

Cloud-Based PLTS Technology Education at SMAN 7 South Tangerang

Edukasi Teknologi PLTS Berbasis Cloud di SMAN 7 Tangerang Selatan

Satrio Yudho^{*1}, Tony Koerniawan², Aas Wasri Hasanah³, M Nur Qosim⁴, Rummi Sirait⁵, Albert

Gifson⁶, Juara Mangapul⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Institut Teknologi PLN

*e-mail: satrio@itpln.ac.id¹, tony@itpln.ac.id², aas@itpln.ac.id³

Abstract

Developing expertise and having competence in the field of renewable energy is a process that must be carried out through formal education, referring to the Decree of the Minister of Education, Culture, Research and Technology of the Republic of Indonesia Number 262/M/2022 concerning the education curriculum that contains renewable energy material only for Vocational High Schools, while High Schools only concentrate on Natural Science material. Solar Power Plants or called PLTS are one of the Power Generation Technologies that work based on the basic principles of Natural Science and Renewable Energy. Understanding the System and characteristics of solar power plants is an important essence to achieve the ability to apply the technology itself. This Community Service activity program aims to improve the understanding of High School students regarding the working system and characteristics of electrical energy produced from a simple PLTS system integrated with Cloud technology. The evaluation results showed that 79.2 percent of participants or students understood the basic principles of energy, PLTS and the use of Cloud Technology. This program supports the Renewable Energy Education curriculum and produces relevant teaching aids for learning.

Keywords: Solar Power Plants, Cloud based Monitoring, Renewable Energy Education

Abstrak

Membangun manusia yang ahli dan memiliki kompetensi di bidang energi terbarukan merupakan sebuah proses yang harus dilakukan melalui Pendidikan formal, Berdasar kepada Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 262/M/2022 terkait kurikulum pendidikan yang memuat materi energi terbarukan hanya untuk Sekolah Menengah Kejuruan, sementara Sekolah Menengah Atas hanya berkonsetrasi pada materi Ilmu Pengetahuan Alam. Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau disebut PLTS merupakan salah satu Teknologi Pembangkit Listrik yang bekerja pada prinsip dasar dari Ilmu Pengetahuan Alam dan Energi Terbarukan. Pemahaman mengenai Sistem dan karakteristik pembangkit listrik tenaga surya adalah esensi penting untuk mencapai kemampuan penerapan teknologi itu sendiri. Program kegiatan pengabdian Masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa Tingkat Sekolah Menengah Atas mengenai sistem kerja dan karakteristik tenaga listrik yang dihasilkan dari sistem PLTS sederhana yang terintegrasi dengan teknologi Cloud. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 79,2 persen dari peserta atau siswa memahami prinsip dasar energi, PLTS dan pemanfaatan Teknologi cloud. Program ini mendukung kurikulum Pendidikan energi terbarukan dan menghasilkan alat peraga yang relevan untuk pembelajaran.

Kata kunci: PLTS, Monitoring Berbasis Cloud, Pendidikan energi terbarukan

1. PENDAHULUAN

Menuju penggunaan energi baru terbarukan yang berkelanjutan merupakan salah satu program dalam pilar pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) khususnya pada pilar nomor tujuh terkait dengan energi bersih (Shafa Yuniar Yasmin et al., 2024; Trinh & Chung, 2023). Dan untuk mendukung arah tersebut, pembangunan manusia dengan pendidikan yang memiliki kompetensi dalam bidang energi bersih menjadi bagian penting, karena hal tersebut merupakan salah satu bagian SDGs yang keempat yakni menjamin kualitas Pendidikan yang inklusif, merata serta meningkatkan kemampuan belajar sepanjang hayat untuk semua manusia (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Republik Indonesia, 2019).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu teknologi pembangkit Listrik yang mengubah energi panas dari cahaya matahari menjadi energi listrik. Dalam tujuan

