

PERAKITAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BAGI PEMUDA DESA ALUE LIM

Gunawan^{1*}, Rudi Syahputra², Darmein³, Supardin⁴, Ruhana⁵

^{1,2} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

³ Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

^{4,5} Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

*Email:gunawan.samin@gmail.com

Abstrak

History Artikel
Received:
Desember-2023;
Reviewed:
Desember-2023;
Accepted:
Februari-2024;
Published:
Maret-2024

Permasalahan utama dalam pengembangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah kurangnya sumber daya manusia sehingga perlu dilakukan kegiatan pelatihan dan praktek instalasi PLTS kepada Pemuda Desa Alue Lim. Pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan berupa pendekatan partisipatif, pendidikan, dan pelatihan dengan memberikan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengelola PLTS secara mandiri. Kegiatan ini bertujuan untuk memberdayakan pemuda Desa Alue Lim dalam merakit, mengoperasikan, dan merawat PLTS sebagai sumber energi terbarukan yang berkelanjutan. Solusi yang diberikan adalah perakitan PLTS, instalasi, perencanaan, perancangan, perhitungan PLTS dan pengujian sistem. Metode yang digunakan adalah presentasi, diskusi dan praktek serta pendampingan secara langsung sehingga peserta dapat memahami materi dengan baik. Melalui pencapaian dan pembelajaran yang diperoleh dari pengabdian ini, juga disajikan panduan yang dapat diadopsi dalam upaya serupa di pedesaan lainnya. Dengan demikian, pengabdian ini dapat menjadi inspirasi bagi upaya serupa dalam memperluas pemanfaatan energi terbarukan. Peningkatan kemampuan peserta kategori tinggi dengan capaian N-Gain rata-rata sebesar 85,66%. Berdasarkan capaian ini, maka metode penyampaian materi pelatihan instalasi PLTS yang diterapkan dinyatakan efektif. Dengan pelaksanaan kegiatan Tim pengabdian desa binaan PNL terkait PLTS, diharapkan Pemuda Desa Alue Lim termotivasi untuk penggunaan energi listrik murah dan ramah lingkungan. Harapan dari kegiatan ini dapat meningkatkan pemberdayaan masyarakat dalam teknologi energi terbarukan bukan hanya meningkatkan akses listrik, tetapi juga menciptakan peluang ekonomi baru, mengurangi biaya energi, dan meningkatkan kesadaran lingkungan di Desa Alue Lim.

Kata kunci : Energi terbarukan, pemuda desa, pengabdian, PLTS

PENDAHULUAN

Salah satu sumber energi terbarukan yang melimpah di Indonesia adalah sinar matahari. Indonesia sangat memungkinkan untuk mengembangkan penggunaan surya sebagai salah satu energi alternatif untuk mengurangi penggunaan energi fosil yang terbatas dan memiliki banyak dampak negatif yang dapat merusak bumi karena Indonesia memiliki potensi radiasi surya yang besar yaitu 4,8 kWh/m²/hari [1]. Energi dari matahari dapat diubah menjadi energi listrik melalui proses konversi menggunakan sel surya. Proses ini dikenal dengan istilah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Energi yang dihasilkan oleh sistem ini dapat digunakan untuk penerangan jalan umum.

Desa Alue Lim terletak di Kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe merupakan salah satu desa binaan Politeknik Negeri Lhokseumawe (PNL). Menurut Badan Pusat Statistik Lhokseumawe [2], luas wilayah 5 km² dan jumlah penduduk 2032 jiwa yang terkumpul dalam 402 KK, hampir 77 KK masuk keluarga pra sejahtera dan rata-rata penduduk dalam rumah tangga sebanyak 5 orang. Gampong ini memiliki lahan perkebunan 90 Ha, pertanian 175 Ha dan lahan hutan 546 Ha, di mana 60% masyarakatnya bermata pencaharian sebagai petani.

