Jurnal GEMBIRA (Pengabdian Kepada Masyarakat)
Vol. 4, No. 5, Oktober 2026
E-ISSN 2985-3346

PEMBERDAYAAN GURU DAN SISWA SEKOLAH DASAR MELALUI *SMART SOLAR ENERGY KIT* SEBAGAI LABORATORIUM MINI ENERGI TERBARUKAN UNTUK PENGUATAN LITERASI ENERGI

EMPOWERING ELEMENTARY SCHOOL TEACHERS AND STUDENTS THROUGH A SMART SOLAR ENERGY KIT AS A MINI RENEWABLE ENERGY LABORATORY

Tri Ariani[1*], Yunita Wardianti[2], Ira Hajria[2] , Salsabila Angelika[2]
Universitas PGRI Silampari, Lubuk Linggau, Indonesia
[1]*Email@korespondensi: triariani.ta@gmailcom

Article History:
Received: September 09th, 2026
Revised: October 10th, 2026
Published: October 15th, 2026

Abstract: *Limited access to renewable energy learning facilities and contextual practical media remains a challenge in improving energy literacy among primary school teachers and students. This community engagement program aimed to empower teachers and students at SD Negeri 83 Lubuk Linggau through the use of a Smart Solar Energy Kit as a mini renewable energy laboratory. The program was conducted in august 2026 and involved 24 sixth-grade students and eight teachers. The activities comprised preparation, socialization, equipment training, solar energy experiments, instructional mentoring, and monitoring and evaluation. The kit consisted of a solar panel, charge controller, rechargeable battery, LED lamp, mini DC fan, electrical measuring instruments, and an experimental module. Evaluation was conducted through pre- and post-activity tests, observation sheets for teacher skills and student activities, and participant response questionnaires. The results showed that students' mean energy literacy scores increased from 47.71 to 82.50, with an N-gain of 0.67, while teachers' mean knowledge scores increased from 53.75 to 88.75, with an N-gain of 0.76. Teacher skills reached 90.62%, while student activity reached 84.38%. Student and teacher response scores were 3.68 and 3.71, respectively, on a four-point scale. These findings indicate the potential of the Smart Solar Energy Kit to support more concrete, participatory, and contextual renewable energy learning while strengthening teachers' capacity to conduct simple science experiments in primary schools.*

Keywords: *Teacher Empowerment; Energy Literacy;* Smart Solar Energy Kit*; Renewable Energy; Primary School*

Abstrak

Keterbatasan sarana pembelajaran energi terbarukan dan media praktikum kontekstual menjadi tantangan dalam meningkatkan literasi energi guru dan siswa sekolah dasar. Kegiatan pengabdian

kepada masyarakat ini bertujuan memberdayakan guru dan siswa SD Negeri 83 Lubuk Linggau melalui pemanfaatan *Smart Solar Energy Kit* sebagai laboratorium mini energi terbarukan. Kegiatan dilaksanakan pada Agustus 2026 dengan melibatkan 24 siswa kelas VI dan 8 guru. Metode pelaksanaan meliputi persiapan, sosialisasi, pelatihan penggunaan perangkat, praktik eksperimen energi surya, pendampingan pembelajaran, serta monitoring dan evaluasi. Perangkat *Smart Solar Energy Kit* terdiri atas panel surya, pengontrol pengisian daya, baterai isi ulang, lampu LED, kipas DC mini, alat ukur listrik, dan modul eksperimen. Evaluasi dilakukan melalui tes sebelum dan sesudah kegiatan, lembar observasi keterampilan guru dan aktivitas siswa, serta angket respons peserta. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata skor literasi energi siswa meningkat dari 47,71 menjadi 82,50 dengan nilai N-gain 0,67, sedangkan rata-rata skor pengetahuan guru meningkat dari 53,75 menjadi 88,75 dengan nilai N-gain 0,76. Keterampilan guru mencapai 90,62%, sementara aktivitas siswa mencapai 84,38%. Skor respons siswa dan guru masing-masing sebesar 3,68 dan 3,71 pada skala empat poin. Hasil ini menggambarkan potensi pemanfaatan *Smart Solar Energy Kit* dalam mendukung pembelajaran energi terbarukan yang lebih konkret, partisipatif, dan kontekstual serta memperkuat kapasitas guru dalam mengembangkan praktikum sederhana di sekolah dasar.

Kata Kunci: pemberdayaan guru; literasi energi; *Smart Solar Energy Kit*; energi terbarukan; sekolah dasar.

PENDAHULUAN

Transisi menuju penggunaan energi bersih merupakan salah satu agenda utama pembangunan global dalam mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya tujuan ketujuh mengenai *Affordable and Clean Energy*. Ketergantungan dunia terhadap energi fosil telah menyebabkan meningkatnya emisi gas rumah kaca, perubahan iklim, dan berbagai permasalahan lingkungan sehingga diperlukan upaya sistematis untuk meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan (Amponsah et al., 2014; Bogia et al., 2026). Namun demikian, keberhasilan transisi energi tidak hanya ditentukan oleh kesiapan teknologi dan infrastruktur, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh tingkat pemahaman, kesadaran, serta perilaku masyarakat dalam menggunakan energi secara bertanggung jawab. Oleh karena itu, pendidikan memiliki peran strategis dalam membangun masyarakat yang memiliki literasi energi sejak usia dini (Ramachandran et al., 2024).

Literasi energi berkembang sebagai salah satu kompetensi penting abad ke-21 yang mengintegrasikan dimensi pengetahuan, sikap, dan perilaku dalam memahami berbagai isu energi (J. E. DeWaters & Powers, 2011; Lee et al., 2015). Seseorang yang memiliki literasi energi tidak hanya memahami sumber dan konversi energi, tetapi juga mampu mengevaluasi dampak penggunaan energi terhadap lingkungan, mengambil keputusan yang tepat, serta menerapkan perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari (J. E. DeWaters & Powers, 2011; Wang et al., 2020). Berbagai kajian menunjukkan bahwa peningkatan literasi energi menjadi fondasi penting dalam mendukung keberhasilan transisi menuju penggunaan energi bersih dan berkelanjutan (Ramachandran et al., 2024).

Berbagai penelitian internasional menunjukkan bahwa tingkat literasi energi peserta didik masih relatif rendah pada berbagai jenjang pendidikan (Cedano, 2023; J. E. DeWaters & Powers, 2011; Lee et al., 2015). Kelemahan tersebut terutama terlihat pada kemampuan menghubungkan

konsep energi dengan fenomena nyata, memahami teknologi energi terbarukan, serta menerapkan pengetahuan tersebut dalam pengambilan keputusan sehari-hari. Oleh karena itu, berbagai negara mulai mengembangkan pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman (*hands-on learning*), pembelajaran berbasis proyek, dan penggunaan media eksperimen sebagai strategi meningkatkan literasi energi peserta didik (Aida et al., 2025; Ramachandran et al., 2024).

Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar karena berada di wilayah tropis dengan rata-rata penyinaran matahari yang tinggi sepanjang tahun. Potensi tersebut merupakan peluang besar untuk memperluas pemanfaatan energi terbarukan sekaligus menjadikan sekolah sebagai tempat menanamkan budaya penggunaan energi bersih kepada generasi muda (Handayani & Ariyanti, 2012). Namun demikian, pembelajaran energi di sekolah dasar masih didominasi oleh penyampaian konsep secara teoritis melalui buku teks sehingga siswa belum memperoleh pengalaman nyata mengenai proses konversi energi matahari menjadi energi listrik. Kondisi tersebut menyebabkan konsep energi terbarukan masih dipahami secara abstrak oleh sebagian besar peserta didik (Cole et al., 2023). Sekolah dasar merupakan fase yang sangat penting dalam membentuk karakter dan kebiasaan peserta didik. Pada usia ini, siswa memiliki rasa ingin tahu yang tinggi serta lebih mudah memahami konsep apabila diberikan pengalaman belajar yang konkret (Cole et al., 2023; Jampel et al., 2018). Oleh sebab itu, pembelajaran IPA hendaknya dirancang menggunakan media pembelajaran yang memungkinkan siswa melakukan pengamatan, percobaan sederhana, berdiskusi, serta menarik kesimpulan berdasarkan pengalaman langsung. Pendekatan pembelajaran seperti ini terbukti mampu meningkatkan pemahaman konseptual, motivasi belajar, dan kepedulian terhadap lingkungan (Meulenbroeks et al., 2024; Muhamad Dah et al., 2024).