untuk mendukung pengembangan PLTS, penelitian terkait yang telah dilakukan ditekankan pada pemantauan penyimpanan energi menggunakan teknologi sensor berbasis *LongRange Radio Frequency* (Yudho, 2020) dan sistem peninjauan *solar home system* berjenis *off-grid* (Yudho & Koerniawan, 2021). Beberapa penelitian yang relevan dengan sistem PLTS berbasis Internet of Things dan terintegrasi dengan Cloud untuk monitoring dilakukan menggunakan sensor pengukur arus bertipe AC712 dan terkoneksi menggunakan Arduino dengan aplikasi Blynk (Sari et al., 2024), Penggunaan sensor Arus PZEM004T dan aplikasi Blynk (Apriani, 2021; Imawan et al., 2023; Ramschie et al., 2023), Penggunaan sensor Arus PZM-017 dan Layar LCD (Gunoto et al., 2022), Pembacaan arus menggunakan Sensor INA219 pada PLTS *offgrid* 600 WP (STEFANIE & SUCI, 2021), pembacaan arus menggunakan sensor DC DVV dan Pyranometer (Mayangsari & Yuhendri, 2023), penggunaan sensor MCP3208 dengan Raspberry (Alfita et al., 2021) dan sensor arus SCT013 dan NodeMCU (Dinata et al., 2024). Seluruh penelitian yang disebutkan menggunakan struktur komponen berbasis Sensor Arus, Sistem komunikasi Internet dan aplikasi Cloud untuk menampilkan informasi.

Pendidikan Formal yang sangat dekat dengan masa produktif adalah pada Sekolah Menengah Tingkat Atas, terkait dengan hasil perhitungan peserta didik dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi di Tahun 2024, terdapat Peserta Didik sejumlah 400,406 Orang untuk Wilayah Tangerang Selatan (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2024b). Indikator ini menunjukkan potensi sumberdaya manusia yang memiliki pengaruh signifikan bagi keberhasilan program pembangunan berkelanjutan, khususnya pada bidang energi.

Merujuk dari Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 262/M/2022 tentang pedoman kurikulum menjelaskan bahwa spektrum keahlian di Tingkat Sekolah Menengah Kejuruan atau SMK harus memiliki konsentrasi keahlian yang salah satunya adalah Energi dan Pertambangan. Sedangkan di Tingkat Sekolah Menengah Atas atau SMA struktur kurikulum berisi pembelajaran sains dasar berupa, Kimia, Fisika, Matematika dan Informatika. Dengan melihat perbedaan kurikulum tersebut, kesempatan pelajar ditingkat sekolah menengah atas untuk mendapatkan pengetahuan mengenai penerapan kurikulum mereka dalam bentuk Teknologi merupakan sebuah keharusan.

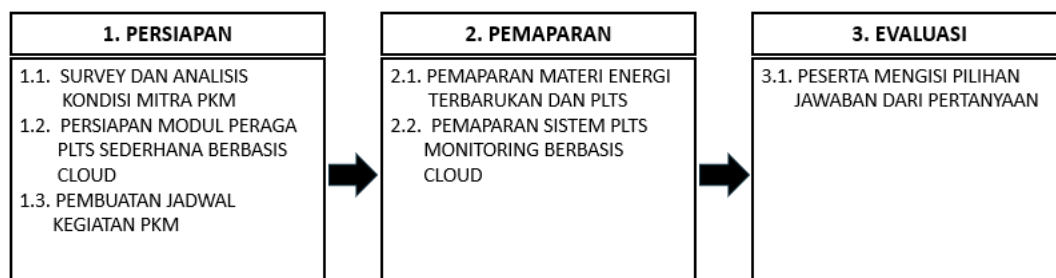
Peningkatan kompetensi yang dilakukan dalam kegiatan pengabdian masyarakat ditujukan untuk mendesiminasikan pengetahuan atau teknologi yang dapat memberikan nilai manfaat bagi masyarakat biasa pada umumnya, dan masyarakat usia sekolah mulai dari tingkat Sekolah Dasar (Awal & Irma, 2022), Sekolah Menengah Pertama (Dini Makrufah et al., 2023) dan Sekolah Menengah Atas (Ristianti et al., 2024). Kegiatan pengenalan energi terbarukan dalam konteks photovoltaic sudah dilakukan oleh Fitriani dengan sasaran peserta didik di tingkat Sekolah Dasar (Fitriani et al., 2024), untuk tingkat Sekolah Menengah Pertama telah disosialisasikan implementasi PLTS dalam bentuk Peraga (Tunggal Prasetyo et al., 2022) dan ditingkat sekolah menengah atas juga dilakukan pelatihan dan perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk kegiatan praktikum fisika (Gultom et al., 2023), peningkatan kompetensi Guru (Nurhayati et al., 2022), serta Pemanfaatan PLTS untuk mendukung produktifitas industri UMKM (Widjanarko et al., 2024), peternakan ayam (Partaonan Harahap et al., 2023), Pengolahan sampah (Irawaty et al., 2024), dan juga untuk Rumah Tangga (Nurjaman & Purnama, 2022).

