

Solar Panel sebagai Media Pembelajaran Praktikum untuk Siswa SMK

Zamzami¹, Rudi Syahputra², Yassir^{3*}, Nahar⁴

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

⁴ Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B. Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹zamzami@pnl.ac.id

^{3*}yassir.yassir@pnl.ac.id

Abstrak— Penggunaan solar panel sebagai media pembangkit energi listrik menggunakan tenaga surya atau biasa disebut PLTS sudah banyak digunakan, baik di industri maupun rumah tinggal, baik dalam skala besar maupun skala kecil. Biasanya, solar panel skala kecil itu adalah solar panel yang dipasang di atap rumah atau bangunan dengan mengikuti arah kemiringan atap. Selain sebagai pemenuhan energi listrik di industri dan rumah tinggal, solar panel juga banyak digunakan ditempat-tempat umum seperti ATM, lampu jalan, media pembangkit listrik di tambak, dan sebagainya. Namun permasalahan yang sering terjadi pada solar panel pada fasilitas umum ini adalah kurangnya pengetahuan masyarakat terhadap manfaat teknologi ini, dan juga kesadaran menjaga dan merawatnya sehingga banyak yang akhirnya terbengkalai dan rusak begitu saja. Untuk mengatasi hal tersebut, pengenalan terhadap teknologi solar panel yang berkembang saat ini beserta komponen pendukungnya (baterai, solar charger controller (SCC) dan inverter) sangat perlu diterapkan bagi siswa sekolah menengah kejuruan (SMK) sebagai pengguna pemula yang mengenal teknologi ini mulai dari teori, peralatannya, pengoperasiannya hingga perawatannya. Tulisan ini merupakan rangkuman pembuatan dan pengenalan modul solar panel sebagai media pembelajaran praktikum bagi siswa SMKN 5 Lhokseumawe yang tertuang dalam kegiatan tri-dharma perguruan tinggi, yaitu pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan oleh dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Kata kunci— Solar Panel, PLTS, Fasilitas Umum, Media Pembelajaran Praktikum, Siswa SMK.

Abstract— The use of solar panels as a medium for generating electrical energy using solar power commonly called PLTS has been widely used in industry and residential homes, both on a large and small scale. Usually, small-scale solar panels are solar panels that are installed on the roof of a house or building following the direction of the roof slope. Besides providing electrical energy in industry and residential homes, solar panels are also widely used in public places such as ATMs, street lights, power generation media in ponds, etc. However, the problem that often occurs with solar panels in public facilities is the lack of public knowledge of the benefits of this technology and awareness of maintaining and caring for them, so many end up being neglected and damaged. To overcome this, an introduction to currently developing solar panel technology and its supporting components (battery, solar charger controller (SCC), and inverter) is perfect for vocational high school (SMK) students as beginner users who get to know this technology starting from theory, equipment, operation, and maintenance. This article is a summary of the creation and introduction of solar panel modules as a practical learning medium for SMKN 5 Lhokseumawe students as outlined in the tertiary institution's tri-dharma activities, namely community service carried out by lecturers in the Electrical Engineering Department of the Lhokseumawe State Polytechnic.

Keywords— Solar Panels, PLTS, Public Facilities, Practical Learning Media, Vocational School Students.

I. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu inovasi energi terbarukan. Pembangkitan listrik dengan energi surya dapat dilakukan secara langsung menggunakan fotovoltaik atau biasa dikenal dengan nama solar panel, atau secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (PERSERO) 2021-2023, target utama dari pengembangan PLTS di Indonesia adalah mencapai target bauran energi nasional sebesar 23% pada tahun 2025, tepatnya tercipta 6.5 gigawatt energi surya [1]. Namun dalam pemanfaatannya, sistem PLTS dapat mengalami permasalahan yang berakibat pada penurunan kinerja dan efisiensi yang dikenal dengan kegagalan sistem PLTS. Hal ini dapat disebabkan oleh kurangnya pengetahuan masyarakat tentang PLTS pada umumnya dan teknologi solar panel khususnya. Di Indonesia, PLTS sudah banyak digunakan, baik di industri maupun rumah tinggal. Biasanya, solar panel yang dipasang di atap rumah atau bangunan dengan mengikuti arah kemiringan atap. Selain sebagai pemenuhan energi listrik di industri dan rumah tinggal, solar panel juga banyak digunakan ditempat-tempat umum seperti ATM, lampu jalan, media pembangkit listrik di tambak, dan sebagainya. Namun permasalahan yang sering terjadi pada solar panel pada fasilitas umum ini adalah