Berdasarkan hasil observasi awal dan diskusi dengan Kepala Sekolah serta guru kelas VI SD Negeri 83 Lubuklinggau, diperoleh informasi bahwa pembelajaran materi energi pada mata pelajaran IPA telah dilaksanakan sesuai kurikulum, namun masih menghadapi keterbatasan media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum. Guru lebih banyak memanfaatkan buku paket, gambar, dan video pembelajaran sehingga proses pembelajaran masih berpusat pada penjelasan konsep. Sekolah juga belum memiliki media pembelajaran berupa KIT energi terbarukan yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen sederhana mengenai pemanfaatan energi surya. Kondisi tersebut mengakibatkan siswa belum memperoleh pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna dalam memahami konsep energi terbarukan.





Gambar 2. Siswa kelas VI melakukan aktivitas praktik pembuatan model sistem pernapasan manusia sebagai bagian dari pembelajaran IPA

Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa proses pembelajaran IPA di SD Negeri 83 Lubuk Linggau telah mengakomodasi aktivitas pembelajaran di kelas dan kegiatan praktik sederhana. Namun demikian, praktik yang dilakukan masih terbatas pada pembuatan model atau alat peraga dan belum menyentuh kegiatan eksperimen yang berkaitan dengan konsep energi, khususnya energi terbarukan. Pada materi energi, guru masih mengandalkan metode ceramah, buku paket, dan media visual sehingga siswa belum memperoleh pengalaman langsung dalam mengamati proses konversi energi matahari menjadi energi listrik. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kebutuhan akan media pembelajaran berbasis eksperimen yang mudah digunakan, aman, dan sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar.

Hasil wawancara dengan guru kelas VI juga menunjukkan bahwa guru memiliki minat yang tinggi untuk mengembangkan pembelajaran berbasis eksperimen, namun belum memiliki pengetahuan maupun keterampilan dalam menggunakan media pembelajaran berbasis energi surya. Guru menyampaikan bahwa pembelajaran mengenai energi akan lebih menarik apabila siswa dapat mengamati secara langsung bagaimana panel surya mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik untuk menyalakan lampu, kipas mini, atau perangkat sederhana lainnya. Dengan demikian, diperlukan media pembelajaran yang mudah digunakan, aman, dan sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar.

Salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah *Smart Solar Energy Kit* sebagai laboratorium mini energi terbarukan. *Smart Solar Energy Kit* merupakan media pembelajaran interaktif yang mengintegrasikan panel surya, baterai penyimpan energi, pengendali pengisian, lampu LED, kipas mini, alat ukur sederhana, dan modul eksperimen sehingga siswa dapat mengamati secara langsung proses konversi energi matahari menjadi energi listrik. Media ini memungkinkan pembelajaran berlangsung secara aktif melalui kegiatan mengamati, mencoba, mengukur, mendiskusikan hasil percobaan, dan menarik kesimpulan. Melalui penggunaan *Smart Solar Energy Kit*, siswa dapat mengamati secara langsung bagaimana energi cahaya matahari diubah menjadi energi listrik serta memahami manfaat energi terbarukan dalam kehidupan sehari-hari.

Penggunaan media inovatif seperti *Smart Solar Energy Kit* memerlukan pemahaman

mengenai prinsip kerja panel surya, rangkaian listrik sederhana, dan metode eksperimen. Tanpa adanya pendampingan dan pelatihan, pemanfaatan media tersebut berpotensi belum optimal sehingga tujuan peningkatan literasi energi peserta didik sulit tercapai. Oleh karena itu, pemberdayaan guru melalui pelatihan dan pendampingan menjadi komponen penting dalam program pengabdian ini agar guru mampu mengintegrasikan kit energi surya ke dalam pembelajaran IPA secara berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan suatu program pengabdian kepada masyarakat berupa pemberdayaan guru dan siswa kelas VI SD Negeri 83 Lubuk Linggau melalui *Smart Solar Energy Kit* sebagai laboratorium mini energi terbarukan. Program ini diharapkan mampu meningkatkan kompetensi guru dalam memanfaatkan media pembelajaran inovatif sekaligus meningkatkan literasi energi siswa melalui pengalaman belajar yang menyenangkan, aktif, dan berbasis praktik.

METODE

Mitra program pengabdian pada Masyarakat ini adalah SD Negeri 83 Lubuk Linggau, Sumatera Selatan. Berdasarkan rancangan dan pelaporan kegiatan yang disusun, sasaran program meliputi 24 siswa kelas VI dan delapan guru, sehingga total kelompok sasaran sebanyak 32 orang di luar tim pelaksana. Pelaksananaa kegiatan dilakukan pada bulan Agustus 2026. Pelaksanaan menggunakan pendekatan pemberdayaan partisipatif melalui persiapan bersama sekolah, pemberian materi, pelatihan, praktik langsung, pendampingan, dan evaluasi. Rancangan ini dipilih karena keberhasilan program tidak semata ditentukan oleh demonstrasi alat, melainkan juga oleh kemampuan guru melanjutkan penggunaan media pada kegiatan belajar berikutnya. Adapun jumlah peserta disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah peserta dan peran peserta

Kelompok	Jumlah sasaran	Peran
Siswa kelas VI	24	Praktikum, LKPD, tes literasi energi, observasi aktivitas, angket respons
Guru	8	Sosialisasi, pelatihan kit, tes pengetahuan, observasi keterampilan, angket kepuasan
Total	32	Jumlah sasaran di luar tim pelaksana

Berdasarkan hasil analisis situasi dan identifikasi permasalahan di SD Negeri 83 Lubuklinggau, diperlukan suatu program pemberdayaan yang mampu meningkatkan kapasitas guru sekaligus memberikan pengalaman belajar yang bermakna kepada siswa dalam pembelajaran energi terbarukan. Solusi yang ditawarkan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah implementasi *Smart Solar Energy Kit* sebagai laboratorium mini energi terbarukan yang dipadukan dengan kegiatan pelatihan, pendampingan, dan praktik pembelajaran bagi guru dan siswa kelas VI SD Negeri 83 Lubuklinggau.

Smart Solar Energy Kit merupakan media pembelajaran inovatif yang dirancang untuk memperkenalkan konsep energi terbarukan secara konkret melalui kegiatan eksperimen sederhana. KIT ini terdiri atas panel surya, solar charge controller, baterai penyimpan energi, lampu LED,

kipas DC mini, alat ukur tegangan dan arus, sakelar, serta modul praktikum yang memungkinkan siswa mengamati secara langsung proses konversi energi matahari menjadi energi listrik. Melalui media ini, pembelajaran IPA tidak lagi bersifat abstrak, tetapi memberikan pengalaman belajar secara langsung (*learning by doing*) sehingga siswa lebih mudah memahami konsep-konsep energi dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari. Pelaksanaan program dilakukan melalui pendekatan pemberdayaan yang menempatkan guru sebagai agen perubahan dalam pembelajaran di sekolah. Guru tidak hanya diberikan bantuan media pembelajaran, tetapi juga memperoleh pelatihan dan pendampingan agar memiliki kompetensi dalam mengoperasikan *Smart Solar Energy Kit*, merancang kegiatan praktikum sederhana, serta mengintegrasikan penggunaan KIT ke dalam pembelajaran IPA sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Dengan demikian, setelah program pengabdian selesai, guru diharapkan mampu memanfaatkan KIT secara mandiri dan berkelanjutan.