Sekolah Menengah Negeri 7 Tangerang Selatan Merupakan salah satu Instansi Pendidikan yang memiliki jumlah peserta didik sebanyak 1362 orang siswa atau peserta didik (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2024a). Secara geografis sekolah ini terletak pada koordinat *latitude* -6.28212 dan *longitude* 106.75293. Fasilitas yang ada saat ini dalam rangka mendukung pemahaman siswa siswi dalam Pelajaran ilmu Pengetahuan Alam adalah Laboratorium IPA yang terdiri dari perangkat perangkat uji atau praktikum untuk sains dasar. Sementara alat peraga untuk mengetahui pemanfaatan sumberdaya alam atau energi belum cukup memadai.

Tujuan kegiatan pengabdian masyarakat di Sekolah Menengah Atas Negeri 7 Tangerang Selatan adalah meningkatkan pemahaman terhadap sistematika kerja PLTS sederhana berbasis Cloud dengan mengikuti pemaparan, mencoba secara langsung modul PLTS Sederhana berbasis Cloud, dan sebagai indikator pemahaman peserta kegiatan pengabdian masyarakat, evaluasi pengetahuan dilakukan dalam bentuk kuisioner yang relevan dengan teori dasar dari energi dan kelistrikan dalam ruang lingkup Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

2. METODE

Untuk mendapatkan keberhasilan kegiatan Pengabdian Masyarakat, pelaksanaan dibuat menjadi tahapan yakni, Persiapan, Pelaksanaan dan Evaluasi, Urutan tahapan tersebut terlihat pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Metode Kegiatan

Uraian fase atau tahapan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat adalah sebagai berikut:

1. Persiapan

Survey dan Analisis kondisi mitra PKM ditujukan untuk menggali manfaat tepat guna dalam program kegiatan yakni Pemahaman Ilmu Energi dan Ketenagalistrikan. Informasi yang diperoleh dari mitra PKM ditampilkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Survey

Sarana	Fungsi
Laboratorium IPA	Praktikum KIMIA dan FISIKA
Ruang Kelas	Untuk kegiatan Belajar Mengajar

Berdasar pada hasil survey diatas, sarana untuk mendukung pembelajaran energi dan ketenagalistrikan belum menjadi bagian dari prioritas sekolah. Sehingga program kegiatan pengabdian Masyarakat menjadi bermanfaat untuk mitra PKM.

Tahapan Persiapan modul peraga PLTS sederhana berbasis *cloud* dilakukan untuk memastikan setiap komponen dan sistem berfungsi dengan benar meliputi Panel Surya atau *Photovoltaic*, *Solar Charge Controller* atau SCC, baterai, beban (*Load*), Sensor, serta kesiapan fungsi *Internet of Things* meliputi konektifitas internet dan *cloud*. Dan Pengaturan jadwal kegiatan untuk pelaksanaan dilokasi mitra yang ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Timeline Pelaksanaan

No	Kegiatan	Durasi
1	Pemaparan Materi Energi Terbarukan dan PLTS	25 Menit
2	Pemaparan Materi PLTS dengan Sistem Monitoring berbasis Cloud	15 Menit
3	Evaluasi Pemahaman Peserta	5 Menit

Susunan kelompok peserta kegiatan ditunjukkan di Tabel 3.

Tabel 3. Peserta Kegiatan

No	Jenis Peserta	Jumlah
1	Guru	3 Orang
2	Siswa Tingkat 10	10 Orang
3	Siswa Tingkat 11	12 Orang

2. Pemaparan

Kegiatan pemaparan, terdiri dari tiga aktifitas (1) penyampaian materi pengetahuan dasar mengenai energi terbarukan, sistem Kerja PLTS dan Teori yang relevan dengan ketenagalistrikan, (2) Penjelasan sistem Monitoring PLTS berbasis *Cloud* menggunakan jaringan internet melalui perangkat komunikasi atau *smartphone*, dan (3) evaluasi hasil pemaparan dilakukan dalam bentuk pertanyaan *multiple choice* untuk para peserta.