kurangnya pengetahuan masyarakat terhadap manfaat teknologi ini, dan juga kesadaran menjaga dan merawatnya sehingga banyak yang akhirnya terbengkalai dan rusak begitu saja. Pengenalan teknologi solar panel kepada masyarakat adalah penting.

Pemasangan solar panel secara konvensional biasanya di atap atau di lapangan. Sistem solar panel ini mengubah daya arus searah (DC) tegangan rendah yang dihasilkan oleh panel surya menjadi daya alternatif tegangan tinggi (AC) untuk digunakan oleh peralatan utama dan bergantung pada jaringan listrik pada malam hari dan dalam cuaca buruk. Namun hal ini tidak berlaku untuk sistem solar panel skala kecil [2]. Tenaga surya skala kecil adalah produksi listrik terdesentralisasi untuk beban kecil seperti lampu penerangan dan kipas angin. Sebagian besar pekerjaan pemasangan solar panel skala kecil adalah menentukan ukuran komponen pendukung solar panel. Pengkabelan cukup mudah kecuali jika menggunakan panel kontrol yang canggih. Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan sistem solar panel skala besar dan skala kecil.



(a) Ladang solar panel [3] (b) Solar panel terapung [4]

Gambar 1. Sistem solar panel skala besar



Gambar 2. Sistem solar panel koneksi rumah tinggal [5]

Secara teknis, pada sistem solar panel dapat terjadi kegagalan. Kegagalan sistem PLTS meliputi bagian array fotovoltaik, sisi DC, dan sisi AC. Berbagai hal yang menyebabkan kegagalan pada PLTS adalah instalasi yang buruk, faktor lingkungan, interkoneksi yang longgar, dan penuaan PLTS. Berbagai penyebab ini dapat menimbulkan penurunan efisiensi, kerusakan modul fotovoltaik, hingga kebakaran. Banyak terjadi berbagai kasus kebakaran PLTS di dunia. Salah satu contohnya terjadi kebakaran PLTS sebesar 400-meter persegi di Taipei Water Park, Taiwan yang disebabkan oleh arus pendek dari temperatur tinggi dan panas berlebih pada panel surya yang telah beroperasi selama 10 tahun ini [6].

Daya DC bertegangan rendah tidak menimbulkan risiko sengatan listrik yang fatal. Khususnya untuk sistem 12V. Penyebab sengatan listrik tergantung pada konduktivitas listrik tubuh manusia (dan faktor lainnya), jadi sistem solar panel skala kecil dapat diatur kenaikan tegangannya hingga 20-50V [7].

Pengetahuan PLTS dan sistem solar panel beserta komponen-komponen pendukungnya penting untuk diketahui dan dikuasai oleh masyarakat sebagai pengguna. Maka dari itu, dosen pengajar dari Program Studi TRPE Jurusan Teknik Elektro PNL yang tergabung dalam satu tim pelaksana kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat skema PkM, memiliki gagasan untuk membuat suatu media ajar modul solar panel sebagai pembangkit energi listrik yang dapat diterapkan pada siswa SMK Negeri 5 Lhokseumawe. Hal ini

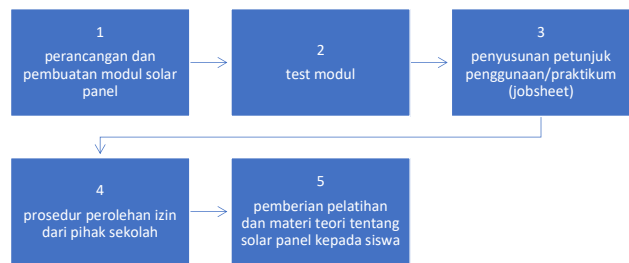
dikarenakan pertimbangan bahwa siswa SMK merupakan objek pemula yang potensial untuk diberikan ilmu tentang teknologi PLTS dan solar panel.

