu menyala. Kegiatan pengabdian Herawati et al. (2023) juga memperlihatkan bahwa pembuatan instalasi panel surya sebagai media pembelajaran dapat menumbuhkan pemahaman konsep dan kreativitas siswa. Meskipun demikian, hasil evaluasi pada kegiatan ini masih bersifat deskriptif karena tidak menggunakan instrumen tertulis, skor individual, atau perbandingan prates dan pascates. Oleh sebab itu, hasilnya lebih tepat dibaca sebagai indikasi pemahaman setelah kegiatan, bukan sebagai bukti peningkatan yang diuji secara statistik.

Selain aspek pengetahuan, kegiatan ini membantu menumbuhkan kesadaran bahwa energi matahari merupakan sumber energi bersih yang dapat dimanfaatkan di lingkungan sekitar. Literasi energi tidak berhenti pada kemampuan menyebutkan sumber energi, tetapi juga mencakup sikap dan kemampuan mengambil keputusan yang bertanggung jawab (DeWaters & Powers, 2011). Pendidikan energi yang disampaikan melalui pengalaman sehari-hari dapat menjadi dasar bagi pembentukan pola pikir yang lebih sadar terhadap penggunaan energi (Dias et al., 2021).

Peran Guru dan Sekolah dalam Mendukung Edukasi Energi Terbarukan

Guru pendamping dan kepala sekolah memberikan tanggapan positif terhadap kegiatan. Guru menilai alat peraga membantu menjelaskan materi IPAS, khususnya topik sumber energi dan perubahan bentuk energi. Keberadaan panel, kabel, baterai, kipas, dan lampu memungkinkan guru menunjukkan urutan proses secara langsung, sehingga penjelasan tidak hanya bergantung pada gambar di buku.

Guru berharap alat peraga dapat digunakan kembali pada pembelajaran berikutnya dan kegiatan serupa dapat dilakukan secara berkelanjutan. Keberlanjutan program memerlukan

guru yang memahami cara kerja alat, mampu mengaitkan kegiatan dengan capaian pembelajaran, dan dapat menjaga keselamatan penggunaan komponen. Kesiapan tenaga pendidik serta ketersediaan sumber belajar praktis merupakan faktor penting dalam pendidikan energi terbarukan (Kandpal & Broman, 2014).

Dukungan sekolah juga diperlukan agar edukasi energi tidak menjadi kegiatan insidental. Integrasi energi terbarukan ke dalam pembelajaran dapat dilakukan melalui proyek sederhana, pengamatan penggunaan listrik di sekolah, atau diskusi mengenai pilihan energi yang ramah lingkungan. Pendekatan tersebut sejalan dengan pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan yang mendorong siswa menghubungkan pengetahuan dengan tindakan nyata (Ocetkiewicz et al., 2017; UNESCO, 2017).



Gambar 3. Penyerahan alat peraga PLTS kepada kepala sekolah SDN Mangunharjo

Implikasi Edukasi PLTS dengan Alat Peraga

Penggunaan alat peraga memberikan pengalaman belajar yang konkret. Siswa tidak hanya mendengar penjelasan bahwa cahaya dapat diubah menjadi listrik, tetapi melihat perubahan tersebut melalui gerak kipas dan nyala lampu. Pengalaman langsung mendukung proses pembentukan pengetahuan karena peserta didik menghubungkan informasi baru dengan hasil pengamatan dan tindakan yang mereka lakukan sendiri (Piaget, 1970).

Alat peraga juga dapat menjadi titik awal untuk mengembangkan kegiatan yang lebih kaya, misalnya membandingkan posisi panel, mencatat waktu pengisian baterai, atau mendiskusikan keterbatasan PLTS saat cuaca mendung. Kegiatan semacam ini dapat memperkuat pemahaman bahwa teknologi energi memiliki manfaat sekaligus kondisi operasional yang perlu diperhatikan. Sekolah yang mengintegrasikan energi surya, perubahan perilaku, dan kegiatan lingkungan secara terpadu berpotensi memperkuat kesadaran keberlanjutan pada siswa (Altassan, 2023).

Potensi Pengembangan dan Replikasi Program

Program edukasi penggunaan alat peraga PLTS berpotensi diterapkan di sekolah dasar lain karena alat dapat disusun dalam ukuran kecil dan materi dapat disesuaikan dengan kemampuan siswa. Replikasi program sebaiknya disertai modul singkat, petunjuk keselamatan, lembar pengamatan, serta evaluasi sebelum dan sesudah kegiatan agar perubahan pemahaman dapat diukur dengan lebih sistematis.