3. Evaluasi

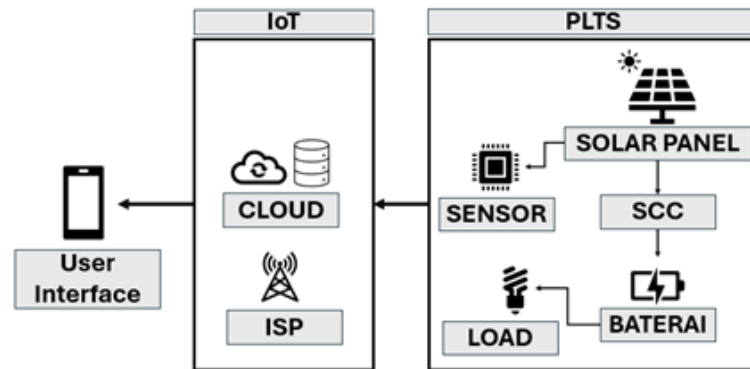
Evaluasi, merupakan rangkaian akhir kegiatan yang ditujukan untuk menguji ingatan dan pemahaman peserta kegiatan dengan memberikan pertanyaan pilihan berganda dari pemaparan yang telah diberikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengabdian kepada Masyarakat yang berfokus kepada pemahaman peserta didik ditingkat sekolah menengah atas telah memberikan dampak yang signifikan. Hal ini disebabkan oleh pemaparan teori serta keterlibatan peserta dalam menyentuh langsung alat peraga sistem PLTS sederhana berbasis cloud dan evaluasi pemahaman peserta kegiatan.

a. Desain Teknologi PLTS sederhana berbasis Cloud

Bahan atau modul edukasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya dirancang dengan konsep untuk memahami prinsip dasar ketenagalistrikan serta modernisasi peralatan untuk ketenagalistrikan. Arsitektur atau desain ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur PLTS dengan Cloud

Terdapat dua bagian utama dalam arsitektur modul edukasi PLTS yaitu komponen PLTS yang terdiri dari Panel Surya, *Solar Charge Controller* (SCC), Display Arus Tegangan, Baterai, Sensor Arus, Sensor Tegangan dan Beban Direct Current serta Beban *Alternate Current*. Bagian kedua berisi struktur sistem meliputi sistem komunikasi data, penyimpanan data di *cloud* dan aplikasi yang bisa diakses melalui perangkat *smartphone*.

Spesifikasi teknis dari sistem PLTS sederhana berbasis cloud ada dalam tabel 4. Berikut:

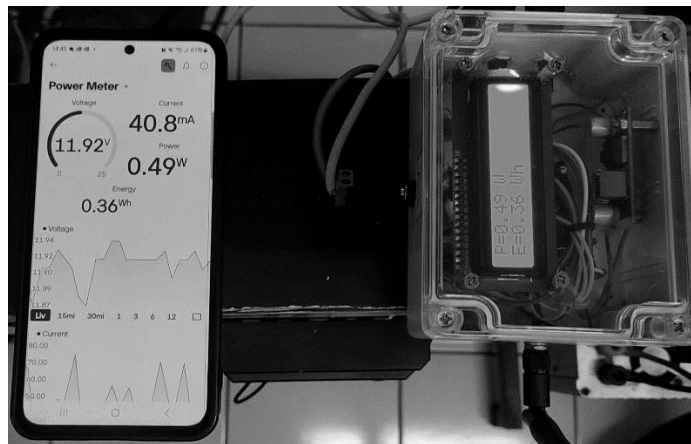
Tabel 4. Spesifikasi PLTS sederhana berbasis Cloud