II. METODOLOGI PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema PkM ini melalui beberapa tahapan guna melaksanakan solusi atas permasalahan spesifik yang dihadapi oleh mitra, yang dalam hal ini adalah SMK Negeri 5 Lhokseumawe. Pelaksanaan solusi tersebut dibuat secara sistematis yang meliputi perancangan dan pembuatan modul solar panel, test modul dan penyusunan petunjuk penggunaan/praktikum (jobsheet), prosedur perolehan izin dari pihak sekolah dan pelaksanaan kegiatan berupa pemberian pelatihan dan materi teori tentang solar panel kepada siswa SMK Negeri 5 Lhokseumawe Jurusan Teknik Listrik. Kemudian penyerahan modul dan jobsheet kepada pihak sekolah.

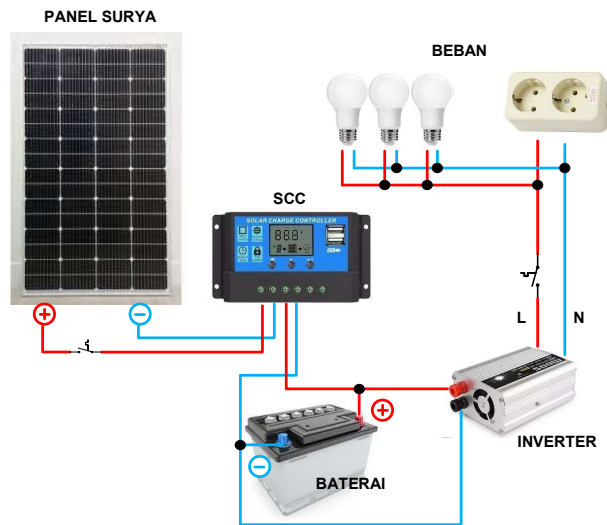
Partisipasi siswa adalah sebagai peserta pelatihan. Tentunya saat pelaksanaan akan didampingi oleh guru yang ditunjuk pihak sekolah. Siswa yang dilibatkan berjumlah 10 orang. Kegiatan dapat berlangsung sehari atau dua hari disesuaikan dengan kondisi belajar disekolah.

Evaluasi pelaksanaan kegiatan ini berupa pemantauan yang dilakukan oleh tim movev P3M PNL saat kegiatan berlangsung. Cara pemantauan yaitu peninjauan ke lokasi sekolah dengan melihat kesesuaian pelaksanaan kegiatan dengan usulan yang diajukan. Ketersediaan beberapa dokumentasi berupa foto-foto dan video kegiatan wajib dipenuhi oleh tim pelaksana. Gambar 3 menunjukkan bagan alir tahapan pelaksanaan kegiatan penerapan teknologi solar panel sebagai pembangkit energi listrik untuk media ajar praktikum di SMK Negeri 5 Lhokseumawe.



Gambar 3. Bagan alir pelaksanaan kegiatan

Dalam tahapan perancangan dan pembuatan modul solar panel, diperlukan diagram pengawatan komponen-komponen modul, yaitu panel surya tipe monokristalin dengan kapasitas 50Wp, SCC, Baterai kering, inverter dengan kapasitas 100Watt dan beberapa jenis lampu penerangan sebagai beban AC yang digunakan. Juga digunakan alat pendukung lainnya seperti MCB yang difungsikan sebagai saklar, dan stop kontak serta kabel. Gambar 4 memperlihatkan diagram rancangan modul solar panel. Gambar 5 memperlihatkan hasil rancangan modul yang telah dibuat. Modul solar panel ini merupakan modul praktikum portabel yang dapat dibawa dan digunakan diluar ruangan laboratorium saat pelaksanaan praktikum dilakukan.