Jarak lokasi Desa Alue Lim terletak 20 km dari kota Lhokseumawe sekitar 6 km dari kampus PNL. Pada umumnya kebun rakyat ini tidak memiliki penerangan jaringan listrik.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan perancangan dalam pengaplikasian PLTS kepada masyarakat umum agar masyarakat memiliki pengetahuan terhadap sumber energi terbarukan khususnya adalah PLTS. Dalam kaitan itu, perlu adanya upaya peningkatan kualitas sumber daya manusia yang akan menjadi motor dalam pemanfaatan dan perawatan pembangkit listrik tenaga surya. Salah satu sumber daya manusia yang ditargetkan dapat menjadi motor penggerak dalam perawatan pembangkit listrik tenaga surya adalah pemuda yang mau belajar dan ingin tahu tentang PLTS. Pengembangan PLTS adalah salah satu solusi penting dalam upaya pemanfaatan energi terbarukan yang berkelanjutan. Meskipun demikian, permasalahan utama yang dihadapi dalam pengembangan PLTS adalah kurangnya sumber daya manusia yang terampil dalam instalasi dan pengelolaannya. Oleh karena itu, dilakukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan pendekatan partisipatif, pendidikan, dan pelatihan. Kegiatan ini bertujuan memberikan pengetahuan dan keterampilan kepada Pemuda Desa Alue Lim untuk merakit, mengoperasikan, dan merawat PLTS secara mandiri. Melalui kegiatan ini tim pengabdian kepada masyarakat (PKM) PNL memberikan edukasi dan implementasi pembangunan pembangkit listrik tenaga surya untuk menerangi jalan Meunasah di Desa Alue Lim.

Melalui pengabdian ini, diharapkan Pemuda Desa Alue Lim termotivasi untuk mengadopsi penggunaan energi listrik murah dan ramah lingkungan dan juga menciptakan peluang ekonomi baru, mengurangi biaya energi, dan meningkatkan kesadaran lingkungan di Desa Alue Lim. Semua ini merupakan langkah yang positif dalam mempromosikan teknologi energi terbarukan dan memberdayakan masyarakat dalam menghadapi tantangan energi di pedesaan.

METODE PELAKSANAAN

Pengabdian dilakukan di Desa Alue Lim pada bulan Juli tahun 2023 kepada enam orang pemuda putus sekolah dengan tingkat pendidikan SLTA. Metode yang diterapkan adalah sebagai berikut:

- 1) Ceramah, digunakan untuk memberikan wacana tren perkembangan EBT yang ramah lingkungan dan Teknologi PLTS.
- 2) Tanya jawab, digunakan untuk melakukan elaborasi mengenai hal-hal penting apa saja yang menjadi pertanyaan studi kasus dari para peserta terkait materi teknologi dan aplikasi PLTS.
- 3) Praktek, digunakan untuk membangun implementasi dengan memberikan praktek peserta pada aplikasi PJU Solar Cell.

Solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi mitra ditunjukkan pada Tabel 1.

No	Permasalahan	Solusi
1	Kurangnya pengetahuan tentang PLTS	Memberikan teori tentang dasar-dasar PLTS
2	Kurangnya keterampilan pemuda dalam bidang PLTS	Mentransfer pengetahuan tentang pengetahuan dasar rangkaian dan komponen-komponen PLTS.
3	Kurangnya keterampilan pemuda untuk menerapkan konsep teknologi PLTS pada kehidupan sehari-hari	Memberikan simulasi dan praktek pada aplikasi PLTS.

4	Kurangnya keterampilan pemuda untuk melakukan perencanaan dan perhitungan yang berkaitan dengan PLTS	Memberikan cara melakukan perencanaan, perancangan dan perhitungan PLTS dan pemasangan lampu jalan tenaga surya di meunasah
---	------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Justifikasi pengusul dan mitra yaitu mitra menyediakan tempat pelaksanaan PKM desa binaan, serta mengikuti kegiatan sampai selesai, sementara tim PKM memberikan materi tentang PLTS dan memberikan satu set penerangan jalan umum.