Nama komponen	Fungsi	Kapasitas
Photovoltaic Panel	Menerima Paparan Sinar Matahari	100 WP
Solar Charge Controller	Pengendali pengisian Daya dari Photovoltaic ke Baterai	12V 10A
Baterai	Penyimpanan Listrik	12V 5Ah
Lampu DC	Beban/Load	12V 10Watt
PZEM004T	Sensor Arus	100A
ESP32	Controller Board IoT untuk komunikasi data	12V
Blynk Apps.	Aplikasi Pemrosesan data dan Informasi Cloud	Up to 1GB
LCD	Menampilkan informasi Arus dalam layar panel	16x2 char

Bentuk dan fungsi alat peraga yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Modul PLTS



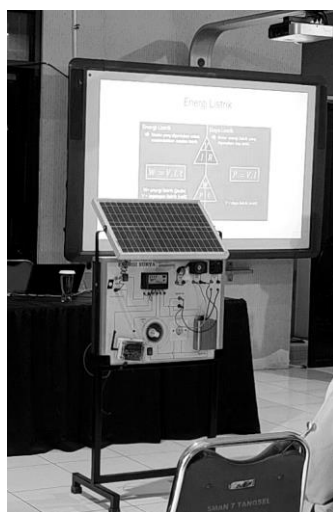
Gambar 4. Pengujian Fungsi

Gambar 3 adalah bentuk fisik dari modul edukasi PLTS sederhana berbasis cloud dan Gambar 4 memperlihatkan fungsi dari sistem berbasis cloud untuk menampilkan informasi Arus dan Tegangan dalam sistem menggunakan perangkat *Smartphone* dan juga *Liquid Cristal Display* (LCD) untuk menampilkan informasi tanpa melalui *cloud*.

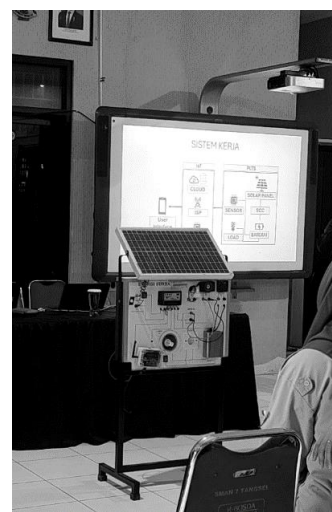
b. Evaluasi pemahaman peserta

Pelaksanaan kegiatan pada Mitra Pengabdian Masyarakat dilakukan dengan memberikan pemaparan teori dasar mengenai ketenagalistrikan meliputi teori arus, daya dan tegangan, kemudian komponen komponen pembentuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya, beragam jenis Beban yang mampu dihidupkan oleh listrik yang berasal dari PLTS sederhana berbasis *Cloud*. Modul Edukasi dilakukan dengan menguji fungsi dari sistem agar dapat menampilkan informasi berupa Arus dan Tegangan.

Dokumentasi Pelaksanaan kegiatan tersebut diperlihatkan pada Gambar 5. Dimana pelaksanaan dilakukan dalam ruangan yang dihadiri oleh seluruh peserta kegiatan. Gambar 5 (a) menampilkan kegiatan penjelasan Teori dasar Listrik dan Fungsi PLTS sederhana berbasis *cloud* sedangkan Gambar 5 (b) adalah Pemaparan Materi fungsi *Internet of Things* (IoT) dan *Cloud* sebagai sistem monitoring.



(a)



(b)

Gambar 5. Pemaparan Materi (a) Teori dasar Listrik (b) Fungsi IoT dan Cloud

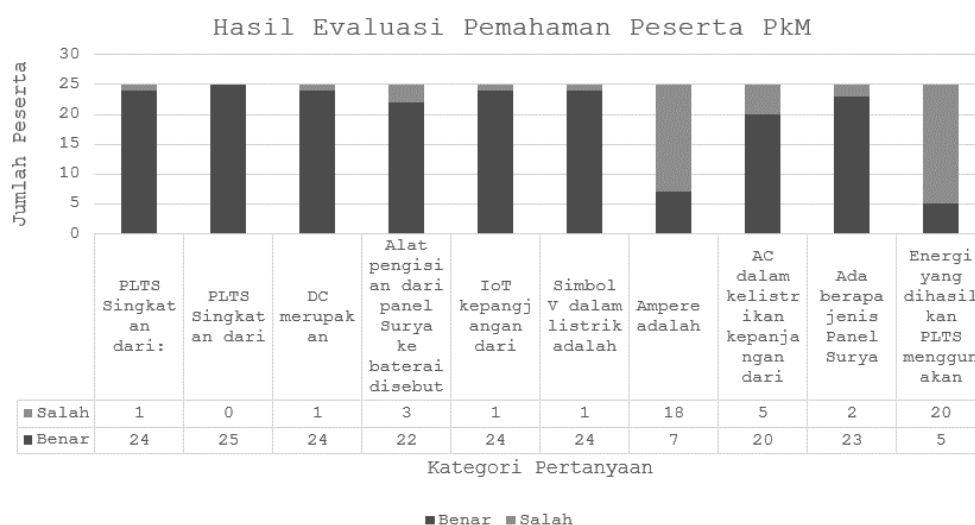
Evaluasi pemahaman peserta kegiatan pengabdian masyarakat dilakukan dengan memberikan pertanyaan yang berbentuk pilihan ganda sebanyak sepuluh butir pertanyaan yang ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Instrumen Evaluasi