Selain meningkatkan kompetensi guru, program ini juga dirancang untuk meningkatkan literasi energi siswa melalui kegiatan pembelajaran yang interaktif. Siswa kelas VI akan terlibat secara langsung dalam berbagai aktivitas eksperimen menggunakan *Smart Solar Energy Kit*, seperti mengamati perubahan energi cahaya menjadi energi listrik, mengukur tegangan listrik yang dihasilkan panel surya, mengoperasikan beban listrik sederhana menggunakan energi surya, serta mendiskusikan manfaat energi terbarukan bagi kehidupan dan lingkungan. Pengalaman belajar tersebut diharapkan mampu meningkatkan pengetahuan, sikap, dan perilaku siswa dalam menggunakan energi secara bijaksana. Untuk memastikan keberhasilan program, kegiatan pengabdian dilaksanakan melalui lima tahapan utama, yaitu persiapan, sosialisasi dan pelatihan, implementasi *Smart Solar Energy Kit*, pendampingan, serta monitoring dan evaluasi.

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan bertujuan untuk memastikan kesiapan program sebelum dilaksanakan di sekolah mitra. Kegiatan yang dilakukan meliputi:

a. Koordinasi dengan Kepala SD Negeri 83 Lubuklinggau;
b. Penentuan jadwal kegiatan bersama guru kelas VI;
c. Identifikasi kebutuhan sekolah;
d. Penyusunan modul pelatihan guru;
e. Penyusunan LKPD berbasis eksperimen;
f. Pembuatan *Smart Solar Energy Kit*, berikut disajikan rancangan desain Gambar 3 *Smart Solar Energy Kit*



Gambar 3. *Smart Solar Energy Kit* sebagai Laboratorium Mini Energi Terbarukan

Smart Solar Energy Kit dirancang sebagai media pembelajaran berbasis eksperimen yang memungkinkan guru dan siswa mengamati secara langsung proses konversi energi matahari menjadi energi listrik. KIT dilengkapi dengan panel surya, solar charge controller, baterai isi ulang, lampu LED, kipas DC mini, serta saklar yang mudah dioperasikan sehingga aman digunakan oleh siswa sekolah dasar.

g. Penyusunan instrumen evaluasi literasi energi guru dan siswa.

2. Tahap Sosialisasi dan Pelatihan

Tahap ini bertujuan meningkatkan pemahaman guru dan siswa mengenai energi terbarukan serta penggunaan *Smart Solar Energy Kit.*

a. Sosialisasi Literasi Energi

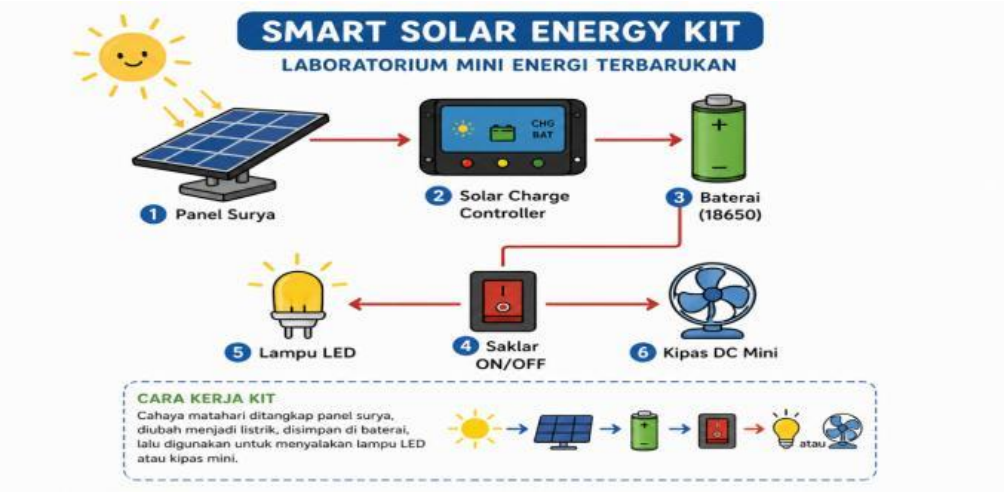
Materi yang diberikan meliputi: pentingnya energi bagi kehidupan, sumber energi terbarukan, manfaat energi surya, konservasi energi, perilaku hemat energi. Metode yang digunakan berupa: ceramah interaktif, diskusi, demonstrasi, tanya jawab.

b. Pelatihan Guru

Guru diberikan pelatihan mengenai: komponen *Smart Solar Energy Kit*, prinsip kerja panel surya, prosedur penggunaan KIT, keselamatan penggunaan alat, dan implementasi KIT pada pembelajaran IPA. Pelatihan dilakukan melalui metode: demonstrasi, praktik langsung, dan simulasi pembelajaran.

3. Tahap Implementasi *Smart Solar Energy Kit*

Tahap implementasi merupakan inti kegiatan pengabdian. Guru bersama tim pengabdian melaksanakan pembelajaran IPA menggunakan *Smart Solar Energy Kit* kepada siswa kelas VI. Berikut ini dijelaskan gambar cara kerja *Smart Solar Energy Kit*



Gambar 4. Diagram Cara Kerja *Smart Solar Energy Kit*

Sebelum kegiatan praktikum dimulai, guru menjelaskan cara kerja *Smart Solar Energy Kit* menggunakan diagram pada Gambar 3. Diagram ini menunjukkan alur konversi energi mulai dari cahaya matahari yang ditangkap panel surya, kemudian diubah menjadi energi listrik, disimpan pada baterai melalui *solar charge controller*, dan selanjutnya digunakan untuk menyalakan lampu LED atau mengoperasikan kipas DC mini. Penyajian diagram sederhana ini memudahkan siswa memahami konsep perubahan energi secara bertahap sebelum melakukan eksperimen secara langsung. Kegiatan praktikum meliputi: mengenal komponen panel surya, merangkai *Smart Solar Energy Kit*, mengukur tegangan panel surya, mengamati perubahan energi matahari menjadi energi listrik, menyalakan lampu LED menggunakan panel surya, mengoperasikan kipas mini menggunakan energi surya, mengamati pengaruh intensitas cahaya terhadap tegangan panel, dan mendiskusikan manfaat energi terbarukan.

4. Tahap Pendampingan
   Pendampingan dilakukan selama guru mengimplementasikan *Smart Solar Energy Kit* dalam pembelajaran. Kegiatan pendampingan meliputi: konsultasi penggunaan KIT, pendampingan praktikum, penyempurnaan perangkat pembelajaran, refleksi bersama guru, penyelesaian kendala penggunaan KIT. Melalui pendampingan ini diharapkan guru mampu menggunakan *Smart Solar Energy Kit* secara mandiri setelah kegiatan pengabdian selesai.
5. Tahap Monitoring dan Evaluasi
   Monitoring dilakukan selama seluruh rangkaian kegiatan berlangsung. Evaluasi dilakukan terhadap guru dan siswa. Metode evaluasi menggunakan observasi, angket, tes literasi energi, dan dokumentasi, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Instrumen Pengukuran

Instrumen	Peserta	Cakupan	Skema skor
Tes literasi energi	24 siswa	20 soal tentang sumber, konversi, energi surya, dan hemat energi	Benar=1, salah=0; nilai 0–100
Tes pengetahuan guru	8 guru	20 soal konsep energi, komponen, keselamatan, integrasi	Benar=1, salah=0; nilai 0–100

		IPA	
Observasi keterampilan guru	8 guru	10 indikator pelaksanaan penggunaan kit	Skala 1–4; maksimum 40
Observasi aktivitas siswa	24 siswa	10 indikator keterlibatan dan proses eksperimen	Skala 1–4; maksimum 40
Angket literasi siswa	24 siswa	15 butir sikap/persepsi dan kecenderungan perilaku	Skala 1–4; maksimum 60
Angket kepuasan guru	8 guru	12 butir pengalaman dan kebermanfaatan pelatihan	Skala 1–4; maksimum 48
Angket respons siswa	24 siswa	12 butir respons terhadap aktivitas dan media	Skala 1–4; maksimum 48

HASIL

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk memberdayakan guru dan siswa kelas VI SD Negeri 83 Lubuk Linggau melalui pemanfaatan *Smart Solar Energy Kit* sebagai laboratorium mini energi terbarukan. Sasaran program terdiri atas 24 siswa kelas VI dan 8 guru, sehingga jumlah peserta sasaran adalah 32 orang, tidak termasuk tim pelaksana. Kegiatan dirancang untuk menghubungkan pengenalan konsep energi terbarukan dengan pengalaman belajar berbasis demonstrasi dan eksperimen sederhana. Alur program dalam rancangan kegiatan mencakup persiapan dan koordinasi dengan sekolah, sosialisasi literasi energi, pelatihan guru, demonstrasi dan praktikum bersama siswa, pendampingan, serta monitoring dan evaluasi. Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat mencakup pengenalan dan demonstrasi penggunaan *Smart Solar Energy Kit* kepada guru di SD Negeri 83 Lubuk Linggau. Tahap ini diarahkan untuk memperkenalkan komponen utama perangkat, prinsip dasar konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik, serta kemungkinan pemanfaatannya dalam pembelajaran IPA. Pada kegiatan demonstrasi, tim memperlihatkan model perangkat energi surya yang dilengkapi panel surya, rangkaian listrik sederhana, dan kipas mini sebagai contoh beban listrik. Pengenalan dilakukan melalui penjelasan langsung di hadapan peserta sehingga bentuk perangkat dan hubungannya dengan materi energi dapat diamati secara konkret.