Pelatihan guru, penyediaan alat peraga yang memadai, dan dukungan pemangku kepentingan diperlukan agar program dapat berjalan secara berkelanjutan. Pendidikan energi terbarukan akan lebih efektif apabila diberikan pada berbagai tingkat pendidikan melalui kombinasi pengetahuan, praktik, dan sumber belajar yang sesuai (Jennings, 2009; Kandpal & Broman, 2014). Kerja sama antara sekolah, perguruan tinggi, pemerintah daerah, dan lembaga yang bergerak pada bidang energi dapat memperluas jangkauan program sekaligus menjaga kualitas materi.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian di SDN Mangunharjo memberikan pengalaman belajar langsung kepada 14 siswa kelas V mengenai prinsip kerja dan manfaat PLTS. Pemaparan singkat, perakitan kelompok, demonstrasi di luar ruangan, dan tanya jawab membantu siswa menghubungkan cahaya matahari dengan energi listrik yang digunakan untuk menyalakan lampu, menggerakkan kipas, dan mengisi baterai. Partisipasi siswa, jawaban pada sesi evaluasi, serta tanggapan guru menunjukkan bahwa alat peraga PLTS dapat menjadi media yang konkret dan menarik untuk mendukung pembelajaran energi pada tingkat sekolah dasar.

Pengembangan berikutnya perlu menggunakan evaluasi yang lebih terstruktur melalui prates dan pascates, lembar observasi individual, serta kegiatan lanjutan yang dilaksanakan oleh guru. Penyediaan modul, pelatihan penggunaan alat, dan dukungan fasilitas sekolah juga diperlukan agar edukasi energi terbarukan dapat dilakukan secara berkelanjutan dan direplikasi di sekolah lain.

Ucapan Terima Kasih

Tim pengabdian menyampaikan terima kasih kepada kepala sekolah, guru pendamping, dan siswa kelas V SDN Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang, atas dukungan dan partisipasi selama pelaksanaan kegiatan edukasi penggunaan alat peraga PLTS.

Referensi

- Adriyawati, A., Utomo, E., Rahmawati, Y., & Mardiah, A. (2020). STEAM-project-based learning integration to improve elementary school students' scientific literacy on alternative energy learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1863–1873. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080523>
- Altassan, A. (2023). Sustainable integration of solar energy, behavior change, and recycling practices in educational institutions: A holistic framework for environmental conservation and quality education. *Sustainability*, 15(20), 15157. <https://doi.org/10.3390/su152015157>
- DeWaters, J. E., & Powers, S. E. (2011). Energy literacy of secondary students in New York State (USA): A measure of knowledge, affect, and behavior. *Energy Policy*, 39(3), 1699–1710. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.049>
- Dias, R. A., Rios de Paula, M., Silva Rocha Rizol, P. M., Matelli, J. A., Rodrigues de Mattos, C., & Perrella Balestieri, J. A. (2021). Energy education: Reflections over the last fifteen years. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 141, 110845. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110845>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Hasnain, S. M., Alawaji, S. H., & Elani, U. A. (1998). Solar energy education—A viable pathway for sustainable development. *Renewable Energy*, 14(1–4), 387–392. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(98\)00094-9](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(98)00094-9)
- Herawati, A., Anggraini, I. N., Rosa, M. K. A., Rinaldi, R. S., & Rodiah, Y. (2023). Sosialisasi penggunaan sistem PLTS melalui pembuatan alat peraga instalasi sistem penerangan menggunakan panel surya untuk media pembelajaran energi terbarukan di SD SAB Mahira Bengkulu. *Abdi Reksa*, 4(1), 38–43. <https://doi.org/10.33369/abdireksa.v4.i1.38-43>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*. IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- International Energy Agency. (2022). *An energy sector roadmap to net zero emissions in Indonesia*. IEA. <https://www.iea.org/reports/an-energy-sector-roadmap-to-net-zero-emissions-in-indonesia>

- International Energy Agency. (2023). *World energy outlook 2023*. IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>
- Jennings, P. (2009). New directions in renewable energy education. *Renewable Energy*, 34(2), 435–439. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.05.005>
- Kandpal, T. C., & Broman, L. (2014). Renewable energy education: A global status review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 300–324. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.039>
- Merritt, E. G., Bowers, N., & Rimm-Kaufman, S. E. (2019). Making connections: Elementary students' ideas about electricity and energy resources. *Renewable Energy*, 138, 1078–1086. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.047>
- Ocetkiewicz, I., Tomaszewska, B., & Mróz, A. (2017). Renewable energy in education for sustainable development: The Polish experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 92–97. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.144>
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Seraphin, K. D., Philippoff, J., Parisky, A., Degnan, K., & Warren, D. P. (2013). Teaching energy science as inquiry: Reflections on professional development as a tool to build inquiry teaching skills for middle and high school teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 22(3), 235–251. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9389-5>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- Zyadin, A., Puhakka, A., Ahponen, P., Cronberg, T., & Pelkonen, P. (2012). School students' knowledge, perceptions, and attitudes toward renewable energy in Jordan. *Renewable Energy*, 45, 78–85. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.02.002>