Nomor	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Jawaban
1	PLTS singkatan dari	A. Pembangkit Listrik Tenaga Suya B. Pembangun Listrik Tenaga Surya C. Pembuat Listrik Tenaga Surya D. Pembangkit Listrik Tenaga Surya	D. Pembangkit Listrik Tenaga Surya
2	Panel Surya memiliki istilah lain yaitu	A. Photovoltage B. Photovoltaic C. Photoampere D. Photopanel	B. Photovoltaic
3	DC merupakan	A. Direk current B. Direct Kurrent C. Direct Current D. Direct Curent	C. Direct Current
4	Alat pengisian dari Panel Surya ke Baterai	A. Sensor arus B. Solar Control Charging C. Solar Charge regulator D. Solar Charge Controller	D. Solar Charge Controller
5	IoT singkatan dari	A. Intranet of There B. Internet of Tings C. Internet of Things D. Internet of Trade	C. Internet of Things
6	Ampere	A. Satuan Tegangan Listrik B. Arus Listrik C. Satuan Arus Listrik D. Satuan Arus dan Tegangan	C. Satuan Arus Listrik
7	Simbol V dalam Listrik	A. Menyatakan Perbedaan Arus B. Menyatakan Arus Berlebih C. Menyatakan Tegang	D. Menyatakan Tegangan

D. Menyatakan Tegangan			
8	AC dalam kelistrikan	A. Alternatif Curtent B. Asynchronous Capacity C. Altertaning Current D. Alternating Current	D.Alternating Current
9	Berapa jenis Panel Surya	A. 5 B. 10 C. 4 D. 3	C.4
10	Energi yang dihasilkan PLTS menggunakan energi apa	A. Energi Panas B. Energi Alternatif C. Energi Terintegrasi D. Energi Saja	A.Energi Panas

Setelah dilakukan evaluasi berupa pertanyaan pada Tabel 5. Jawaban yang diberikan oleh setiap peserta ditunjukkan pada Gambar 6. berikut

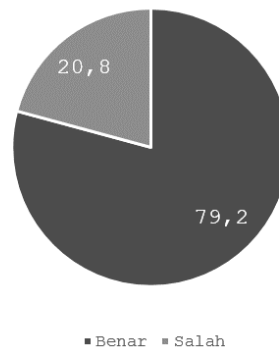


Gambar 6. Rekapitulasi Jawaban Peserta Kegiatan

Gambar 6. Menunjukkan rata rata pemahaman peserta terhadap teori dasar Energi dan PLTS menunjukkan kecukupan yang sangat baik, dan untuk pemahaman terkait sistem berbasis cloud cukup memuaskan.

Secara keseluruhan dari populasi jawaban peserta, jumlah jawaban yang benar menempati angka 79, 2 persen dan untuk jawaban yang salah berada pada 20, 8 persen, populasi tersebut divisualisasikan pada gambar 7.

Persentase Jawaban Peserta PkM



Gambar 7. Populasi Jawaban Peserta

Jumlah jawaban dipengaruhi oleh materi atau kurikulum pembelajaran di kelas yang telah ditambahkan substansi mengenai energi terbarukan. Sehingga siswa atau siswi peserta kegiatan pengabdian masyarakat telah memahami konsep dasar dari listrik dan energi terbarukan.