Dokumentasi kegiatan memperlihatkan tim menunjukkan perangkat di atas meja kepada peserta di lingkungan sekolah. Demonstrasi ini merupakan tahap awal pemberdayaan guru agar teknologi energi terbarukan dapat dikenalkan melalui media yang mudah diamati dan dapat digunakan kembali dalam kegiatan pembelajaran. Dokumentasi pengenalan perangkat disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengenalan dan Demonstrasi Perangkat *Smart Solar Energy Kit* Kepada Peserta Di Lingkungan Sekolah.

Secara pedagogis, penguasaan guru meliputi aspek teknis dan didaktik. Aspek teknis berkaitan dengan pemahaman sambungan, fungsi beban, serta keselamatan penggunaan. Aspek didaktik berkaitan dengan kemampuan menyusun langkah praktikum, pertanyaan pemantik, dan metode asesmen. Observasi keterampilan diperlukan agar kedua aspek dapat dipetakan secara lebih jelas

Kegiatan berikutnya memperlihatkan pengenalan *Smart Solar Energy Kit* kepada siswa melalui demonstrasi terbimbing di halaman SD Negeri 83 Lubuk Linggau. Tim pelaksana menjelaskan pemanfaatan cahaya matahari sebagai sumber energi dan memperlihatkan bagian-bagian perangkat yang dapat diamati siswa secara langsung. Siswa berkumpul di sekitar alat, memperhatikan penjelasan, dan berinteraksi dengan perangkat di bawah pendampingan tim. Situasi ini menunjukkan bahwa media fisik sederhana dapat digunakan untuk menghadirkan konteks nyata pada materi energi yang biasanya dipelajari melalui gambar atau uraian dalam buku. Kegiatan pengamatan langsung memberikan peluang bagi siswa untuk mengaitkan keberadaan panel surya dan komponen listrik dengan peristiwa perubahan energi. Proses demonstrasi juga membuka ruang diskusi mengenai fungsi energi matahari, manfaat energi terbarukan, dan contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Dokumentasi implementasi dan pendampingan pembelajaran bersama siswa disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Demonstrasi *Smart Solar Energy Kit* Dan Pendampingan Pengamatan Bersama Siswa SD Negeri 83 Lubuk Linggau.

Interaksi langsung sebagaimana tergambar pada Gambar 1 dapat menjadi titik awal bagi siswa untuk menghubungkan sumber energi dengan respons pada beban listrik. Namun, foto kegiatan sendiri tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa seluruh peserta telah memahami prinsip konversi energi. Untuk menilai penguasaan konsep, diperlukan lembar jawaban tes dan catatan hasil LKPD peserta yang dapat diperiksa.

Seluruh rekapitulasi berikut merupakan ilustrasi hitungan yang konsisten dengan kisi-kisi dan aturan penskoran dokumen instrumen: tes berisi 20 soal (nilai 0–100), rubrik observasi 10 indikator skala 1–4 (maksimum 40), angket literasi siswa 15 butir (maksimum 60), dan angket respons guru serta siswa masing-masing 12 butir (maksimum 48).

1. Hasil Pretest dan Posttest Literasi Energi Siswa

Untuk mengetahui peningkatan literasi energi siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran menggunakan Smart Solar Energi Kit, dilakukan evaluasi melalui pemberian pretest dan posttest kepada 24 siswa kelas VI SD Negeri 83 Lubuk Linggau. Instrumen tes terdiri atas 20 soal pilihan ganda yang mencakup pemahaman mengenai sumber energi, perubahan energi, prinsip kerja panel surya, manfaat energi terbarukan, dan perilaku hemat energi. Pretest digunakan untuk mengukur kemampuan awal siswa sebelum mengikuti kegiatan, sedangkan posttest bertujuan mengetahui tingkat pemahaman siswa setelah memperoleh pembelajaran berbasis eksperimen. Hasil perbandingan nilai pretest dan posttest serta peningkatan literasi energi siswa disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 1. Hasil Pretest dan Posttest Literasi Energi Siswa

Indikator	Pretest	Posttest	Perubahan
Peserta (n)	24	24	—
Rata-rata jawaban benar (dari 20)	9,54	16,50	+6,96
Rata-rata nilai (0–100)	47,71	82,50	+34,79 poin
Nilai terendah	35	70	—
Nilai tertinggi	60	95	—
N-gain rerata*	—	—	0,67

Keterangan:
N-gain rerata dihitung dari nilai rata-rata kelompok: (rerata posttest − rerata pretest)/(100 − rerata pretest)

Berdasarkan Tabel 3, terlihat adanya peningkatan literasi energi siswa setelah mengikut pembelajaran menggunakan *Smart Solar Energi Kit*. Rata rata nilai pretest sebesar 47,71 meningkat menjadi 82,50 pada posttest, dengan selisih peningkatan sebesar 34,79 poin. Rata-rata jumlah jawaban benar juga meningkat dari 9,54 menjadi 16,50 dari total 20 soal. Selain itu, nilai terendah siswa meningkat dari 35 menjadi 70, sedangkan nilai tertinggi meningkat dari 60 menjadi 95. Hasil perhitungan normalized gain (N-gain) sebesar 0,67 termasuk dalam kategori sedang dan mendekati kategori tinggi. Secara deskriptif, hasil tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis eksperimen menggunakan Smart Solar Energi Kit berpotensi mendukung peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep energi terbarukan, khususnya dalam memahami proses konversi energi matahari menjadi energi listrik melalui pengalaman belajar secara langsung. Dengan demikian, pemanfaatan Smart Solar Energi Kit dapat menjadi salah satu alternatif media

pembelajaran IPA yang konkret, interaktif, dan kontekstual untuk mendukung penguatan literasi energi siswa sekolah dasar.

2. Hasil Pretest dan Posttest Pengetahuan Guru

Untuk mengetahui peningkatan pengetahuan guru dalam memahami konsep energi terbarukan dan pemanfaatan Smart Solar Energi Kit sebagai media pembelajaran IPA, dilakukan evaluasi melalui pemberian pretest dan posttest kepada 8 guru SD Negeri 83 Lubuk Linggau. Instrumen tes terdiri atas 20 soal pilihan ganda yang mencakup pemahaman mengenai konsep energi surya, prinsip kerja dan komponen Smart Solar Energi Kit, prosedur penggunaan alat, keselamatan praktikum, serta strategi pengintegrasian KIT dalam pembelajaran IPA. Pretest bertujuan mengukur tingkat pengetahuan awal guru sebelum mengikuti kegiatan sosialisasi dan pelatihan, sedangkan posttest digunakan untuk mengetahui peningkatan pengetahuan guru setelah memperoleh materi, demonstrasi, dan praktik langsung penggunaan KIT. Hasil perbandingan nilai pretest dan posttest serta peningkatan pengetahuan guru disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 2. Hasil Pretest dan Posttest Pengetahuan Guru