Sistematis penyelesaian permasalahan mitra dilakukan sesuai dengan tahapan proses perakitan listrik tenaga matahari hingga siap digunakan, yaitu: penyampaian teori dan perkembangan Teknologi PLTS, perakitan listrik tenaga matahari, data Lokasi Radiasi Matahari, kesesuaian ukuran sistem surya, jumlah Panel Surya, aplikasi: menerapkan listrik tenaga matahari pada lampu jalan tenaga surya di meunasah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tim PKM PNL memberikan edukasi tentang PLTS dan aplikasi lampu penerangan jalan umum. Untuk mengetahui kapasitas daya yang dihasilkan, dilakukanlah pengukuran terhadap arus (I) dan tegangan (V) pada gususan sel surya. Pembangkit Listrik Tenaga Surya bekerja berdasarkan intensitas cahaya matahari yang diterima sel surya untuk menghasilkan tegangan listrik. Parameter yang diukur atau dihitung meliputi: intensitas cahaya, tegangan panel surya, tegangan baterai, arus pengisian baterai, tegangan keluaran DC, tegangan AC inverter, perhitungan daya output modul surya, pengisian baterai dan daya output inverter [3]. Sehingga dibutuhkan pengetahuan peserta tentang konversi energi terbarukan dan alat tester yang digunakan dalam pemasangan panel surya alat ukur arus dan tegangan.

Prinsip Dasar Panel Surya

Penyampaian teori diawali dengan pendahuluan berupa prinsip dasar panel surya dan menghitung kebutuhan panel surya. Komponen-komponen utama dalam sistem solar cell adalah:

- 1) *Solar cell* (panel surya) fotovoltaik (PV)
- 2) *Battery*
- 3) *Inverter*
- 4) *Charge controller*

Intensitas radiasi matahari di Indonesia rata-rata sekitar 4.8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah Indonesia. Ini berarti tiap 1 kW PV dapat menghasilkan 4,8 kWh energi listrik setiap harinya.

Desain penentuan kapasitas panel surya ditunjukkan sebagai berikut [4]:

- 1) Menghitung beban (watt) dan durasi penggunaan (jam):
 - 5 buah lampu 20 Watt selama 12 jam (1200 Watt.hour, Wh).
 - 1 buah TV 80 Watt selama 5 jam (400 Wh)
 - Totalnya adalah 1600 Wh
- 2) Menghitung *losses*, yaitu kemungkinan adanya potensi hilangnya daya listrik. Pada umumnya angka yang digunakan sekitar 10- 20%.
$$\text{Losses} = 20\% * 1600 \text{ Wh}$$
$$= 320 \text{ Wh}$$
Sehingga total beban menjadi: 1920 Wh
- 3) Potensi lamanya penyinaran optimum matahari pada lokasi yang dipasang panel surya atau biasa disebut PSH (peak sun hour). Di Indonesia umumnya adalah ± 4 jam.
- 4) Kapasitas panel surya yang dibutuhkan dengan membandingkan total beban alat yang telah dihitung dengan PSH.

$1920 \text{ Wh} \div 4 \text{ h} = 480 \text{ W}$ Sehingga panel surya yang dibutuhkan berkapasitas 480 W atau biasa disebut 480 Wp.

- 5) Energi pada baterai tidak 100% dapat digunakan, karena pada saat di inverter potensi kehilangan energinya bisa sebesar 5%, sehingga perlu adanya cadangan 5% yang harus ditambah.

Cadangan = Daya beban yang digunakan : $(100\% - 5\%)$

Acuan daya listrik yang digunakan = 1600 Watt : 95%

= 1684 Watt.

Selanjutnya memilih spesifikasi baterai yang tepat. sesuai yang ada di pasar misalnya 12 V 12 Ah. Kemudian, hitung kembali jumlah baterai yang akan digunakan. Penggunaan baterai 50%, tidak boleh sampai habis karena membuat baterai cepat rusak.

Jumlah baterai yang digunakan.