4. KESIMPULAN

Program kegiatan pengabdian Masyarakat berhasil meningkatkan pemahaman siswa terhadap energi terbarukan dan teknologi cloud. Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan dengan memberikan pertanyaan pilihan ganda menunjukkan persentase Tingkat jawaban yang benar sebesar 79,2 Persen dari 25 orang peserta.

Rekomendasi untuk lebih menjangkau seluruh peserta didik adalah:

1. Pengembangan alat peraga untuk Pelajaran ilmu Pengetahuan Alam.
2. Pelatihan tambahan bagi guru untuk mengintegrasikan teknologi cloud dalam pembelajaran.
3. Pembangunan Sistem PLTS di sekolah yang dapat diakses oleh seluruh civitas akademik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami kepada Institut Teknologi PLN yang telah memberi pendanaan program Tridarma Perguruan Tinggi Tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfita, R., Joni, K., & Darmawan, F. D. (2021). Design of Monitoring Battery Solar Power Plant and Load Control System based Internet of Things. *Teknik*, 42(1), 35–44. <https://doi.org/10.14710/teknik.v42i1.29687>
- Apriani, Y. (2021). Monitoring Arus dan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Internet Off Things. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 8(2), 889–895. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i2.543>
- Awal, H., & Irma, I. (2022). Penerapan Panel Surya Untuk Aktifitas Pendidikan di SD Negri 23 V Koto Timur. *Majalah Ilmiah UPI YPTK*, 29(1), 73–78. <https://doi.org/10.35134/jmi.v29i1.112>
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Republik Indonesia. (2019). *SDGs Metadata*. <https://sdgs.bappenas.go.id/metadata-indikator-sdgs/>
- Dinata, S., Mardiansyah, & Putra, H. A. (2024). Rancang Bangun Alat Monitoring Output Panel

- Surya di Kampus Universitas Pamulang Viktor Menggunakan Internet of Things. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 23(1), 1–10. <https://doi.org/10.31358/techné.v23i1.355>
- Dini Makrufah, Muhammad Azwar Annas, Dwi Indah Setyo Pratiwi, Tegar Sabilliah, & Hariono Hariono. (2023). Pelatihan Hidroponik Tenaga Surya Sebagai Media Pembelajaran Pada Siswa SMP Muhammadiyah 5 Karanggeneng. *Karunia: Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 2(4), 46–53. <https://doi.org/10.58192/karunia.v2i4.1532>
- Fitriani, E., Novawardhani, K. R., Paramytha, N., Mukti, A. R., & Makmuri, M. K. (2024). Edukasi Pengenalan Konservasi Energi dan Sumber Energi Baru Terbarukan pada Siswa SD Negeri 111 Palembang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Inovasi Indonesia*, 2(1), 13–18. <https://doi.org/10.54082/jpmii.308>
- Gultom, F. B., Rahman, R., Heriansyah, H., & Ardiansyah, T. (2023). Pelatihan Perancangan Set Trainer PLTS Di SMA Muhammadiyah 1 Boarding School Kota Bengkulu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 1(8), 1626–1633. <https://doi.org/10.59837/jpmba.v1i8.396>
- Gunoto, P., Rahmadi, A., & Susanti, E. (2022). Perancangan Alat Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis Internet of Things. *Sigma Teknika*, 5(2), 285–294. <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v5i2.4555>
- Imawan, M. R., Suryo, Y. A., & Irawan, D. (2023). Rancang Bangun Pencatatan Data Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Berbasis IoT (Internet of Things). *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 5(2), 162–172. <https://doi.org/10.32528/elkom.v5i2.19307>
- Irawaty, A. S., Ulfah, M., Armin, Yogiana, & Rahayu, E. (2024). Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp Dan Daur Ulang Limbah Plastik Untuk Kemandirian Energi Dan Ekonomi Di Sepinggan. *Hikmayo: Jurnal Pengabdian Masyarakat Amayo*, 3(2), 1–11. <https://doi.org/10.56606/hikmayo.v3i2.221>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2024a). *Data Pokok Pendidikan SMAN 7 Tangerang Selatan*. <https://dapo.kemdikbud.go.id/sekolah/76556C18A7EBB11F013C>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2024b). *RESIDU PESERTA DIDIK PER KOTA TANGERANG SELATAN*. <https://referensi.data.kemdikbud.go.id/residu/pesertadidik/wilayah/286300/2>
- Mayangsari, R., & Yuhendri, M. (2023). Sistem Kontrol dan Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Human Machine Interface dan Internet of Thing. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(2), 738–749. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.485>
- Nurhayati, T., Supari, S., & Nugroho, A. K. (2022). INSTALASI SOLAR HOME SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF di SD IT MTA SURAKARTA. *Jurnal Pengembangan Rekayasa Dan Teknologi*, 6(1), 20. <https://doi.org/10.26623/jprt.v18i1.4935>
- Nurjaman, H. B., & Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga. *Jurnal Edukasi Elektro*, 6(2), 136–142. <https://doi.org/10.21831/jee.v6i2.51617>
- Partaonan Harahap, Benny Oktrialdi, Rimbawati, Balisranislam, Muhammad Adam, & Zaharuddin. (2023). Installation of PLTS as a Source of Electricity for Enhancement of Chicken Farming Business in Percut Sei Tuan Sub-District Deli Serdang District. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(4), 1111–1117. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i4.15353>
- Ramschie, A., Katuuk, R., & Eksan, S. (2023). IoT Implementation for Monitoring and Controlling Solar Power Plant Systems. *International Journal of Computer Applications*, 185(37), 23–31. <https://doi.org/10.5120/ijca2023923177>
- Risianti, S., Khoiri, N., Saefan, J., & Ristanto, S. (2024). Literatur Review: Implementasi Media Pembelajaran Energi Alternatif Berbasis Kincir Angin Bertenaga Surya dengan Pendekatan STEM. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Di Sekolah*, 5(1), 043–047. <https://doi.org/10.51874/jips.v5i1.189>
- Sari, L. O., Saputra, M. F. E., & Safrianti, E. (2024). Sistem Monitoring Arus Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) pada Solar Panel di Laboratorium Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) UIN Suska Riau. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(1), 205–211. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i1.1033>
- Shafa Yuniar Yasmin, Feri Febrian Syah, M. Ashof Azria Azka, & Didik Aribowo. (2024). Energi