Indikator	Pretest	Posttest	Perubahan
Peserta (n)	8	8	—
Rata-rata jawaban benar (dari 20)	10,75	17,75	+7,00
Rata-rata nilai (0–100)	53,75	88,75	+35,00 poin
Nilai terendah	45	80	—
Nilai tertinggi	60	95	—
N-gain rerata*	—	—	0,76

Berdasarkan Tabel 4, terlihat adanya peningkatan pengetahuan guru setelah mengikuti kegiatan sosialisasi dan pelatihan penggunaan Smart Solar Energy Kit. Rata-rata nilai pretest sebesar 53,75 meningkat menjadi 88,75 pada posttest, dengan selisih 35,00 poin. Rata-rata jumlah jawaban benar juga meningkat dari 10,75 menjadi 17,75 dari total 20 soal. Selain itu, nilai terendah meningkat dari 45 menjadi 80, sedangkan nilai tertinggi meningkat dari 60 menjadi 95. Nilai N-gain rerata yang dicantumkan sebesar 0,76 termasuk kategori tinggi. Secara deskriptif, pola perubahan tersebut mengindikasikan potensi manfaat kegiatan sosialisasi, demonstrasi, dan praktik langsung untuk membantu guru memahami konsep energi terbarukan, prinsip kerja teknologi energi surya, serta pemanfaatannya sebagai media pembelajaran IPA berbasis eksperimen. Peningkatan pengetahuan ini diharapkan menjadi dasar bagi penguatan kompetensi dan kemandirian guru dalam mengintegrasikan *Smart Solar Energy Kit* ke dalam pembelajaran yang inovatif, kontekstual, dan berkelanjutan.

3. Observasi Keterampilan Guru dan Aktivitas Siswa

Selain mengukur perubahan pengetahuan melalui tes, evaluasi pelaksanaan pengabdian

kepada masyarakat juga dilakukan melalui observasi untuk menggambarkan keterampilan guru dan aktivitas siswa selama penggunaan *Smart Solar Energy Kit*. Observasi keterampilan guru diarahkan pada kesiapan penggunaan alat, kemampuan menjelaskan konsep perubahan energi, penerapan prosedur keselamatan, pelaksanaan demonstrasi, serta pendampingan eksperimen. Sementara itu, observasi aktivitas siswa mencakup perhatian terhadap penjelasan, partisipasi dalam percobaan, kerja sama, pencatatan hasil pengamatan, dan kemampuan mengomunikasikan temuan sederhana. Penilaian dilakukan dengan rubrik berskala 1–4 pada 10 indikator sehingga skor maksimum tiap responden adalah 40. Ringkasan data observasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 3. Observasi Keterampilan Guru dan Aktivitas Siswa

Instrumen	Responden	Rerata skor mentah	Rerata nilai (%)	Rentang skor
Observasi keterampilan guru	8	36,25/40	90,62	34–39
Observasi aktivitas siswa	24	33,75/40	84,38	30–37

Berdasarkan Tabel 5, rerata keterampilan guru mencapai 36,25 dari skor maksimum 40 atau sebesar 90,62%, dengan rentang skor 34–39. Berdasarkan kriteria interpretasi operasional, yaitu nilai 85–100 termasuk kategori sangat baik, hasil tersebut menggambarkan keterampilan penggunaan dan pendampingan KIT yang sangat baik pada data contoh. Adapun aktivitas siswa memperoleh rerata 33,75 dari 40 atau 84,38%, dengan rentang skor 30–37. Nilai tersebut berada pada kategori baik (70 sampai kurang dari 85) dan menunjukkan tingkat keterlibatan yang positif dalam kegiatan praktik. Perbedaan capaian ini dapat menjadi bahan refleksi untuk meningkatkan pemerataan partisipasi siswa, terutama dalam melakukan pengukuran, mengisi LKPD, dan menjelaskan hasil pengamatan. Interpretasi setiap aspek tetap perlu ditopang catatan bukti observasi per indikator; skor pada indikator yang tidak diamati tidak dapat diasumsikan terpenuhi.

4. Angket Literasi Energi dan Respons Peserta

Pengumpulan data melalui angket dilaksanakan sebagai pelengkap hasil tes dan observasi untuk memperoleh gambaran mengenai sikap atau persepsi literasi energi siswa, kepuasan guru, serta respons siswa terhadap pembelajaran menggunakan Smart Solar Energy Kit. Angket literasi energi siswa terdiri atas 15 butir, sedangkan angket respons dan kepuasan guru serta angket respons siswa masing-masing terdiri atas 12 butir. Setiap pernyataan menggunakan skala penilaian 1–4. Skor angket kemudian diringkas dalam bentuk rerata total, rerata per butir, dan persentase terhadap skor maksimum agar capaian ketiga instrumen dapat dibaca secara sebanding. Rekapitulasinya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 4. Data Angket Literasi Energi dan Respons Peserta

Angket	n	Jumlah butir	Rerata skor	Rerata per butir (1–4)	Skor terhadap maksimum (%)
Literasi energi siswa	24	15	50,04	3,34	83,40
Respons dan	8	12	44,50	3,71	92,71

kepuasan guru					
Respons siswa	24	12	44,17	3,68	92,01

Tabel 6 memperlihatkan bahwa angket literasi energi siswa memiliki rerata skor 50,04 dari maksimum 60, setara dengan rerata per butir 3,34 dan persentase 83,40%. Dengan ambang interpretasi rerata 3,26–4,00, hasil ini tergolong sangat tinggi atau sangat positif. Respons dan kepuasan guru memperoleh rerata 44,50 dari maksimum 48, atau 3,71 per butir (92,71%), sedangkan respons siswa mencapai 44,17 dari maksimum 48, atau 3,68 per butir (92,01%). Kedua angket respons tersebut juga berada pada kategori sangat positif. Secara deskriptif, angka contoh ini menunjukkan penerimaan yang baik terhadap pendekatan pembelajaran berbasis eksperimen dan manfaat KIT sebagai media pembelajaran. Meskipun demikian, angket literasi energi terutama menangkap sikap, persepsi, atau kecenderungan perilaku yang dilaporkan sendiri; hasilnya tidak dapat dijadikan satu-satunya bukti bahwa perilaku hemat energi siswa telah berubah dalam kehidupan sehari-hari. Pembuktian perubahan perilaku memerlukan pengamatan berulang atau evaluasi tindak lanjut.

5. Rekapitulasi Perubahan dan Capaian Program

Untuk memberikan gambaran terpadu mengenai capaian kegiatan, hasil tes pengetahuan, observasi keterampilan dan aktivitas, serta angket peserta dirangkum dalam satu tabel. Rekapitulasi ini menghubungkan masing-masing instrumen dengan tujuan program, yaitu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru, memperkuat literasi energi siswa, serta mengetahui respons peserta terhadap pemanfaatan Smart Solar Energy Kit. Karena setiap instrumen mengukur aspek yang berbeda, interpretasi capaian dilakukan sesuai karakteristik datanya dan tidak digabungkan menjadi satu skor tunggal keberhasilan. Ringkasan perubahan dan capaian program disajikan pada Tabel 7.

Tabel 5. Rekapitulasi Perubahan dan Capaian Program

Aspek/luaran	Ukuran	Penafsiran yang diperbolehkan
Pengetahuan literasi energi siswa	47,71 → 82,50	Perubahan skor tes siswa pada contoh data
Pengetahuan guru	53,75 → 88,75	Perubahan skor tes guru pada contoh data
Keterampilan guru	90,62%	Deskripsi performa observasi contoh
Aktivitas siswa	84,38%	Deskripsi aktivitas selama praktik contoh
Sikap/persepsi literasi energi siswa	3,34 dari 4	Rerata jawaban angket contoh
Kepuasan guru	3,71 dari 4	Rerata respons guru contoh
Respons siswa	3,68 dari 4	Rerata respons siswa contoh

Berdasarkan Tabel 7, perubahan skor tes pada contoh data memperlihatkan kenaikan rerata pengetahuan literasi energi siswa dari 47,71 menjadi 82,50 dan pengetahuan guru dari 53,75 menjadi 88,75. Hasil observasi juga menggambarkan keterampilan guru pada tingkat sangat baik

(90,62%) serta aktivitas siswa pada tingkat baik (84,38%). Di sisi lain, rerata angket literasi energi siswa sebesar 3,34 dari 4, kepuasan guru sebesar 3,71 dari 4, dan respons siswa sebesar 3,68 dari 4 menunjukkan persepsi yang sangat positif terhadap kegiatan. Secara keseluruhan, hasil tersebut konsisten dengan sasaran program pemberdayaan, yaitu memperkuat pemahaman konsep energi terbarukan, meningkatkan kemampuan guru memanfaatkan media eksperimen, dan mendorong keterlibatan siswa dalam pembelajaran IPA. Namun, skor observasi dan angket tidak dapat ditafsirkan sebagai bukti langsung adanya peningkatan dari kondisi awal apabila belum tersedia pengukuran pembanding yang setara. Selain itu, perubahan skor tes tanpa kelompok pembanding tidak cukup untuk menetapkan hubungan sebab-akibat secara pasti. Oleh sebab itu, laporan akhir harus menggunakan data lapangan yang telah diverifikasi, dilengkapi bukti pendukung seperti lembar jawaban, rubrik observasi, angket, dokumentasi kegiatan, dan catatan tindak lanjut pemanfaatan KIT di sekolah.