= Daya beban : kapasitas baterai

= 1684 Watt : $(12 \text{ V} \times 12 \text{ Ah})$

= 1684 Watt : 144 Watt

= 11,7 Watt

= 12 pcs (dibulatkan)

Untuk mendapat hasil yang maksimal, kebutuhan beterei $12 \times 2 = 24 \text{ pcs}$.

- 6) Kapasitas inverter yang dilihat dari beban maksimum saat semua alat digunakan bersamaan (*peak load*).

- 5 buah lampu (20 Watt) dan 1 buah TV (80 Watt) jika dinyalakan bersamaan semua menghasilkan 180 Watt.

- Dengan demikian, diperlukan inverter minimal berkapasitas 200-300 Watt.

- 7) Spesifikasi pada panel surya dengan I_{sc} (*short circuit current*) = 6A. Selanjutnya, kalikan I_{sc} dengan jumlah panel surya untuk menentukan SCC (*Sollar Charge Controler*).

Daya SCC = $I_{sc} \times \text{Jumlah Panel Surya}$
= $6 \times 10 \text{ pcs} = 60 \text{ A}$. Jadi, minimal SCC memiliki daya 60 A.

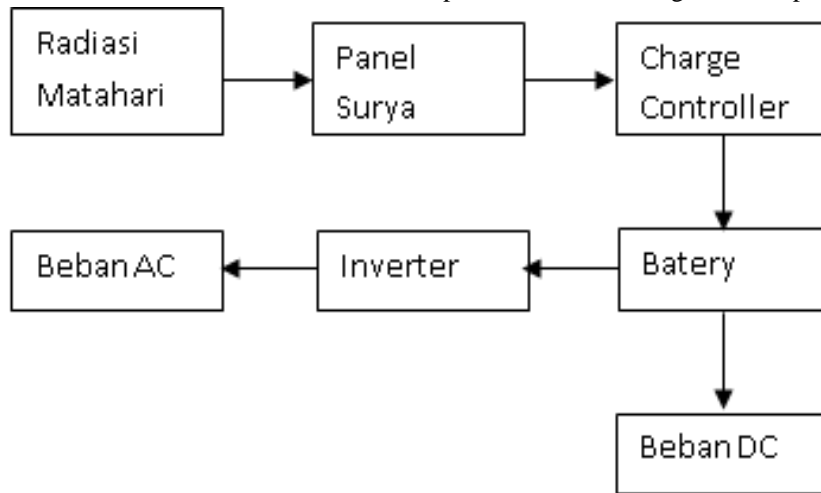
Praktek Instalasi

Setelah penyampaian materi teori dan perhitungan kebutuhan panel surya maka dilanjutkan dengan praktek instalasi. Kegiatan penyampaian praktek instalasi PLTS ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Praktek instalasi PLTS

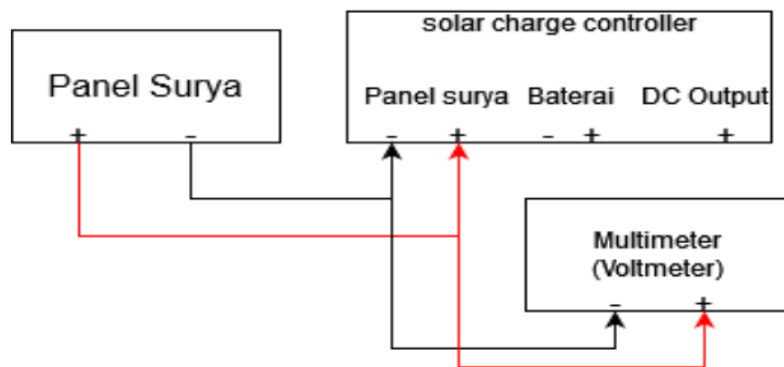
Instalasi panel surya ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram instalasi panel surya