- Surya Sebagai Solusi Dalam Peningkatan Efisiensi Energi Perspektif SDGs 7 (Sustainable Development Goals 7) 2030. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 108–117. <https://doi.org/10.61132/venus.v2i2.252>
- STEFANIE, A., & SUCI, F. C. (2021). Analisis Performansi PLTS Off-Grid 600 Wp menggunakan Data Akuisisi berbasis Internet of Things. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(4), 761. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v9i4.761>
- Trinh, V. L., & Chung, C. K. (2023). Renewable energy for SDG-7 and sustainable electrical production, integration, industrial application, and globalization: Review. *Cleaner Engineering and Technology*, 15(July), 100657. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100657>
- Tunggal Prasetyo, D. H., Baihaqi, M. A., Supratiningsih, L. K., Wahyudi, D., Muhammad, A., Fathuddin Noor, M., & Yulyawan, E. K. (2022). Pengenalan PLTS Kepada Pelajar Untuk Menumbuhkan Minat Terhadap Pengembangan Energi Terbarukan. *TEKIBA: Jurnal Teknologi Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 41–47. <https://doi.org/10.36526/tekiba.v2i2.2276>
- Widjanarko, Adie Perdana, F., Alia, N., Udianto, P., Adiwidodo, S., Puspitasari, E., & Viyus, V. (2024). Implementation of Integrated Hybrid PLTS Lathe Machines in UMKM Processing Wood-Based Crafts Implementasi PLTS Hybrid Terintegrasi Mesin Bubut pada UMKM. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(Februari), 95–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.31849/dinamisia.v8i1.16663>
- Yudho, S. (2020). Construction of Lora Data Power Sensor From Giot and Acsip Using Sql Technique. *Acta Electronica Malaysia*, 4(2), 51–55. <https://doi.org/10.26480/aem.02.2020.51.55>
- Yudho, S., & Koerniawan, T. (2021). *Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah Aplikasi Monitoring Energi Shs Off-Grid Menggunakan Lora Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah*. 13(1), 26–32. <https://doi.org/10.33322/energi.v13i1.1149>