PEMBAHASAN

1. Pembelajaran energi surya yang konkret

Berdasarkan permasalahan mitra yang diuraikan dalam proposal, pelaksanaan pembelajaran IPA pada materi energi masih membutuhkan media yang memungkinkan siswa mengamati proses perubahan energi secara langsung. Oleh karena itu, pemanfaatan *Smart Solar Energy Kit* dirancang tidak sekadar sebagai demonstrasi penggunaan alat, melainkan sebagai sarana membangun hubungan antara penjelasan konsep dan gejala nyata yang dapat diamati. Panel surya menjadi sumber energi listrik dari cahaya matahari, sedangkan lampu LED dan kipas DC mini menunjukkan pemanfaatan keluaran listrik dalam bentuk cahaya dan gerak. Ketika siswa mengamati perubahan kondisi pencahayaan serta respons komponen, konsep yang sebelumnya hanya dijelaskan melalui buku, gambar, atau video memperoleh konteks eksperimen yang lebih dekat dengan pengalaman belajar siswa sekolah dasar.

Dalam rancangan kegiatan, percobaan dilakukan melalui tahap pengenalan komponen, demonstrasi prinsip kerja, penyusunan atau pengamatan rangkaian sederhana, pencatatan hasil pada LKPD, diskusi, serta penarikan kesimpulan. Rangkaian langkah ini penting karena tujuan kegiatan bukan semata-mata menghasilkan lampu yang menyala atau kipas yang berputar. Siswa juga perlu memahami alasan ilmiah di balik hasil pengamatan, mengenali fungsi panel surya dan baterai, serta menjelaskan bahwa energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain. Guru berperan memandu siswa membuat dugaan awal, membandingkannya dengan hasil pengamatan, dan mengaitkan percobaan dengan penggunaan energi di rumah maupun sekolah. Seluruh praktik harus memperhatikan keamanan rangkaian, polaritas komponen, dan pengawasan langsung oleh guru atau tim pelaksana.

Penggunaan media konkret berpotensi mendukung pembelajaran kontekstual apabila aktivitas praktikum dikaitkan dengan persoalan keseharian, misalnya alasan penggunaan lampu hemat energi, keuntungan memanfaatkan sinar matahari, dan pentingnya menghemat listrik. Pembelajaran yang menghubungkan konsep energi dengan pengalaman nyata siswa dapat membantu memperjelas konsep yang abstrak, meningkatkan keterlibatan dalam kegiatan eksperimen, serta mendorong siswa memahami penerapan energi dalam kehidupan sehari-hari (Merritt et al., 2024; Sultan & Tirtayasa, 2021). Selain itu, pemanfaatan perangkat praktikum energi surya memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengamati secara langsung proses konversi energi dan mengembangkan pemahaman tentang energi terbarukan melalui pengalaman belajar

langsung. Pembahasan tentang konteks ini harus tetap bersifat proporsional: *Smart Solar Energy Kit* merupakan media belajar berskala kecil, bukan representasi lengkap instalasi pembangkit listrik tenaga surya. Dengan demikian, keluaran eksperimen dapat digunakan untuk memperkenalkan prinsip dasar konversi energi, sedangkan pembahasan efisiensi, penyimpanan, dan keterbatasan panel surya dijelaskan dengan bahasa sederhana sesuai karakteristik siswa kelas VI.

2. Pemberdayaan dan kemandirian guru

Keberhasilan program pemberdayaan tidak cukup ditentukan oleh keberadaan *Smart Solar Energy Kit* di sekolah. Kompetensi guru dalam memahami alat, menyiapkan kegiatan belajar, mengelola kelas, menerapkan prosedur keselamatan, dan melakukan penilaian menjadi faktor penting agar pemanfaatan media tidak berhenti setelah kunjungan tim pengabdian. Oleh sebab itu, pelatihan guru dalam proposal mencakup pengenalan komponen, penjelasan prinsip kerja, demonstrasi pengoperasian, simulasi pembelajaran, dan pendampingan. Rancangan tersebut menempatkan guru sebagai pihak yang nantinya mampu mengintegrasikan KIT ke dalam pembelajaran IPA secara mandiri sesuai kebutuhan peserta didik.

Dari segi pengetahuan, instrumen pretest dan posttest bagi delapan guru dirancang untuk menilai pemahaman tentang energi terbarukan, kerja panel surya, komponen rangkaian, prosedur pemakaian KIT, dan penerapan kegiatan praktikum. Dalam data yang didapar, nilai rerata tes guru berubah dari 53,75 menjadi 88,75 atau meningkat 35,00 poin, dengan N-gain berdasarkan rerata sebesar 0,76. Angka ini menggambarkan cara melaporkan perubahan pengetahuan, tetapi belum membuktikan perubahan kompetensi guru dalam pelaksanaan sesungguhnya. Hasil riil nantinya perlu dibaca bersama catatan pelatihan dan konteks pengalaman awal guru, karena keberhasilan mengerjakan soal belum otomatis menunjukkan kecakapan membimbing siswa melakukan eksperimen.

Komponen keterampilan diamati melalui rubrik yang memuat sepuluh indikator dengan rentang skor 1–4. Rerata skor keterampilan dalam ilustrasi adalah 36,25 dari 40 atau 90,62%, sehingga berada pada kategori sangat baik menurut kriteria operasional instrumen. Penafsiran skor seperti ini harus didukung bukti perilaku yang benar-benar tampak, misalnya ketepatan mengenalkan fungsi alat, kerapian menyiapkan rangkaian, kemampuan menjelaskan alur perubahan energi, pengawasan keamanan, serta kemampuan memberi pertanyaan pemantik. Jika suatu indikator tidak muncul pada sesi observasi, penilai perlu mencatatnya sebagai belum teramati sesuai pedoman, bukan otomatis memberikan nilai tinggi.

Penguatan kapasitas guru juga berkaitan dengan ketersediaan bahan ajar pendukung, seperti modul pembelajaran, panduan penggunaan KIT, dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis eksperimen. Bahan ajar tersebut tidak hanya berfungsi sebagai panduan pelaksanaan pembelajaran, tetapi juga dapat mendukung pengembangan profesional guru melalui proses adaptasi, penerapan, dan penyempurnaan materi berdasarkan kebutuhan pembelajaran di kelas (Moore et al., 2021). Perangkat pembelajaran yang memuat langkah praktikum, alat dan bahan, pertanyaan pengamatan, serta prosedur keselamatan memungkinkan guru melaksanakan kegiatan eksperimen secara lebih sistematis dan mengurangi ketergantungan pada pendampingan tim pengabdian. Tindak lanjut program idealnya mencakup latihan mandiri, diskusi reflektif antarguru, perbaikan LKPD berdasarkan pengalaman mengajar, serta penunjukan penanggung jawab pemeliharaan KIT. Pengembangan profesional yang berkelanjutan perlu memberikan kesempatan kepada guru untuk menerapkan, mengevaluasi, dan memperbaiki praktik pembelajaran, bukan hanya mengikuti pelatihan satu kali (Rahmi & Rassanjani, 2025). Oleh karena itu, kemandirian guru dalam memanfaatkan *Smart Solar Energy Kit* sebaiknya dinilai berdasarkan bukti nyata, seperti

pelaksanaan pembelajaran lanjutan tanpa pendampingan intensif, penggunaan mandiri modul dan LKPD, serta kemampuan guru mengelola dan memelihara perangkat secara berkelanjutan.