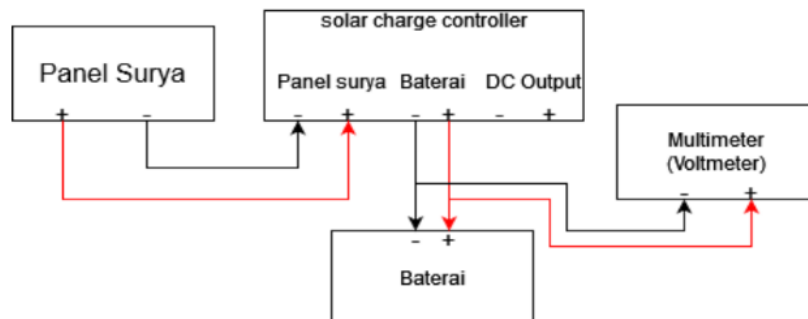
Langkah Praktek Instalasi

- 1) Menempatkan panel surya di luar ruangan yang terdapat sinar matahari langsung sekitar ± 15 Menit.
- 2) Menyiapkan peralatan praktikum yang akan digunakan.
- 3) Memasang kabel jumper
- 4) Mengukur tegangan sel surya bertuliskan sel surya seperti pada Gambar 4.



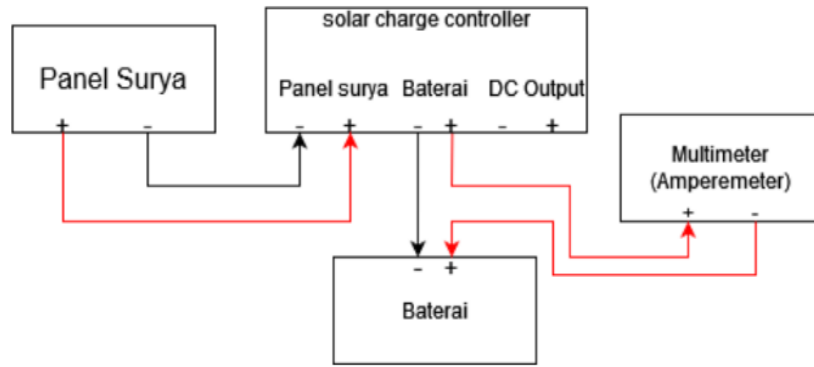
Gambar 4. Pengukuran tegangan sel surya

- 5) Mengukur tegangan baterai pada Blok bertuliskan baterai seperti pada Gambar 5.



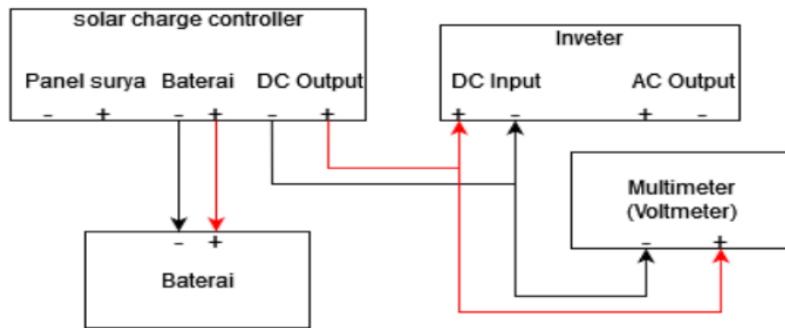
Gambar 5. Pengukuran tegangan pada baterai

- 6) Mengukur arus pengisian pada baterai pada blok "solar charge controller" di port yang bertuliskan baterai, seperti pada Gambar 6.



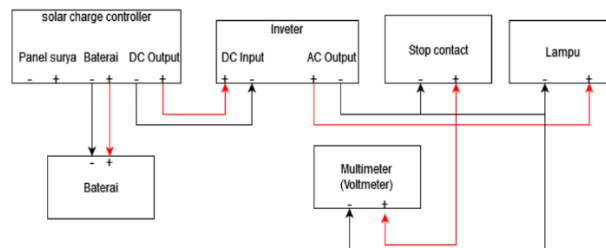
Gambar 6. Pengukuran arus pengisian pada baterai

- 7) Mengukur tegangan keluaran pada blok “Solar Charge Controller” di port yang bertuliskan DC output. Seperti pada Gambar 7 .