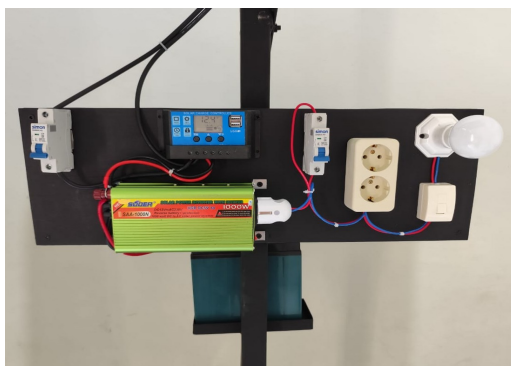


Gambar 4. Diagram rangkaian modul solar panel yang dikembangkan



(a) tampak depan modul

(b) tampak belakang modul



(c) panel komponen dan beban

Gambar 5. Modul solar panel yang telah dirakit

Dalam tahapan test modul, diperlukan beberapa peralatan berikut.

Alat dan Bahan

- o Trainer kit sistem fotovoltaik 1 unit
- o Alat ukur multimeter digital 2 buah
- o Alat ukur radiasi pancaran matahari 1 buah
- o Set tool box (jika diperlukan) 1 set
- o Testpen 1 buah
- o Kipas angin 1 buah
- o Charger HP/Laptop 1 buah
- o Thermometer 1 buah
- o Aplikasi Global Solar Atlas -

Adapun Langkah-langkah pengoperasian modul adalah sebagai berikut.

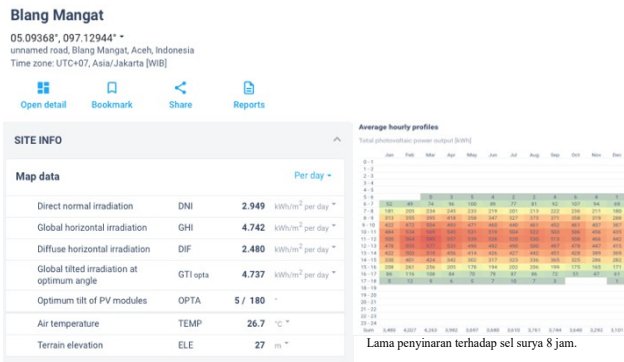
1. Tempatkan modul PLTS di area yang terpapar matahari tanpa terhalang bayangan bangunan atau pepohonan.
2. Lakukan pengukuran radiasi pancaran matahari secara langsung dengan menggunakan alat ukur irradiance meter.
3. Pasangkan alat ukur multimeter pada solar panel, inverter, dan baterai untuk mengukur tegangan keluaran komponen-komponen tersebut.
4. Posisikan solar panel sesuai sudut yang diinginkan.
5. Hidupkan saklar pada inverter, kemudian MCB 1 dan MCB 2. Saat pengukuran tanpa beban, tidak perlu dinyalakan saklar pada beban. Namun saat dilakukan pengukuran berbeban, saklar tersebut harus dinyalakan.

Petunjuk praktikum tentunya diperlukan saat siswa SMK melakukan praktek dengan menggunakan modul solar panel ini. Dalam petunjuk praktikum memuat dua poin umum yang tercakup dalam petunjuk praktikum ini adalah sebagai berikut:

1. Pengenalan Komponen-Komponen Sistem Solar Panel
2. Pengukuran Parameter Listrik pada Modul PLTS

Pada poin 1, pengenalan terhadap komponen-komponen sistem solar panel seperti modul solar panel dan rangkaiannya (seri dan parallel), baterai sebagai media penyimpanan tegangan yang digunakan, pengatur proses pengisian baterai, inverter, yaitu pengubah tegangan DC menjadi AC, juga kabel dan konektor. Beberapa beban AC yang sederhana seperti lampu, kipas angin dan laptop juga HP dapat digunakan sebagai beban yang diuji dalam modul PLTS ini.