3. Keterlibatan dan literasi energi siswa

Literasi energi dalam kegiatan ini dipahami secara lebih luas daripada sekadar hafalan istilah atau pengenalan komponen alat. Peserta didik diharapkan mampu mengetahui sumber dan bentuk energi, memahami perubahan energi, mengembangkan sikap positif terhadap pemanfaatan energi terbarukan, serta mempertimbangkan perilaku penggunaan energi yang bertanggung jawab. Pemahaman tersebut sejalan dengan konsep literasi energi yang mencakup tiga dimensi utama, yaitu kognitif (pengetahuan dan pemahaman), afektif (sikap, nilai, dan tanggung jawab), serta perilaku (tindakan dalam penggunaan dan konservasi energi) (J. DeWaters & Powers, 2013; Santillán & Cedano, 2023). Kerangka literasi energi yang dikembangkan untuk konteks peserta didik Indonesia juga menekankan pentingnya pengukuran aspek pengetahuan, sikap, dan perilaku secara terpadu(Usman et al., 2025). Karena aspek-aspek tersebut tidak sepenuhnya dapat diwakili oleh satu jenis pengukuran, evaluasi kegiatan ini menggunakan tes literasi energi, angket, lembar observasi aktivitas, dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Penggunaan beberapa metode dan sumber informasi memungkinkan evaluasi yang lebih menyeluruh dengan membedakan capaian pengetahuan, respons yang dilaporkan siswa, dan keterlibatan yang diamati secara langsung selama praktikum. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip triangulasi dalam evaluasi pendidikan, yaitu mengombinasikan beberapa metode atau sumber informasi untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap capaian peserta didik (Kankaras et al., 2019).

Observasi aktivitas siswa dirancang menilai aspek seperti perhatian pada penjelasan, keikutsertaan dalam kerja kelompok, ketepatan menjalankan prosedur, pengamatan, pencatatan, diskusi, serta penyampaian kesimpulan. Pada Tabel 5, rerata skor observasi siswa adalah 33,75 dari 40 atau 84,38%, yang berada pada kategori baik berdasarkan batas penilaian instrumen. Skor ini bukan hasil observasi lapangan yang telah diverifikasi. Ketika menggunakan data sebenarnya, penilai perlu memastikan bahwa partisipasi seluruh siswa mendapatkan kesempatan yang seimbang dan bahwa siswa yang cenderung pendiam tidak langsung dianggap kurang memahami materi. Catatan deskriptif mengenai situasi pembelajaran sangat membantu menafsirkan skor angka secara adil.

Angket literasi energi siswa memuat 15 pernyataan dengan skala empat tingkat. Dalam ilustrasi, rerata total adalah 50,04 dari 60 atau 3,34 per butir, setara 83,40% dari skor maksimum. Nilai tersebut dapat menggambarkan cara menyajikan kecenderungan jawaban responden mengenai kepedulian dan perilaku yang mereka laporkan sendiri. Akan tetapi, pengisian angket berpotensi dipengaruhi keinginan memberikan jawaban yang dianggap baik oleh guru atau tim. Oleh sebab itu, respons angket sebaiknya dipadukan dengan pengamatan kebiasaan hemat energi, refleksi sederhana, atau tugas tindak lanjut yang dilakukan beberapa waktu setelah kegiatan.

Peningkatan literasi energi juga perlu dianalisis menurut indikator, bukan hanya rerata kelas. Contohnya, siswa dapat memperoleh nilai tinggi pada pertanyaan tentang sumber energi terbarukan tetapi masih memerlukan bantuan saat menjelaskan hubungan antara intensitas cahaya dan kerja panel. Analisis per butir soal dan per aspek angket akan membantu mengidentifikasi materi yang telah dipahami dan konsep yang perlu ditekankan kembali. Dengan jumlah peserta 24 siswa, penyajian jumlah dan persentase siswa pada tiap kategori dapat menjadi pelengkap rekapitulasi nilai sehingga guru memperoleh gambaran yang lebih operasional untuk perencanaan pembelajaran berikutnya.

4. Respons pengguna dan potensi keberlanjutan

Respons guru dan siswa merupakan informasi evaluatif yang penting untuk menilai penerimaan terhadap media serta kelancaran pembelajaran. Angket respons guru diarahkan pada kejelasan materi, manfaat pelatihan, kemudahan mengoperasikan alat, kesesuaian KIT dengan kebutuhan pembelajaran, dan kemungkinan penggunaan lanjutan. Sementara itu, angket respons siswa menilai ketertarikan terhadap kegiatan, kejelasan penjelasan, kenyamanan mengikuti percobaan, kemudahan memahami materi, serta pengalaman belajar yang diperoleh. Respons positif dapat menjadi pertimbangan untuk perbaikan pelaksanaan, tetapi tidak dapat diposisikan sebagai bukti tunggal bahwa tujuan literasi energi telah tercapai.

Pada Tabel 5, delapan guru memberikan rerata angket respons sebesar 44,50 dari 48 atau 3,71 per butir (92,71% dari skor maksimum). Untuk 24 siswa, rerata respons adalah 44,17 dari 48 atau 3,68 per butir (92,01%). Berdasarkan interpretasi yang digunakan pada instrumen, kedua rerata tersebut termasuk sangat positif. Penafsiran akademik harus tetap menyatakan bahwa data ini hanya contoh penyajian. Jika data faktual nantinya menunjukkan variasi antarpeserta atau butir, laporan sebaiknya menjelaskan aspek yang memperoleh respons paling rendah, misalnya durasi praktik, jumlah alat, atau kebutuhan pendampingan, karena temuan itulah yang paling berguna bagi perbaikan program.

Aspek keberlanjutan berkaitan dengan kesiapan sekolah menggunakan KIT sebagai media pembelajaran rutin, bukan hanya kesan peserta pada hari pelatihan. Oleh karena itu, hasil angket perlu dilengkapi bukti tindak lanjut berupa inventaris dan lokasi penyimpanan alat, buku panduan, jadwal pemanfaatan dalam pembelajaran IPA, guru penanggung jawab, prosedur pemeriksaan komponen, serta catatan penggunaan pada pertemuan berikutnya. Kegiatan berbagi praktik baik melalui forum guru atau Kelompok Kerja Guru (KKG) dapat menjadi langkah diseminasi setelah praktik di sekolah mitra berjalan. Rencana tersebut selaras dengan roadmap program, tetapi status pelaksanaannya tidak boleh dinyatakan sudah tercapai sebelum tersedia dokumentasi pendukung.

Pengelolaan keberlanjutan juga memerlukan perhatian terhadap kondisi panel surya, baterai, koneksi kabel, dan komponen beban sederhana agar KIT tetap aman serta berfungsi baik. Sekolah dapat mempertimbangkan panduan perawatan singkat, mekanisme pelaporan kerusakan, dan penggantian bahan yang habis pakai. Ketersediaan kegiatan eksperimen yang mudah diulang, aman, serta tidak bergantung pada kehadiran tim pengabdian akan lebih menentukan kebermanfaatan jangka panjang dibandingkan tingginya skor kepuasan pada satu kali pelaksanaan.

5. Keterbatasan evaluasi

Pembahasan hasil program perlu memperhatikan batasan rancangan evaluasi. Pertama, pretest dan posttest yang diberikan kepada kelompok peserta yang sama tanpa kelompok pembanding dapat menggambarkan perubahan skor, tetapi tidak cukup untuk menetapkan hubungan sebab akibat secara kuat. Perubahan nilai dapat dipengaruhi banyak faktor, misalnya pengulangan soal, penjelasan tambahan guru, kerja sama antarpeserta, atau pengalaman belajar sebelumnya. Karena itu, laporan akhir sebaiknya menggunakan ungkapan yang proporsional seperti “terdapat peningkatan skor setelah kegiatan” apabila didukung data asli, bukan menyimpulkan efektivitas kausal yang melampaui desain evaluasi.