Gambar 7. Pengukuran tegangan keluaran DC

- 8) Mengukur tegangan AC pada blok “Inverter” di port yang bertuliskan AC Output seperti pada Gambar 8 dengan catatan kabel panel surya tidak dipasang.



Gambar 8. Pengukuran Tegangan AC Inverter

Setelah selesai pemaparan materi dan praktek perakitan PLTS, dilanjutkan dengan pemasangan PJU solar Cell ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Kegiatan pemasangan PJU

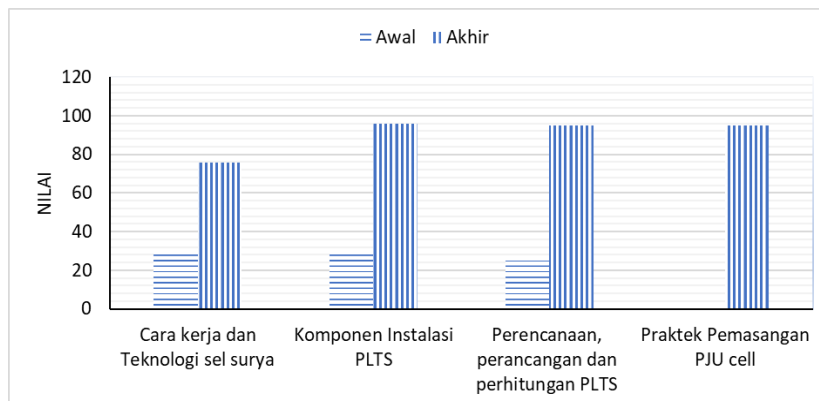
Hasil Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan memberikan pre-test dan post-test berupa pertanyaan tentang pemahaman teknologi PLTS. Hasil evaluasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil evaluasi pelatihan pengenalan teknologi PLTS

No	Nama	Cara kerja dan Teknologi sel surya		Komponen Instalasi PLTS		Perencanaan, perancangan dan perhitungan PLTS		Praktek Pemasangan PJU cell	Nilai Akhir Pelatihan	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Test	Awal	Akhir
1	Agus Firmansyah	30	80	30	90	25	90	100	28	93
2	Ariful Azmi	30	70	30	100	25	80	100	28	92
3	Muhammad Riski Muharammi	30	80	30	100	25	90	90	28	90
4	Ar Hamar	30	70	30	95	25	75	90	28	85
5	Helmiadi	30	75	30	100	25	80	100	28	93
6	Muhammad adabi	30	80	30	90	25	75	90	28	86
Rata-rata		30	76	30	96	25	82	95	28	90

Kemampuan awal peserta pada istilah kelistrikan, istilah dalam PLTS masih kurang dan peserta belum pernah melakukan instalasi PLTS. Pada akhir kegiatan peserta sudah berhasil merancang dan perhitungan PLTS dan berhasil memasang instalasi PLTS. Hasil penilaian peserta pada rata-rata nilai akhir teori dan praktek adalah 90 masuk dalam kategori tinggi. Pada kategori praktek peserta mengulang jika belum berhasil 90%. Perkembangan hasil evaluasi pengetahuan peserta ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Perkembangan hasil evaluasi pengetahuan peserta

Kemampuan akhir peserta dievaluasi melalui postest dan uji praktek sebagai indikator keberhasilan pelatihan instalasi PLTS. Terjadi peningkatan kemampuan peserta berdasarkan hasil test yang diperoleh. Peningkatan kemampuan ini dinyatakan dengan N-Gain score. Angka N-Gain score sebagai dasar penentuan sejauh mana keefektifan pembelajaran yang dilakukan [5]. Secara keseluruhan kegiatan pelatihan instalasi PLTS dinilai efektif ditunjukkan pada Tabel 3 dan N-gain score rata-rata berdasarkan materi pada Tabel 4.