Pada poin 2, pengujian arus dan tegangan pada sel surya, penggunaan solar charge controller (SCC), inverter, dan baterai. Selain itu pengukuran terhadap suhu dan radiasi pancaran sinar matahari juga dapat dilakukan. Adapun parameter yang diukur adalah Irradiance: kekuatan radiasi per satuan luas (W/m^2) dan Insolation: total energi radiasi dalam periode waktu tertentu (Wh/m^2 atau J/m^2). Faktor-faktor yang mempengaruhi pengukuran antara lain kondisi atmosfer (awan, aerosol, uap air), ketinggian Lokasi, sudut elevasi matahari, waktu dalam setahun (musim) dan lintang geografis. Survey lokasi, penentuan radiasi pancaran matahari dan lamanya penyinaran terhadap sel fotovoltaik dapat dilakukan secara simulasi dengan menggunakan aplikasi Global Solar Atlas. Gambar 6 memperlihatkan tampilan jendela Global Solar Atlas pengukuran berdasarkan letak lintang Blangmangat, lokasi sekolah SMKN 5 Puenteut Lhokseumawe.



Gambar 6. Data radiasi pancaran matahari pada lokasi SMKN 5 Puentet Lhokseumawe

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran yang dilakukan terhadap modul ini meliputi pengukuran radiasi pancaran matahari yang memapar sel solar panel, pengukuran suhu udara dan pengukuran tegangan keluaran dari komponen-komponen modul. Tabel 1 dan Tabel 2 merangkum hasil pengukuran yang dilakukan saat pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan oleh dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe yang bertempat di SMKN 5 Lhokseumawe pada minggu kedua bulan Juni 2024.

Tabel 1. Hasil pengukuran radiasi matahari (Sabtu 15 Juni 2024, suhu 34°C)

Sudut Kemiringan Solar Panel	Irradiance (Watt/m2)		
	Jam		
	11.00	12.00	13.00
0	363.6	292.3	105.3
15	471.3	360.1	111.2
30	645.7	414.5	231.2
45	804.3	621.1	423.2
60	814.2	727.0	570.2
75	861.8	796.6	697.2
90	930.5	806.3	736.4
105	864.6	800.7	765.5
120	691.2	720.2	713.2
135	531.5	701.5	670.5
150	454.5	545.2	582.2
165	342.7	348.2	355.3

Komponen solar panel yang terpasang dapat diatur kemiringan sudutnya secara manual. Dengan mengatur kemiringan sudut tersebut, maka dapat dilihat paparan radiasi yang paling tinggi adalah pada sudut 90°, pada jam 11.00. dan paparan radiasi yang paling rendah pada kemiringan sudut 0°, pada jam 13.00.

Untuk tegangan keluaran yang terukur pada masing-masing komponen modul solar panel, menunjukkan bahwa modul solar panel menghasilkan tegangan DC terukur yang spektakuler untuk modul panel surya dan baterai. Sedangkan untuk keluaran inverter, karena fungsinya mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC sebelum mensuplai beban AC, maka tegangan terukur menunjukkan diatas 220V AC.

Tabel 2. Pengukuran tegangan pada modul solar panel (Sabtu 15 Juni 2024, suhu 34°C)

Jam	Sudut Kemiringan	Tegangan (V)		
		Baterai	Solar Panel	Output Inverter
	0	13.76	15.99	224.9
11	15	13.68	16.13	223.9
	30	13.60	16.28	222.7

Jam	Sudut Kemiringan	Tegangan (V)		
		Baterai	Solar Panel	Output Inverter
	45	13.55	16.16	224.1
	60	13.60	16.68	224.8
	75	13.68	16.01	224.2
	90	13.79	16.68	225.0
	105	13.60	16.52	224.1
	120	13.59	16.26	225.7
	135	13.56	16.49	225.6
	150	13.51	16.31	223.2
	165	13.50	16.05	223.6
	0	13.67	15.85	223.9
	15	13.64	16.42	223.9
	30	13.60	14.98	222.7
	45	13.56	17.03	222.1
	60	13.60	16.92	221.8
12	75	13.65	16.32	221.2
	90	13.79	17.68	224.0
	105	13.60	16.13	223.7
	120	13.56	15.86	223.1
	135	13.56	15.68	222.6
	150	13.50	15.37	222.2
	165	13.45	14.44	221.6
	0	12.08	12.87	222.9
	15	12.79	12.85	221.6
	30	12.87	12.94	221.3
	45	13.00	13.11	221.0
	60	13.03	13.15	220.8
13	75	13.43	13.14	221.1
	90	13.98	13.10	221.0
	105	13.61	13.27	220.8
	120	13.34	13.31	220.7
	135	13.11	13.19	220.6
	150	13.00	13.17	220.2
	165	12.68	13.09	220.0