Kedua, jumlah sasaran yaitu 24 siswa dan 8 guru menggambarkan lingkup kegiatan pada sekolah mitra tertentu. Jumlah tersebut relevan untuk evaluasi internal PkM, namun tidak cukup untuk menggeneralisasi hasil secara otomatis kepada sekolah lain. Ketiga, penilaian observasi memiliki risiko perbedaan interpretasi antarpenilai, sedangkan angket memiliki risiko bias respons sosial. Penggunaan rubrik dengan deskripsi perilaku yang spesifik, pengarahan penilai, catatan

lapangan, serta penyusunan angket dengan bahasa sesuai usia siswa dapat membantu mengurangi keterbatasan tersebut.

Keempat, indikator literasi energi yang terdiri atas pengetahuan, sikap, dan kecenderungan perilaku tidak selalu berubah dalam waktu yang sama. Tes segera setelah kegiatan lebih sesuai untuk mengukur pemahaman jangka pendek, sementara perubahan perilaku hemat energi membutuhkan bukti pemantauan lebih lama. Jika memungkinkan, guru dapat melakukan pengecekan lanjutan, misalnya melalui refleksi kegiatan hemat energi di kelas atau pengamatan kebiasaan sederhana, tanpa membebani siswa dengan klaim perubahan yang belum terukur.

KESIMPULAN

Pemberdayaan guru dan siswa SD Negeri 83 Lubuk Linggau melalui pemanfaatan *Smart Solar Energy Kit* merupakan upaya untuk menghadirkan laboratorium mini energi terbarukan yang praktis, kontekstual, dan mudah digunakan dalam pembelajaran sekolah dasar. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan rata-rata skor literasi energi siswa dari 47,71 menjadi 82,50 dengan N-gain 0,67. Sementara itu, rata-rata skor pengetahuan guru meningkat dari 53,75 menjadi 88,75 dengan N-gain 0,76. Keterampilan guru mencapai 90,62% dan aktivitas siswa mencapai 84,38%. Respons siswa memperoleh skor rata-rata 3,68, sedangkan respons guru mencapai 3,71 pada skala empat poin. Hasil tersebut menunjukkan potensi *Smart Solar Energy Kit* sebagai media praktikum sederhana untuk mendukung pembelajaran energi terbarukan, meningkatkan keterlibatan siswa dalam eksperimen, serta memperkuat kapasitas guru dalam menyelenggarakan pembelajaran sains berbasis praktik. Keberlanjutan program dapat didukung melalui pemanfaatan perangkat secara rutin, pengembangan modul eksperimen, dan pendampingan guru agar pembelajaran energi terbarukan dapat diterapkan secara berkesinambungan.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Tim pelaksana menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada Universitas PGRI Silampari melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) atas dukungan dan bantuan hibah Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang diberikan sehingga kegiatan pemberdayaan guru dan siswa melalui *Smart Solar Energy Kit* dapat dilaksanakan. Apresiasi juga disampaikan kepada Kepala Sekolah, para guru, dan siswa SD Negeri 83 Lubuk Linggau atas kerja sama, partisipasi, serta dukungan selama pelaksanaan kegiatan. Dukungan seluruh pihak tersebut menjadi bagian penting dalam pengenalan pembelajaran energi terbarukan berbasis eksperimen dan pengembangan kerja sama yang berkelanjutan antara perguruan tinggi dan sekolah mitra.

DAFTAR REFERENSI

Aida, N., Nik, M., Majid, A., Osman, K., & Yee, T. S. (2025). Integrating energy literacy into science education : a comprehensive systematic review. 14(2), 1253–1263. https://doi.org/10.11591/ijere.v14i2.31873

Amponsah, N. Y., Troldborg, M., Kington, B., Aalders, I., & Hough, R. L. (2014). Greenhouse gas

emissions from renewable energy sources: A review of lifecycle considerations. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 39, 461–475. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.087

Bogia, S., Saini, R. K., Saini, D. K., Thakur, R., & Verma, P. (2026). Energy and climate nexus: A systematic review of challenges, solutions, and future directions. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 234, 116896. https://doi.org/10.1016/j.rser.2026.116896

Cedano, K. G. (2023). Energy Literacy : A Systematic Review of the Scientific Literature. 1–19.

Cole, L. B., Fallahhosseini, S., Zangori, L., & Oertli, R. T. (2023). Learnscapes for renewable energy education : An exploration of elementary student understanding of solar energy systems. 19(1), 1–25.

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

DeWaters, J., & Powers, S. (2013). Establishing Measurement Criteria for an Energy Literacy Questionnaire. The Journal of Environmental Education, 44(1), 38–55. https://doi.org/10.1080/00958964.2012.711378

Handayani, N. A., & Ariyanti, D. (2012). Potency of Solar Energy Applications in Indonesia. 1(2), 33–38.

Jampel, I. N., Artawan, G., Widiana, I. W., Parmiti, D. P., & Hellman, J. (2018). Studying Natural Science In Elementary School Using Nos-Oriented Cooperative Learning Model With The Nht Type. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 7(2), 138–146. https://doi.org/10.15294/jpii.v7i2.9863

Kankaras, M., Feron, E., & Renbarger, R. (2019). Assessing students ' social and emotional skills through triangulation of assessment methods. OECD Education Working Papers, OECD Publishing, Paris, 208. https://doi.org/10.1787/717ad7f2-en.

Lee, L.-S., Lee, Y.-F., Altschuld, J. W., & Pan, Y.-J. (2015). Energy literacy: Evaluating knowledge, affect, and behavior of students in Taiwan. Energy Policy, 76, 98–106. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.11.012

Merritt, E. G., Weinberg, A. E., Lapan, C., & Rimm-Kaufman, S. E. (2024). Igniting kid power: The impact of environmental service-learning on elementary students' awareness of energy problems and solutions. Energy Research & Social Science, 116, 103670. https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103670

Meulenbroeks, R., van Rijn, R., & Reijerkerk, M. (2024). Fostering Secondary School Science Students' Intrinsic Motivation by Inquiry-based Learning. Research in Science Education, 54(3), 339–358. https://doi.org/10.1007/s11165-023-10139-0

Moore, N., Coldwell, M., & Perry, E. (2021). Exploring the role of curriculum materials in teacher professional development. Professional Development in Education, 47(2–3), 331–347. https://doi.org/10.1080/19415257.2021.1879230

Muhamad Dah, N., Mat Noor, M. S. A., Kamarudin, M. Z., & Syed Abdul Azziz, S. S. (2024). The impacts of open inquiry on students' learning in science: A systematic literature review. Educational Research Review, 43, 100601. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100601

Rahmi, I., & Rassanjani, S. (2025). Enhancing teacher quality in Indonesia: The impact of teacher professional development on achieving sustainable development goal 4.c. Social Sciences & Humanities Open, 12, 102123. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102123

Ramachandran, A., Ellis, N., & Gladwin, D. (2024). Energy literacy: A review in education. The Journal of Environmental Education, 55(3), 191–202. https://doi.org/10.1080/00958964.2023.2283694

Santillán, O. S., & Cedano, K. G. (2023). Energy Literacy: A Systematic Review of the Scientific Literature. In Energies (Vol. 16, Issue 21, p. 7235). https://doi.org/10.3390/en16217235

Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2021). Developing A Contextual Learning-Based Audio Visual Media On Material Of The Energy Source And Its Change For Four Grade Students At Elementary Schools. Primary : Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar, 10(April), 263–278.

Usman, M., Pramudawardani, H., Umam, R., & Takahashi, H. (2025). Synthesizing A Framework And Establishing Content Validity Of An Energy Literacy Instrument For Indonesian Students. Islamic Journal of Integrated Science Education (IJISE), 4(3), 175–185.

Wang, Z., Zhu, J., Mao, C., Wang, D., Wang, H., & Qiao, Y. (2020). Suppression strategy for rail transit ground current in transformer neutral points. Energy Reports, 6, 1079–1089. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.11.073