Tabel 3. N-gain score rata-rata peserta pelatihan

Nama	Nilai Akhir Pelatihan		N-Gain score	Kategori N-Gain Score	N-Gain score (%)	Tafsiran gain score
	Awal	Akhir				
Agus Firmansyah	28,33	93,33	0,91	Tinggi	90,70	Efektif
Ariful Azmi	28,33	91,67	0,88	Tinggi	88,37	Efektif
Muhammad Riski Muharammi	28,33	90,00	0,86	Tinggi	86,05	Efektif
Ar Hamar	28,33	85,00	0,79	Tinggi	79,07	Efektif
Helmiadi	28,33	92,50	0,90	Tinggi	89,53	Efektif
Muhammad adabi	28,33	85,83	0,80	Tinggi	80,23	Efektif
Rata-rata	28,33	89,72	0,86	Tinggi	85,66	Efektif

Secara umum pada awalnya peserta kurang mengetahui tentang teknologi, perencanaan dan perhitungan PLTS. Setelah pelatihan kemampuan peserta meningkat dengan memperoleh nilai post-test dengan kategori tinggi. Adapun praktek instalasi PLTS merupakan hal baru bagi peserta. Setelah mengikuti pelatihan kemampuan peserta meningkat dengan dengan kategori kemampuan sangat baik.

Tabel 4. N-gain score rata-rata berdasarkan materi

Materi	Nilai Akhir Pelatihan		N-Gain score	N-Gain score (%)	Tafsiran gain score
	Awal	Akhir			
Cara kerja dan Teknologi sel surya	30	85	0,79	79,17	Efektif
Komponen Instalasi PLTS	30	95	0,93	93,45	Efektif
Perencanaan, perancangan dan perhitungan PLTS	25	88	0,84	84,44	Efektif
Rata-rata	28	90	0,86	85,69	Efektif

Kegiatan pelatihan ini dinilai efektif dengan ditunjukkan berdasarkan hasil capaian persentase N-Gain score rata-rata peserta sebesar 85,7%. Melalui kegiatan PKM PNL ini terjadi peningkatan kompetensi peserta bidang instalasi PLTS yang diharapkan dapat memberikan wawasan baru kepada peserta dan berpeluang sebagai wira usaha.

Indikator keberhasilan, P3M PNL menyatakan bahwa kegiatan ini telah terselenggara dengan baik dan lancar. Pada akhir kegiatan, tim PKM memberikan satu set unit PJU Cell yang dipasang di luar Meunasah.

KESIMPULAN

Luaran yang dicapai adalah peningkatan kompetensi peserta tentang PLTS dan satu buah unit PJU Cell. Peningkatan kemampuan peserta kategori tinggi dengan capaian N-Gain rata-rata sebesar 85,66%. Berdasarkan capaian ini, maka metode penyampaian materi pelatihan instalasi PLTS yang diterapkan dinyatakan efektif. Adanya pelaksanaan kegiatan Tim PKM PNL ini, diharapkan peserta termotivasi untuk penggunaan energi listrik murah dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Sartika, A. N. R. Fajri, and L. Kamelia, "Perancangan Dan Simulasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Atap Pada Masjid Jami' Al-Muhajirin Bekasi," *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.14710/transmisi.25.1.1-9.
- [2] M. Ikhwani, "Kecamatan Blang Mangat Dalam Angka 2019." p. 61, 2019.
- [3] M. T. Darno, Yehonnes M. Simanjutak, "Studi Perencanaan Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts)," *J. Untan*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2017.
- [4] Gunawan, R. Syahputra, H. Abdullah, and A. Haris, "Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid Solar System Pada Siswa SMKN 5 Kota Lhokseumawe A-164 A-165," vol. 6, no. 1, pp. 164–170, 2022.
- [5] S. Rosyad, M. Diantoro, and S. Kusairi, "Pengaruh Scientific Approach Berbantuan Penilaian Formatif terhadap Motivasi Belajar dan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XI Perempuan pada Materi Elastisitas," *J. Pendidik. Teor. Penelitian, dan Pengemb.*, vol. 5, no. 10, p. 1480, 2021, doi: 10.17977/jptpp.v5i10.14134.