Beberapa dokumentasi pelaksanaan kegiatan saat penyerahan modul dan pengukuran parameter terkait pada modul dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Pelaksanaan kegiatan

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh daripada pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di SMKN 5 Lhokseumawe ini menjawab dari tujuan pengabdian, yaitu berhasil merancang, membuat dan memberikan modul solar panel ini kepada pihak sekolah untuk dijadikan media pembelajaran praktikum. Adapun hasil pengukuran yang dilakukan terhadap modul yang meliputi pengukuran radiasi pancaran matahari yang

memapar sel solar panel, pengukuran suhu udara dan pengukuran tegangan keluaran dari komponen-komponen modul menunjukkan bahwa modul berfungsi dengan sempurna.

REFERENSI

- [1] PT PLN (PERSERO), 2021. "Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (PERSERO) 2021-2023".
- [2] Diakses pada: https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/38622-ruptl-pln-2021-2030.pdf
- [3] K. De Decker. "How to Build a Small Solar Power System". Low-Tech Magazine. Edition December 2023. Barcelona, Spain.
- [4] Diakses pada: <https://solar.lowtechmagazine.com/2023/12/how-to-build-a-small-solar-power-system/#top>
- [5] Project Solar UK, 2022. "What is a Solar Farm and How Does It Work?" Diakses pada: <https://www.projectsolaruk.com/blog/what-is-a-solar-farm-and-how-does-it-work/>
- [6] S. T. Caine. "Solar News: The Largest Floating Solar Farm in North America Comes Online. Published on Solar Eyes international in June 2023. Diakses pada: <https://solareyesinternational.com/solar-news-the-largest-floating-solar-farm-in-north-america-comes-online/>
- [7] CNBC Indonesia. "3 Keuntungan Penggunaan Panel Surya di Rumah Hunian". Diakses pada: <https://www.cnbcindonesia.com/news/20231013125243-4-480318/3-keuntungan-penggunaan-panel-surya-di-rumah-hunian>
- [8] A. Permana. "Mengenal Sistem Manajemen Kegagalan PLTS Berbasis Digital Twin". Materi Knowledge Sharing Badan Kejuruan Teknik Fisika Persatuan Insinyur Indonesia, Juli 2022. Diakses pada: <https://www.itb.ac.id/berita/mengenal-sistem-manajemen-kegagalan-plts-berbasis-digital-twin/58787>
- [9] T. R. Kuphaldt. "Lessons in Electric Circuits." Vol. Direct Current, Chapter 3: Ohm's Law. Under the Design Science License. 2000-2008.
- [10] Diakses pada: <https://www.allaboutcircuits.com/textbook/direct-current/chpt-3/ohms-law-again/>
- [11] M. Daniek, 2017. "Do It Yourself 12 Volt Solar Power, 3rd Edition." Permanent Publisher, Germany. Diakses pada: <https://www.chelseagreen.com/product/do-it-yourself-12-volt-solar-power-3rd-edition/>
- [12] Data Sekolah. Diakses pada: https://data-sekolah.sekolah-kita.net/sekolah/SMKN%205%20LHOKSEUMAWE_169890
- [13] Google Erth. Peta lokasi SMK Negeri 5 Lhokseumawe. Diakses pada: <https://earth.google.com/web/search/SMK+Negeri+5+Lhokseumawe/@5.11574883,97.16313636,3.14837198a,673.99499386d,35y,279.0145211h,0t,0r/data=CigiJgokCYqK1nkGkjRAEYek1nkGkjTAGXptFSo7ZBvAldecbx96pRlvAOgMKATA>